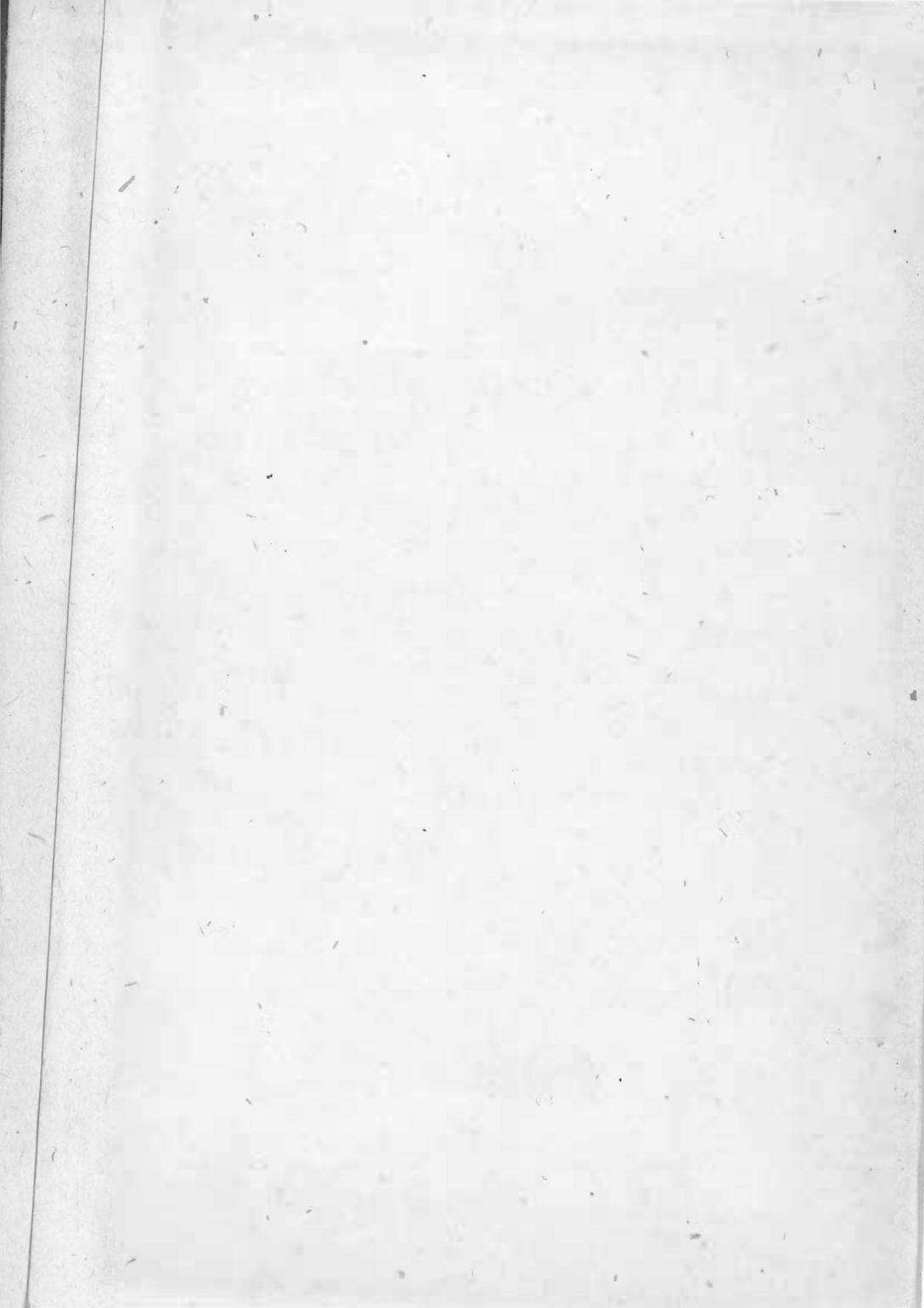


С. В. ТАРАСОВ

ТЕХНОЛОГИЯ
ЧАСОВОГО
ПРОИЗВОДСТВА

МАШИН



С. В. ТАРАСОВ

ТЕХНОЛОГИЯ ЧАСОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Допущено УУЗ Министерства приборостроения
и средств автоматизации СССР в качестве
учебного пособия для техникумов*



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Москва 1956

В книге описаны методы изготовления деталей наручных и карманных часов в массовом производстве. В ней отражен передовой опыт работы отечественных часовых заводов.

Книга предназначена для учащихся техникумов, готовящих техников по производству часов. Она может быть полезна и для рабочих и инженерно-технических работников, занимающихся обработкой точных малогабаритных деталей.

Рецензент канд. техн. наук А. Е. Безменов

Редактор инж. Д. И. Призент

Редакция литературы по машиностроению и приборостроению

Зав. редакцией инж. Н. В. ПОКРОВСКИЙ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Часовая промышленность, созданная в годы советских пятилеток, вступила в новый этап своего развития. Вводятся в эксплуатацию новые и реконструируются действующие часовые заводы. Состав рабочих и инженерно-технических работников пополняется новыми кадрами. В большом масштабе ведется их обучение. Однако подготовка кадров затрудняется отсутствием литературы по технологии часового производства.

Настоящая книга должна восполнить этот пробел. В ней описаны основные технологические процессы производства карманных и наручных часов, специальные станки, штампы, приспособления и режущие инструменты, даны сведения о металлах, применяемых для изготовления деталей часов, излагаются основы проектирования технологических процессов. В некоторых случаях технологические процессы иллюстрируются операциями изготовления деталей будильника.

Изложение материала соответствует программе курса «Технология точного приборостроения» для техникумов в той ее части, которая отражает часовое производство. В книге не освещены вопросы производства часовых рубиновых камней, составляющие, по мнению автора, предмет специального изложения. Термическая обработка входит в программу специального курса техникумов, а поэтому автор ограничился лишь упоминанием о закалке, отпуске, цементации и старении.

Ввиду ограниченного объема, книга не может претендовать на исчерпывающую полноту изложения всех вопросов технологии производства даже карманных и наручных часов.

Все пожелания и замечания по содержанию книги автор примет с благодарностью и просит направлять их по адресу Издательства: Москва, Третьяковский проезд, д. 1, Машгиз, автору.

INSTRUCTIONS

1. The first section of the report should contain a brief summary of the work done during the period covered by the report. This summary should be written in a clear and concise manner, and should be limited to a few paragraphs. It should state the objectives of the work, the methods used, and the results obtained. It should also mention any special features of the work, such as the discovery of new facts or the solution of a problem.

2. The second section of the report should contain a detailed account of the work done during the period covered by the report. This section should be written in a clear and concise manner, and should be limited to a few paragraphs. It should state the objectives of the work, the methods used, and the results obtained. It should also mention any special features of the work, such as the discovery of new facts or the solution of a problem.

3. The third section of the report should contain a discussion of the results obtained during the period covered by the report. This section should be written in a clear and concise manner, and should be limited to a few paragraphs. It should state the objectives of the work, the methods used, and the results obtained. It should also mention any special features of the work, such as the discovery of new facts or the solution of a problem.

4. The fourth section of the report should contain a conclusion of the work done during the period covered by the report. This section should be written in a clear and concise manner, and should be limited to a few paragraphs. It should state the objectives of the work, the methods used, and the results obtained. It should also mention any special features of the work, such as the discovery of new facts or the solution of a problem.

ВВЕДЕНИЕ

В часовом производстве так же, как и в других отраслях приборостроения, применяются холодная штамповка, точение на токарных автоматах и полуавтоматах, фрезерование, зубофрезерование, сверление, нарезание резьбы, термическая обработка, шлифование и полирование, гальванические и лако-красочные покрытия.

Однако технологические процессы обработки деталей карманных и наручных часов существенно отличаются от технологических процессов, применяемых в приборостроении для изготовления сходных деталей.

Особенности технологии часового производства обусловлены весьма малыми размерами обрабатываемых деталей, высокой точностью их изготовления и высокой чистотой обработанных поверхностей.

Значительная часть размеров деталей часов не превышает 1 мм, отдельные номинальные размеры равны 0,018; 0,08 и 0,15 мм.

Модули зубчатых колес весьма малы — в отдельных случаях равны 0,05 мм, а передаточное отношение одной зубчатой пары достигает 10, что при $z = 6 \div 12$ обуславливает необходимость применять циклоидальное (модифицированное) зубчатое зацепление.

Допуски на некоторые размеры основных деталей равны 0,01—0,02 мм, а на диаметры цапф, отверстий и на межосевые расстояния — 0,005 мм.

К соосности, концентричности, параллельности и другим параметрам формы и положения деталей предъявляются весьма жесткие требования.

Весьма высокие требования предъявляются к правильности формы элементов зубчатых зацеплений, что объясняется необходимостью уменьшить потери на трение при передаче момента от заводной пружины к спусковому регулятору.

Малые размеры деталей и малые допуски на них неудобны для измерения предельными калибрами и поэтому в часовом производстве применяются универсальные измерительные средства — микрометры, индикаторы и т. п., а также специальные измерительные приспособления с микрометрами, индикаторами и миниметрами. Геометрическая форма и ряд линейных и угловых размеров часто определяются на оптических и оптико-механических приборах — проекторах, микроскопах и др.

Поэтому в массовом производстве часов труднее, чем в других отраслях приборостроения, разрешаются вопросы взаимозаменяемости.

Кроме того, в часовых механизмах взаимозаменяемость должна быть не только по размерам деталей и узлов, но и по их физическим свойствам, например по постоянству периода колебательной системы спусковых регуляторов.

Высокие требования к чистоте поверхностей деталей объясняются, во-первых, стремлением уменьшить потери на трение в трущихся и зацепляющихся парах, а, во-вторых, эстетическими требованиями, предъявляемыми к внешнему виду часов.

Высокая чистота обработки поверхностей стальных деталей, кроме того, повышает их антикоррозионную стойкость.

В производстве карманных и наручных часов ряд стальных закаленных деталей обрабатываются до $\nabla\nabla\nabla\nabla 12$ — $\nabla\nabla\nabla\nabla 13$. Стальные незакаленные детали и детали из цветных сплавов имеют в основном чистоту поверхности $\nabla\nabla\nabla 8$ — $\nabla\nabla\nabla\nabla 10$ и выше.

Как видно из дальнейшего описания технологических процессов часового производства, особенности применения обычных способов обработки для изготовления деталей часов, малых по размерам, обладающих малой механической прочностью, с высокими требованиями к точности размеров и правильности геометрической формы, к чистоте поверхности, состоят в том, что применяются более точные специальные станки, другие режимы обработки, используются штампы, приспособления и режущий инструмент специальной конструкции, применяются специальные технологические методы и приемы.

От других видов приборостроения часовое производство отличается широким применением цветных сплавов, поставляемых по специальным техническим условиям только для часовой промышленности (см. главу II), высоким удельным весом заработной платы в себестоимости изделий, что объясняется относительно малым потреблением материалов и относительно большой трудоемкостью изготовления часов.

Несмотря на высокую цену материалов, заработная плата, например, в производстве наручных часов в 3 раза больше стоимости материалов.

И, наконец, часовое производство характеризуется значительным объемом ручного труда — главным образом на сборке узлов и часов.

ГЛАВА I

ОБЩИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Производственные и технологические процессы

Производственным процессом завода или цеха называется совокупность действий, в результате которых поступающие на завод исходные материалы и заготовки превращаются в изделия.

Технологическим процессом называется часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением формы, свойств или состояния материала, начиная от его поступления в заготовительный цех до выхода готового изделия.

Технологический процесс делится на части, содержание которых определяется следующими понятиями¹.

Операцией называется часть технологического процесса, выполняемая над определенной деталью (или над совокупностью нескольких одновременно обрабатываемых деталей) одним рабочим (или определенной группой рабочих) непрерывно и на одном рабочем месте. На операцию устанавливается норма времени и разряд работы.

Переходом называется часть операции, выполняемая над одним участком (или совокупностью участков) детали одним или несколькими одновременно работающими инструментами с одним режимом обработки.

Изменение какого-либо одного из указанных факторов: инструмента, поверхности обработки или режима, при неизменности остальных представляет собой новый переход.

Проходом называется часть перехода (или операции), связанная со снятием одного слоя материала при неизменности поверхности обработки и инструмента.

Установом называется часть операции, выполняемая при одном закреплении обрабатываемой детали или нескольких одновременно обрабатываемых деталей.

Позицией называется каждое из различных положений обрабатываемой детали по отношению к инструменту или к станку при одном ее закреплении.

Приемом называется часть операции, непосредственно связанная с подготовкой станка к выполнению отдельных переходов

¹ Установлены Технологическим комитетом ВНИТОМАШ.

(*подвод инструмента, пуск станка и т. д.*). Приемы учитываются при нормировании операции.

Технологический процесс производства каждого изделия подробно записывается в технологические карты, которые являются основными документами технологической документации, необходимой для ведения производственного процесса.

Технологическая дисциплина состоит в точном выполнении всех указаний, записанных в технологической карте. Строгое соблюдение этих указаний является одним из основных условий производства продукции высокого качества.

На часовых заводах применяется несколько различных форм технологической документации разного назначения.

Степень оснащенности технологического процесса технологической документацией и глубина ее проработки зависят от типа производства.

Типы производства

Производство изделий в зависимости от объема выпуска и характера организации производства делится на три основных вида: индивидуальное, серийное и массовое.

Кроме перечисленных основных типов производства, могут быть еще и промежуточные. Так, например, в зависимости от числа типов производимых изделий и количества изделий в серии серийное производство может быть крупносерийным или мелкосерийным. Массовое производство может быть организовано как поточно-массовое.

Каждый из этих типов производства имеет свои особенности в организации технологического и производственного процессов.

Индивидуальным производством называется процесс изготовления единичных изделий или изделий мелкими партиями — по несколько штук, с большими перерывами по времени. Индивидуальное производство оснащено универсальным оборудованием, универсальными приспособлениями и инструментом общего назначения, что позволяет обрабатывать детали различных размеров и разнообразной конфигурации.

Квалификация рабочих индивидуального производства должна быть высокой, что обусловлено разнообразным характером выполняемых работ.

Подробный технологический процесс изготовления детали не разрабатывается. На большинство деталей составляется лишь перечень операций, устанавливающий их последовательность. И только на отдельные сложные детали разрабатываются более подробные технологические процессы.

При таких условиях стоимость изготовления изделий получается высокой, а время изготовления продолжительным.

Серийным производством называется процесс изготовления изделий периодически чередующимися партиями. В таком производстве к рабочему месту прикрепляется одна или несколько

операций, причем партия деталей после выполнения некоторой операции целиком или по частям передается на следующую операцию.

Мелкосерийное производство характерно для заводов, которые производят разнообразные изделия небольшими чередующимися партиями.

Оборудование мелкосерийного производства в основном универсальное. Частично применяются специальные приспособления, специальные режущие и измерительные инструменты. Технологические процессы в мелкосерийном производстве разрабатываются подробно и нормируются.

Операции закрепляются за оборудованием определенного типа или даже за определенным станком.

Обработка деталей ведется партиями.

Основные черты, характеризующие мелкосерийное производство, присущи и крупносерийному производству.

Однако производства двух последних типов имеют и существенные различия.

Разнообразие производимых деталей в крупносерийном производстве меньше, чем в мелкосерийном. Серии значительно крупнее. Конструкции производимых изделий более стабильны. Технологический процесс широко оснащается специальными приспособлениями, режущими и измерительными инструментами. Затраты на такое оснащение, обычно, оправдываются. Поэтому стоимость изготовления продукции удешевляется, а цикл производства сокращается.

Массовым производством называется процесс изготовления изделий *изо дня в день с соблюдением ритмичного равномерного выпуска*. Рабочие места имеют узко специализированный характер, за каждым из них закрепляется выполнение определенной операции.

В массовом производстве широко применяются специальные и автоматические станки, специализированные и механизированные приспособления, специальные режущие инструменты, специальный измерительный инструмент, автоматические и механизированные приборы и приспособления.

Вся оснастка технологического процесса массового производства имеет узко специализированный характер.

Большие затраты на подготовку массового производства обязывают особо внимательно и тщательно отрабатывать конструкции изделий, технологический процесс и его оснастку.

Вследствие постоянного повторения на одном рабочем месте одних и тех же операций и широкого применения специальной оснастки рабочие быстро осваивают порученную им операцию и достигают высокой производительности. Стоимость изготовления изделий в массовом производстве ниже, чем при любой другой организации производственного процесса.

Крупные затраты на подготовку массового производства становятся поэтому экономически целесообразными и вполне окупаются количеством производимых изделий и их пониженной стоимостью.

В результате применения наиболее совершенных высокопроизводительных приемов работы и узкой специализации рабочих мест (закрепления за станками только одной операции, что исключает потери времени на переналадку) использование оборудования в массовом производстве полнее, чем при других видах производства.

Если расположить все рабочие места (станки) в порядке последовательности выполнения операций по технологическому процессу, то деталь после обработки на одном рабочем месте будет переходить на последующее рабочее место.

Таким образом обрабатываемая деталь переходит со станка на станок и после выполнения последней операции оказывается полностью обработанной.

Для того чтобы осуществить процесс последовательной обработки, необходимо, чтобы время обработки на всех операциях было одинаковым. На практике, однако, чаще бывает, что потребное время обработки на всех операциях неодинаково.

В таких случаях для уравнивания времени работ на операциях проводят ряд мер технического и организационного характера: улучшают конструкцию зажимных приспособлений для сокращения времени на установку деталей, вводят многоместные приспособления и т. п. В отдельных случаях на некоторых операциях организуют несколько рабочих мест для параллельной работы.

Массовое производство, в котором происходит работа описанным способом, называется **п о т о ч н о - м а с с о в ы м**.

Главным при поточном производстве является синхронизация операций, т. е. выполнение всех операций потока за один и тот же промежуток времени или кратный ему. Показателем производительности потока считают ритм или такт — промежуток времени, через который сходит с конвейера изделие или деталь.

Структура машиностроительного завода

Каждый завод делится на цехи. В цехах сосредоточивается однотипное оборудование, рабочие и инженерно-технические работники одинаковых специальностей.

В зависимости от вида работ различают цехи: штамповочные, автоматные, механические, отделочные (металлопокрытий, лакокрасочных покрытий), термические, сборочные и др.

Цехи, в которых изготавливают детали и собирают выпускаемые заводом изделия, называются **о с н о в н ы м и**.

Применительно к производству карманных и наручных часов часовые заводы имеют в своем составе цехи: заготовительный, штамповочный, автоматный, платино-мостовой, корпусный¹, обрабатывающий детали корпусов, циферблаты и стрелки, цех деталей спускового регулятора, иногда называемый «ходовым» цехом, механический,

¹ На некоторых часовых заводах платино-мостовой и корпусный цехи объединены в один платино-корпусный цех.

производящий обработку деталей зубчатых зацеплений и деталей заводного барабана и рычагов, отделочный (гальванический), термический и сборочный цехи.

Таким образом, весь процесс изготовления изделий, выпускаемых заводом, от исходного материала до выпуска готовой продукции происходит только в основных цехах.

Кроме основных цехов, на каждом заводе имеются вспомогательные цехи, обслуживающие производство.

К числу вспомогательных цехов относятся инструментальный, ремонтно-механический, энергетический, ремонтно-строительный.

Для управления производством в составе заводоуправления имеются отделы:

1. Производственно-диспетчерский, осуществляющий планирование работы производственных цехов и оперативное руководство по выполнению производственной программы завода. Начальником производственно-диспетчерского отдела является начальник производства, которому подчинены все основные цехи завода.

2. Отдел главного технолога, в функции которого входит проектирование технологических процессов и наблюдение за их выполнением в производстве, техническое нормирование технологических процессов, проектирование технологической оснастки, разработка нормативов на материалы (разработка норм расхода основных и вспомогательных материалов).

3. Отдел главного конструктора, в задачи которого входит конструирование изделий, производимых заводом (на часовых заводах — часов).

В составе отдела главного конструктора имеется часовая лаборатория, которая занимается исследованием выпускаемых заводом часов и всесторонним исследованием опытных образцов часов, предназначенных к запуску в производство.

4. Отдел технического снабжения — этот отдел снабжает завод всеми основными и вспомогательными материалами.

5. Отдел главного механика осуществляет ремонт станочного оборудования и поддерживает здания, сооружения и энергетическое хозяйство завода в рабочем состоянии.

6. Отдел технического контроля (ОТК), осуществляющий контроль над соблюдением технологической дисциплины в цехах, проверку поступающих на завод материалов и контроль готовой продукции завода.

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Точность обработки принадлежит к числу главных характеристик технологии приборостроения. В особенности эта характеристика имеет значение для часового производства.

Под точностью обработки понимают степень соответствия изготовленной детали заданным по чертежу форме и размерам.

Фактические размеры и форма детали отклоняются от заданных по чертежу вследствие ряда причин, возникающих в процессе изго-

товления деталей. Такими причинами могут быть погрешности станка, погрешности режущего инструмента и приспособления, износ инструмента, неоднородность обрабатываемого материала, деформации станка, инструмента и детали, возникающие в процессе обработки, и т. п.

Погрешности

В процессе работы все части станка, инструмент и заготовка находятся под действием усилий резания, вызывающих те или другие деформации; так, например: при сверлении глубоких отверстий сверло уводится в сторону от оси сверления, при обточке валиков в центрах токарного станка валики изгибаются и т. д.

Подобными причинами объясняются отклонения размеров и формы детали. Эти отклонения принято называть погрешностями и разделять их на систематические и случайные погрешности.

Систематической называется такая погрешность, которая для всех деталей данной партии будет постоянной или же будет закономерно изменяться при переходе от предыдущей обрабатываемой детали к последующей.

Например, если для сверления отверстия взяли сверло на 0,2 мм больше, то и все отверстия будут иметь размер на 0,2 мм больше, чем они имели бы, будучи просверлены правильно выбранным сверлом. Погрешность отверстия, обусловленная применением сверла с завышенным диаметром, будет систематической погрешностью; или другой пример: по мере износа резца будут увеличиваться диаметры наружных поверхностей и уменьшаться диаметры внутренних поверхностей. Погрешность, обусловленная износом, также является систематической, так как изменение диаметров подчиняется некоторой закономерности.

Случайной называется такая погрешность, которая для различных деталей данной партии будет различной и появление которой не обусловлено никакой видимой закономерностью. Отверстия, просверленные одним сверлом, будут иметь различные размеры вследствие многих причин, причем появление каждой причины носит случайный характер.

Систематические погрешности определяются расчетно-аналитическим методом, а случайные — статистическим. Применяя расчетно-аналитический метод по расчетной формуле, устанавливающей связь между отдельными элементами системы станок — инструмент — деталь, находят значение той или другой погрешности.

Недостаток расчетно-аналитического метода состоит в том, что по каждому фактору приходится проделать большую вычислительную работу, а таких факторов только при зубофрезеровании насчитывается до 72.

Расчетно-аналитическим методом трудно определить совокупное влияние многих одновременно действующих факторов или первичных погрешностей, поэтому в последние годы наряду с расчет-

но-аналитическим широко применяется статистический метод исследования. По этому методу изучают не отдельные явления или факторы, а совокупность многих явлений. Процесс исследования по статистическому методу разделяется на два этапа. Первый этап — сбор опытных данных, второй этап — обработка этих данных методами математической статистики и теории вероятностей. Рассмотрим применение этого метода на конкретном примере. Предположим, что изготовлена партия деталей в 100 шт. по установленному технологическому процессу.

Если измерить интересующий нас размер ($d = 10$ мм) у партии деталей, обработанных в неизменных условиях, то величина этого размера у разных деталей будет неодинакова: в числе измеренных будут детали с наибольшим диаметром $d_{\max} = 10^{+0,014} = 10,014$ мм и наименьшим $d_{\min} = 10_{-0,012} = 9,988$ мм.

Разность между наибольшим и наименьшим диаметрами, называемая полем рассеивания, будет равна

$$\varphi_{\text{факт}} = d_{\max} - d_{\min} = 10,014 - 9,988 = 0,026 \text{ мм} = 26 \text{ мк.}$$

Измерим диаметры у всех деталей партии и составим таблицу.

Для этого разобьем поле рассеивания на несколько равных интервалов, например по 2 мк, и запишем число деталей, действительные диаметры которых находятся в пределах каждого интервала (табл. 1).

Таблица 1

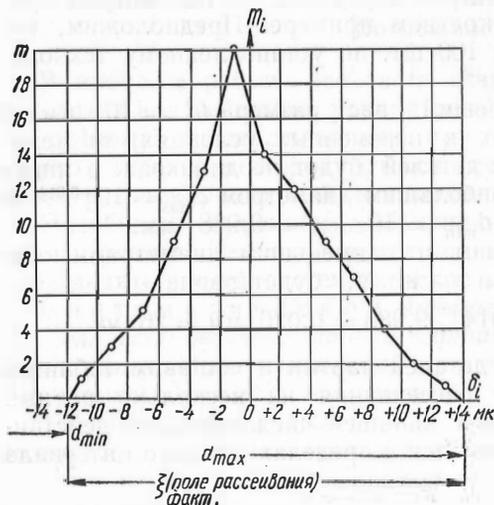
Результаты измерения партии деталей

Интервалы действительных диаметров (d_i) в порядке их возрастания в мм		Отклонения от номинального диаметра $\delta_i = d_i - d_{\text{ном}}$ в мк		Частота m_i
от	до	от	до	
9,988	9,990	-12	-10	1
9,990	9,992	-10	-8	3
9,992	9,994	-8	-6	5
9,994	9,996	-6	-4	9
9,996	9,998	-4	-2	13
9,998	10,000	-2	0	20
10,000	10,002	0	+2	14
10,002	10,004	+2	+4	12
10,004	10,006	+4	+6	9
10,006	10,008	+6	+8	7
10,008	10,010	+8	+10	4
10,010	10,012	+10	+12	2
10,012	10,014	+12	+14	1
				$\sum m_i = 100$

Число деталей в партии с одинаковыми диаметрами в пределах каждого интервала называется частотой попадания деталей в эти интервалы.

Построим теперь график. По оси абсцисс будем откладывать отклонения δ_i , а по оси ординат частоту m_i (фиг. 1).

Найденные точки соединим отрезками. Полученная ломаная линия характеризует рассеивание размеров в исследуемой партии деталей и называется практической кривой распределения или полигоном распределения.



Фиг. 1. Полигон распределения.

При безграничном увеличении числа деталей и числа интервалов ширина интервалов бесконечно уменьшается и в пределе полигон распределения из ломаной линии превращается в плавную кривую.

Такая кривая называется теоретической кривой распределения. Аналитически теоретическая кривая распределения может быть выражена в виде

$$y = \varphi(x),$$

где x — значение случайной величины;

$\varphi(x)$ — значение ординаты непрерывной кривой распределения.

Характер зависимости $\varphi(x)$ от x называется законом распределения.

Многочисленными исследованиями установлено, что в производственных условиях, при автоматической работе оборудования и при отсутствии среди источников погрешностей отдельных факторов, доминирующих над совокупностью всех остальных, рассеивание погрешностей в партии деталей подчиняется закону нормального распределения (или близкому к нему), который аналитически выражается следующим уравнением:

$$y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x_i - x_{cp})^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\delta_i^2}{2\sigma^2}},$$

где y — частота появления погрешности той или иной абсолютной частоты;

x_{cp} — среднее арифметическое из действительных размеров:

$$x_{cp} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n};$$

- x_i — действительные размеры;
 δ — переменная погрешность;
 σ — среднее квадратическое отклонение, определяемое одним из следующих выражений:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - x_{cp})^2 + (x_2 - x_{cp})^2 + \dots + (x_n - x_{cp})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n (x_i - x_{cp})^2}{n}}$$

или

$$\sigma = \sqrt{\frac{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \dots + \delta_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n \delta_i^2}{n}}$$

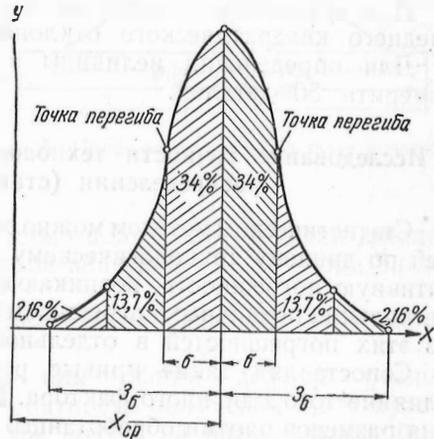
Кривая, выражающая закон нормального распределения, показана на фиг. 2.

Положение оси симметрии кривой определяется x_{cp} , которое называется центром группирования отклонений.

Второй главной характеристикой закона нормального распределения является среднее квадратическое отклонение σ .

Чем больше среднее квадратическое отклонение, тем более широкой и пологой получается кривая; наоборот, при малом σ кривая получается более узкой и более крутой.

Для сравнения на фиг. 3 приведены три кривых с различным σ . Таким образом, малому значению σ соответствует преобладание малых случайных погрешностей и, следовательно, большая точность обработки. Значит величина σ может служить критерием точности обработки.



Фиг. 2. Кривая нормального распределения.

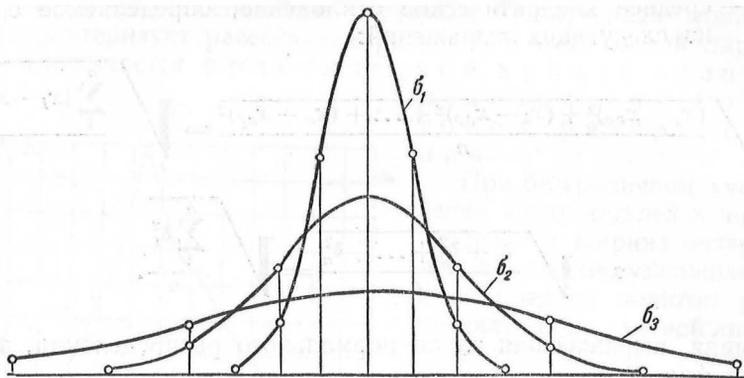
Перегиб кривой нормального распределения происходит в двух точках, симметрично расположенных по обе стороны от x_{cp} при значениях $\pm\sigma$.

Среднее квадратическое $\pm\sigma$ отделяет область часто встречающихся погрешностей от области редко встречающихся погрешностей.

Ветви кривой нормального распределения безгранично простираются в обе стороны, ассимптотически приближаясь к оси $X - X$; в пределах $\pm 3\sigma$ площадь кривой содержит $\sim 99,7\%$ всех отклонений.

Поэтому на практике кривые нормального распределения ограничивают пределами $\pm 3\sigma$, при этом ошибка получается $< 0,3\%$ (фиг. 2).

Точность определения величины среднего квадратического отклонения зависит от числа измеренных деталей.



Фиг. 3. Кривые нормального распределения с σ разной величины.

Для практических целей вполне достаточно определять величину среднего квадратического отклонения σ с ошибкой $\pm 10\%$.

Для определения величины σ с такой точностью достаточно измерить 50 деталей.

Исследование точности технологических процессов по кривым распределения (статистический метод)

Статистическим методом можно оценить точность изготовления деталей по данному технологическому процессу, т. е. получить результирующую погрешность, возникающую в результате взаимодействия нескольких первичных погрешностей, но без анализа влияния каждой из этих погрешностей в отдельности.

Сопоставляя такие кривые распределения, можно определить влияние того или иного фактора. Если мы имеем кривую рассеивания размеров партии обработанных деталей, подчиняющуюся закону нормального распределения, то вероятность того, что погрешности не будут отличаться от среднего значения на величину большую, чем $\pm x_0$ (заштрихованная площадь фиг. 4), будет равна

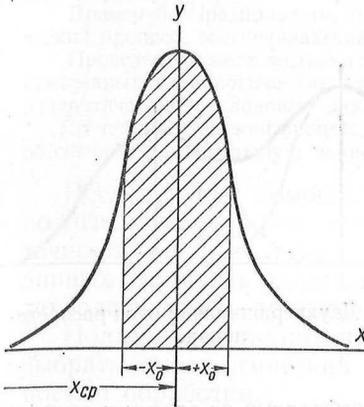
$$\frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \int_{x_{cp}-x_0}^{x_{cp}+x_0} e^{-\frac{(x_i - x_{cp})^2}{2\sigma^2}} dx.$$

Чтобы не вычислять в каждом отдельном случае значение интеграла по заданному значению x_0 , следует воспользоваться специально составленной для этой цели таблицей (см. приложение I).

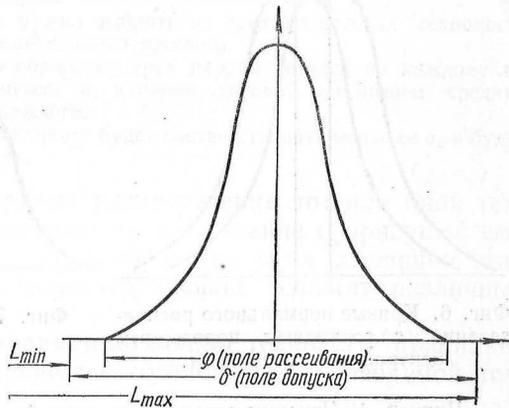
По этой таблице вся площадь, ограниченная кривой, принимается за единицу. В первой графе дано значение $z = \frac{x_0}{\sigma}$, а в по-

следующих графах значение интеграла, которое обозначается как $\Phi(z)$. В первой графе значения z взяты с одним знаком после запятой; второй знак после запятой берется по верхней строчке, так, например, для $z = 2,48$; $\Phi(z) = 0,9868$; при $x_0 = 3\sigma$; $\Phi(z) = 0,9973$ или 99,73%.

Задаваясь вероятностью, можно определить по формуле $z = \frac{x_0}{\sigma}$ величину z , а следовательно, и предельное отклонение от среднего значения.



Фиг. 4. Кривая нормального распределения.



Фиг. 5. Поле рассеивания и поле допуска.

Например: задаваясь вероятностью получения в партии деталей 1,5% брака, мы находим по таблице значение $z = 2,43$ при значении $\Phi(z) = 0,985$.

Принимая $\sigma = 0,02$ мм, определяем отклонение x_0 от среднего значения x_{cp} .

$x_0 = z \cdot \sigma = 2,43 \cdot 0,02 = 0,0486$ или общий допуск, равный $0,0486 \cdot 2 \approx 0,10$ мм, т. е. при вероятности получения 1,5% бракованных деталей и при $\sigma = 0,02$ мм допуск на размер может быть установлен 0,10 мм. При вероятности получения 0,27% бракованных деталей при той же величине σ допуск на размер должен быть равен $6\sigma = 0,12$ мм.

При помощи кривых распределения можно характеризовать точность обработки не только в виде погрешностей размеров, но и в виде отступлений от правильной геометрической формы.

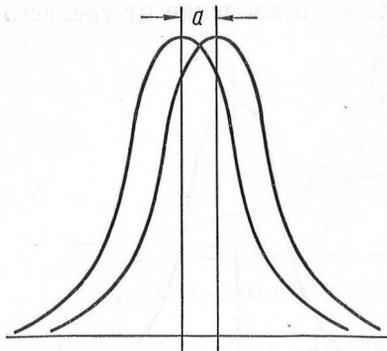
Точность технологического процесса определяется основным условием — поле рассеивания не должно выходить за пределы поля допуска.

Если это условие выполняется, то работа ведется в пределах установленного допуска и, следовательно, без брака. Графически это условие изображено на фиг. 5.

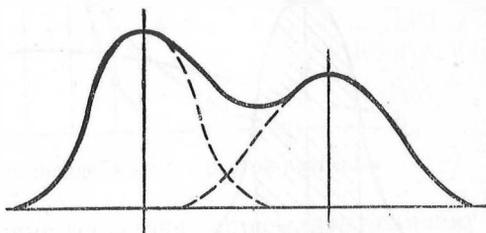
Так как поле рассеивания определяется величиной 6σ , то работа без брака определяется следующим неравенством:

$$6\sigma < \delta.$$

Если это неравенство не соблюдается и $6\sigma > \delta$, то необходимо перестроить технологический процесс или предусмотреть дополнительную обработку части деталей, которые окажутся вне поля допуска. Рассмотрим некоторые примеры.



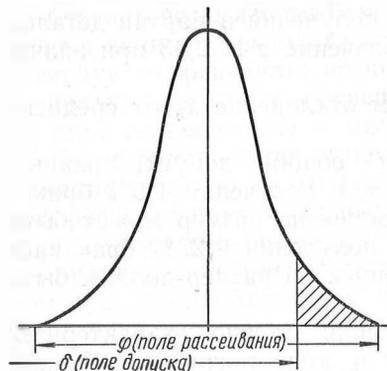
Фиг. 6. Кривые нормального распределения с различным положением центров группирования.



Фиг. 7. Двухвершинная кривая распределения.

Пример 1. Измерим детали двух партий, обработанных по одному и тому же технологическому процессу, но при разных настройках.

Построенные для этих партий кривые распределения будут приблизительно одинаковыми, но окажутся смещенными относительно друг друга на некоторую величину a (фиг. 6).



Фиг. 8. Кривая распределения при работе на неправильно настроенном станке.

При работе по методу автоматического получения размеров смещение кривых нельзя объяснить иначе, как различным положением рабочих органов станка, зажимных приспособлений и инструментов при разных настройках.

Если построить кривую для смешанной партии деталей, обработанных разными развертками, разными штампами и т. п., то кривая будет иметь двухвершинную форму (фиг. 7).

Многовершинную кривую можно рассматривать как совокупность кривых с разными средними арифметическими (центрами группирования).

Если различные группы деталей были обработаны по разным технологическим процессам, то соответствующие кривые распределения, составляющие общую многовершинную кривую распределения, могут отличаться и по форме.

Пример 2. Предположим, что мы измерили партию деталей, изготовленную по неизменному технологическому процессу и обработанную по методу автоматического получения размеров. Построив кривую распределения и нанеся поле допуска, мы видим (фиг. 8), что поле рассеивания по абсолютной величине меньше поля допуска, но центр группирования смещен вправо, и таким образом будет получаться брак.

Количество брака (в процентах к общему числу деталей в партии) характеризуется заштрихованной площадью кривой.

На основании полученной кривой мы можем сделать следующие выводы.

Принятый технологический процесс может обеспечить работу без брака, так как

$$\xi = 6\sigma < \delta.$$

Получение же брака объясняется смещением центра группирования относительно поля допуска.

Для того чтобы в этом случае работать без брака, необходимо произвести только подналадку.

Пример 3. Предположим, что нужно выбрать из трех возможных технологических процесс, обеспечивающий наибольшую точность.

Проведем экспериментальную обработку трех партий деталей по каждому из намеченных технологических процессов и, измерив детали, рассчитаем средние квадратические отклонения для каждого.

Тот технологический процесс, которому будет соответствовать меньшее σ , и будет обеспечивать наибольшую точность.

Исследуя при помощи кривых распределения тот или иной технологический процесс, можно вывести заключение о присущей ему точности в определенных условиях обработки и на основании этих данных составить нормалю, характеризующие точность различных технологических процессов.

Пользование такими нормальями позволяет технологу правильно выбрать технологический процесс в соответствии с требуемой точностью обработки.

При помощи кривых распределения можно исследовать влияние отдельных факторов на точность обработки. Для этого, оставляя технологический процесс неизменным, изменяют только интересующий фактор и сравнивают кривые распределения, полученные до и после изменения. На основании сопоставления кривых можно сделать вывод о том, что методика определения точности обработки при помощи кривых распределения универсальна и позволяет находить способы повышения точности обработки.

Основными способами повышения точности обработки в часовом производстве являются:

1. Повышение стойкости инструмента, что означает увеличение стабильности размеров обработанных деталей.

2. Уменьшение интервала отклонений механических свойств поступающего в обработку металла.

3. Обработка основных поверхностей детали за один установ.

4. Совмещение конструктивных и технологических баз и применение одной базы при выполнении различных операций.

Средняя экономическая точность. Каждому виду механической обработки в нормальных производственных условиях присуща определенная точность. Многочисленные наблюдения позволили сделать выводы о точности тех или иных методов обработки, названной средней экономической точностью.

Под средней экономической точностью подразумевается точность, получаемая в нормальных производственных условиях, т. е. при работе на станках, соответствующих по точности паспортным данным.

с применением приспособлений и инструмента, соответствующих чертежу и техническим условиям, при заданных режимах работы и при установленной квалификации рабочих.

В табл. 2 приведены данные средней экономической точности часового производства.

Таблица 2*

Средняя экономическая точность обработки в часовом производстве

Виды обработки	Средняя экономическая точность в мм
Точение на автоматах продольно-фасонного типа	
а) диаметром обрабатываемого прутка до 6 мм:	
по диаметру	0,005—0,010
по длине	0,010—0,020
б) диаметром от 6 до 10 мм:	
по диаметру	0,010—0,020
по длине	0,020—0,030
в) диаметром от 10 до 16 мм:	
по диаметру	0,015—0,025
по длине	0,030—0,050
Обтачивание торцов и растачивание углублений у плоских деталей часов на станках С-57М, С-81А, С-175, С-178 и др.:	
по диаметру	0,020—0,050
по глубине	0,010—0,030
Фрезерование колес и трибов на станках С-40 и 530А по наружному диаметру:	
с модулем 0,15 мм	0,010—0,025
" " от 0,15 до 0,30 мм	0,015—0,035
" " от 0,30 до 0,50 мм	0,030—0,050
Фрезерование углублений в плоских латунных деталях на станках С-50, С-187, С-210 и др.:	
по глубине — площадью до 50 мм ²	0,010—0,025
площадью от 50 мм ² и более	0,020—0,030
по контуру	0,020—0,050
Сверление отверстий:	
диаметром до 1 мм	0,008—0,015
" от 1 до 3 мм	0,015—0,030
Развертывание отверстий:	
диаметром до 1 мм	0,005—0,010
" от 1 до 3 мм	0,008—0,015
Калибровка отверстий штампом:	
диаметром до 3 мм	0,005—0,010
" от 3 до 7 мм	0,010—0,020
Штамповка	
Вырубка:	
а) заготовок размером до 25 мм и толщиной до 2 мм	0,020—0,050
б) заготовок размером более 25 мм и толщиной свыше 2 мм	0,050—0,150
Зачистка	
а) деталей размером до 25 мм и толщиной до 2 мм	0,010—0,020
б) деталей размером более 25 мм и толщиной свыше 2 мм	0,020—0,050

* По данным часовых заводов.

Продолжение табл. 2

Виды обработки	Средняя экономическая точность в мм
Комбинированная вырубка и зачистка:	
а) деталей размером до 25 мм и толщиной до 2 мм	0,015—0,030
б) деталей размером более 25 мм и толщиной свыше 2 мм	0,030—0,100
Подкатывание и волочение	0,010—0,050
Шлифование круглое:	
по диаметру до 1 мм	0,010—0,015
" " от 1 до 3 мм	0,015—0,020
" " от 3 до 10 мм	0,020—0,025
Шлифование плоскостное (по толщине):	
площадью до 5 мм ²	0,010—0,020
" от 5 до 50 мм ²	0,020—0,030
" от 50 мм ² и выше	0,030—0,050
Полирование круглое:	
диаметром до 1 мм	0,005—0,010
" от 1 до 3 мм	0,010—0,015
" от 3 до 10 мм	0,015—0,020
Полирование (лучевание) плоскостное:	
площадью до 5 мм ²	0,020—0,030
" от 5 до 50 мм ²	0,030—0,050

БАЗЫ ОБРАБОТКИ

Установка деталей для обработки на станке состоит из базировки, т. е. приведения деталей в нужное положение относительно режущих инструментов и закрепления деталей в этом положении зажимными приспособлениями.

Выбор базовых поверхностей при конструировании деталей определяет простановку размеров. В зависимости от выбранных базовых поверхностей назначается способ установки и закрепления деталей для обработки, а этим определяется конструктивная схема зажимного приспособления.

Базовые поверхности определяют также положение детали в собранном изделии и ее взаимную связь с другими деталями.

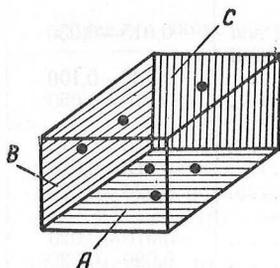
Таким образом, понятие «база» обозначает совокупность поверхностей, линий или точек, по отношению к которым ориентируются поверхности, сопряженные в готовом изделии с другими деталями механизма, или поверхности детали, обрабатываемые на данной операции ее изготовления.

В базирующих поверхностях различают главную, направляющую и упорную базирующие поверхности.

Применительно к деталям призматической формы расположение базирующих поверхностей показано на фиг. 9.

Чтобы ориентировать деталь по главной базирующей поверхности, необходимо установить ее на три точки, определяющие положение плоскости.

После установки детали на главную базирующую поверхность ориентация детали по направляющей поверхности определяется двумя точками.



Фиг. 9. Базы детали призматической формы:

A — главная, *B* — направляющая и *C* — упорная базирующие поверхности.

После установки детали по главной и направляющей поверхностям деталь ориентируется по упорной поверхности только одной точкой.

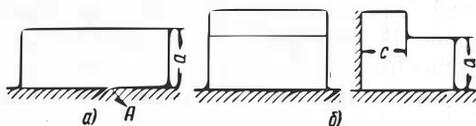
Если в сборке или при обработке не требуется ориентировка деталей в трех направлениях, то число базирующих поверхностей сокращается до двух или до одной.

Пусть у детали, изображенной на фиг. 10, *a*, требуется обработать верхнюю плоскость и выдержать размер *a*.

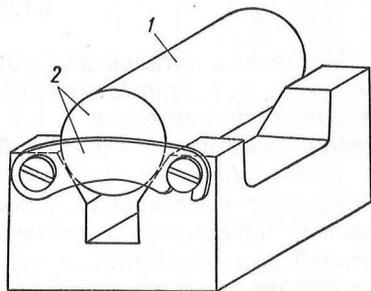
В этом случае обрабатываемая деталь устанавливается по главной базирующей поверхности *A*, а направляющая и упорная поверхности существенного значения не имеют.

Пусть требуется иметь после обработки размеры *a* и *c* (фиг. 10, *b*). Деталь в этом случае устанавливается по главной и направляющей базирующим поверхностям; упорная базирующая поверхность существенного значения не имеет.

В приведенных примерах понятие «база» включает соответственно одну или две поверхности детали.



Фиг. 10. Обработка детали с разной установкой.



Фиг. 11. Базы цилиндрической детали:

1 — двойная направляющая поверхность; *2* — упорная поверхность.

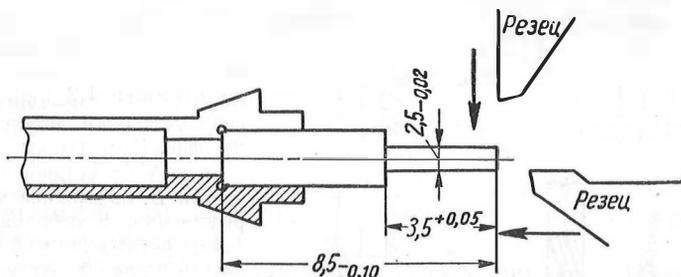
При установке цилиндрических деталей, например валиков, положение их определяется положением оси наружной цилиндрической поверхности в горизонтальном и вертикальном направлении и положением торцевой поверхности.

В этом случае достаточно опереть деталь наружной цилиндрической поверхностью на четыре точки и поставить упор для торца, как показано на фиг. 11.

Цилиндрическая поверхность, по которой производится установка указанным способом, называется двойной направляющей поверхностью.

Упорной базирующей поверхностью является торец валика.

Пусть у цилиндрической заготовки требуется проточить уступ (фиг. 12). Цилиндрическая поверхность цанги при зажиме заготовки будет являться одновременно главной, направляющей и упорной поверхностью для получения размера $2,5^{-0,02}$ мм. Для получения размера $8,5-0,10$ главной и упорной базирующей поверхностью является торцевой уступ цанги, а направляющей поверхностью ее цилиндрическая поверхность.



Фиг. 12. Базы цилиндрической детали, закрепленной в цанге.

По своему назначению базы разделяются на конструкторские, сборочные, установочные и измерительные.

Конструкторской базой детали называется совокупность поверхностей, линий или точек, по отношению к которым ориентируются по расчетам конструктора другие детали изделия.

Сборочной базой деталей называется совокупность поверхностей, линий или точек, по отношению к которым фактически ориентируются детали изделия.

Установочной (технологической) базой называется совокупность поверхностей, линий или точек, относительно которых ориентируется при изготовлении детали обрабатываемая поверхность.

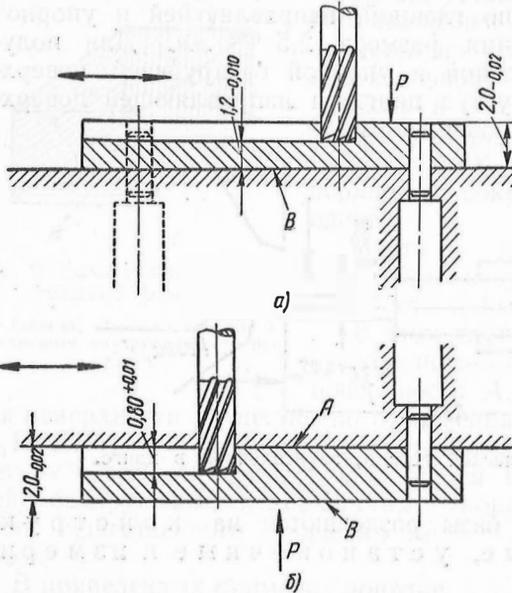
Измерительной базой детали называется поверхность (или система поверхностей), от которой отсчитываются размеры при измерении деталей.

При обработке на станках детали устанавливаются и закрепляются в универсальных и специальных зажимных приспособлениях.

Устанавливая поочередно обрабатываемые детали на одну и ту же базу в приспособления, мы будем приводить их в одинаковое положение относительно режущих инструментов и будем автоматически получать одинаковые размеры детали, отклоняющиеся только в пределах поля рассеивания.

Этот способ работы называется работой по методу автоматического получения размеров.

При работе по методу автоматического получения размеров на величину поля рассеивания, помимо случайных факторов, уже упомянутых ранее, могут влиять и отклонения, связанные с установкой детали, или, как принято их называть, погрешности базировки.



Фиг. 13. Погрешность базировки при различной установке детали.

факторов, так и от величины допуска на размер 2 мм, в пределах которого была ранее обработана деталь. В данном случае размер 0,8 будет иметь отклонения в пределах $0,01 + 0,02 = 0,03$ мм. Чтобы повысить точность обработки, необходимо ужесточить допуск на размер 2,0 мм. Но ужесточение допусков усложняет и удорожает обработку.

Наилучшим мероприятием в данном случае является установка детали по плоскости A .

Приведенный пример показывает, что при всех прочих одинаковых условиях высшая точность обработки получается в том случае, когда поверхность, от которой задан размер, выдерживаемый в данной операции, одновременно является опорной установочной поверхностью, т. е. когда и измерительная и установочная базы совмещены.

Поэтому технологический процесс предпочтительно строить так, чтобы технологическая база совпадала с конструкторской базой. Необходимо также стремиться, чтобы одна и та же база применялась для большинства операций. Переход от одной базы к другой всегда связан с дополнительными погрешностями. При выборе тех-

Рассмотрим, как влияет на точность обработки и на конструкцию приспособлений выбор установочной базы.

Пример. Пусть при обработке детали — платины часов (фиг. 13, а) необходимо выдерживать размер $1,2_{-0,010}$. По способу установки, изображенному на фиг. 13, а, размер $1,2_{-0,010}$, заданный от установочной плоскости B , выдерживается непосредственно. Колебания размера 1,2 у разных деталей будут зависеть только от случайных факторов, вызывающих рассеивание размеров.

Рассмотрим другой случай, показанный на фиг. 13, б. Здесь необходимо выдерживать размер $0,80_{+0,01}$, заданный не от установочной плоскости B , а от плоскости A .

При установке на плоскость B колебания размера 0,8 будут зависеть как от случай-

нологических баз необходимо также, чтобы была обеспечена не только требуемая точность обработки, но и надежность крепления детали в приспособлении.

Расчет погрешности базировки в зависимости от способа установки для различных случаев приводится в специальной литературе.

ПРИПУСКИ И МЕЖОПЕРАЦИОННЫЕ ДОПУСКИ

Слой металла, который должен быть удален за операцию или переход, для получения заданных размеров называется **припуском на данную операцию или переход**.

Величину припусков задают в зависимости от способа получения заготовки и от вида механической обработки. Чем точнее заготовка, тем меньший может быть предусмотрен припуск на механическую обработку. Для обдирочных операций припуски задают большей величины, чем для чистовых.

Вопрос о назначении величин припусков имеет большое технико-экономическое значение.

Во-первых, металл, снимаемый при обработке, оказывается потерянным, потому что стоимость стружки невелика по сравнению со стоимостью металла.

Во-вторых, удаление излишне большого припуска требует больше времени и, следовательно, уменьшает производительность и производительную способность оборудования.

В-третьих, увеличивается расход инструмента, электроэнергии и т. п.

Таким образом, излишне большие припуски снижают экономическую эффективность процесса.

Чрезмерно малые припуски также нежелательны, так как они требуют повышенной точности работы на заготовительных операциях, увеличивая этим стоимость заготовок, затрудняют разметку и выверку деталей на станках и т. д.

Следовательно, устанавливая припуски на механическую обработку, необходимо стремиться к тому, чтобы они были минимально возможными в конкретных условиях обработки.

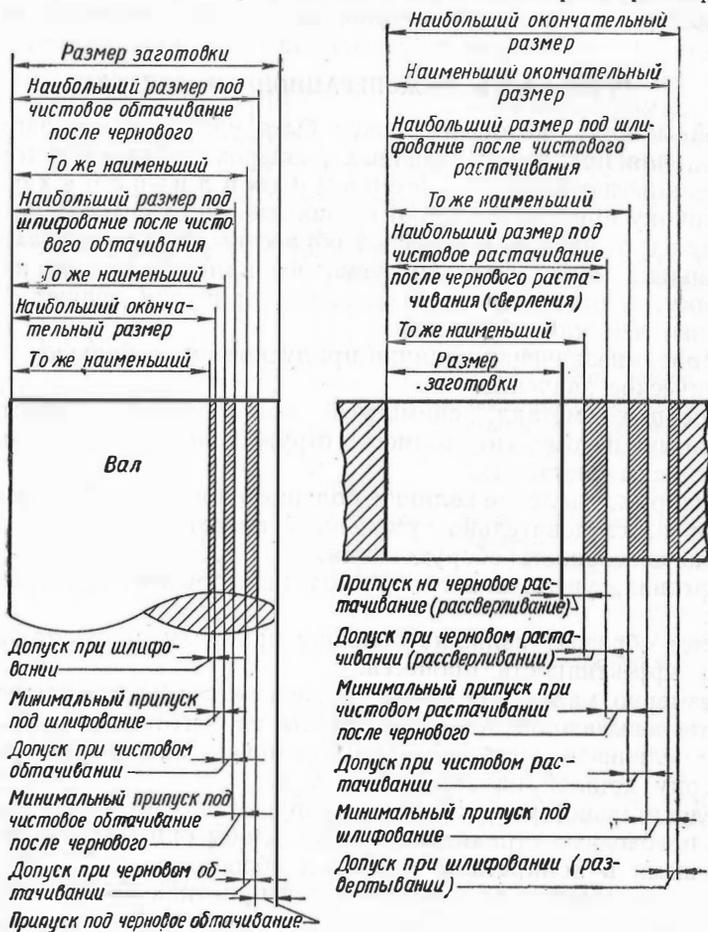
Продолжительная производственная практика дала возможность установить средние припуски для заготовок, получаемых различными способами или для различных видов обработки.

Следовательно, при назначении припусков на механическую обработку можно пользоваться соответствующими справочниками, заводскими нормами или их рассчитывать.

Операционные припуски при обработке наружных и внутренних цилиндрических поверхностей задаются на диаметр (на две стороны). Припуски на наружные плоскости и торцевые поверхности задаются на одну сторону; поэтому численные значения их в 2 раза меньше, чем на соответствующую обработку цилиндрических поверхностей.

Общий припуск на обработку поверхности складывается из припусков на отдельные операции и равен их сумме.

Для того чтобы механическая обработка на каждой операции была проделана с нужной точностью, т. е. для того, чтобы при обработке не перейти границы минимального припуска, предназначенного для следующей операции, на номинальный размер операцион-



Фиг. 14. Схема расположения операционных припусков и допусков.

ного припуска назначается операционный допуск, который устанавливает наибольшее и наименьшее отклонение операционного припуска.

Операционные допуски назначаются обычно «в металл».

Операционным допуском на последнюю операцию является допуск на окончательный размер обрабатываемой поверхности. Схема расположения операционных припусков и допусков представлена на фиг. 14.

В часовом производстве значительная часть деталей обрабатывается без заготовительных припусков.

ЧИСТОТА ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

После обработки режущими и абразивными инструментами на обработанных поверхностях всегда остаются следы воздействия режущих инструментов или зерен шлифовальных кругов в виде гребешков и впадин, придающих поверхностям шероховатость.

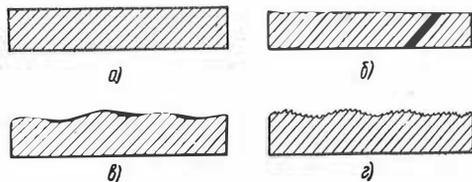
Чем грубее обработка, тем больше неровности на обработанных поверхностях. Каждому виду обработки соответствует определенная чистота поверхности.

При обработке металлов состояние поверхности оценивается отклонениями от правильной геометрической формы (например, волнистостью), которая характеризуется термином макрогеометрия поверхности и высотой неровностей, т. е. степенью шероховатости или чистотой поверхности, которая характеризуется термином микрогеометрия поверхности (фиг. 15).

Критерием для оценки чистоты поверхности служит высота гребешков.

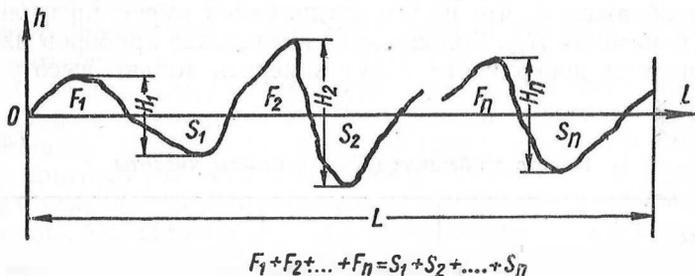
После чистовой и отделочной обработки (развертывания, шлифования, доводки и др.) высота гребешков имеет весьма малую величину, не различимую невооруженным глазом и выражаемую тысячными долями миллиметра. Поэтому при оценке чистоты поверхности высоту гребешков принято выражать в *мк*.

По ГОСТ 2789-51 чистота поверхности должна определяться или средним квадратическим отклонением микронеровностей ($H_{ск}$) или средней высотой микронеровностей ($H_{ср}$).



Фиг. 15. Макрогеометрия и микрогеометрия поверхности:

a — ровная чистая; *б* — ровная шероховатая; *в* — волнистая чистая; *г* — волнистая шероховатая.



Фиг. 16. Схема расположения средней линии профиля неровностей.

Среднее квадратическое отклонение микронеровностей определяется как квадратный корень из среднего квадрата расстояний точек профиля поверхности до его средней линии, т. е. до линии, Делящей профиль таким образом, что площади по обеим сторонам от этой линии до контура профиля равны между собой (фиг. 16).

Таблица 3

Классификация чистоты поверхности по ГОСТ 2789-51

Класс чистоты	Обозначение	Высота неровностей в мк	
		$H_{ск}$	$H_{ср}$
1	▽1	—	Свыше 125 до 200
2	▽▽2	—	” 63 ” 125
3	▽▽▽3	—	” 40 ” 63
4	▽▽▽4	—	Свыше 20 до 40
5	▽▽▽▽5	Свыше 3,2 до 6,3	—
6	▽▽▽▽▽6	” 1,6 ” 3,2	—
7	▽▽▽▽▽7	Свыше 0,8 до 1,6	—
8	▽▽▽▽▽▽8	” 0,4 ” 0,8	—
9	▽▽▽▽▽▽▽9	” 0,2 ” 0,4	—
10	▽▽▽▽▽▽▽10	Свыше 0,1 до 0,2	—
11	▽▽▽▽▽▽▽▽11	” 0,05 ” 0,1	—
12	▽▽▽▽▽▽▽▽▽12	” 0,025 ” 0,05	—
13	▽▽▽▽▽▽▽▽▽13	—	Свыше 0,06 до 0,12
14	▽▽▽▽▽▽▽▽▽14	—	” 0,06

Классификация по группам и классам чистоты и обозначения по ГОСТ 2789-51 приведены в табл. 3. Для классов от 1 до 4 чистота поверхности определяется среднеарифметическим отклонением; для классов от 5 до 12 — среднеквадратическим отклонением и для классов 13—14 среднеарифметическим отклонением.

По соглашению сторон (изготовителя и заказчика) ГОСТ 2789-51 допускается оценка поверхности классов 5—12 не по $H_{ск}$, а по $H_{ср}$ согласно соотношению, указанному в табл. 4. Это допущение введено из тех соображений, что не все предприятия имеют профилометры, дающие показания $H_{ск}$. Большинство имеющихся приборов для измерения чистоты поверхности могут замерять только высоту неровностей.

Таблица 4

Высота гребешков ($H_{ср}$) и классы чистоты

Класс	5	6	7	8
$H_{ср}$ в мк	Свыше 10 до 20	Свыше 6,3 до 10	Свыше 3,2 до 6,3	Свыше 1,6 до 3,2
Класс	9	10	11	12
$H_{ср}$ в мк	Свыше 0,8 до 1,6	Свыше 0,5 до 0,8	Свыше 0,25 до 0,5	Свыше 0,12 до 0,25

ГОСТ предусматривает также деление некоторых классов на разряды.

На практике такое деление требуется лишь в редких случаях, например, при сравнении двух поверхностей одного класса.

Чистота поверхности имеет большое значение в приборостроении, так как она непосредственно характеризует эксплуатационные свойства деталей и сопряжений.

Многочисленными исследованиями установлено, что износоустойчивость в подвижных соединениях в большой степени зависит от чистоты поверхности. Установлено при этом, что приборы, имеющие недостаточно высокую степень отделки трущихся поверхностей, теряют до 50% точности показаний в начальный период эксплуатации в результате быстрого износа этих поверхностей и увеличения по этой причине зазоров в соединениях.

Установлено также, что от качества отделки (чистоты) поверхностей деталей зависит их антикоррозионная стойкость.

Поэтому к деталям приборов и часов по качеству отделки предъявляются высокие требования. В часовом производстве многие трущиеся поверхности обрабатываются до 12—13-го классов чистоты поверхности.

В табл. 5 приведены классы чистоты поверхности, соответствующие различным видам обработки, применяемым в часовом производстве.

В часовом производстве контроль чистоты поверхности играет весьма важную роль.

Объясняется это тем, что допуски на детали малой величины по абсолютной величине приблизительно равны высоте микронеровностей. Так, например, точеные заготовки трибов и осей наручных часов имеют допуски на диаметры цапф 0,005 мм или 2,5 мк на сторону, а средняя высота микронеровностей для 8-го класса чистоты равна 1,6—3,2 мк.

Таким образом, почти все поле допуска на диаметр занимают микронеровности.

Чтобы высота неровностей составляла только часть допуска на размер, при obtачивании этих заготовок на автоматах приходится устанавливать повышенный класс чистоты, например 10-й.

Для контроля чистоты поверхности деталей часов в производственных условиях необходимо, чтобы методы контроля были достаточно точны, а средства контроля — производительны и просты в обращении. К сожалению, к настоящему времени таких приборов для производственных условий еще не создано. Имеющиеся приборы в основном лабораторные или, в отдельных случаях, пригодны для выборочного контроля в цехе.

Существующие приборы, предназначенные для определения чистоты поверхности, действуют или по методу ощупывания или основаны на использовании оптических явлений.

Приборы первой группы ощупывают измеряемые поверхности алмазной или корундовой иглой (для малых диаметров — тонкой

Таблица 5

**Чистота поверхности, соответствующая различным видам обработки
в часовом производстве**

Виды обработки	Класс чистоты поверхности (ГОСТ 2789-51)
Холодная штамповка	
Вырубка по контуру	▽▽6
Вырубка зубьев у колес	▽▽6—▽▽▽7
Зачистка по контуру	▽▽▽7—▽▽▽8*
Обжимка	▽▽▽9—▽▽▽▽10
Калибровка отверстий	▽▽▽9—▽▽▽▽10
Точение	
Обтачивание на продольно-фасонных токарных автоматах:	
а) наружных поверхностей	▽▽▽7—▽▽▽8
б) цапф у осей и трибов	▽▽▽9—▽▽▽10
Растачивание углублений:	
а) без особых требований к чистоте поверхности	▽▽▽7—▽▽▽8
б) с повышенными требованиями к чистоте поверхности	▽▽▽8—▽▽▽9
Обтачивание торцевых поверхностей	▽▽▽7—▽▽▽8
Обработка отверстий	
Сверление:	
а) под резьбу	▽▽6
б) под цапфы осей и трибов	▽▽▽7
Развертывание	▽▽▽9—▽▽▽▽10
Фрезерование	
Плоских поверхностей:	
а) предварительное	▽▽6—▽▽▽7
б) чистовое	▽▽▽8—▽▽▽9
Зубофрезерование:	
а) зубьев с крупным модулем (от 0,2 до 0,5 мм)	▽▽▽7—▽▽▽8
б) зубьев с мелким модулем (до 0,2 мм)	▽▽▽8—▽▽▽9
Шлифование	
Предварительное под полировку и притирку	▽▽▽8—▽▽▽9
Бесцентровое	▽▽▽9—▽▽▽▽10
Чистовое и декоративное	▽▽▽9—▽▽▽▽10
Лучевание	▽▽▽▽10—▽▽▽▽11
Полирование	
Размерное:	
а) цилиндрических поверхностей	▽▽▽▽11—▽▽▽▽12**
б) плоских поверхностей	▽▽▽▽12—▽▽▽▽13
в) по профилю	▽▽▽▽11—▽▽▽▽12
Декоративное (плоских поверхностей)	▽▽▽▽11—▽▽▽▽12
Волочение	
Прутков круглого и фасонного профиля	▽▽▽9 —▽▽▽▽10

* В отдельных случаях ▽▽▽9—▽▽▽▽10.

** В отдельных случаях ▽▽▽▽13.

металлической пластинкой) и передают колебания иглы (пластинки) в увеличенном масштабе или на фотопленку или на стрелку прибора.

Эти приборы позволяют измерять неровности высотой от 0,2 до 20 мк, т. е. определять микрогеометрию поверхности с чистотой от 12 до 5-го класса.

К числу приборов, работающих по методу ощупывания, относятся: а) электродинамический профилометр Киселева КВ-4, определяющий чистоту поверхности в $H_{ск}$ (от 0 до 10 мк) и отсчитывающий результаты измерения непосредственно по шкале стрелочного прибора; погрешность измерений прибором приблизительно равна $\pm 5\%$; б) профиллографы Аммона и Левина ИЗП-5 и ИЗП-17 (H_{max} от 0,2 до 250 мк), записывающие профиллограммы на фотопленку, и др.; погрешность измерений этими приборами достигает 10—20%.

Приборы второй группы — оптические — подразделяются на приборы, действующие по методу светового сечения, по интерференционному методу и по сравнительному методу.

Приборы светового сечения — двойной микроскоп МИС-11 — позволяют измерить на плоских поверхностях неровности высотой от 70 до 1 мк, т. е. определить чистоту поверхности от 3 до 9-го класса. Погрешность измерения составляет 5—25%.

Интерференционные приборы — микроинтерферометр Линника — позволяют измерять неровности высотой от 0,08 до 1,2 мк, т. е. определять микрогеометрию поверхности 9—13-го класса. Погрешность измерения 5—15%.

На приборах сравнительного метода обработанную деталь и эталон располагают одновременно в одном поле зрения микроскопа и сравнивают друг с другом.

В часовом производстве для оценки чистоты поверхности по последнему методу применяется микроскоп сравнения конструкции НИИЧАСПРОМ.

Этот метод производительнее других и может быть применен в цеховых условиях для выборочного контроля.

ЭКОНОМИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Технологичность конструкции

Каждое изделие может быть оценено с двух точек зрения: с точки зрения его технических и эксплуатационных свойств и с точки зрения технологичности конструкции.

Под технологичностью конструкции изделия понимается его техническая и экономическая характеристика в производстве.

Из двух или нескольких изделий, одинаковых по своим технико-эксплуатационным показателям, наиболее технологичным будет изделие, которое может быть изготовлено с применением наиболее экономичных методов обработки.

Технологичность конструкции может быть оценена рядом показателей. К числу их относятся следующие.

Коэффициент повторяемости деталей K_n . Если число разноименных деталей в изделии равно N_{∂} , а общее число их равно N_0 , то

$$K_n = \frac{N_{\partial}}{N_0}.$$

Чем выше K_n , тем технологичнее конструкция. В часовом производстве этот коэффициент колеблется от 1,2 до 1,6.

Коэффициент конструктивной преемственности $K_з$. Этот коэффициент характеризует число деталей $N_з$, заимствованных из других изделий, производимых заводом, и обеспеченных оснасткой и инструментом:

$$K_з = \frac{N_з}{N_0 - N_{пок}},$$

где $N_{пок}$ — число покупных деталей;
 N_0 — общее число деталей.

При высоком $K_з$ сокращаются затраты и время на подготовку производства, упрощается планирование.

Однако заимствовать целесообразно только детали, не являющиеся «узким местом» в производстве. Нецелесообразно заимствовать сложные детали, если они в новой конструкции могут быть заменены более простыми.

Коэффициент нормализации K_n , показывающий удельный вес нормализованных деталей в конструкции:

$$K_n = \frac{N_n}{N_0 - N_{пок}}.$$

Чем выше K_n , тем меньше затрат на изготовление оснастки, упрощается планирование производства.

Коэффициент использования металла, характеризующий степень полезного использования исходного материала, определяется отношением чистого веса деталей к весу затраченного материала (к черновому весу)

$$K_m = \frac{P_{чист}}{P_{черн}}.$$

Чем совершеннее методы обработки деталей, тем экономичнее расходуются материалы и тем выше K_m .

В часовом производстве этот коэффициент невелик и составляет всего лишь 0,25—0,30.

Технологичность конструкции может быть оценена и рядом других показателей, например, соотношением трудоемкости отдельных видов обработки к общей трудоемкости изделия. Эти показатели характеризуют совершенство технологического процесса и степень применения наиболее производительных методов обработки, как, например, холодной штамповки.

Весьма важным показателем технологичности конструкции являются трудозатраты на сборку изделий, которые зависят от уровня

взаимозаменяемости. Чем выше взаимозаменяемость, тем меньше требуется подгоночных операций, тем проще сборочный процесс, тем меньше его трудоемкость и тем выше показатель технологичности конструкции.

К числу показателей технологичности относится и средний класс точности изделия.

Чем ниже средняя точность изделия при обеспечении всех необходимых технико-эксплуатационных показателей, тем проще и дешевле производство, тем технологичнее конструкция.

В производстве карманных и наручных часов по 2-му классу точности обрабатываются 35—40% деталей, по 1-му классу 5%—10%, остальные по 3—4-му классу.

Правильная оценка технологичности конструкции изделия может быть произведена только по совокупности всех показателей технологичности.

Техническое нормирование

На выполнение каждой работы, предусмотренной технологическим процессом, должна быть установлена норма времени.

Норма времени необходима для расчетов с рабочими, для определения пропускной способности станка, цеха или завода, для расчета длительности производственного цикла, для расчета производственных программ и необходимого количества оборудования, для составления планов по труду и определения экономических показателей, для организации работы непрерывным потоком и на конвейере.

Как правило, норма времени устанавливается на операцию.

Величина, обратная норме времени, называется нормой выработки. Норма выработки выражает собой число деталей, подлежащих изготовлению в единицу времени, например за рабочую смену, и определяется путем деления продолжительности смены на норму времени $N = \frac{480}{T_{\text{шт}}}$.

На практике применяются нормы времени двух категорий: опытно-статистические нормы и расчетно-аналитические нормы. Опытно-статистические нормы устанавливаются на основании личного опыта мастеров, технологов, нормировщиков, или по сравнению с нормами, существующими на производстве, или на основании статистических данных о фактическом выполнении норм на аналогичных операциях в прошлом.

При установлении опытно-статистических норм не делается никаких технических расчетов, учитывающих возможности оборудования, прогрессивные режимы резания, стойкость режущих инструментов и т. д.

Поэтому опытно-статистические нормы отражают состояние уровня техники прошедшего периода и не учитывают технического роста и производственно-технологических достижений последующего периода.

По этой причине они не могут служить стимулом для дальнейшего роста производительности труда, осуждены в социалистическом производстве и не должны применяться.

Расчетно-аналитические или технические нормы времени предусматривают наиболее эффективное использование всех средств производства на нормируемой операции: оптимальные режимы, использование высокопроизводительного инструмента и приспособлений, использование передового опыта новаторов производства и т. д.

Техническая норма времени состоит из нескольких элементов и выражается формулой

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{м.о} + T_{о.о} + T_n,$$

где $T_{шт}$ — норма времени на 1 шт. (штучная норма времени);

T_o — основное технологическое время;

T_v — вспомогательное время;

$T_{м.о}$ — время технического обслуживания;

$T_{о.о}$ — время организационного обслуживания;

T_n — время перерывов на отдых и естественные надобности.

Основным технологическим временем T_o называется время, затрачиваемое непосредственно на изменение геометрической формы прутка или заготовки при обработке ее режущими инструментами.

Основное технологическое время рассчитывается по размерам обрабатываемой поверхности и установленным режимам резания.

Вспомогательным временем T_v называется время, затрачиваемое рабочим на выполнение различных действий, способствующих выполнению основной работы и повторяющихся либо с каждой обрабатываемой деталью, либо в определенной последовательности через некоторое число их. Например, пуск и остановка станка, зажим и освобождение обрабатываемой детали, перемещение рабочих органов станка во время работы и т. п.

Очевидно, что содержание приемов, учитываемых вспомогательным временем, будет изменяться в зависимости от вида работы, конструкции и размеров станка и т. п.

При расчете технической нормы вспомогательное время рассчитывается по нормативам, составленным с учетом перечисленных факторов.

Временем технического обслуживания $T_{м.о}$ называется время, затрачиваемое рабочими на переточку или смену затупившегося инструмента, на регулировку или подналадку станка, на заточку затупившегося инструмента без съема его со станка и т. п.

Временем организационного обслуживания $T_{о.о}$ предусматриваются затраты времени на раскладывание инструмента на рабочем месте в начале смены и уборку его в конце смены, на уборку, чистку и смазку станка в течение смены.

Сумму времени, состоящую из времени технического обслуживания и времени организационного обслуживания, затрачиваемых на поддержание рабочего места в работоспособном состоянии, называют временем обслуживания рабочего места ($T_{m.o} + T_{o.o}$).

Время перерывов на отдых (T_n) устанавливается только на тяжелых или утомительных работах. Во всех других случаях нормируется только время на естественные надобности.

Сумма основного технологического и вспомогательного времени ($T_o + T_v$) называется оперативным временем.

Время технического обслуживания, время организационного обслуживания и время перерывов рассчитываются по нормативам, составленным в зависимости от характера работ, величины и конструкции станка.

Для упрощения расчетов нормативы разрабатываются в виде коэффициентов, выражающих эти затраты времени в процентах от оперативного времени:

$$T_{m.o} = \alpha (T_o + T_v),$$

$$T_{o.o} = \beta (T_o + T_v),$$

$$T_n = \gamma (T_o + T_v),$$

где α , β , γ — коэффициенты, определяемые по соответствующим нормативам.

Таким образом, норму штучного времени можно представить также в виде следующей формулы:

$$T_{шт} = T_o + T_v + \alpha (T_o + T_v) + \beta (T_o + T_v) + \gamma (T_o + T_v).$$

В норму времени не должны включаться потери рабочего времени, возникающие вследствие немерности материала, излишнего припуска, повышенной твердости и т. д. В норму времени не включаются также потери времени из-за брака и по другим организационно-техническим причинам.

Общее время, необходимое для составления подетальной калькуляции, называется калькуляционным временем.

Калькуляционное время на одну деталь может быть выражено формулой

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n},$$

где $T_{п.з}$ — подготовительно-заключительное время;
 n — число деталей в партии.

Отсюда калькуляционное время на партию деталей равно

$$T_{парт.н} = T_{шт} \cdot n + T_{п.з}.$$

Подготовительно-заключительным временем называется время, затрачиваемое рабочим-станочником на ознакомление с работой и на подготовку и наладку станка, инструмента,

приспособлений для обработки заданной партии одинаковых деталей, а также на снятие инструмента и приспособлений по окончании обработки всей партии деталей.

Поэтому подготовительно-заключительное время рассчитывается на партию, в норму штучного времени не входит и нормируется отдельно. При этом размер партии не влияет на величину подготовительно-заключительного времени.

В массовом, а в большинстве случаев, и в крупносерийном производстве организация рабочего места предусматривает налаженный станок, заранее приготовленные на рабочем месте материалы или заготовки, приспособления и инструменты и все необходимое для работы.

Тогда подготовительно-заключительное время в норме станочной обработки совсем не учитывается.

Подготовительно-заключительное время также рассчитывается по нормативам, составленным в зависимости от типа производства, организации работ, размеров станка, способа установки приспособления и деталей, количества инструментов, участвующих в работе и т. д.

Уменьшение отдельных составляющих технической нормы означает рост производительности труда. Так, например, уменьшение основного технологического времени может осуществляться применением наивыгоднейших режимов резания и одновременной обработкой нескольких поверхностей.

Сокращение вспомогательного времени может осуществляться совмещением установок и приемов, ликвидацией излишних приемов, допускаемых по тем или иным причинам, и, наконец, сокращением времени на выполнение того или другого приема.

В часовом производстве вспомогательные времена составляют значительный удельный вес, и сокращение их должно проводиться в основном совмещением операций и переводом обработки деталей на автоматические станки.

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

Детали, узлы и изделия, изготовленные по тем или иным причинам с отклонением от чертежей или несоответствующие по качеству техническим требованиям и техническим условиям, являются браком.

Бракованные детали и узлы не могут быть пущены в дальнейшую работу, а бракованные изделия не могут быть выпущены с завода.

Брак наносит большой ущерб заводу и народному хозяйству, так как вызывает увеличенный расход материалов, излишние потери времени в производстве, ведет к срыву выполнения программы.

Поэтому с браком на заводе ведется непрерывная борьба. Виновики брака несут административную и материальную ответственность.

Для наблюдения за качеством продукции на всех стадиях производства, для изучения причин возникновения брака, для разра-

ботки мероприятий по борьбе с браком и для его предупреждения на каждом заводе в составе заводоуправления имеется отдел технического контроля (ОТК).

Сотрудники ОТК осуществляют контроль материалов основной продукции и продукции вспомогательных цехов (инструментального, ремонтного). На их обязанности лежит также проверка всех измерительных приборов и инструментов, участвующих в производстве.

Различают пооперационный, выборочный и окончательный контроль производства. В некоторых случаях контролируют и режим обработки.

Пооперационный контроль производится на каждой операции обработки деталей по многооперационному технологическому процессу или при обработке ответственных деталей, качество которых определяет качество всего изделия.

Операционный контроль устанавливают также и на ответственных операциях сборки изделий.

При выборочном контроле проверяют несколько деталей из партии в установленном заранее соотношении числа проверяемых деталей к общему количеству деталей в партии. По результатам проверки нескольких деталей судят о качестве всей партии.

Контроль режимов обработки организуется как профилактическое мероприятие на операциях, где режимы непосредственно влияют на конечный результат обработки, например на операциях термической обработки.

Контроль режимов обработки заключается, в основном, в наблюдении за показаниями приборов.

Окончательный контроль применяется для контроля ответственных готовых деталей после обработки или готовых изделий после окончания сборки и заключается во всесторонней проверке и испытаниях на соответствие чертежам (детали) или техническим условиям (готовые изделия).

По окончании контроля на принятые изделия составляют паспорт.

Одной из основных задач технического контроля на производстве является предупреждение брака.

Предупреждение брака в особенности важно на операциях массовой обработки деталей, появление брака на которых наносит производству особенно большой ущерб.

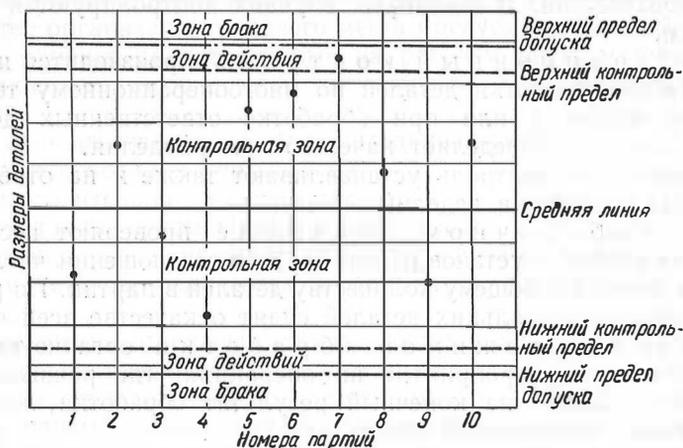
Во многих случаях на операциях, где обработка массовых деталей выполняется с большой производительностью, например, на операциях холодной штамповки, при обработке на токарных автоматах и др., пооперационный сплошной контроль оказывается более трудоемким, чем обработка.

Поэтому на таких операциях контролируют не все детали, а только некоторую их часть или, как говорят, вводят статистический контроль.

Основанный на методах математической статистики статистический контроль дает возможность по нескольким проверенным деталям судить о качестве всей партии.

Статистический контроль возможен только там, где процесс обработки устойчив. Пользуясь статистическим контролем, можно контролировать качество продукции в ходе ее обработки и, таким образом, предупреждать брак.

Если распределение размеров подчиняется нормальному закону, то размеры у 95% деталей в партии должны отличаться от среднего не более, чем на $\pm 2\sigma$, у 99,7% деталей не более, чем на $\pm 3\sigma$ (см. выше).



Фиг. 17. Контрольная диаграмма.

Следовательно, если у нескольких проверенных деталей размеры будут отличаться от среднего на величину, большую, чем 3σ , то это является признаком того, что устойчивость процесса нарушена и появилась систематическая ошибка, которая приводит к браку.

Такой систематической ошибкой может оказаться, например, разладка станка, затупление режущих инструментов или нарушение режимов работы.

Полученный таким образом сигнал дает возможность своевременно обнаружить и устранить причину нарушения процесса обработки и предупредить появление массового брака.

При статистическом контроле контролер через определенные промежутки времени измеряет небольшое число деталей (выборки), взятых со станка в процессе обработки.

Результаты измерений в виде точки он наносит на контрольную диаграмму (фиг. 17). По оси абсцисс откладываются номера измеряемых партий (выборок), по оси ординат — значение измеряемой величины. По середине диаграммы проводится центральная линия, соответствующая среднему значению измеряемой величины.

По обе стороны от нее на расстоянии $\pm 3\sigma$ проводятся верхний и нижний контрольные пределы. Еще далее, вверху и внизу, проводятся линии, соответствующие верхнему и нижнему пределу допуска.

Поле диаграммы, ограниченное верхним и нижним контрольными пределами, называется контрольной зоной.

Участки, расположенные между верхним и нижним контрольными пределами допуска, называются зоной действия, выше и ниже пределов допуска — зоной брака.

Если точки, поставленные контролером, не выходят за пределы контрольной зоны, то это означает, что процесс идет нормально и размеры деталей не выходят за пределы поля рассеивания ($\pm 3\sigma$).

Если точки попадают в зону действия, то это означает, что появилась причина, нарушившая нормальный ход процесса, и, хотя брака еще нет, так как размеры еще не вышли за пределы допуска, но он возможен, и необходимо обнаружить ее и устранить.

Точки, попавшие за пределы поля допуска, указывают на полную разладку процесса и требуют немедленной остановки работы.

Описанный метод статистического контроля называется методом точечных диаграмм.

Существуют и другие методы статистического контроля, например, метод размаха варьирования.

Подробно методы статистического контроля описаны в специальной литературе.

Статистический метод контроля значительно сокращает численность контрольного аппарата завода, сокращает цикл производства, так как детали непосредственно от рабочего места поступают в операционные кладовые, сокращает расход измерительного инструмента, особенно калибров, и дает в руки технолога ценный материал, в виде контрольных карт, для анализа технологического процесса. На основании этих карт составляются нормативы экономической точности оборудования, стойкости инструмента и т. д.

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Перед запуском в крупносерийное или массовое производство конструкция изделия и технологический процесс тщательно отрабатываются — прodelывается большая подготовительная работа, которая называется технической подготовкой производства.

Техническая подготовка производства включает в себя комплекс мероприятий, проводимых в определенные календарные сроки и содержащих следующие пять основных этапов подготовки:

1. Конструирование новых изделий или коренное изменение существующих конструкций с целью их улучшения.

2. Изготовление опытных образцов и их испытание.

3. Проектирование технологического процесса, оснастки и инструмента.

4. Изготовление технологической оснастки.

5. Опробование и отладка технологического процесса на установочной партии.

Конструирование новых изделий или коренное изменение существующих конструкций содержит следующие этапы работ.

Составление технических условий на изделие.

Разработка конструктивных чертежей.

Разработка технических условий на детали, узлы.

Изготовление проекторных чертежей профилей зацеплений и фасонных деталей.

Составление схемы сборки изделия.

Изготовление опытных образцов изделия проводится в опытном цехе завода под наблюдением ведущего конструктора. В процессе изготовления образцов чертежи корректируются и тщательно увязываются размеры и допуски.

Для проверки соответствия конструкции заданным техническим условиям опытные образцы всесторонне исследуются в часовой лаборатории.

Проектирование технологических процессов состоит в установлении последовательности операций обработки деталей и сборки узлов и изделия, в выборе оборудования, оснастки и инструментов, в назначении режимов обработки и расчете норм времени на операции и в установлении разряда работы.

При разработке технологических процессов рассчитываются также нормы расхода материалов, назначаются пооперационные размеры и форма обрабатываемых деталей, устанавливаются методы и средства контроля.

Все эти сведения вписываются в технологические карты разных форм и назначений, объем и содержание которых зависит от типа производства.

В процессе проектирования технологического процесса отдельные, наиболее сложные операции, подвергаются экспериментальной проверке.

Технологическая оснастка изготавливается инструментальным цехом завода. Запроектированный технологический процесс обычно проверяется по установочной партии изделий.

Обработка деталей установочной партии и сборка изделий происходят в основных цехах на оборудовании и рабочих местах в точном соответствии с запроектированным технологическим процессом.

Одновременно проверяются штампы, приспособления и другая технологическая оснастка. В случае необходимости в карты технологического процесса и в чертежи на оснастку вносят необходимые исправления.

После проверки техпроцесса производится запуск изделий в нормальное производство. Опробование запроектированного технологического процесса на установочной партии является обязательным этапом для массового и крупносерийного производства.

В целях сокращения времени на техническую подготовку производства значительная часть работ ведется отделами главного конструктора и главного технолога параллельно.

Техническая подготовка производства в наиболее полной форме осуществляется при освоении новых изделий.

Опыт работы часовых заводов показывает, что техническая подготовка производства нового типа часов продолжается около года. При этом до 75% всего времени занимает технологическая подготовка производства. Иногда разработка конструкции изделий и проверка чертежей на опытных образцах производится отраслевым научно-исследовательским институтом или специальными конструкторскими бюро. В этом случае на долю завода остается только технологическая подготовка производства.

Значительную роль в сокращении времени на технологическую подготовку производства оказывают нормалы на технологическую оснастку и типовые технологические процессы, а также другие нормативные технические материалы.

Основной технологической картой, принятой в часовом производстве, является операционная технологическая карта. Форма операционной карты для всех операций механической обработки приведена ниже. Для некоторых видов работ употребляются операционные карты другой формы, например, для операций холодной штамповки, металлопокрытий, термообработки и др.

Для обработки на токарных автоматах, в дополнение к операционным картам, разрабатываются карты наладки автоматов.

На основании данных, вписанных в операционные карты, могут быть составлены спецификации и нормы расхода материалов, сводные технологические карты и ведомости применяемого нормального и специального инструментов (инструментальные ведомости) и др.

На основании операционных карт производится также проектирование специальной технологической оснастки, составляются ведомости применяемого оборудования, разрабатываются инструкции на приемку деталей и т. д.

Для проектирования технологических процессов, кроме чертежей изделия, технологом необходимо иметь каталоги оборудования и паспорта на него, типовые или нормализованные технологические процессы, ГОСТ, ведомственные и заводские нормалы на материалы, нормалы штампов, приспособлений, режущего и измерительного инструментов, нормативы по техническому нормированию и справочник-тарификатор для определения разрядов работ и др.

При разработке технологических процессов технологи должны стремиться возможно полнее использовать типовые технологические процессы, нормальный инструмент и другую технологическую оснастку.

Чем полнее будут использованы эти материалы, тем меньше времени и труда затрачивается на технологическую подготовку производства и тем дешевле она обходится.

Например, при использовании типовых технологических процессов отпадает необходимость в проектировании новых технологических процессов; в технологической документации дается только указание, по какому типовому процессу изготавливается данная

операций механической обработки

технологическая карта №				Отдел главного технолога			
Изделие	Количество деталей на изделии	Наименование детали		№ чертежа	Символ		
Входит в сборку	Наименование операции			№ операции			
Оборудование	Инв. №	Рабочая сила					
		Профессия	Разряд	Норма обслуживания	Норма выработки	Расценок на 1000 штук	
Основной материал							
Наименование		Размер	Марка	ГОСТ	Расход в кг на 1000 шт.		
Вспомогательные материалы	ГОСТ или ТУ	Расход в кг на 1000 штук	Вспомогательный материал	ГОСТ или ТУ	Расход в кг на 1000 штук		
№ по пор.	Наименование переходов	Приспособление		Инструмент			
		Наименование	№ чертежа	Режущий		Мерительный	
				Наименование	№ чертежа	Наименование	№ чертежа
Цех №	Получить	Сдать		Составил			
Следующая операция				Проверил			
				Нормировал			
				Утвердил			

деталь, и приводятся лишь размеры детали. Нормальный инструмент не проектируется, а в технологических картах указывается только соответствующая нормаль.

Проектируя технологический процесс, учитывают программу, наличие кадров и технологического оборудования и в зависимости от этих условий стремятся или дифференцировать или концентрировать операции.

Дифференцирование операций состоит в разделении их на простейшие элементы, выполняемые на весьма простых станках, с применением несложных приспособлений.

В массовом производстве дифференцирование операций невыгодно, так как и штучное время, и брак увеличиваются вследствие увеличения числа установок деталей.

Поэтому в массовом производстве более целесообразно проектировать технологические процессы по принципу концентрации операций.

Технологический процесс, построенный по этому принципу, состоит из сложных операций, выполняемых на более сложном оборудовании, например на автоматах и агрегатных станках, и требует более сложной наладки. При этом достигается сокращение числа операций, более высокая производительность, повышается точность обработки, сокращается длительность производственного цикла и потребность в площадях.

Технологический процесс, построенный по принципу концентрации операций, представляет собой ступень для перехода к автоматическим линиям, состоящим из станков-автоматов, соединенных между собой в один сложный агрегат.

При обработке на автоматических линиях передача деталей со станка на станок производится автоматически, контроль обработанных деталей включен в общий цикл работы и также автоматизирован.

Несмотря на более высокие первоначальные затраты принцип концентрации операций обеспечивает более высокие технико-экономические показатели технологического процесса.

Технико-экономическая эффективность запроектированного технологического процесса может быть оценена при помощи следующих показателей:

а) себестоимости изделия, слагающейся из стоимости материала и полуфабрикатов, заработной платы с начисленными на нее накладными расходами — цеховыми и общезаводскими;

б) коэффициента механизации, характеризующего отношение нормированного времени станочных работ к общим затратам времени на производство изделия; чем ближе этот коэффициент к единице, тем выше уровень механизации запроектированного процесса;

в) коэффициента загрузки оборудования, определяемого отношением времени использования оборудования непосредственно для работы к располагаемому фонду времени при работе в две смены;

г) коэффициента расхода металла на единицу изделия.

Однако этих показателей недостаточно для сравнения технологического процесса и организации производства данного завода с другими предприятиями, выпускающими продукцию, близкую или тождественную данному. Необходимо иметь дополнительные показатели.

К числу таких технико-экономических показателей относятся:

- 1) производительность труда, т. е. выработка в рублях на одного производственного рабочего в год;
- 2) выпуск продукции в рублях в год, приходящийся на один станок и на 1 м^2 площади;
- 3) выпуск продукции в штуках в год, приходящийся на одного рабочего, на один станок и на 1 м^2 площади.

ГЛАВА II

МЕТАЛЛЫ ЧАСОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Металлы, применяемые для изготовления деталей часов, должны обладать вполне определенными механическими свойствами и удовлетворять заданным технологическим требованиям. В массовом производстве соответствие свойств металлов указанным требованиям особенно важно. Несоответствие металлов требуемым свойствам ухудшает качество часов и усложняет технологический процесс их изготовления.

Детали часов изготавливаются из черных и цветных металлов и сплавов, которые должны удовлетворять специальным требованиям, отработанным в течение длительного периода времени.

Химический состав, механические свойства и другие требования к металлам определены Государственными общесоюзными стандартами (ГОСТ) и междудементственными техническими условиями (ТУ).

Для изготовления деталей часов применяется широкий сортамент профилей и размеров металлов. Однако число марок их сравнительно невелико.

ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

В часовом производстве применяются проволока и прутки круглого сечения, полосы и ленты прямоугольного сечения. Размеры, допуски на них и состояние поверхности оговариваются (со ссылкой на ГОСТ и ТУ) в спецификациях при заказе.

В отдельных случаях, в виде исключения, производится доводка размеров на часовых заводах путем подката полос и лент по толщине, волочения прутков и доводкой их на шлифовальных и пражильно-полировальных станках.

В табл. 1 приведен сортамент прутковой стали марок У10А и У7АВ, а в табл. 2 сортамент стальной высокоуглеродистой ленты. По особым техническим условиям сталь в прутках диаметром до 3 мм поставляется с допуском 0,005 мм.

Сортамент на ленту стальную низкоуглеродистую холодной прокатки приведен в ГОСТ 503-41.

Марки и химический состав углеродистых и специальных сталей для часового производства приведены в табл. 3.

Механические свойства сталей перечисленных марок приведены в табл. 4.

Сортамент¹ полированной прутковой стали (в мм)

Таблица 1

Диаметр	ГОСТ или ТУ	Допуск на диаметр
От 0,2 до 0,45	ГОСТ 2589-44	-0,015
„ 0,5 „ 3	То же	-0,02
„ 3,05 „ 6		-0,025
„ 0,6 „ 0,9	МПТУ 2283-49 *	-0,005
„ 0,9 „ 3	МПТУ 2236-49	-0,01

¹ Сокращенный.
* Металлургическая промышленность. Технические условия.

Таблица 2

Сортамент светлой холоднокатанной ленты¹ из инструментальной стали (в мм)
(по ГОСТ 2284-43)

Толщина	Допуск на толщину	Толщина	Допуск на толщину
0,1—0,15	-0,015	0,95—1,35	-0,06
0,15—0,25	-0,02	1,35—1,75	-0,08
0,25—0,40	-0,03	1,75—2,30	-0,10
0,40—0,70	-0,04	2,30—3,0	-0,12
0,70—0,95	-0,05		

¹ Лента повышенной точности.

Стали У7АВ и У10А в часовом производстве наиболее употребительны.

Для изготовления большинства деталей часов приведенная характеристика механических свойств металлов оказывается недостаточной. В этих случаях при заказе дополнительно указывается состояние поставляемого металла. Так, например, лента стальная низкоуглеродистая холодного проката (ГОСТ 503-41) в зависимости от степени наклепа при прокате может поставляться с различной твердостью (табл. 5).

Для поставки прутков также установлена различная степень твердости и соответствующие условные обозначения: мягкая М, полутвердая — ПТ, твердая — Т, особо твердая — ОТ.

Кроме механических свойств, сталь характеризуется еще и микроструктурой; например, сталь марок У10А и У7АВ должна иметь микроструктуру равномерно распределенного мелкозернистого перлита, соответствующего баллам 2—3 по шкале ГОСТ 801-47. Цементитная сетка и пластинчатый перлит не допускаются. Неметалли-

Таблица 3

Химический состав марок сталей, применяемых для изготовления деталей часов

Марки стали	ГОСТ или ТУ	Химический состав в %						
		Углерод	Марганец	Кремний	Сера	Фосфор	Никель	Хром
10	ГОСТ 1050-52	0,07—0,015	0,35—0,65	0,17—0,37	0,045	0,04	0,30	0,15
50	То же	0,47—0,55	0,50—0,80	0,17—0,37	0,045	0,04	0,30	0,30
У8А	ГОСТ 1435-54	0,75—0,84	0,25—0,30	0,30	не более 0,02	0,03	—	—
У10А	ГОСТ 1435-54	0,95—1,04	0,15—0,30	0,30	не более 0,02	0,03	—	—
У7АВ	МПТУ 2242-49	0,7—0,8	0,4—0,7	не более 0,3	0,16—0,24	0,04—0,08	не более 0,25	0,25
1Х18Н9	ГОСТ 5632-51	≤0,14	≤0,8	≤2,0	0,03	0,035	8,0—11,0	17,0—20,0
ЭИ699	ЧМТУ 4825-54	0,32—0,4	0,4—0,7	≤0,7	0,2—0,3	0,02—0,05	—	12,5—14

Таблица 4

Механические свойства марок сталей, применяемых для изготовления деталей часов

Марки стали	ГОСТ или ТУ	Предел прочности при растяжении в кг/мм ²			Относительное удлинение в %		
		для прутков		для лент и полос	для прутков		для лент и полос
		до 4 мм	свыше 4 мм		до 4 мм	свыше 4 мм	
10	ГОСТ 503-41	—	—	28—80	—	—	4—30
50	1982-50	Не менее 80	70	—	—	—	—
	2284-43	—	—	75—110	—	—	1,5
У8А	ГОСТ 2283-43	—	—	75—120	—	—	Не менее 1
У10А	МПТУ 2242-49	80—90	70—80	75—120	4	7	Не менее 1
У7АВ	МПТУ 2242-49	80—90	70—80	—	Не менее 4	7	—
1Х18Н9	ЧМТУ 3715-53 *	—	—	Не выше 72	—	—	Не менее 40
ЭИ699	ЧМТУ 4825-54	—	70—75	—	—	—	Не оговорено

* Черная металлургия. Технические условия.

Таблица 5

**Механические свойства стальной малоуглеродистой ленты
холодного проката (ГОСТ 503-41)**

Состояние	Обозначение	Предел прочности в кг/мм ²	Относительное удлинение в %
Особо мягкая	ОМ	28—40	30
Мягкая	М	33—45	20
Полумягкая	ПМ	38—50	10
Пониженной твердости	ПТ	42—55	4
Твердая	Т	50—80	Не опред.

ческие включения — оксиды и сульфиды — для стали У10А допускаются в пределах баллов 2—2а по шкале № 5 ГОСТ 801-47.

Сульфидные включения должны быть равномерно распределены в основной массе. Обезуглероживание стали не допускается.

Для часового производства большое значение имеют состояние поверхности стали и допуски. В большинстве случаев эти параметры непосредственно влияют на качество деталей и технологию их изготовления. Так, например, заводной рычаг, мост механизма перевода стрелок и др. получают штамповкой из полосы с окончательными размерами по толщине и поверхностью, пригодной для металлопокрытий.

Из стали 10 и 50 в прутках и лентах изготавливаются неотчетственные детали, не подвергаемые термической обработке (закалке).

Из стали У7АВ (автоматной) в прутках делают большинство точеных заготовок деталей, в том числе и деталей, подвергаемых закалке. Эта сталь, благодаря наличию серы и фосфора, хорошо обрабатывается резанием, и особенно чисто нарезаются мелкие резьбы.

Однако из-за большого содержания серы она недостаточно сопротивляется коррозии и имеет повышенную хрупкость. По этой причине для изготовления ответственных деталей, как, например, ось баланса, применяется сталь У10А.

Сталь У8А в лентах поставляется в закаленном состоянии и применяется для изготовления плоских пружин.

Сталь ЭИ699 отличается повышенной коррозионной стойкостью. Обрабатываемость ее при точении и сверлении по сравнению со сталью У7АВ и У10А пониженная, в связи с чем производительность при ее обработке снижается приблизительно на 10%. Сталь поставляется с полированной поверхностью.

Сталь 1Х18Н9 применяется в часовом производстве главным образом для деталей внешнего оформления (для крышек корпусов).

Эта сталь обладает повышенной твердостью и вязкостью, что весьма затрудняет ее механическую обработку.

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Из цветных металлов наибольшее применение в часовом производстве имеет латунь. Из нее изготавливаются платины и мосты, зубчатые колеса, корпуса и крышки заводных барабанов, циферблаты и другие детали.

Второе место по применяемости занимает нейзильбер. Из нейзильбера делают детали корпусов, обод баланса и другие детали. В небольшом объеме применяются медь, томпак и алюминий.

В табл. 6 приведен сортамент на ленты и полосы латуни марки ЛС63-3, а в табл. 7 сортамент на латунную проволоку марки ЛС59-1, Л62 и ЛС63-3.

Таблица 6

Сортамент ленты и полосы из свинцовистой латуни марки ЛС63-3 мм (по ГОСТ 4442-48)

Толщина полосы	Допускаемые отклонения		Толщина полосы	Допускаемые отклонения	
	нормальной точности	повышенной точности		нормальной точности	повышенной точности
0,18—0,23	—0,03	—0,02	1,0—1,1	—0,08	—0,06
0,25—0,30	—0,04	—0,02	1,2—1,4	—0,09	—0,06
0,35—0,38	—0,04	—0,03	1,5—1,7	—0,10	—0,08
0,40—0,47	—0,05	—0,03	1,8—1,9	—0,12	—0,08
0,50	—0,06	—0,03	2,0—2,5	—0,12	—0,10
0,55—0,60	—0,06	—0,04	2,75—3,0	—0,14	—0,12
0,65	—0,06	—0,05	3,25—3,5	—0,16	—0,12
0,70—0,85	—0,07	—0,05	3,75—4,0	—0,18	—0,12
0,90—0,95	—0,08	—0,05	4,5—5,0	—0,20	—0,14

Таблица 7

Сортамент латунной проволоки в мм (по ГОСТ 1066-50)

Диаметр проволоки	Допускаемые отклонения		Диаметр проволоки	Допускаемые отклонения	
	нормальной точности	повышенной точности		нормальной точности	повышенной точности
0,10—0,25	—0,02	—	1,0—1,1	—0,04	—0,03
0,30	—0,03	—0,02	1,2—1,9	—0,045	—0,04
0,35—0,50	—0,03	—0,025	2,0—2,9	—0,055	—0,04
0,55—0,60	—0,035	—0,025	3,0	—0,06	—0,04
0,65—0,90	—0,035	—0,03	3,2—4,8	—0,06	—0,05

Примечание. При поставке по специальным ТУ допуски могут быть ужесточены: для диаметров до 2,5 мм — допуск 0,01 мм,
 " " " 4,8 мм — " 0,02 мм.

Числовые значения показателей механических свойств и допуски на размеры часто изменяются в сторону их улучшения; приводимые табличные данные относятся к периоду 1954—1955 гг.

В табл. 8 приведен химический состав основных марок цветных металлов для изготовления деталей часов.

Таблица 8

Химический состав и марки цветных металлов, применяемых для изготовления деталей часов

Марка	ГОСТ или ТУ	Химический состав						
		Медь	Свинец	Цинк	Никель	Железо	Сурьма	Висмут
Латунь ЛС59-1	ГОСТ 1019-47	57—60	0,8—1,9	Остальное	—	0,5	0,005	0,002
Латунь Л62	То же	60,5—63,5	0,03	То же	—	0,10	0,005	0,002
Латунь ЛС63-3	"	62—65	2,4—3	"	—	0,10	0,005	0,002
Латунь Л68	ТУ ЦМО	67—70	0,03	"	—	0,10	0,005	0,002
Нейзильбер МНЦС 63-17-18-2	6-42-51	Остальное	1,6—2	17—19	16,5—18	—	—	—

Чтобы улучшить обрабатываемость резанием в латунь ЛС59-1, ЛС63-3 и нейзильбер МНЦС63-17-18-2 добавляют свинец.

Механические свойства цветных металлов так же, как и черных, должны соответствовать требованиям, установленным ГОСТ и ВТУ приведенным в табл. 9.

Полосы и ленты свинцовистой латуни ЛС63-3 поставляются по ЦМТУ 4589-55 со следующими механическими свойствами: полутвердые — 45—65 единиц по Роквеллу, шкала В, твердые — 65—90 единиц по Роквеллу, шкала В.

Латуни Л62 и Л68 применяются для изготовления деталей вытяжкой или гибкой, так как они имеют хорошую пластичность и способность вытягиваться без разрыва.

При обработке режущими инструментами на этих латунях образуются большие заусенцы, недопустимые в часовом производстве.

Латунь марки ЛС59-1 содержит свинец (более 1%), который улучшает ее способность обрабатываться резанием.

Еще лучшей обрабатываемостью резанием обладает латунь ЛС63-3, содержащая свинца до 3%. Эта латунь имеет повышенную твердость и хрупкость. Твердая и особо твердая латуни этой марки после обработки резанием имеют повышенную чистоту поверхности.

Латунь ЛС63-3 применяется для изготовления ответственных деталей часов с большим объемом механической обработки.

Для менее ответственных деталей и с небольшим объемом механической обработки применяют латунь ЛС59-1.

Латуни всех марок хорошо покрываются металлами.

Нейзильбер свинцовистый обрабатывается резанием значительно хуже, чем латунь. Он тверже латуни, а главное более вязок. Поэтому чистота поверхности после его обработки получается ниже, чем у латуни, а способность образовывать заусенцы выше.

Таблица 9

Механические свойства цветных металлов, применяемых в часовом производстве

Марки	ГОСТ или ВТУ	Предел прочности при растяжении в кг/мм ² , не менее				Относительное удлинение, в %, не менее			
		Мягкая М	Полутвердая ПТ	Твердая Т	Особо твердая ОТ	Мягкая М	Полутвердая ПТ	Твердая Т	Особо твердая ОТ
Проволока диаметром от 2 до 5 мм									
ЛС59-1	ГОСТ 1066-50	35	—	45	—	30	—	5	—
Л62	ГОСТ 1066-50	35	40	45	—	30	10	2	—
ЛС63-3	ТУ 303-46	—	—	50—60	60—70	—	—	1,5	0,5
Прутки диаметром от 5 мм и выше									
ЛС59-1	ГОСТ 1066-50	35	—	43	—	30	—	8	—
Л62	ГОСТ 1066-50	32	36	41	—	34	12	5	—
ЛС63-3	ТУ 303-46	—	—	50—60	60—70	—	—	1,5	0,5
Фольга									
Л62-Т	ТУЦМО 6-29-50	Глубина выдавливания по Эриксену от 1 до 3 мм							
Ленты									
ЛС59-1	ГОСТ 2208-49	35	—	45	—	25	—	5	—
Л62	ГОСТ 2208-49	30	38	42	60	35	20	10	2,5
Л68	ГОСТ 2208-49	30	35	40	50	40	25	15	4
Полосы									
ЛС59-1	ГОСТ 931-52	35	—	45	—	20	—	5	—
Л62	ГОСТ 931-52	30	35	42	—	40	20	10	—
Л68	ГОСТ 931-52	30	35	40	—	40	25	15	—

Кроме цветных металлов перечисленных марок, в часовом производстве применяются цветные металлы специальных сплавов. К их числу относятся никелевый сплав для спиралей (волосков) спускового регулятора карманных и наручных часов, бериллиевая бронза и мельхиор.

Н и к е л е в ы й с п л а в Н35ХМВ для волосков поставляется в виде проволоки диаметром 0,26—0,30 мм с пределом прочности при растяжении 78—85 кг/мм² и с относительным удлинением 17—20%.

До требуемого размера (до диаметров 0,055; 0,07; 0,075 мм) проволока этого сплава протягивается на часовых заводах, после чего подвергается плющению на вальцах.

Температурный коэффициент сплава 0,3—0,5 сек. на 1°C , т. е. при изменении температуры на 1°C спираль изменяет свой модуль упругости на величину, соответствующую изменению хода часов на 0,5 сек. в сутки. Модуль упругости сплава $E = 18500 \text{ кг/мм}^2$, химический состав определяется МПТУ 3404-53.

К сплаву предъявляются высокие требования по структуре: величина карбидов (рассредоточенных) не должна превышать 6 мк.

Бериллиевая бронза марки Б-4 применяется для изготовления обода баланса часов и имеет следующий химический состав: бериллия 2,26%, никеля 0,40%, теллура 0,42%, остальное медь.

Выбор бронзы в качестве материала для изготовления баланса наручных и карманных часов обоснован следующими свойствами сплава:

а) высокой твердостью, достигаемой в облагороженном состоянии до 340 кг/мм^2 ($H_B = 340$), что исключает возможность нарушения формы баланса в процессе обработки, сборки и регулировки;

б) малым коэффициентом линейного расширения ($16,5 \cdot 10^{-6}$) по сравнению с другими сплавами: латунью и нейзильбером. Это позволяет снизить общий температурный коэффициент системы баланс — спираль;

в) высокой стабильностью сплава, являющейся следствием стабильности его структуры; благодаря этому баланс не деформируется со временем;

г) высокой коррозионной стойкостью.

Механические свойства бронзы Б-4 по сравнению с латунью и нейзильбером приведены в табл. 10.

Таблица 10

Механические свойства бериллиевой бронзы, латуни и нейзильбера

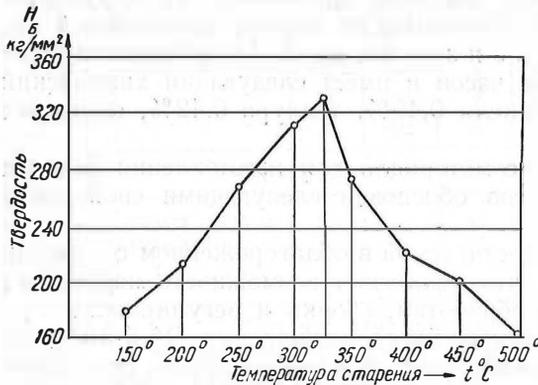
Сплавы	Твердость по Бринелю в кг/мм^2	Предел прочности при растяжении в кг/мм^2	Коэффициент линейного расширения
Латунь ЛС63-3	130—150	43—54	$19 \cdot 10^{-6}$
Нейзильбер 63-17-18-2 . .	140—180	38—45	$18,4 \cdot 10^{-6}$
Бериллиевая бронза Б-4	340	110	$16,5 \cdot 10^{-6}$ (после старения)

Небольшая добавка теллура улучшает обрабатываемость бронзы Б-4 резанием и по способности обрабатываться резанием приближает ее к нейзильберу (до 80% обрабатываемости).

Термическая обработка бронзы состоит из нагрева до $780—800^{\circ}\text{C}$, закалки в холодной воде и последующего отпуска в течение нескольких часов при температуре $300—325^{\circ}\text{C}$. В результате процесса дисперсионного твердения, происходящего при температуре $300—325^{\circ}\text{C}$, бериллиевая бронза теряет пластичность, которую она имела

после закалки, и приобретает твердость. Закаленная бериллиевая бронза имеет твердость $H_B = 100$, а после старения $H_B = 325 \div 340$.

Таким образом, результаты получаются обратные тем, которые имеем при закалке и отпуске сталей. Старение бронзы при температуре свыше 325°C приводит к понижению твердости, что видно из фиг. 1.



Фиг. 1. Зависимость твердости H_B бериллиевой бронзы от температуры старения.

Мельхиоровый сплав предназначен для изготовления корпусов наручных часов «Звезда».

Химический состав его по ГОСТ 492-52 следующий: никеля 28—20%, остальное медь. Механические свойства по ГОСТ 5187-49: предел прочности при растяжении от 30 до 40 кг/мм^2 , относительное удлинение 2,5%.

Мельхиоровая лента поставляется, как и латунная лента, нормальной и повышенной точности по ГОСТ 5187-49. Лента толщиной до 0,30 мм испытанию на растяжение не подвергается, ее технологические свойства определяют пробой на вытягивание.

ИСПЫТАНИЕ МЕТАЛЛОВ

Поступающие на завод металлы выборочно проверяются по химическому составу, механическим свойствам, структуре и технологическим свойствам в соответствии с ГОСТ или ВТУ.

Металлы могут подвергаться всем видам или только части испытаний в зависимости от конкретного применения. После получения удовлетворительных результатов испытаний металл признается годным для запуска в производство.

Испытания металлов разделяются на химические, механические, технологические, металлографические и специальные.

Химические испытания производятся в лабораториях завода и заключаются в анализе химического состава металла для определения содержания компонентов сплава.

Для анализа от прутка или от полосы отрезают небольшой кусок металла, называемый пробой.

Определение химического состава металлов химическим анализом требует много времени.

Однако в ряде случаев заводской практики не требуется определения всех компонентов сплава и достаточно определить содер-

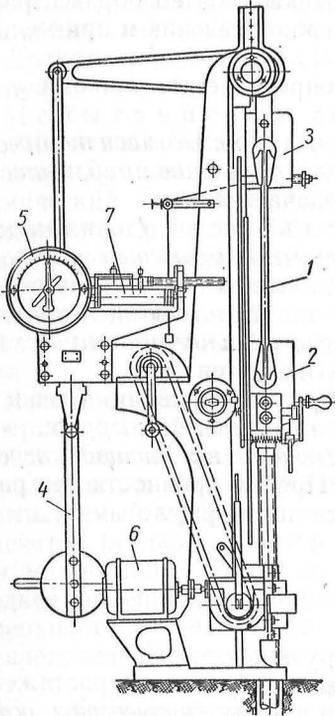
жание только некоторых из них, оказывающих решающее влияние на свойства сплава; например, у углеродистой стали определяется содержание углерода, у стали марки У7АВ — содержание углерода и дополнительно серы, у латуни марки ЛС63-3 может определяться только содержание свинца и т. д.

В этих случаях быстро, хотя и менее точно, чем химическим анализом, можно определить содержание тех или иных компонентов

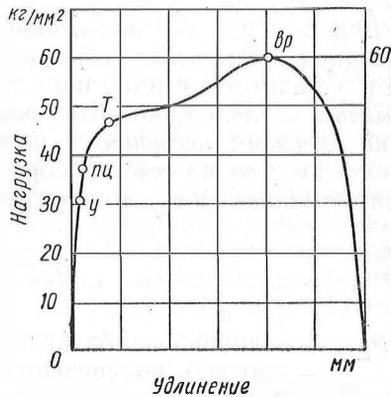
в сплаве спектральным анализом при помощи прибора — стилоскопа СЛ-3.

Определение химсостава стилоскопом занимает всего несколько минут и не требует взятия отдельных проб, так как может быть проведено непосредственно на испытуемой полосе или прутке.

Механическими испытаниями определяют предел



Фиг. 2. Машина Р-5 для испытаний на разрыв.



Фиг. 3. Диаграмма растяжения стали У10А (в отожженном состоянии).

прочности при растяжении, относительное удлинение и твердость. Для испытания на растяжение образец прутка 1 (или полосы) определенных размеров и формы зажимается за концы верхним 3 и нижним 2 захватами разрывной машины (фиг. 2). После включения машины нижний захват вместе со штоком опускается вниз. Под действием непрерывно увеличивающейся нагрузки образец растягивается, длина его увеличивается, а сечение уменьшается.

Если графически изобразить зависимость удлинения от нагрузки, откладывая по вертикальной оси величины нагрузок, приложенных к образцу, а по горизонтальной оси удлинения, соответствующие каждой нагрузке, то получим диаграмму растяжения, на которой можно отметить четыре характерные точки *у*, *пц*, *Т*, *вр*. (фиг. 3).

Вначале кривая растяжения идет по прямой линии до точки y . На этом участке в соответствии с законом Гука удлинения образца пропорциональны нагрузке или напряжению. От точки y до точки T эта пропорциональность нарушается — кривая наклоняется вправо. За точкой T образец удлиняется почти без увеличения нагрузки: металл как бы течет. В точке $вр$ кривая достигает своего максимума, что соответствует пределу прочности при растяжении. После этого на образце начинает образовываться шейка, а затем образец разрывается. Разрыв происходит при уменьшенном сечении и при меньшей нагрузке.

Механические свойства металлов, определяемые точками y , $пц$, T , $вр$, носят особые названия.

Пределом упругости (точка y) называется то предельное напряжение, при котором остающееся удлинение приблизительно или точно равно нулю (фиг. 3). Обозначается σ_y .

Пределом пропорциональности (точка $пц$) называется напряжение, при котором нарушается пропорциональность между напряжением и удлинением. Обозначается $\sigma_{пц}$.

Пределом текучести (точка T) называется напряжение, при котором без дальнейшего увеличения нагрузки происходит деформация (удлинение) образца. Обозначается σ_T .

Пределом прочности при растяжении (точка $вр$) называется величина, численно равная наибольшей нагрузке, отмеченной за время испытания и разделенной на площадь первоначального поперечного сечения образца. Предел прочности при растяжении обозначается $\sigma_{вр}$ и определяется по формуле

$$\sigma_{вр} = \frac{P_{\max}}{f_0},$$

где P_{\max} — величина наибольшей нагрузки;

f_0 — площадь поперечного сечения образца до растяжения.

Относительным удлинением называется остающееся приращение расчетной длины образца, отнесенное к первоначальной расчетной длине и выраженное в процентах. Относительное удлинение обозначается δ и определяется по формуле

$$\delta = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot 100,$$

где l — длина растянутого образца;

l_0 — первоначальная длина образца.

Машина для испытаний на разрыв Р-5 (фиг. 2) предназначена для статических испытаний металла на растяжение и сжатие. При наличии специальных приспособлений на этой машине можно производить также испытания на срез, на изгиб и на продавливание. Верхний захват машины связан с рычажно-маятниковым силоизмерителем 4, по шкале 5 которого отсчитывается величина действующей

нагрузки. Рабочие нагрузки машины от 200 до 5000 кг. Машина имеет 4 шкалы:

0—50 кг с ценой деления	2 кг
0—100 " " " "	5 "
0—250 " " " "	10 "
0—500 " " " "	10 "

Нижний захват перемещается с помощью электродвигателя 6; имеется и ручной привод. Диаграммный аппарат 7 дает изображение деформации металла на бумаге.

Допустимая погрешность показаний равна 1% от измеряемой нагрузки.

Испытание на твердость является одним из распространенных методов механических испытаний. На твердость испытывают как сырые незакаленные, так и закаленные детали. Химический анализ и испытание на растяжение — сравнительно трудоемкие процессы. Образцы после таких испытаний приходят в негодность. Испытания на твердость выполняются в несколько минут, а испытуемые образцы могут быть сохранены. Приборы для испытаний на твердость несложны, не требуют установки на фундамент и позволяют испытывать металлы на складе или в термическом цехе.

Испытания твердости по Бринеллю на прессе ПБМ и по Роквеллу на приборе РВ считаются основными. На прессе ПБМ испытывают незакаленные металлы. Согласно ОСТ 10241-40 испытания по Бринеллю состоят в том, что стальной шарик под нагрузкой вдавливается в испытуемый металл, в результате на его поверхности образуется отпечаток (лунка). Диаметр отпечатка измеряется с помощью лупы или микроскопа. Число твердости по Бринеллю определяется как среднее давление (в кг), приходящееся на 1 мм^2 площади сферической поверхности отпечатка (фиг. 4), обозначается H_B и высчитывается по следующей формуле:

$$H_B = \frac{P}{F} = \frac{P}{\frac{\pi D}{2}(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})},$$

где H_B — число твердости по Бринеллю в кг/мм^2 ;

P — нагрузка на шарик в кг;

D — диаметр шарика в мм;

d — диаметр отпечатка (лунки) в мм;

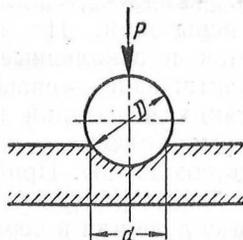
F — площадь отпечатка.

У прессы ПБМ нагрузка на шарик передается через рычажную систему от подвешенных к ней грузов 5 (фиг. 5).

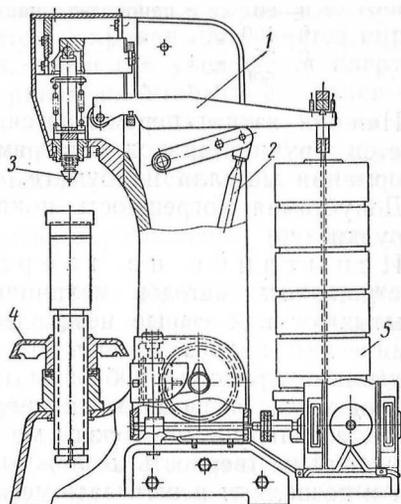
До начала испытания рычаг 1 опирается на ролик шатуна 2, после включения электродвигателя шатун опускается и нагрузка передается на шарик 3, который вдавливается в испытуемый образец или деталь. Поверхность испытуемого образца должна быть плоской, чтобы края отпечатка были отчетливо видны для точного измерения его диаметра при помощи микроскопа.

Величина нагрузки, диаметр шарика и время выдержки образца под нагрузкой определяются по табл. 11.

Для испытания на прессе ПБМ испытуемый образец помещается на стол и вращением маховичка 4 прижимается к шарикам до определенного положения, после чего включается электродвигатель и дается основная нагрузка на шарик. По окончании



Фиг. 4. Схема испытаний твердости по Бринелю.



Фиг. 5. Пресс ПБМ для испытаний твердости по Бринелю.

заданного времени выдержки электродвигатель автоматически останавливается и нагрузка снимается. После этого вращением маховичка стол опускается и образец снимается для измерения диаметра полученного отпечатка.

Таблица 11

Условия испытаний твердости по Бринелю

Металлы	Интервал твердости в кг/мм ²	Толщина испытуемого образца в мм	Диаметр шарика в мм	Нагрузка в кг	Выдержка под нагрузкой в сек.
Черные металлы	140—450	Более 6 От 6 до 3 Менее 3	10 5 2,5	3000 750 187,5	10
То же	До 140	Более 6 От 6 до 3 Менее 3	10 5 2,5	3000 750 187,5	30
Цветные металлы и сплавы (медь, латунь, бронза и др.)	31,8—130	Более 6 От 6 до 3	10 5	1000 250	30
Цветные металлы и сплавы (алюминий, подшипниковые сплавы и др.)	8—35	Не менее 6	10	250	60

Чтобы не производить расчетов, пользуются таблицами, в которых заранее рассчитаны значения H_B при заданных значениях нагрузки, диаметра шарика и в зависимости от измеренного диаметра отпечатка. В табл. 12 приведены значения H_B при нагрузке $P = 3000$ кг и диаметре шарика 10 мм.

Таблица 12

Числа твердости по Бринелю ($P = 3000$ кг, $D_{шар} = 10$ мм)

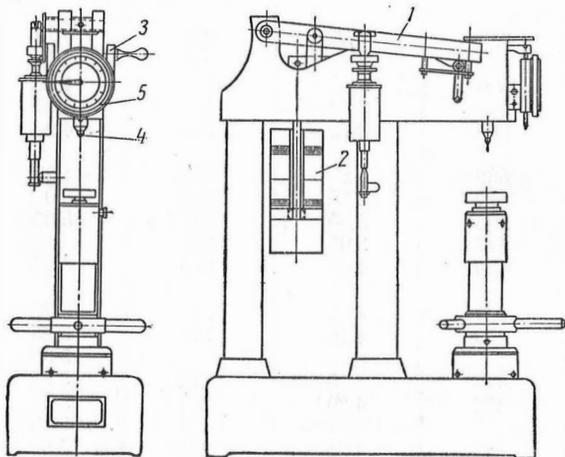
Диаметр отпечатка d	Число твердости H_B	Диаметр отпечатка d	Число твердости H_B	Диаметр отпечатка d	Число твердости H_B
2,4	652	3,55	293	4,70	163
2,45	627	3,60	286	4,75	159
2,50	600	3,65	277	4,80	156
2,55	578	3,70	269	4,85	153
2,60	555	3,75	262	4,90	149
2,65	532	3,80	255	4,95	146
2,70	512	3,85	248	5,00	143
2,75	495	3,90	241	5,05	140
2,80	477	3,95	235	5,10	137
2,85	460	4,00	229	5,15	134
2,90	444	4,05	223	5,20	131
2,95	430	4,10	217	5,25	128
				5,30	126
3,00	418	4,15	212	5,35	124
3,05	402	4,20	207	5,40	121
				5,45	118
3,10	387	4,25	202	5,50	116
3,15	375	4,30	196	5,55	114
3,20	364	4,35	192	5,60	112
3,25	351	4,40	187	5,65	109
3,30	340	4,45	183	5,70	107
3,35	332	4,50	179	5,75	105
3,40	321	4,55	174	5,80	103
				5,85	101
3,45	311	4,60	170	5,90	99
3,50	302	4,65	166	5,95	97

При испытании мягких материалов, а также при испытании тонких деталей из-за опасности продавливания нагрузку и диаметр шарика уменьшают. Испытанием твердости по Бринелю получают надежные результаты до $H_B = 350$ кг/мм². При испытании металлов более высокой твердости твердость шарика оказывается недостаточной, он деформируется.

На приборе Роквелла испытывается твердость (фиг. 6) как сырых, так и закаленных металлов. Испытание состоит во вдаливании стального шарика диаметром 1,588 или конусного алмазного наконечника ϵ углом конуса при вершине 120°.

Шарик применяют для испытания сырых металлов, алмазный конус — для испытания закаленных деталей.

Твердость по Роквеллу определяется разностью глубин, на которые проникает алмазный конус или стальной шарик под действием двух последовательно приложенных нагрузок — предварительной и окончательной. Нагрузка создается рычагом 1 с подвешенными к нему грузами 2. Поворотом рычажка 3 нагрузка включается и передается на алмазный конус или на стальной шарик 4, который вдавливается в испытываемую поверхность. Глубина вдавливания измеряется индикатором 5.



Фиг. 6. Прибор для испытаний твердости по Роквеллу.

Устройство прибора позволяет получать числа твердости непосредственно на циферблате индикатора.

Метод испытания по Роквеллу стандартизован (ОСТ 10242-40). Испытание по Роквеллу можно производить по одной из следующих трех шкал индикатора (табл. 13).

Наружная шкала индикатора (черная) служит для отсчета показаний твердости при испытаниях по шкалам С и А.

Внутренняя шкала (красная) служит для отсчета показаний твердости при испытаниях по шкале В. Твердость по той или иной шкале соответственно обозначается H_{RA} , H_{RB} , H_{RC} . Шкала А применяется для испытания металлов твердостью выше $H_{RC} = 67$. Рабочий участок шкалы В лежит в пределах твердости от $H_{RB} 25$ до $H_{RB} 100$, а шкалы С в пределах твердости от $H_{RC} 20$ до $H_{RC} 70$.

На приборах Роквелла испытания производятся быстрее, чем на приборе Бринеля.

Преимущество прибора Роквелла состоит также в том, что поверхность образца почти не имеет повреждений. Глубина вдавливания алмазного наконечника и стального шарика незначительны.

Таблица 13

Шкалы твердости по Роквеллу

Обозначения шкал	Наконечник	Предварительная нагрузка в кг	Окончательная нагрузка в кг	Область применения
С	Алмазный конус с углом у вершины 120° и закруглением радиусом 0,2 мм	10	10+140 = 150	Твердые и термически обработанные стали
А	То же	10	10+50 = 60	Сверхтвердые сплавы, изделия с цементированной, наклепанной поверхностью и т. д.
В	Стальной шарик диаметром 1,588 мм	10	10+90 = 100	Мягкие металлы

На приборе Роквелла можно испытывать образцы толщиной не менее 1 мм по шкале С и не менее 2 мм по шкале В.

При меньшей толщине образца на другой его стороне появляются следы отпечатка и показания прибора искажаются.

Твердость по Роквеллу имеет сравнительное, а не абсолютное значение. Глубина проникновения алмазного конуса или шарика на 2 мм соответствует повороту стрелки индикатора на одно деление.

Между числами твердости, полученными при испытаниях на приборах Бринеля и Роквелла, существует определенная зависимость (фиг. 7).

Химический состав и механические свойства металла еще не дают полного представления об его обрабатываемости, поэтому предназначенные для изготовления деталей металлы подвергают технологическим испытаниям.

Испытания листовых металлов на вытяжку в ленту. Испытанию подвергаются листы и ленты, предназначенные для вытяжки их штампом.

Для испытания образец 1 зажимается в приборе (фиг. 8) с помощью полого шпинделя 5. Вращением штурвала 7 и перемещением шпинделя 4 вдавливают пуансон 2 в металл и заставляют его вытягиваться через матрицу 3 до появления на нем трещин. Пуансон и матрица имеют стандартную форму. За появлением трещин наблюдают через зеркало 6. О способности металла вытягиваться судят по глубине вытяжки до появления трещин.

На фиг. 9 приведены три фотоснимка лент, подвергнутых испытанию. На фиг. 9, а глубина вытяжки при толщине латунной ленты

0,5 мм составляет 12 мм. На фиг. 9, б глубина вытяжки при толщине ленты 0,35 мм составляет 5 мм. На фиг. 9, в глубина вытяжки при толщине стальной ленты 0,5 мм составляет 10 мм.

Испытанию на вытягивание подвергаются стальные, латунные и другие ленты, предназначенные для изготовления корпусов будильников, корпусов авиационных часов и т. п.

Для нержавеющей стали марки 1Х18Н9, применяемой для изготовления крышки корпуса карманных или наручных часов, глубина вытяжки установлена 11—12 мм.

Условия испытания лент на вытягивание обусловлены ГОСТ 503-41.

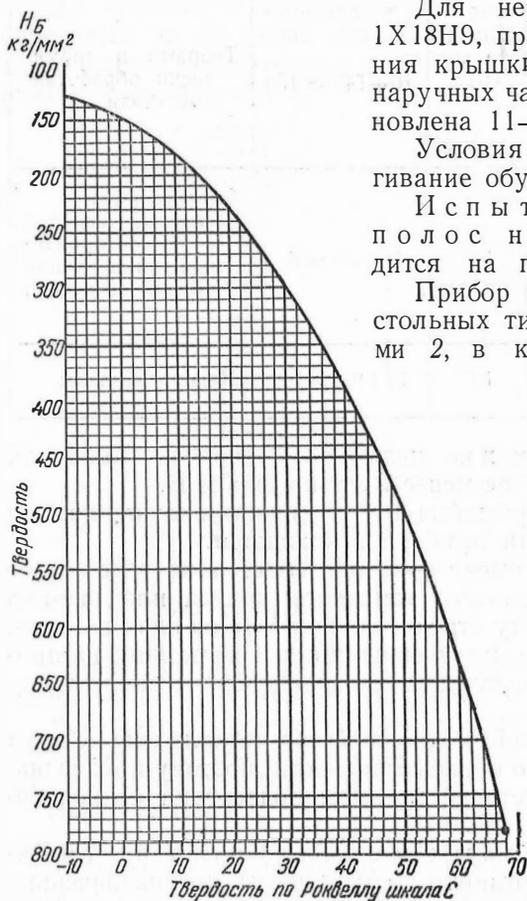
Испытание прутков и полос на перегиб производится на приборе НГ-1-2 (фиг. 10).

Прибор состоит из небольших настольных тисков 1 со сменными губками 2, в которых зажимается конец испытуемого образца. Другой конец образца соединяется с поводком 4 поворотного рычага 3.

Образец перегибается попеременно вправо и влево на 90°. Число перегибов до разрушения образца характеризует качество металла.

На приборе можно испытывать прутки диаметром от 0,8 до 7 мм и полосы толщиной до 5 мм.

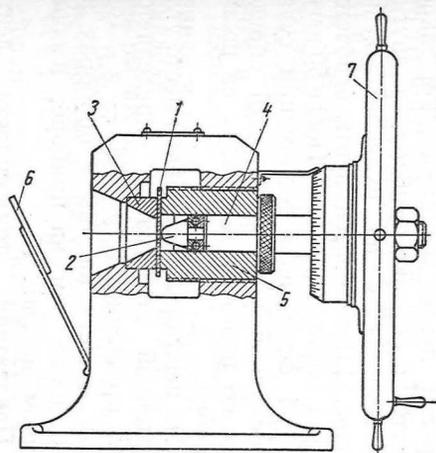
Прибор снабжен счетчиком 5, отсчитывающим число перегибов, комплектом сменных губок и натяжными приспособлениями.



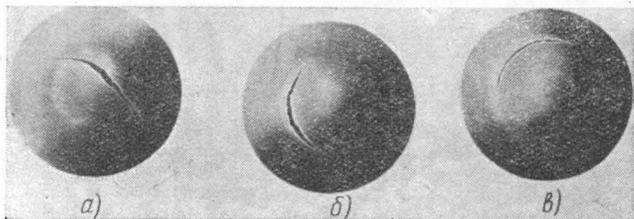
Фиг. 7. Диаграмма для перевода твердости по Роквеллу в значения твердости по Бринелю.

Испытание проволоки на скручивание производится на приборах К-1 (К-2, К-3) (фиг. 11).

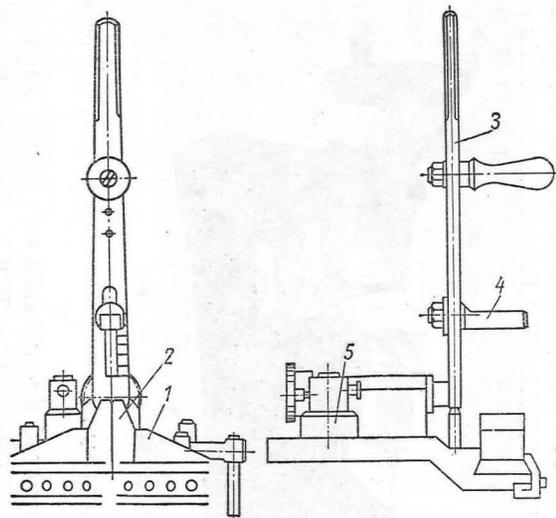
Проволока зажимается в патронах передней и задней бабок прибора. Патрон передней бабки приводится во вращение от электродвигателя. После разрушения образца прибор автоматически останавливается. Число оборотов до разрушения проволоки определяется по счетчику.



Фиг. 8. Прибор для испытаний на вытягивание.

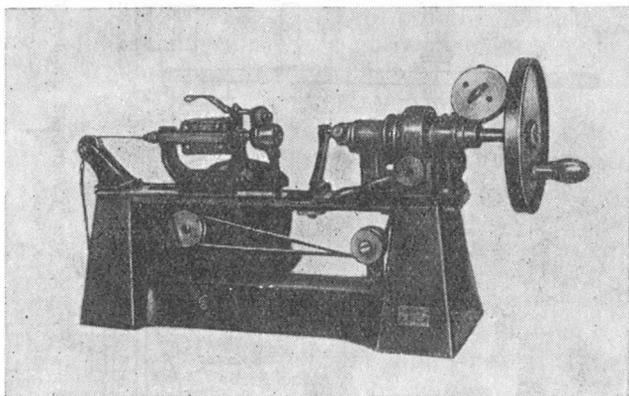


Фиг. 9. Пробы на вытягивание.



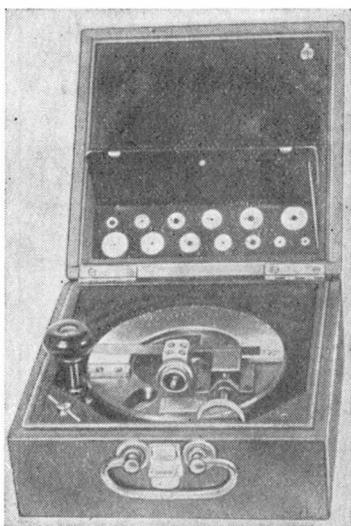
Фиг. 10. Прибор НГ-1-2 для испытаний на перегиб.

Испытания на остаточную деформацию. Для термообработанной пружинной ленты испытания на растяжение, на



Фиг. 11. Прибор для испытания проволоки на скручивание.

твердость и на перегиб дают лишь косвенную характеристику ее качеств и не могут характеризовать в полной мере ее упруго-пластические свойства.



Фиг. 12. Прибор для испытаний упруго-пластических свойств пружинных лент.

На приборе (фиг. 12) упруго-пластические свойства ленты определяются по углу остаточной деформации α . Шкала прибора разделена на 180° . Образец ленты одним концом закрепляется в оправке прибора, а другим устанавливается на нулевое деление шкалы. Затем образец ленты огибается вокруг оправки на 180° . После 50 изгибов об остаточной деформации судят по величине угла α , который определяют по положению образца на шкале прибора.

На некоторых приборах вместо угла остаточной деформации определяется угол пружинности $\beta = 180^\circ - \alpha^\circ$. Точность отсчета на таких приборах на $5-6^\circ$ ниже, чем на приборе, изображенном на фиг. 12.

Показатели пружинности ленты приведены в ЧМТУ 3680-53, так, например, для пружины толщиной $0,12 \text{ мм}$ при диаметре оправки 5 мм угол пружинности должен быть не менее 147° , а для ленты толщиной $0,32 \text{ мм}$ и диаметре оправки 20 мм угол пружинности должен

быть не менее 156° (для ленты 1-го сорта). Соответственно, угол остаточной деформации должен быть не более 33° для ленты толщиной 0,12 мм и 24° для ленты толщиной 0,32 мм.

Испытание на обрабатываемость металлов резанием. Испытание на обрабатываемость резанием производится на приборе, показанном на фиг. 13.

Сущность испытания состоит в надсверливании в металле лунок перовым сверлом диаметром 2,5—3,0 мм с углом заточки $80\text{—}85^\circ$ для латуни и $120\text{—}125^\circ$ для стали.

Лунки засверливаются при определенном осевом давлении на сверло и за установленное число оборотов сверла. Сверло погружается в металл на глубину лишь своей режущей части. По удалении стружки измеряется лупой Бринеля диаметр лунки. Можно определять обрабатываемость и весом снятой стружки.

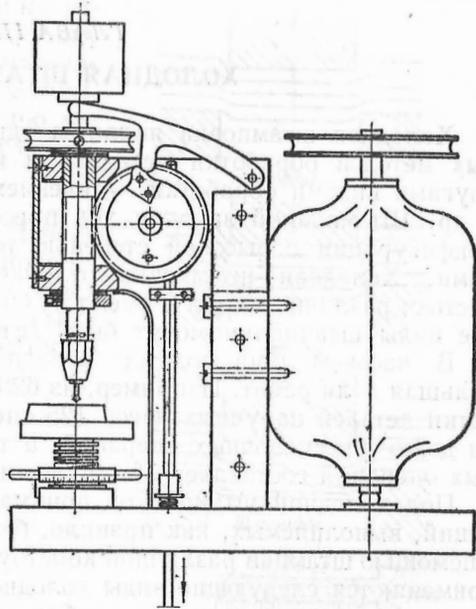
Обрабатываемость металла определяется в процентах к обрабатываемости принятого эталона; таким образом, этот метод является сравнительным.

В специальной таблице приведены числовые значения, характеризующие отношения квадратов диаметров лунок образца и эталона.

Прибор состоит из настольного сверлильного полуавтоматического станка и кулачкового устройства.

Постоянное (заданное) давление осуществляется нагружением шпинделя подвешенными грузами. Ограничение же числа оборотов шпинделя за один цикл испытания создается периодическими подъемами рычага и шпинделя от кулачкового распределительного устройства. Вес груза можно изменять в зависимости от толщины и обрабатываемости испытуемого материала.

Металлографические испытания состоят в исследовании микроструктуры металлов и сплавов при помощи металломикроскопов.



Фиг. 13. Прибор для испытания обрабатываемости металла резанием.

ГЛАВА III

ХОЛОДНАЯ ШТАМПОВКА

Холодная штамповка является одним из наиболее прогрессивных методов обработки металлов и имеет ряд преимуществ перед другими видами обработки — точением, фрезерованием, сверлением и др. Штамповкой за один ход пресса получают детали сложной конфигурации с высокой степенью точности и стабильными размерами. Холодная штамповка отличается высокой производительностью; различные прессы имеют от 60 до 420 ходов в минуту. Почти все виды штамповки могут быть автоматизированы.

В часовом производстве холодной штамповкой выполняется большая доля работ. Например, из 620 операций механической обработки деталей наручных часов 125 операций, или 20%, приходится на долю штамповочных операций, а трудоемкость этих штамповочных операций составляет 7% трудоемкости механических операций.

Под холодной штамповкой понимают ряд технологических операций, выполняемых, как правило, без снятия стружки, на прессах с помощью штампов различной конструкции. В часовом производстве применяются следующие виды холодной штамповки: вырубка, пробивка, просечка, зачистка, гибка, вытяжка, правка, кернение, чеканка, клеймение, объемная формовка, комбинированная штамповка и калибровка.

Все перечисленные операции штамповки выполняются на кривошипных, шарнирных, фрикционных и гидравлических прессах.

Инструменты для штамповки — штампы — в соответствии с выполняемыми операциями называются вырубными, зачистными и т. д.

ВЫРУБКА И ПРОБИВКА

Вырубка является наиболее распространенной операцией штамповки и начальной операцией для изготовления всех деталей из полосы или ленты. Вырубка применяется не только как отдельная операция, но и в сочетании с другими операциями холодной штамповки.

Схема процесса вырубки штампом показана на фиг. 1.

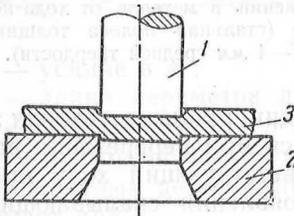
Процесс вырубки условно можно разделить на три стадии (фиг. 2).

Первая стадия. При опускании ползуна пресса вначале торец пуансона прижимает полосу материала к верхней плоскости матрицы, затем сжимает верхние слои полосы и внедряется в металл.

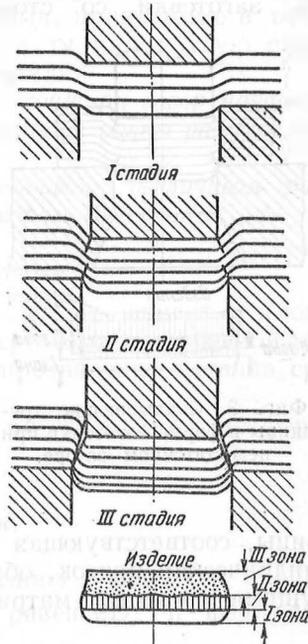
Волокна металла испытывают небольшое сжатие и изгиб, происходит небольшое выдавливание металла в отверстие матрицы. Напряжения в металле во время этой стадии не превышают предела упругости.

Вторая стадия. Во время этой стадии, которая протекает за пределом упругости, происходит дальнейший изгиб и растяжение волокон и перерезание их режущими кромками матрицы. К концу этой стадии напряжения в металле достигают максимальной величины, соответствующей сопротивлению металла срезыванию, возникают микротрещины. Давление пресса становится максимальным.

Третья стадия. Начало этой стадии характеризуется появлением макротрещин, расположенных возле режущих кромок матрицы и пуансона и направленных под определенным углом вглубь металла.



Фиг. 1. Схема процесса вырубки
1 — пуансон; 2 — матрица, 3 — материал.



Фиг. 2. Стадии процесса вырубки.

Эти трещины быстро развиваются, и вырубаемая заготовка отделяется от полосы материала.

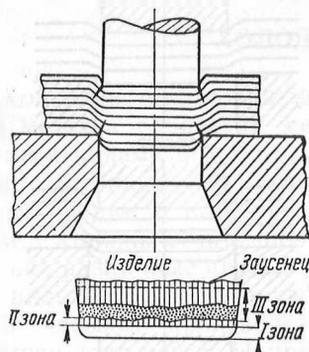
Если между пуансоном и матрицей зазор нормальный, то трещины у пуансона и матрицы совпадают и образуют общую поверхность скалывания.

При малом зазоре направления трещин не совпадают, на изделии образуется протянутый заусенец от двойного среза (фиг. 3). При чрезмерно большом зазоре поверхность скалывания имеет грубый шероховатый вид от обрыва материала в зазоре.

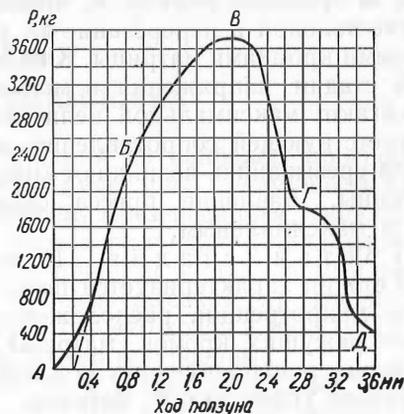
На фиг. 4 приведена диаграмма напряжений в металле в зависимости от хода ползуна для стальной полосы толщиной 1—4 мм средней твердости. Участок *АВ* соответствует стадии упругих деформаций, участок *БВ* — стадии пластических деформаций (до начала скалывания), точка *В* — максимальному напряжению, которое испытывает металл во время вырубки, участок *ВГ* — стадии разрушения

металла и участок $\Gamma Д$ — усилию, которое необходимо приложить для преодоления трения при выталкивании детали из полосы и проталкивания ее через матрицу.

Соответственно трем стадиям процесса вырубki боковая поверхность детали также имеет три зоны (см. фиг. 2). Первая зона — слегка закругленная боковая поверхность заготовки со стороны



Фиг. 3. Скальвающие трещины и форма заготовки при недостаточном зазоре.



Фиг. 4. Диаграмма зависимости напряжений в металле от хода пуансона (стальная полоса толщиной 1—4 мм средней твердости).

матрицы, соответствующая первой стадии процесса, вторая зона — цилиндрический пояс, образовавшийся при перерезании волокон режущими кромками матрицы и соответствующий ходу пуансона до появления скальвающих трещин, и третья зона — шероховатая коническая поверхность, соответствующая стадии разрушения металла.

Таблица 1

Двусторонний зазор между пуансоном и матрицей в % от толщины полосы

Толщина полосы в мм	Зазор в %		
	Латуни и мягкая сталь	Сталь средней твердости	Сталь твердая
0,10—1	4	7	9
1,1—2	4,5	7	9
2,2—4	5	8	10
4,2—6	6	9	12

Зазоры между пуансоном и матрицей. Зазором называется разность между размерами рабочих частей пуансона и матрицы. Величина зазора в основном зависит от толщины вырубаемой детали и от марки металла.

Для каждого материала и толщины существует свой оптимальный зазор, т. е. такой зазор, при котором направление скальвающих усилий от матрицы и пуансона сходятся, а усилие вырубki является минимальным.

Несмотря на широкое применение вырубki, до настоящего времени нет еще теоретически обоснованного метода определения вели-

чины зазора. В заводской практике пользуются опытными данными — нормальями.

В табл. 1 приведены рекомендуемые зазоры между пуансоном и матрицей для вырубных штампов.

В среднем зазоры составляют от 5 до 12% толщины полосы.

Зазоры приведены для вырубки круглых деталей. При вырубке деталей сложной формы, с острыми углами, приводимые в таблице данные должны быть скорректированы в ту или другую сторону в зависимости от конкретной формы детали.

Для вырубки деталей по наружному контуру зазор назначают, уменьшая размер пуансона; размеры матрицы равны размерам контура детали.

Для пробивки отверстий зазор назначают, увеличивая размер матрицы; размеры пуансона равны размерам отверстий.

Усилия при вырубке

Усилие P , необходимое для вырубки детали, зависит от площади среза, которая равна произведению периметра вырубаемой детали на толщину полосы материала, и от сопротивления металла срезыванию.

Усилие, необходимое для вырубки, рассчитывается по формуле

$$P = L \cdot s \cdot \sigma_{ср}, \quad (1)$$

где P — усилие в кг;

L — длина периметра детали в мм;

s — толщина детали в мм;

$\sigma_{ср}$ — сопротивление металла срезыванию в кг/мм².

Для круглых деталей периметр L равен πD , и формула (1) принимает вид

$$P = \pi \cdot D \cdot s \cdot \sigma_{ср}.$$

Если в штампе одновременно работают несколько пуансонов, то величина общего усилия P равна сумме усилий, рассчитанных для каждого пуансона в отдельности.

У многопуансонного вырубного штампа для уменьшения усилия при вырубке пуансоны монтируют иногда на разной высоте, создавая тем самым последовательность вырубки.

Величина $\sigma_{ср}$ для разных материалов приводится в справочниках по холодной штамповке. Величина усилия P зависит также от конструктивного оформления матрицы. Если матрица имеет цилиндрический поясок, то необходимо затратить дополнительное усилие Q на проталкивание вырубленных деталей через поясок (см. дальше). Число деталей, задерживающихся в пояске, может быть различным в зависимости от толщины материала и высоты пояска. Усилие Q , потребное для проталкивания одной детали, в среднем составляет 3—5% от P . Если матрица имеет конусное отверстие (см. дальше), то деталь в ней не задерживается, и, следовательно, дополнительного усилия на проталкивание не требуется.

Величина усилия P уменьшается смазкой полос и увеличивается с уменьшением зазора между пуансоном и матрицей против нормального. С притуплением режущих кромок матрицы и пуансона усилие P также увеличивается. При смазке полос усилие P снижается на 5—7%, а при уменьшении зазора P возрастает на 15—20%. Притупление режущих кромок приводит также к увеличению усилия P на 10—15%. Наличие у штампа буферных пружин также увеличивает усилие вырубки.

Действительная величина усилия, необходимого для вырубки, по перечисленным причинам на 20—30% больше усилия P , рассчитанного по приведенной выше формуле.

$$P_{\partial} = (1,2 - 1,3) P_{расч.} \quad (3.2)$$

Пример расчета усилия вырубки. Деталь — платина часов, диаметр вырубki 38 мм, толщина 3,2 мм, материал — латунь, $\sigma_{ср} = 40 \text{ кг/мм}^2$.

$$P_{\partial} = 1,2\pi D s \sigma_{ср} = 1,2 \cdot 3,14 \cdot 38 \cdot 3,2 \cdot 40 \approx 18,5 \text{ т.}$$

Центр давления штампа. При вырубке усилия приложены вдоль режущих кромок пуансона и матрицы и направлены параллельно друг другу и перпендикулярно плоскости матрицы.

Точка приложения равнодействующей всех сил, действующих при вырубке, называется центром давления.

Центр давления вырубного штампа должен обязательно совпадать с осью хвостовика, закрепляемого в ползуне прессы.

Если центр давления не будет лежать на оси хвостовика, то появятся боковые усилия, которые могут вызвать односторонний износ направляющих ползуна или штампа, одностороннее затупление режущих кромок, а при малом зазоре — поломку пуансонов или повреждение матрицы.

У деталей круглой формы центр давления совпадает с центром окружности детали. У детали правильной геометрической формы, например у квадрата или прямоугольника, центр давления совпадает с точкой пересечения диагоналей.

Для деталей любой конфигурации центр давления будет находиться в центре тяжести контура детали, если представить, что контур вырубной детали представляет собой материальную линию, имеющую вес.

Центр давления может быть найден несколькими способами.

На фиг. 5 приведена схема одновременной пробивки двух отверстий различных диаметров, центры которых расположены на оси X .

Обозначим D_1 — диаметр меньшего отверстия; D_2 — диаметр большего отверстия; U_1 и U_2 — периметры отверстий; s — толщину материала; $\sigma_{ср}$ — сопротивление срезу.

Усилия P_1 и P_2 , необходимые для пробивки первого и второго отверстий, будут равны

$$P_1 = U_1 \cdot s \cdot \sigma_{ср},$$

$$P_2 = U_2 \cdot s \cdot \sigma_{ср}.$$

Усилия P_1 и P_2 приложены в центрах соответствующих окружностей. При параллельном действии сил P_1 и P_2 равнодействующая равна их сумме

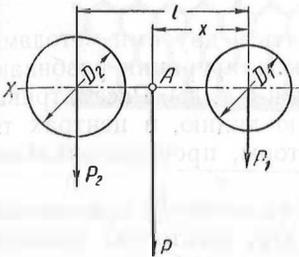
$$P = P_1 + P_2.$$

Точка приложения равнодействующей P определяется известным из статики равенством моментов действующих сил, т. е.

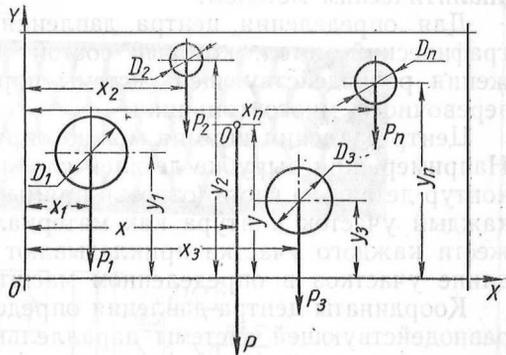
$$P_1 x = P_2 (l - x); \quad x = \frac{P_2 l}{P_1 + P_2}.$$

Заменяя P_1 и P_2 их значениями и сокращая на s, σ_{cp}, π , будем иметь

$$x = \frac{D_2 l}{D_1 + D_2}.$$



Фиг. 5. Определение центра давления двухпуансонного штампа.



Фиг. 6. Определение центра давления многопуансонного штампа аналитическим методом.

Как видно из этого выражения, для определения центра давления достаточно иметь величину периметров вырубki, а в данном случае диаметров.

В общем случае положение центра давления определяется значением его координат x и y относительно осей, взятых в плоскости чертежа.

На фиг. 6 дана схема одновременной пробивки отверстий различных диаметров.

Равнодействующая P всех сил, действующих при вырубке, будет равна

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n.$$

Применяя теорему статики, по которой сумма моментов составляющих сил относительно оси равна моменту равнодействующей относительно той же оси, имеем

$$P_1 x_1 + P_2 x_2 + P_3 x_3 + \dots + P_n x_n = P \cdot x,$$

$$P_1 y_1 + P_2 y_2 + P_3 y_3 + \dots + P_n y_n = P \cdot y.$$

Заменяя значения P_1, P_2, P_3, P_n значениями D_1, D_2, D_3, D_n (при контурах другой формы периметрами U_i), в общем случае будем иметь

$$x = \frac{D_1x_1 + D_2x_2 + D_3x_3 + \dots + D_nx_n}{P} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{D_ix_i}{P};$$

$$y = \frac{D_1y_1 + D_2y_2 + D_3y_3 + \dots + D_ny_n}{P} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{D_iy_i}{P}.$$

Рассмотренный способ нахождения центра давления является аналитическим методом.

Для определения центра давления штампа применяется также графический метод, который состоит в нахождении точки приложения равнодействующей системы параллельных сил при помощи веревочного многоугольника.

Центр давления штампа можно определять и другими методами. Например, при вырубке деталей сложной конфигурации разбивают контур детали на части (отрезки прямых, дуги и т. д.). Рассматривая каждый участок контура как материальную линию, в центрах тяжести каждого участка прикладывают векторы, пропорциональные длине участков в определенном масштабе.

Координаты центра давления определяют как точку приложения равнодействующей системы параллельных сил (векторов) аналитическим или графическим методом.

Раскрой металла. При проектировании операций вырубки необходимо, чтобы раскрой металла был наиболее экономичным, т. е. следует расположить деталь в полосе так, чтобы отходы металла были наименьшими.

Отходы, получающиеся от пробивки небольших отверстий, и отходы в начале и в конце полосы неизбежны, но влияние их на коэффициент полезного использования металла невелико. Экономия металла в основном определяется отходами на перемычки, которые в отдельных случаях достигают 70% расхода металла при вырубке, т. е. только 30% металла используется полезно.

Экономичность раскроя измеряется коэффициентом использования материала, который определяется по формуле

$$k_{u.м} = \frac{F}{B \cdot t} 100,$$

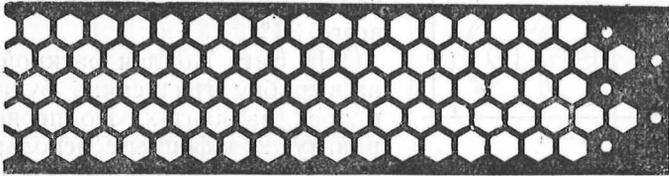
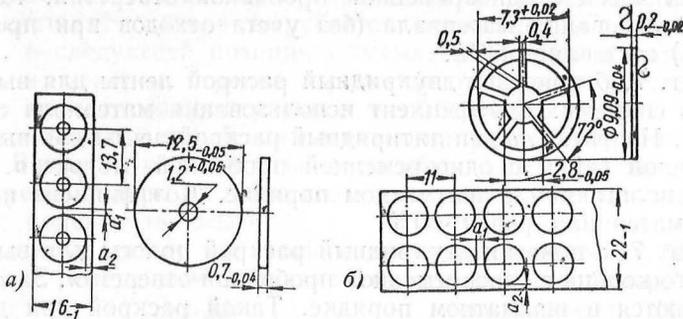
где $k_{u.м}$ — коэффициент использования материала в %;

F — площадь вырубаемой детали в $мм^2$;

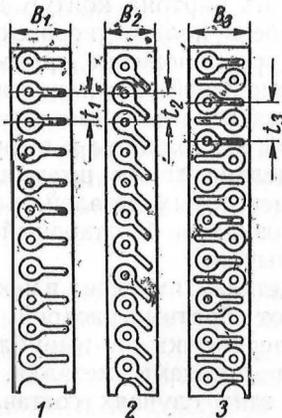
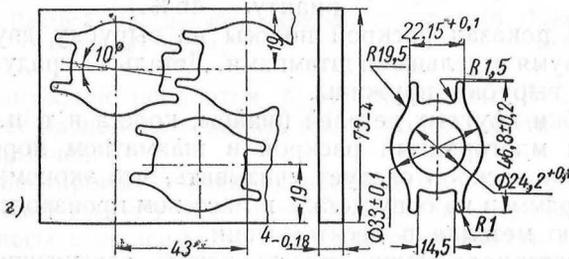
B — ширина полосы в $мм$;

t — величина шага подачи в $мм$ (расстояние между двумя одноименными вырубками).

На фиг. 7 показано несколько примеров раскроя. На фиг. 7, а приведен однорядный раскрой ленты для вырубki барабанного колеса



в)



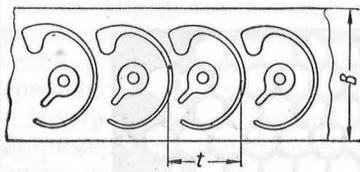
д)

Фиг. 7. Примеры раскроя материала.

карманных часов с одновременной пробивкой отверстия. Коэффициент использования материала (без учета отходов при пробивке отверстия) составляет 56 %.

На фиг. 7, б приведен двухрядный раскрой ленты для вырубki колеса со спицами. Коэффициент использования материала составляет 64 %. На фиг. 7, в дан пятирядный раскрой ленты для вырубki шестигранной гайки с одновременной пробивкой отверстия. Заготовки располагаются в шахматном порядке. Коэффициент использования материала равен 60 %.

На фиг. 7, г показан двухрядный раскрой полосы для вырубki корпусного кольца с одновременной пробивкой отверстия. Заготовки располагаются в шахматном порядке. Такой раскрой для данной детали рационален, хотя коэффициент использования материала равен всего 33 %.



Фиг. 8. Вырубка двух деталей двумя штампами из одной полосы.

На фиг. 7, д дан раскрой ленты на вырубку градусника будильника в трех вариантах. По первому варианту коэффициент использования материала равен 32 %, по второму варианту — 40 % и по третьему варианту — 46 %.

На фиг. 8 показан раскрой полосы на вырубку двух деталей будильника двумя отдельными штампами. Деталь — градусник вырубается после вырубki пружины.

Для вырубki круглых деталей (шайбы, колеса и т. п.) наиболее целесообразен многорядный раскрой в шахматном порядке. При проектировании раскроя следует учитывать, что экономия металла в несколько граммов на одну деталь в массовом производстве составляет экономию металла в десятки тонн.

Раскрой материала можно проектировать следующим образом: вырезать из картона контур детали в натуральную величину или в масштабе в количестве нескольких экземпляров и подбирать их взаимное расположение таким образом, чтобы потеря материала была наименьшей. Если конфигурация детали такова, что все же получаются значительные отходы, следует подобрать к ней другую деталь той же толщины и вырубать обе детали или одним штампом или раздельно двумя штампами.

Для некоторых деталей, контур которых очерчен прямыми линиями, возможен безотходный раскрой, т. е. без отходов металла на перемычки.

Для деталей, имеющих в некоторых местах весьма малые размеры, применяют обратный раскрой, при котором деталь остается в полосе в виде перемычки, а вырубленные промежутки между деталями являются отходами металла. Коэффициент использования материала в этих случаях составляет всего 15—20 %.

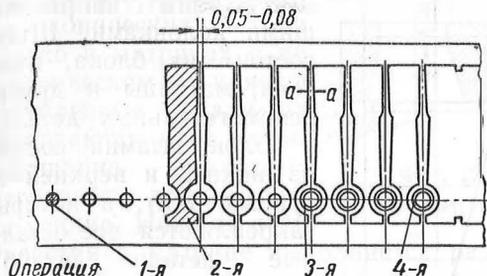
На фиг. 9 показан раскрой ленты для штамповки стрелки наручных часов. Толщина в сечении *aa* равна 0,15 мм, а ширина 0,05—0,08 мм.

Штамповка этой детали производится штампами последовательного действия: сначала вырубается отверстие, затем обрубается контур, в следующей позиции обжимается контур и вытягивается втулка, и, наконец, стрелка отрезается от боковых кромок ленты.

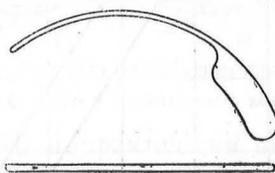
При проектировании раскроя необходимо обращать внимание на расположение деталей относительно направления проката в материале. В полосе или ленте волокна обычно направлены по длине. При отрезке полосы от листа возможно получение волокон, направленных поперек полосы.

Некоторые детали по своей конфигурации не могут быть изготовлены с поперечным направлением волокон, например, пружина секундомера (фиг. 10).

Пружины с поперечным направлением волокон



Фиг. 9. Раскрой при вырубке стрелки наручных часов.



Фиг. 10. Пружина секундомера.

после термической обработки будут ломаться. В подобных случаях следует располагать деталь вдоль полосы, хотя такой раскрой менее экономичен.

При проектировании раскроя необходимо учитывать существующий сортament полос и лент по ГОСТ. Если ширина запроектированной полосы или ленты не будет соответствовать сортаменту, то стоимость изготовления материала будет выше и экономия металла при раскрое может уменьшаться удорожанием проката и разрезки металла на металлургических предприятиях. Стремление сэкономить металл при раскрое не должно приводить к увеличению трудоемкости обработки деталей и введению дополнительных операций.

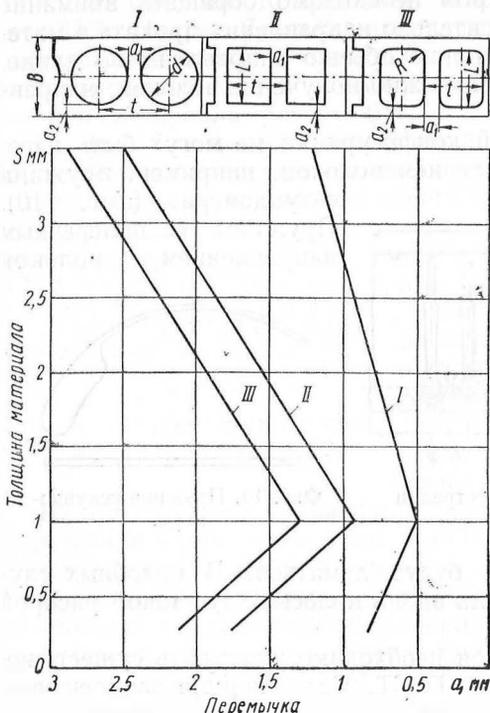
У вырубаемых деталей отходы металла остаются в виде перемычек. Ширина этих перемычек зависит от ряда факторов и в первую очередь от толщины полосы и прочности металла. Большое влияние на ширину перемычки оказывают также размеры и конфигурация вырубаемых деталей, способы подачи полосы, требуемая точность, а также конструкция штампа.

При проектировании раскроя для определения ширины перемычек пользуются графиками (фиг. 11) или таблицами, составленными на основании данных, установленных практикой.

При вырубке деталей из других материалов приведенные на графике (фиг. 11) данные необходимо умножить на следующие коэффициенты: для стали средней твердости на 0,9, для стали твердой 1,0, для латуни мягкой 1,2, для алюминия 1,4.

Если при вырубке применена автоматическая валковая подача, то для определения перемычки вводится коэффициент 1,2.

При запрессовке заготовки обратно в полосу или ленту ширину перемычек следует увеличить на 20%.



Фиг. 11. Определение перемычек a_1 .

Верхняя плита закрепляется в ползуне пресса при помощи хвостовика штампа, который своей головкой вдвигается в Т-образный паз переходного хвостовика, закрепляемого в ползуне болтами.

Чтобы избежать перекоса давления, передаваемого от ползуна пресса верхней плите штампа, вызванного зазорами и перекосами перемещающихся деталей, головка хвостовика делается сферической формы.

Между перемещающимся ползуном и направляющими пресса имеется большой зазор, поэтому положение пуансона относительно матрицы не может быть точным.

Это несовершенство пресса устраняется направляющими колонками, благодаря которым верхняя плита точно перемещается относительно нижней и, следовательно, сохраняется правильное относительное положение рабочих деталей штампа, закрепляемых в верхней и нижней плитах.

Перемычка по краям a_2 берется равной $1,2—1,5a_1$.

Элементы вырубных штампов. В часовом производстве для всех операций штамповки применяются в основном блочные штампы с направляющими колонками. Штамп состоит из блока, пуансона, матрицы и других вспомогательных деталей.

Блок штампа состоит из нижней и верхней чугуновых плит, в которых закрепляются все остальные детали штампа. В нижнюю плиту запрессовываются направляющие колонки и матрица. В верхней плите закрепляются пуансон и хвостовик.

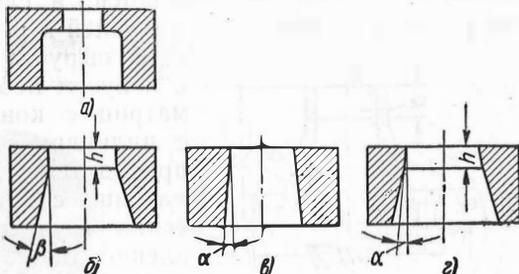
При установке на прессе нижняя плита штампа закрепляется на его столе при помощи прижимных планок и болтов с гайками.

Размеры блоков в часовом производстве нормализованы (табл. 2). Главными рабочими частями вырубных штампов являются матрица и пуансон.

По форме рабочих отверстий матрицы разделяют на матрицы с цилиндрическим пояском и матрицы с конусом (фиг. 12).

В отличие от матриц с конусом матрицы с цилиндрическим пояском после переточек сохраняют размеры рабочих отверстий, следовательно, зазоры между

матрицей и пуансоном остаются неизменными. Режущая кромка последних матриц прочнее кромок конических матриц. Однако в матрицах с цилиндрическим пояском вырубленные детали задерживаются и на их выталкивание приходится затрачивать дополнительное усилие. Нижняя часть



Фиг. 12. Матрицы вырубных штампов:

a и *б* — матрицы с пояском; *в* и *г* — матрицы с конусом.

отверстия в матрице выполняется различно и практически никакого влияния на процесс вырубки не оказывает.

Матрицы с цилиндрическим пояском применяются для вырубки деталей с точным контуром и в случае запрессовки вырубленных деталей в ленту. Высота цилиндрического пояса принимается обычно равной толщине 2—5 деталей.

Таблица 2

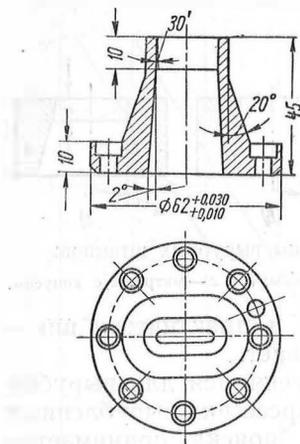
Габаритные размеры блоков модели Ш-01 для штампов часового производства в мм

№ блока	Размеры блока				Предельный диаметр вырубки
	A	B	C	H _{min}	
0	110	55	55	105	10
1	135	70	70	130	15
2	160	85	90	150	25
3	190	95	110	175	35
4	235	130	140	190	50
5	280	160	170	205	65
6	330	180	200	220	85

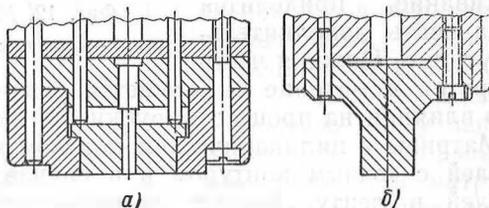
Чем больше высота пояса (в известных пределах), тем больше переточек может выдержать матрица и тем больше стойкость штампа.

Преимущество матриц с конусным отверстием состоит в том, что вырубленные детали не задерживаются в них и поэтому не требуется дополнительного усилия для их выталкивания. Недостаток этих матриц состоит в том, что после переточек размеры рабочего отверстия у них увеличиваются, а следовательно, увеличивается зазор между пуансоном и матрицей и размеры вырубаемых деталей.

Для вырубki точных деталей матрицы с конусом поэтому не годятся. Стойкость матриц с конусом меньшая, чем матриц с цилиндрическим пояском и их чаще приходится перетачивать. Изготавливать матрицы с конусным рабочим отверстием также труднее. Чтобы облегчить изготовление таких матриц отверстие делают



Фиг. 13. Матрица — пуансон вырубного штампа совмещенного действия.



Фиг. 14. Крепление пуансона:

а — с дополнительным направлением в выталкивателе;
б — без дополнительного направления.

с двойным конусом. Конус в рабочей части отверстия имеет уклон 15—30°, а в нерабочей части 2—5°.

В матрицах имеются также отверстия для фиксации и крепления их к плитам штампов и для крепления на них упоров, съемников, направляющих и других деталей штампа (фиг. 13).

По форме рабочей части пуансоны разделяются на круглые и фасонные. Конструктивное оформление пуансонов весьма разнообразно.

Пуансоны в работе испытывают большое напряжение на смятие, продольный изгиб и на растяжение. Чтобы пуансон был устойчив в работе, длину его делают минимальной или монтируют в направляющих. При работе пуансона без направляющих допускается пробивка отверстия диаметром не менее толщины металла; при работе пуансона в направляющих допускается пробивка отверстия с наименьшим диаметром от 0,75 до 0,5 толщины металла.

На фиг. 14 приведены примеры крепления пуансонов.

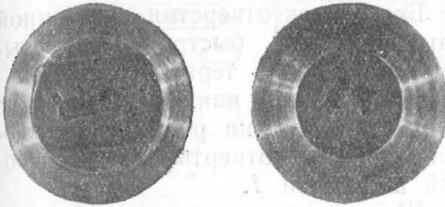
Матрицы и пуансоны делают из высокоуглеродистых или хромистых инструментальных сталей.

В массовом производстве широко распространены вырубные матрицы и пуансоны, изготовленные из твердых сплавов марки ВК6, ВК8 и др. (фиг. 15).

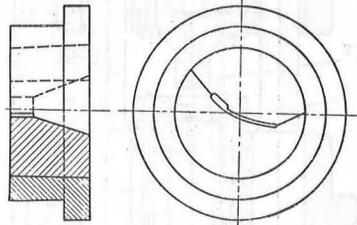
Стойкость штампов с режущими частями из твердых сплавов в 10—15 раз больше стойкости матриц и пуансонов, изготовленных из инструментальных сталей.

На фиг. 16 показана матрица для вырубки деталей сложного контура.

Чтобы облегчить изготовление, такие матрицы делают составными. Линия разъема выбирается таким образом, чтобы все части контура были доступны для обработки. Разъемные матрицы скреп-



Фиг. 15. Матрицы из твердых сплавов.



Фиг. 16. Матрица составная.

ляются кольцами. Стойкость составных матриц несколько ниже стойкости цельных. Иногда от значительных напряжений в местах разъема получают выбоины.

Чтобы повысить стойкость штампа его налаживают так, чтобы во время работы пуансон входил в матрицу на глубину, не большую толщины детали.

Съемники. При вырубке деталей или пробивке отверстий пуансон плотно входит в материал на всю его толщину. Для обратного выхода пуансона из металла или снятия полосы с пуансона требуется приложить усилие, достигающее 10—15% усилия вырубки. Для снятия материала у штампов делают съемники.

У простых вырубных штампов съемники крепятся неподвижно на матрице, а полоса материала свободно проходит между съемником и матрицей. Съемники этого типа одновременно являются направляющими для полосы (фиг. 17).

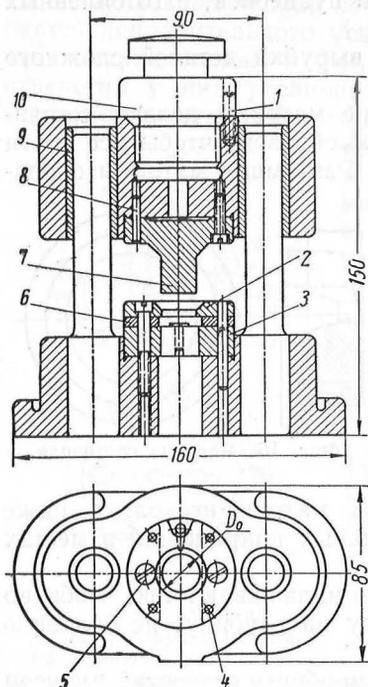
У вырубных штампов совмещенного действия съемник монтируется отдельно от нижнего пуансона — матрицы (см. фиг. 20).

Типы вырубных штампов. По принципу действия вырубные штампы разделяются на штампы простого действия, штампы последовательного действия и штампы совмещенного действия.

Штампы простого действия применяются для вырубки деталей по наружному контуру с удалением вырубленных деталей вниз через отверстие матрицы.

На фиг. 17 показана конструкция и габаритные размеры вырубного штампа модели Ш-02. На матрице 3 штампа укреплен съемник 2.

Между матрицей и съемником установлены прокладки 6, образующие направление для полосы. Матрица вместе с закрепленными на ней деталями фиксируется в углублении нижней плиты штампа контрольными шпильками 4 и закрепляется двумя винтами 5.



Фиг. 17. Вырубной штамп модели Ш-02 с жестким нижним съемником.

Пуансон 7 закрепляется в углублении верхней плиты винтами и контрольными шпильками 8.

В верхнюю плиту запрессованы две стальные закаленные направляющие втулки для колонок 9. Втулки увеличивают срок службы штампа и повышают точность его работы.

Без втулок отверстия в загубной плите штампа быстро разрабатываются и штамп теряет точность.

Хвостовик 10 ввинчен в верхнюю плиту штампа на резьбе и предохраняется от отвертывания резьбовой шпилькой 1.

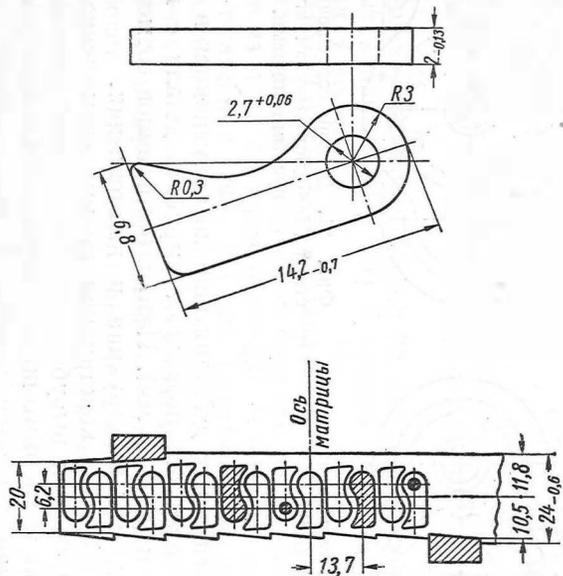
Штампы последовательного действия — для вырубki деталей с отверстием. Штампы применяются для вырубki деталей, у которых не требуется иметь точного расположения отверстия по отношению наружного контура, а также в тех случаях, когда ширина перемычки между наружным контуром и отверстием бывает мала. Применять для такой детали штамп совмещенного действия (см. дальше), нецелесообразно, так как пуансон и матрица будут иметь ослабленные сечения и, следовательно, будут ненадежны в работе.

На фиг. 18 показан двухрядный раскрой полосы для вырубki собачки будильника, которая выполняется в следующей последовательности.

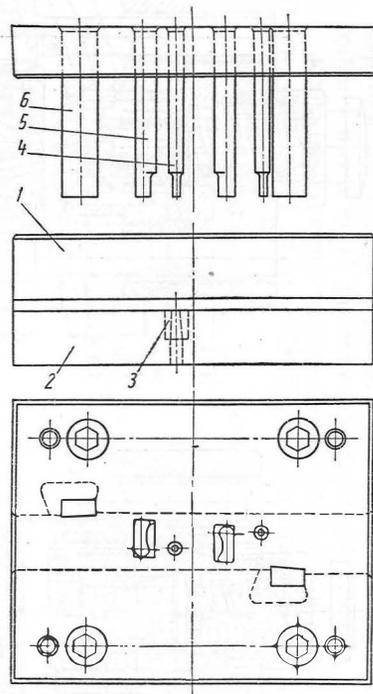
Первая операция — пробивка отверстия у первой детали, вторая операция — вырубка по контуру первой детали, третья операция — пробивка отверстия у второй детали и четвертая операция — вырубка по контуру второй детали.

Упорами в этом штампе служат два ножа. Общий вид штампа показан на фиг. 19.

Направляющих колонок штамп не имеет. Направлением для пуансонов служит съемник 1, смонтированный на матрице 2. Чтобы повысить стойкость матрицы в нее впрысваны закаленные втулки 3. Пуансоны отверстия 4 и пуансоны контура 5, а также ножи-упоры 6 закреплены в верхней плите штампа. В процессе работы штампа пуансоны не выходят из направляющего съемника 1.



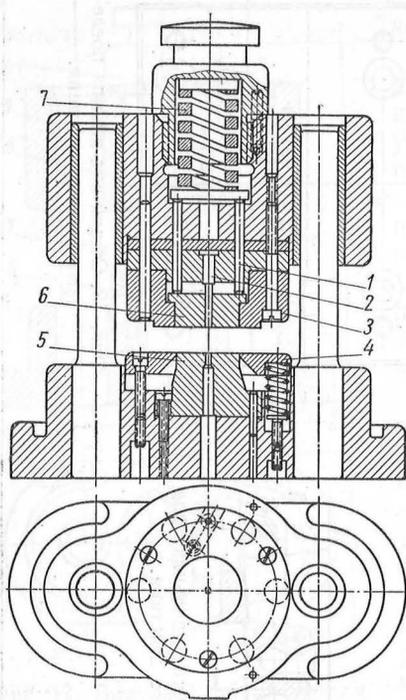
Фиг. 18. Раскрой полосы собачки будильника для штампа последовательного действия.



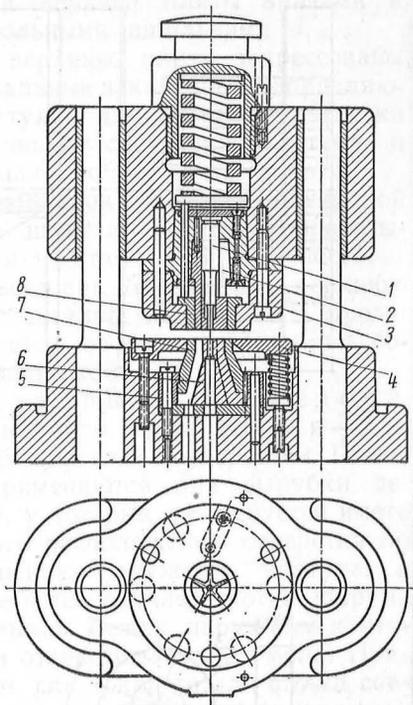
Фиг. 19. Общий вид штампа последовательного действия.

Штампы последовательного действия по конструкции гораздо проще, чем штампы совмещенного действия.

Штампы совмещенного действия применяются для вырубki деталей с окнами и отверстиями в тех случаях, когда требуется точное взаимное расположение отверстий и контура.



Фиг. 20. Штамп совмещенного действия Ш-04.



Фиг. 21. Штамп совмещенного действия Ш-06 для вырубki колес с копусными спицами.

Штампы совмещенного действия широко применяются в часовом производстве, потому что позволяют вырубать детали с высокой степенью точности (до 0,02 мм). Недостаток штампов совмещенного действия — сложность конструкции и изготовления.

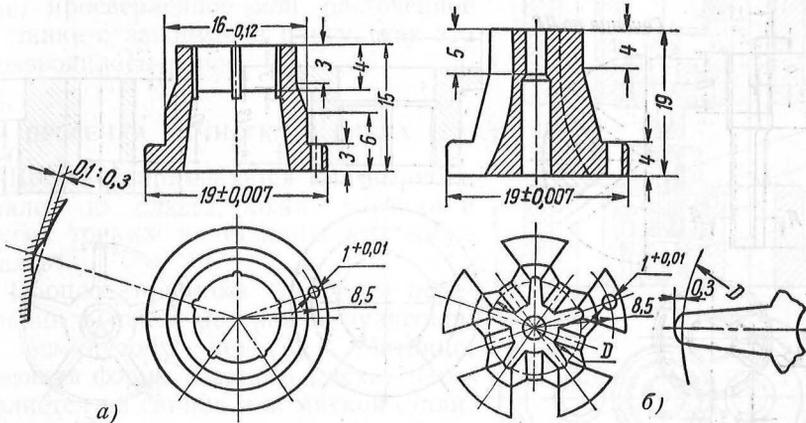
На фиг. 20 показана конструкция штампа совмещенного действия модели Ш-04 для вырубki круглой детали с отверстием.

Когда верхняя часть этого штампа опускается, полоса материала прижимается к нижней части штампа. По мере опускания верхней части штампа опускается пружинный съемник 4, а пуансон наружного контура 5 и матрица 3 вырубают деталь, которая поднимает выталкиватель 6 вверх. Одновременно пуансон 2, взаимодействуя с отверстием в пуансоне наружного контура 5, как с матрицей, пробивает в детали отверстие.

При подъеме верхней части штампа съемник 4 снимает полосу материала с пуансона 5, а выталкиватель 6, под действием толкателей 1 и пружины 7 выталкивает вырубленную деталь из матрицы 3 и запрессовывает ее обратно в полосу.

На фиг. 21 показан штамп совмещенного действия модели Ш-06 для вырубki латунного колеса.

В нижней плите этого штампа смонтирован пуансон 6—7 для вырубki контура детали, служащий одновременно матрицей для вырубki секторных окон и центрального отверстия. Пуансон со-



Фиг. 22. Нижний пуансон контура:

а — пуансон контура; б — сердечник пуансона.

стоит из пуансона контура (фиг. 22, а) и сердечника (фиг. 22, б), скрепленный кольцом 5 (фиг. 21). В нижней плите смонтирован также и съемник 4 ленты.

В верхней плите смонтирована матрица 3 для вырубki наружного контура детали, пуансон 2 для вырубki секторных окон. Пуансон 2 состоит из пяти секторов (фиг. 23). В верхней плите смонтирован также пуансон 1 (фиг. 21) для вырубki центрального отверстия и выталкиватель 8 для впрессовывания детали обратно в ленту.

Выталкиватель 8 (фиг. 24) состоит из собственно выталкивателя (фиг. 24, а) и сердечника-звездочки (фиг. 24, б).

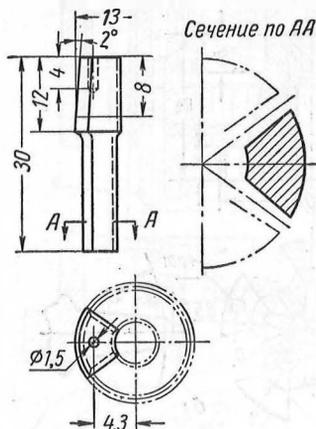
Рабочие части штампа нормализованы. На фиг. 22—24 приведены размеры нижнего и верхнего пуансонов, монтируемых в блоке № 1 (см. табл. 2).

Штамп работает следующим образом: при опускании верхней части штампа пуансон 6—7 входит в матрицу 3 и вырубает деталь. Съемник опускается вниз. Выталкиватель 8 поднимается и через штифт и прокладку сжимает пружину.

Вырубленная пуансоном 6—7 деталь входит в матрицу 3. Одновременно пуансоны 2 и 1 вырубают секторные окна и центральное отверстие. Отходы металла через отверстия в нижней плите и в столе

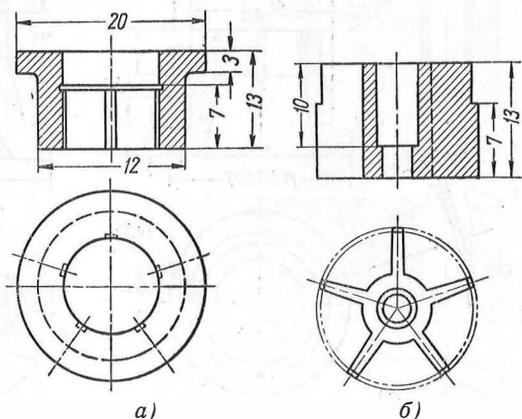
пресса падают в подставленный ящик. Когда поднимается верхняя плита, вырубленная деталь выталкивается толкателем 8 из матрицы 3, лента снимается с пуансона 6—7 съемником 4, и деталь запрессовывается в ленту.

Штампованные по такому методу детали не имеют завалов по краям и не требуют никакой дополнительной правки, кроме выбивки из ленты, что выполняется весьма легко. Для устойчивой работы все детали штампа должны быть хорошо пригнаны между собой и сцентрированы.



Фиг. 23. Верхний пуансон для вырубki окон.

Сечение по AA



Фиг. 24. Выталкиватель детали из матрицы составной:

а — выталкиватель контура; б — сердечник.

Между опорными плоскостями чугунных плит и матрицами поставлены стальные закаленные прокладки, предохраняющие плиты от местных вмятин.

Штампы пробивные представляют собой разновидность вырубных штампов. Предназначены они для пробивки отверстий в вырубленных деталях, устанавливаемых в штамп по наружному контуру.

На фиг. 25 изображен штамп для пробивки центрального отверстия у колеса, которое устанавливается по наружному диаметру зубьев.

Колесо устанавливается в конусной части направляющей оправки 6. Смещение отверстия относительно контура не превосходит 0,007—0,012 мм. Матрица 8 штампа крепится в верхней плите блока, а пуансон 5 — в пуансонодержателе 1. Оправка 6 свободно надета на пуансонодержатель 1 и удерживается тремя пружинами, заключенными в колпачки 2. Для вырубki деталь накладывается на съемник 7 и центрируется конусной частью оправки 6. Сначала опускающаяся матрица 8 прижимает деталь к торцевой плоскости съемника 7, затем съемник 7 опускается вниз, сжимая пружину 4, а пуансон 5

вырубает (или калибрует) отверстие. Отходы проходят через отверстия матрицы 8 и верхней плиты и выбрасываются наружу. Оправка 6 также опускается вниз, сжимая пружину 3.

После пробивки отверстия верхняя плита поднимается, а оправка 6 и съемник 7, под действием пружин, возвращаются в исходное положение. Деталь снимается пинцетом. Центральное отверстие, пробитое штампом, оказывается более точным (биение не более 0,015 мм), чем отверстие, просверленное или расточенное на станке с зажимом в цангу, как это производилось ранее.

ПРОСЕЧКА, ЗАЧИСТКА И ГИБКА

Просечка применяется для вырубki деталей из слюды, кожи, картона и других тонких неметаллических материалов.

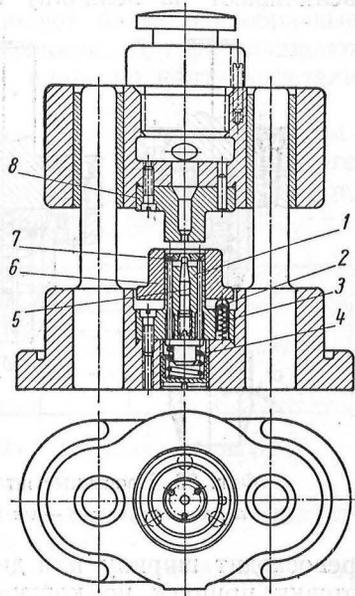
Процесс просечки состоит в перерезании волокон материала пуансоном по замкнутому контуру. Матрица, имеющая форму гладкого диска, изготовляется из свинца или мягкой стали. Пуансон закален до твердости $R_C = 52 \div 56$. Через некоторые промежутки времени поверхность матрицы, насеченная пуансоном, выравнивается.

На фиг. 26 приведены типовые конструкции пуансонов для просечки кружков или шайб. Угол α скоса пуансона берется 15—18°.

Зачистка. Детали, вырубаемые из полосы или ленты толщиной от 0,5 мм и более, имеют по контуру вырубki неровную поверхность среза и заусенцы.

Большинство часовых деталей должно иметь чистую ровную поверхность среза (7—8-й класс), перпендикулярную к основной плоскости. Чтобы удовлетворить этим требованиям, детали после вырубki зачищаются штампом. Припуск на зачистку приведен в табл. 3. Зачистка особенно необходима для деталей, имеющих острые углы и резкие переходы. При вырубке таких деталей в углах получаются значительные завалы, достигающие 0,5 толщины. Чтобы удалить завалы на острых углах и переходах, припуск на этом участке контура увеличивается.

Когда D вырубki > 20 мм, припуск следует увеличивать на 0,5—0,8% D заготовки. При острых углах припуск увеличивается на 50—60%. Детали можно зачищать как по наружному, так и по внутреннему контурам. Для зачистки на матрицу 3 штампа (фиг. 27) устанавливают деталь, ориентируясь по загрузочной рамке 2. Когда

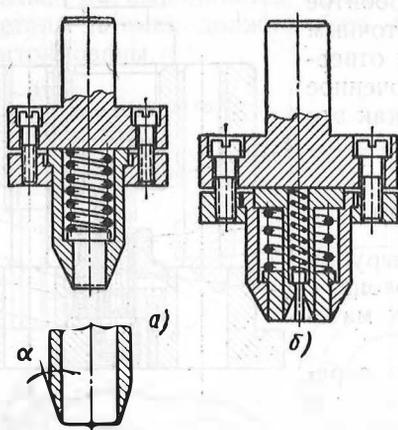


Фиг. 25. Штамп для пробивки центрального отверстия у колеса.

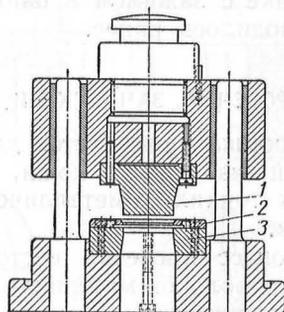
пуансон 1 опускается, деталь вдавливается в отверстие матрицы и режущие кромки последней срезают металл по контуру.

Чтобы припуск был снят равномерно, контур рамки 2 должен быть точно расположен относительно контура матрицы. Для этого рамку прошивают пуансоном вместе с матрицей, а затем контур увеличивают на величину припуска и снимают фаску.

В практике часового производства часто применяется вырубка и зачистка деталей, толщина которых в 2—5 раз



Фиг. 26. Просечные штампы:
а — для кружков; б — для шайб.



Фиг. 27. Зачистной штамп III-03.

превосходит ширину или диаметр. В этих случаях на вырубку заготовки припуск по контуру увеличивают, и зачищают штампом, пуансон которого (по контуру) полнее матрицы.

Таблица 3

Припуски на зачистку (на две стороны) для вырубки по $D = 20$ в мм

Толщина детали	Материал					
	Мягкая сталь и латунь		Сталь средней твердости		Сталь твердая	
	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.
0,5—1,5	0,10	0,15	0,15	0,20	0,15	0,25
1,6—3	0,15	0,20	0,20	0,25	0,20	0,30
3,1—4	0,20	0,25	0,25	0,30	0,25	0,35
4,2—5,5	0,25	0,30	0,30	0,35	0,30	0,40

В процессе зачистки таким штампом пуансон до матрицы не доходит, а деталь, оставшаяся в матрице, проталкивается из нее последующей деталью. Поверхность, зачищенная по такому способу, получается чище, а деталь менее изогнута, но усилие, потребное для зачистки, значительно больше, чем при зачистке по обычному методу. Таким способом зачищают пружины секундомеров (см. фиг. 10).

Вторую и третью зачистку применяют в тех случаях, когда контур является базой для дальнейших операций. При второй и третьей зачистках снимается меньший слой металла и более равномерный по контуру, чем при первой зачистке. Поэтому стойкость матрицы для второй и третьей зачистки в несколько раз выше, чем для первой зачистки.

После повторных зачисток детали имеют более однообразные размеры и более высокую чистоту поверхности. Детали зачищают в том же направлении, что и вырубают, иначе по контуру детали могут появиться заусенцы.

Для тонких стальных деталей зачистку заменяют обжимкой, после которой поверхность среза имеет чистоту 9—10-го класса. Для обжимки рабочие кромки матрицы притупляют, вследствие чего металл изделия уплотняется (фиг. 28).

Необходимое для зачистки усилие рассчитывается по формуле

$$P = kl \cdot a \sigma_{cp},$$

где l — периметр в мм;

a — припуск на одну сторону в мм;

σ_{cp} — сопротивление срезу в кг/мм²;

k — коэффициент, учитывающий дополнительное усилие выталкивания Q и глубину зачистки h .

Для стали с $\sigma_s \geq 90$ кг/мм², $k = 1,5 \div 1,6$; для латуни с σ_s до 60 кг/мм² $k = 1,2$ при толщине материала $s = 1$ мм.

Пример. Требуется определить усилие P для зачистки платины часов диаметром 38 мм и толщиной 3,2 мм; принимаем припуск на зачистку по табл. 3 (с учетом коэффициента $0,8\%D$) равным 0,52 мм, $\sigma_{cp} = 38$ кг/мм² и $k = 1,4$. $P = 1,4 \cdot 3,14 \cdot 38 \times 0,52 \cdot 38 = 3,4$ т.

Усилие P для обжима берется на 30% больше усилия для зачистки. Припуск на обжимку назначается минимальный от 0,03 до 0,08 мм на сторону.

Для зачистных штампов применяются те же блоки, что и для вырубных (фиг. 27).

Штамп с неподвижной рамкой применяется для зачистки детали толщиной до 1 мм. Более толстые детали зачищают на штампах с поворотной загрузочной рамкой (фиг. 29).

Для загрузки детали рамка выводится из-под рабочей зоны штампа. Матрица хорошо очищается от стружки. Деталь удобнее закладывается в рамку. Настройка штампа, т. е. установка пуансона по отношению матрицы, при поворотной рамке гораздо удобнее, чем при неподвижной.

Следует иметь в виду, что в поворотных загрузочных рамках деталь по отношению матрицы устанавливается не всегда точно и срез бывает по контуру неравномерный. Иногда происходит зарубание краев рамки пуансоном.



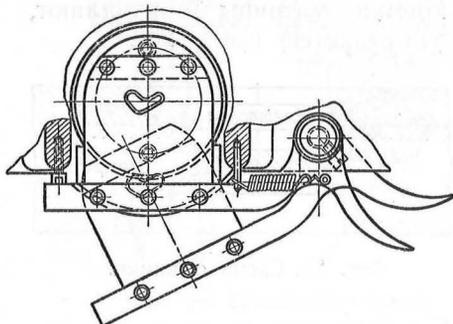
Фиг. 28. Схема обжимки.

Более точным загрузочным устройством следует признать неподвижную рамку.

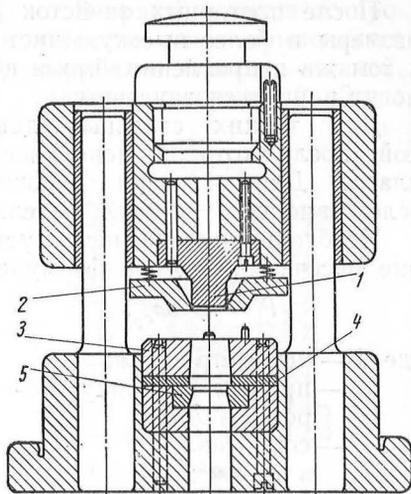
По правилам техники безопасности детали в такую рамку загружаются только пинцетом.

В настоящее время в часовом производстве широко применяются комбинированные штампы для одновременной вырубке и зачистки деталей.

На фиг. 30 показана конструкция такого штампа для вырубке и зачистки платины и мостов. В верхней плите блока смонтиро-



Фиг. 29. Подвижная загрузочная рамка зачистного штампа.



Фиг. 30. Комбинированный штамп для вырубке и зачистки.

ван пуансон 1 и съемник 2, а в нижней — матрица 3 для вырубке детали, прокладки 4 и матрица 5 для зачистки.

Когда пуансон 1 опускается, полоса прижимается к матрице съемником 2 и затем вырубается деталь, которая остается в матрице. При вырубке следующей детали первая деталь проталкивается в отверстие прокладки 4, а при третьей вырубке деталь зачищается матрицей 5. Между прокладками имеется боковое окно для удаления стружки струей сжатого воздуха, обе матрицы вместе с прокладками соединяются в отдельный блок, закрепляемый в нижней плите.

В производстве такие штампы неудобны тем, что при переточке матриц приходится разбирать весь блок. Матрицы и пуансоны других конструкций перетачиваются в плите. Зачистка производится на кривошипных прессах обычного типа. Точные детали и особенно пружинки типа, показанного на фиг. 10, целесообразнее зачищать на вибрационных прессах.

Гибка. При изгибе детали наружные слои растягиваются и, если радиусгиба мал, а толщина изделия большая, то наружные волокна разрываются.

Величина допустимого радиусагиба зависит от свойств металла, толщины полосы или ленты и направления линии изгиба

относительно направления проката. Величина r определяется по формуле

$$r = k \cdot s,$$

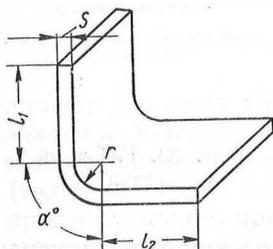
где s — толщина металла в мм;

k — коэффициент, который для различных материалов имеет следующие значения:

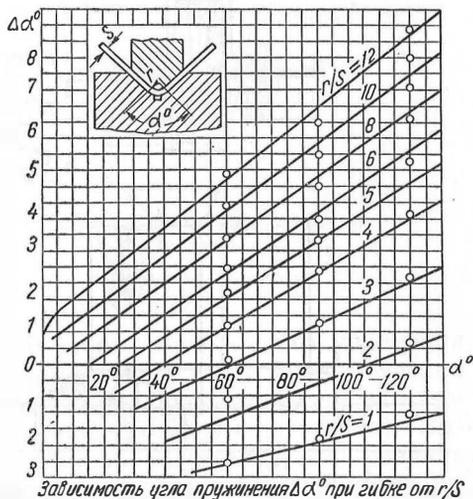
Материал	Латунь мягкая	Латунь ср. тверд.	Сталь мягкая	Сталь ср. тверд.	Нержав. сталь
k	0,25	0,35	0,35	0,6	2

Полагая при гибке, что нейтральная линия сохраняет свою длину и что в местах гибки наружные волокна удлиняются, а внутренние сокращаются, длину заготовки (фиг. 31) определяют по формуле

$$L = l_1 + l_2 + \frac{\pi \alpha^\circ}{180} (r + n \cdot s),$$



Фиг. 31. Изогнутая пластинка.



Фиг. 32. Зависимость угла пружинения α° от $\frac{r}{s}$.

где l_1 и l_2 — длины участков, не подвергающихся гибке, в мм;

r — радиусгиба в мм;

s — толщина материала в мм;

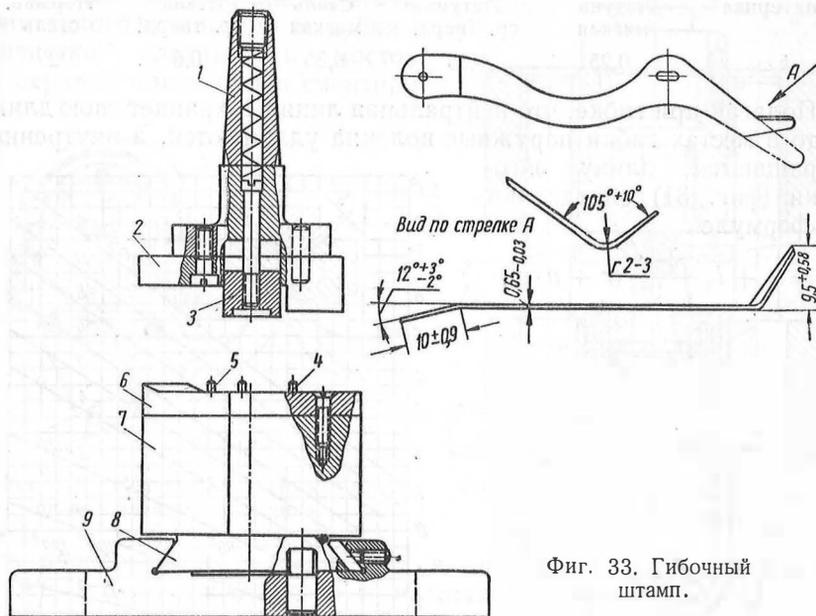
α — уголгиба в градусах;

n — коэффициент, зависит от отношения $\frac{r}{s}$ и имеет следующие значения:

$\frac{r}{s}$	0,1	0,25	0,5	1	2	4	5
n	0,18	0,26	0,33	0,39	0,44	0,47	0,50

После гибки всегда происходит упругая деформация, и деталь, снятая со штампа, имеет уголгиба меньший заданного штампом.

Величина пружинения зависит от многих факторов. В производстве часто приходится подбирать углы пуансона и матрицы гибочного штампа практическим путем. На фиг. 32 дана номограмма зависимости угла пружинения $\Delta\alpha^\circ$ от углагиба и отношения $\frac{r}{s}$. Для гибочных работ важное значение имеет расположение линии изгиба относительно направления волокон в металле. Установлено,



Фиг. 33. Гибочный штамп.

что сила сцепления частиц металла вдоль волокон больше, чем между волокнами. Если линия изгиба направлена перпендикулярно волокнам металла, то происходит растяжение или сжатие волокон без разрыва последних. Если же линия изгиба параллельна направлению волокон, то может произойти разрыв наружных волокон и на внешней стороне появятся трещины. Поэтому линию изгиба следует располагать под углом 90° (но не менее $30-40^\circ$) к направлению проката.

Конструктивно гибочные штампы сравнительно просты. Пуансоны и матрицы имеют форму, соответствующую форме изогнутой детали с учетом угла пружинения. Для простых гибочных операций изготовляются штампы открытого типа. Для сложных операций применяются штампы с прижимами и выталкивающими устройствами.

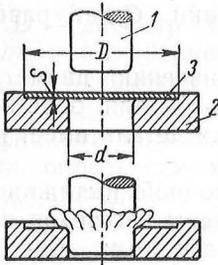
На фиг. 33 приведена конструкция гибочного штампа для защелки будильника. Оба конца защелки выгибаются одновременно. Матрица 6 вместе с направляющими штифтами 4 и 5 закреплена на стойке 7. Последняя вместе с ползуном 8 может перемещаться в основании 9. Пуансон 2 и прижим 3 закреплены в хвостовике 1. Когда ползун

пресса опускается, прижим 3 прижимает деталь к плоскости матрицы. При дальнейшем опускании пуансона 2 правый конец защелки подгибается под угол 105° . Радиус закругления у матрицы равен 2,5 мм или 4с.

ВЫТЯЖКА

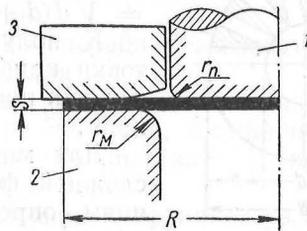
Пустотелые детали вытягивают из плоских заготовок на прессах простого и двойного действия.

Процесс вытяжки состоит в том, что пуансон, опускаясь, увлекает заготовку в отверстие матрицы, при этом материал обтягивает пуансон и получает его форму (фиг. 34).



Фиг. 34. Схема процесса вытяжки:

1 — пуансон; 2 — матрица;
3 — деталь.



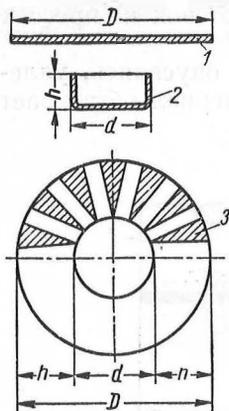
Фиг. 35. Схема вытяжки с прижимом:

1 — пуансон; 2 — матрица;
3 — прижим.

Различают два вида вытяжных работ: вытяжку без изменения первоначальной толщины материала (толщина дна и стенок изделия равна толщине заготовки) и вытяжку с уменьшением толщины материала (толщина стенок изделия меньше толщины заготовки). Вытяжка производится без прижима заготовки к матрице, если разница между диаметром изделия и диаметром заготовки небольшая. Если же разница в диаметрах заготовки и изделия значительная, то вытяжка производится с прижимом заготовки (фиг. 35). Если вытяжка происходит без прижима, то на заготовке могут образоваться складки (фиг. 34). Для выглаживания складок необходимо, чтобы зазор между пуансоном и матрицей был приблизительно равен толщине заготовки. При наличии прижима по мере опускания пуансона материал постепенно вытягивается из-под прижима, и образования складок не происходит. Прижим применяется во всех случаях, когда толщина заготовки не превосходит $1/70$ ее диаметра. Если толщина заготовки больше $1/50$ диаметра, то вытяжку можно производить без прижима. При соотношениях толщины и диаметра заготовки от $1/70$ до $1/50$ можно применять тот и другой способ. При работе с прижимом усилие пресса возрастает.

Глубокие полые изделия вытягиваются в две, три и более операций с промежуточными отжигами для устранения наклепа материала. В часовом производстве вытяжкой получают корпуса будильников, морских и авиационных часов.

Размеры заготовки. При вытяжке объем металла изделия равен объему заготовки. Когда толщина стенок изделия и заготовки одинакова, площадь заготовки F_1 будет равна площади поверхности изделия F_2 . Если высота изделия не превосходит половины своего диаметра, а толщина стенок не более 1 мм, то за F_2 принимают наружную поверхность изделия¹.



Фиг. 36. Развертка полого цилиндра:

1 — заготовка; 2 — изделие; 3 — развертка.

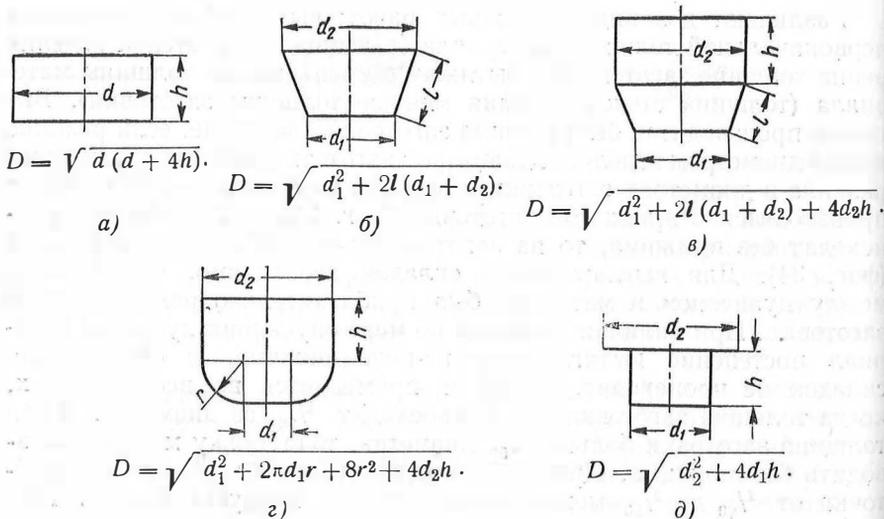
Чтобы вытянуть полый цилиндр высотой h и диаметром d (фиг. 36), следует взять заготовку-диск диаметром D .

Из соотношения $\frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi d^2}{4} + \pi dh$ находим, что диаметр заготовки будет равен $D = \sqrt{d(d + 4h)}$.

К полученному значению диаметра заготовки прибавляют 3—5% для обрезки краев, так как после вытяжки деталь имеет неровные края.

Для многооперационной вытяжки изделий сложной формы размеры заготовок по операциям определяют расчетным или опытным путем.

На фиг. 37 в качестве примеров приведены формулы расчета диаметра заготовок для вытяжки изделий различной формы.



Фиг. 37. Расчет диаметров заготовок для вытяжки.

¹ При вытяжке изделий сложной формы можно пользоваться расчетами, приведенными в книге В. П. Романовского «Справочник по холодной штамповке», Машгиз, 1954.

Число операций при вытяжке. Глубокие изделия нельзя получить вытяжкой из плоской заготовки за одну операцию вследствие большой разницы диаметров изделия и заготовки, так как может произойти разрыв материала. Поэтому глубокие изделия вытягивают за несколько операций, постепенно увеличивая высоту вытяжки.

Отношения диаметра заготовки к диаметру изделия после первой вытяжки, диаметра заготовки после первой к диаметру второй операции и т. д. определяются коэффициентами вытяжки:

$$m_1 = \frac{d_1}{D}; \quad m_2 = \frac{d_2}{a_1}; \quad m_n = \frac{d_n}{d_{n-1}},$$

где D — диаметр заготовки;
 m_1, m_2, m_n — коэффициенты вытяжки;
 d_1, d_2, d_{n-1} — диаметры заготовок на операциях вытяжки;
 d_n — диаметр готового изделия.

Коэффициент вытяжки m зависит от технологических свойств материала, определяемых на приборе Эриксона, состояния его поверхности, толщины материала, способа вытяжки (с прижимом или без прижима), формы изделия и т. п.

В табл. 4 приведены средние значения коэффициентов вытяжки для изделий цилиндрической формы, полученные опытным путем.

Таблица 4

Значения коэффициентов вытяжки

Материал	Первая операция вытяжки m_1	Последующие операции вытяжки m_n
Латунь Л62, томпак	0,50—0,54	0,70—0,75
Мягкая сталь	0,52—0,60	0,72—0,80

Верхние значения коэффициентов рекомендуется брать для металлов толщиной до 1,5 мм, вытягиваемых с высокими скоростями, нижние — для более толстых металлов, вытягиваемых с меньшими скоростями.

При вытяжке металл наклепывается; чтобы снять наклеп, заготовки отжигают, протравливают и промывкой удаляют окалину.

Зазоры между пуансоном и матрицей. Величина зазора между пуансоном и матрицей зависит от толщины заготовки и от вида вытяжки, т. е. вытягивается ли материал с уменьшением толщины стенок изделия или без уменьшения. Когда толщина материала сохраняется, зазор между пуансоном и матрицей (односторонний) назначают несколько больше толщины материала, с тем чтобы снизить трение между материалом и стенками отверстия матрицы. Слишком большой зазор способствует образованию складок, а слишком малый — уменьшению толщины стенок.

Величина зазора для вытяжки без изменения толщины материала определяется по формуле

$$l = A \cdot s,$$

где A — коэффициент;

s — толщина материала.

Для материалов толщиной до 1 мм коэффициент A берут равным 1,25 и для материалов толщиной свыше 1 мм коэффициент A берут равным 1,1.

Радиусы закруглений матрицы и пуансона. Радиусы закругления у матриц и пуансонов имеют большое значение для вытяжки. Если радиус закругления мал, то вытягиваемый материал испытывает большие напряжения и может разорваться. При большом радиусе закругления образуются складки.

Радиус закругления матрицы первой операции вытяжки в среднем принимают равным десятикратной толщине материала для стали и шестикратной толщине материала для латуни. В последующих операциях вытяжки радиус закругления матрицы равен 0,6—0,8 радиуса матрицы первой операции, но не менее $3s$. Радиусы закругления пуансонов равны радиусам матриц.

Радиус закругления пуансона для последней операции должен быть равен радиусу изделия.

Смазка. При вытяжных работах между пуансоном, материалом и матрицей возникает значительное трение. Для уменьшения трения применяют смазку заготовок машинным маслом, вазелином, эмульсией, графитом с маслом и др.

Усилие вытяжки и давление прижима. Усилие вытяжки определяется по формуле

$P_1 = \pi d_1 \cdot s \cdot \sigma_s n_1$ для первой операции;

$P_2 = \pi d_2 \cdot s \cdot \sigma_s n_2$ для второй и последующих операций,

где d_1, d_2 — диаметры вытянутой детали на первой и второй операциях;

n_1, n_2 — поправочные коэффициенты, зависящие от соотношения $\frac{s}{D}$.

В среднем можно брать n_1 и n_2 равным 0,6—0,8.

Усилие прижима заготовки определяется по формуле

$$Q = qF,$$

где Q — усилие прижима в кг;

q — удельное давление прижимного кольца в кг/мм²;

F — площадь прижима в мм².

Если усилие прижима недостаточно, то у заготовки образуются складки. Если же усилие велико, то может разорваться заготовка.

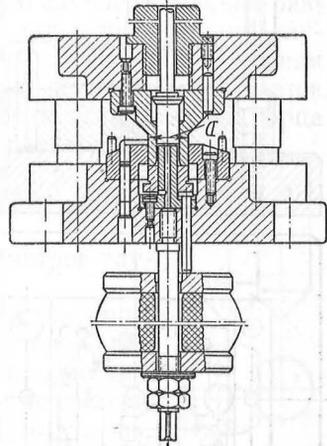
Величину q можно принимать в пределах 0,15—0,20 кг/мм² для латуни и 0,20—0,30 кг/мм² для стали. Суммарное усилие пресса

$$P_n = P + Q.$$

В зависимости от выполняемой операции вытяжные штампы разделяются на штампы первой операции и штампы второй и последующих операций.

Штампы первых операций бывают простые и комбинированные. Простым штампом производят первую вытяжку из предварительно вырубленной заготовки. Комбинированным штампом (фиг. 38) производят вырубку заготовки из ленты и первую вытяжку.

Штамп может работать на прессе простого действия. К верхней плите прикреплен пуансон для вырубki заготовки, отверстие в котором служит матрицей для вытяжки детали. В нижней плите укреплены матрица для вырубki заготовки и вытяжной пуансон. Штамп снабжен резиновым буфером для съема и выталкивания детали.



Фиг. 38. Комбинированный штамп для вырубki заготовки и вытяжки.

ПРАВКА, КЕРНЕНИЕ, ЧЕКАНКА, КЛЕЙМЕНИЕ

Правка. После вырубki детали, как правило, изогнуты. Изогнутые детали правятся поверхностями пуансона и матрицы. Если поверхности пуансона и матрицы гладкие, то правка называется гладкой.

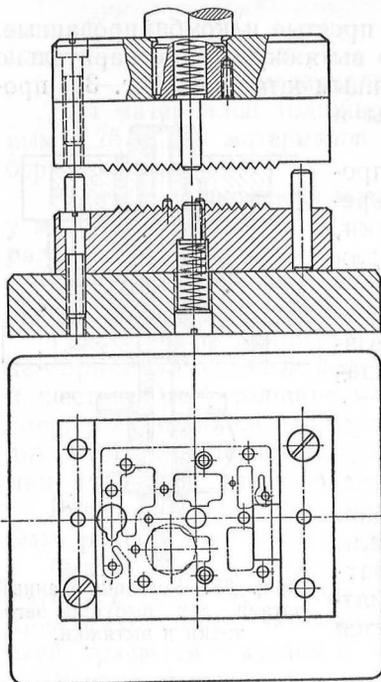
Если на поверхностях пуансона и матрицы профрезеровать угловые канавки в двух взаимно перпендикулярных направлениях, то получаются пирамидки с острыми вершинами; на поверхности детали после правки таким штампом останутся отпечатки в виде точек. Такая правка носит название точечной.

Вершины пирамидок пуансона не должны совпадать с вершинами пирамидок матрицы. Выравнивание деталей точечной правкой получается лучше, чем гладкой. После точечной правки детали не имеют упругой деформации. Если вершины пирамидок у пуансона и матрицы притупить, то на поверхности деталей после правки таким штампом появятся пирамидальные углубления. Такая правка называется вафельной. Вафельную правку применяют для толстых деталей из мягких металлов.

На фиг. 39 показан штамп для точечной правки платины будильника. Вокруг отверстий у этой детали следы правки в виде точек не допускаются. Поэтому вершины пирамидок в этих местах сняты. Платина будильника при правке устанавливается отверстиями на штифты, запрессованные в матрицу.

Кернение. Штамп для кернения состоит из гладкого пуансона и матрицы, в которую запрессованы стальные закаленные керны. Конические вершины кернов выступают над поверхностью матрицы.

Заготовка укладывается в загрузочную рамку, укрепленную на матрице или устанавливается рабочими отверстиями на штифты, запрессованные в матрицу.



Фиг. 39. Штамп для точечной правки платины будильника.

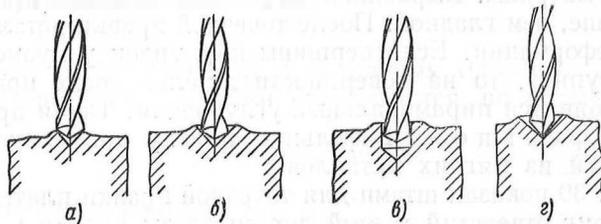
Когда верхняя часть штампа опускается, нижний торец пуансона прижимает заготовку к верхней плоскости матрицы, а керны погружаются в металл и оставляют на поверхности заготовки углубления, по которым в последующие операции сверлят отверстия.

Чтобы уменьшить прилипание металла к керну, последний должен иметь гладкую полированную поверхность. Диаметр углубления должен быть больше диаметра сверла, а угол конуса керна должен быть меньше угла заточки сверла.

На фиг. 40 приведены примеры, иллюстрирующие положение сверла в лунке при различных углах конусов кернов и различной глубине кернения.

На фиг. 40, а показано положение сверла в накерненной лунке с диаметром отпечатка меньшим диаметра сверла. Угол керна равен 80° . Угол заточки сверла $\sim 120^\circ$. Вспучивание металла около лунки будет частично снято сверлением.

На фиг. 40, б показано положение сверла в накерненной лунке с диаметром отпечатка, большим диаметра сверла. Угол керна ра-



Фиг. 40. Положение сверла в углублении при различной глубине кернения.

вен 80° , угол заточки сверла около 120° . Вспучивание металла около лунки после сверления полностью остается. Сверло имеет лучшее направление и большую глубину, чем в случае, показанном на фиг. 40, а.

На фиг. 40, *в* показано сверление по углублениям, имеющим цилиндрический поясok. Сверло в начальный момент имеет направление по цилиндрической, а затем по конусной части. Такое кернение рекомендуется для диаметров от 1 мм и выше и в деталях толщиной от 3 мм и более.

На фиг. 40, *г* показано положение сверла в лунке с углом кернения большим, чем угол заточки сверла. В этом случае сверло направляется острием, а не режущими кромками, как в предыдущих случаях, и, следовательно, точность сверления отверстий по кернам уменьшается. Поскольку после сверления на поверхности остается вспучивание металла, подлежащее затем снятию обтачиванием торца детали или каким-либо другим методом, необходимо сверлить деталь или в начальной стадии обработки или оставлять специальный припуск на обтачивание или шлифование плоскости.

Для сверления отверстий различных диаметров глубина кернения должна быть различной.

Высота выступающей части кернов из матрицы должна быть на 0,3—0,5 мм больше высоты рабочей их части с тем, чтобы между деталью и плоскостью матрицы оставался гарантированный зазор, необходимый для предохранения прессы от «мертвого удара».

При проектировании керновочных штампов диаметры просверливаемых отверстий объединяются в группы с тем, чтобы унифицировать диаметры кернов. Например, для сверления отверстий диаметром 0,50—0,6—0,75—1,10—1,20—1,40—1,80—2,0—2,20 применяют керны трех диаметров — 1; 1,8 и 2,5 мм.

Если расстояние между осями отверстий меньше суммы радиусов кернов, то у каждого керна снимается лыска (фиг. 41).

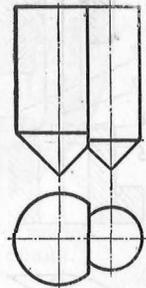
Конструкция керновочных штампов должна предусматривать возможность быстрой разборки и сборки матрицы и замены кернов, разборку приходится делать довольно часто в связи с тем, что на острие керна налипают металл, который затем распространяется по всему конусу керна, и в результате форма углубления искажается.

Многokратная разборка штампа, вынимание кернов из матрицы для замены или исправления и обратная посадка их не должны нарушать точности кернения.

При многократной заточке конусной части общая длина кернов значительно уменьшается и становится недостаточной для образования лунки. В таких случаях керны заменяют новыми или уменьшают толщину матрицы.

Наиболее распространенная конструкция керновочного штампа показана на фиг. 42.

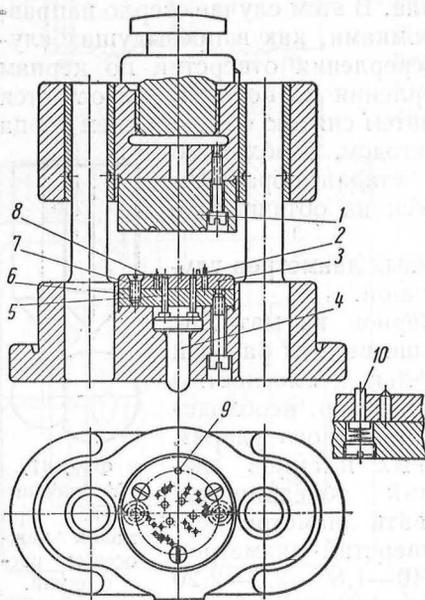
В нижней плите штампа монтируется стальная закаленная матрица 3, в которой закреплены керны 8. Матрица соединена винтом 7 и штифтом 9 с прокладкой 6. В последней монтируются штифт параллельности 10 (на которые накладывается деталь). Через про-



Фиг. 41.
Установка кернов при малом межосевом расстоянии.

кладку 6 проходят выталкиватели 5, действующие от грибка 4. В матрице закреплены базовые штифты 2, фиксирующие положение детали в горизонтальной плоскости.

В верхней плите закреплен гладкий пуансон 1. В нем сделаны углубления для выхода базовых штифтов 2. При опускании пуансона деталь вместе со штифтами параллельности опускается вниз и нажимает на керны. При обратном ходе пуансона штифты параллельности под действием пружин поднимаются вверх и снимают деталь с кернов. С базировочных штифтов деталь снимается педалью, грибком 4 и выталкивателем 5.



Фиг. 42. Керновочный штамп.

Может случиться, что к одной стороне матрицы расположатся пуансоны наиболее высокие, а к другой — наиболее низкие. Чтобы избежать перекоса детали, необходимо поставить штифты параллельности.

В часовых механизмах мосты расположены над платиной, и отверстия под оси, штифты и винты в обеих деталях имеют одни и те же координаты. Поэтому можно запроектировать один штамп для последовательного кернения отверстий

сначала в платине, а затем в нескольких мостах (одновременно). Этим повышается точность расположения лунок у сопрягаемых деталей. Кроме того, сокращается номенклатура штампов, хотя такой комбинированный штамп сложнее, чем отдельные для каждой детали.

Таким штампом можно кернить в мостах лишь сквозные отверстия. Для глухих отверстий должны быть отдельные керновочные штампы на каждый мост.

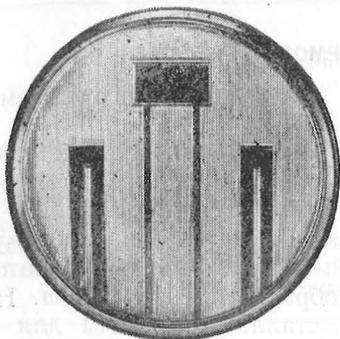
Точность сверления по кернам не ниже 0,03 мм на координату. При сверлении по кондукторам точность равна 0,05 мм на координату.

Процесс кернения штампом весьма производительен. Число кернуемых отверстий ограничивается лишь размерами деталей и кернов. Обычно изготавливаются штампы для кернения от 2 до 25 отверстий.

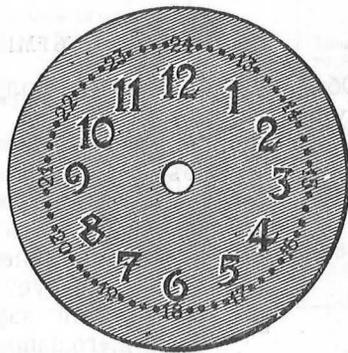
Недостаток сверления по кернам состоит в том, что при сверлении большого количества отверстий разных диаметров на многошпиндельном станке рабочий может просверлить отверстие сверлом другого диаметра, чем требуемый. Чтобы предупредить такие случаи,

на деталь по очереди накладываются пластины-шаблоны для сверления отверстий одного диаметра. Отверстия в шаблонах на 0,05—0,10 мм больше соответствующего диаметра сверла.

Чеканка. В часовом производстве чеканка применяется для получения рельефа на задней крышке часов (фиг. 43), для получения



Фиг. 43. Задняя крышка корпуса карманных часов с чеканным рисунком.

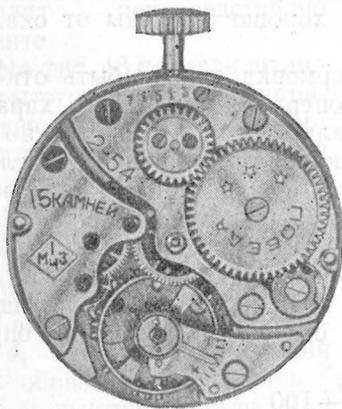


Фиг. 44. Циферблат с чеканными (выпуклыми) цифрами.

выпуклых цифр и знаков на циферблате (фиг. 44) и для других аналогичных операций.

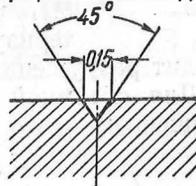
При чеканке рельефа толщина детали почти не изменяется, а вес детали остается неизменным. Выпуклые рельефы придают деталям красивый вид. Чеканкой получают рельефы на монетах, орденах и медалях.

Рельефная чеканка разделяется на одностороннюю (циферблаты,



Фиг. 45. Механизм наручных часов с клейменными знаками, цифрами, надписями.

Профиль шпала и цифры 3



Фиг. 46. Глубина клеймения цифр и знаков.

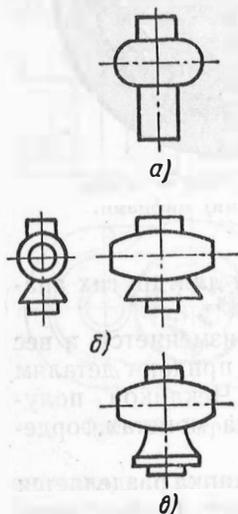
крышки корпусов) и двустороннюю (монеты, медали). Чеканкой можно получить детали высокой степени точности.

Клеймение знаков и цифр на мостах и барабанных колесах часового механизма штампом широко распространено в производстве часов. При клеймении детали происходит местная пластическая деформация. На фиг. 45 показаны клейменные надписи, цифры и знаки на механизме наручных часов «Победа». Примерная глубина клеймения показана на фиг. 46.

ОБЪЕМНАЯ ФОРМОВКА

Объемной формовкой получают детали сложного объемного контура.

При объемной формовке материал обжимается со всех сторон. Заготовки для объемной формовки готовятся в виде цилиндров, дисков или другой формы, близкой к форме детали. Объем заготовки равен объему детали с небольшим избытком металла, который расходуется на образование заусенцев. Некоторый избыток металла необходим для лучшего заполнения формы в штампе. На фиг. 47, *а* показана заготовка шейки корпусного кольца карманных часов, полученная высадкой из прутка на холодно-высадочном прессе, а на фиг. 47, *б* и *в* — шейка корпуса после первой и второй обжимок на гидравлическом прессе.



Фиг. 47. Шейка корпуса карманных часов:
а — заготовка; *б* — после первой обжимки; *в* — после второй обжимки.

После высадки и первой обжимки заготовка отжигается. На объемную формовку заготовки должны поступать в отожженном состоянии и должны быть хорошо очищены от окалины и загрязнений.

Объемная формовка может быть отнесена к чеканочным операциям, так как характер поверхности детали объемной формовки во многом сходен с чеканочным рисунком, удельные давления в обоих случаях почти одинаковы.

Металл для объемной формовки должен быть пластичным. Пластичность металла характеризуется степенью деформации, при которой не происходит разрушения металла — появления в нем трещин и разрывов. Для объемной формовки степень деформации определяется отношением

$$E = \frac{H - H_k}{H} 100$$

или

$$E = \frac{F - F_k}{F} 100,$$

где E — степень деформации в %;

H и H_k — начальная и конечная высота заготовки и детали;

F и F_k — начальная и конечная площадь сечения заготовки и детали.

Для чеканочных работ требуются значительные удельные давления (табл. 5).

Таблица 5

Удельные давления для различных видов чеканки

Операции	Пластичность E	Удельное давление в $кг/мм^2$		Класс чистоты поверхности	Точность размеров в $мм$
		Латунь	Сталь		
Чеканка выпукло-вогнутого рисунка . . .	Высокая	180—250	250—300	8—9	0,02—0,03
Клеймение цифр и знаков	Средняя	100—130	150—280	—	—
Объемная формовка	120—160	180—250	—	8—9	0,03—0,05
	Высокая	180—250	250—300	—	—

Требуемое усилие P определяется по формуле:

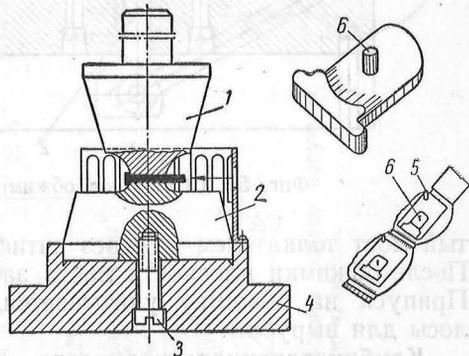
$$P = q \cdot F,$$

где q — удельное давление в $кг/мм^2$ и F — площадь детали (в плане) в $мм^2$.

Чеканочные операции выполняются на прессах большой мощности: шарнирных, фрикционных и гидравлических. Иногда объемную формовку детали производят непосредственно в ленте.

На фиг. 48 показан штамп открытого типа, без направляющих колонок для формовки накладки заводной пружины. Штифт и уступ формируются в полосе за одну операцию, а контур вырубается за вторую.

В матрице 2, закрепленной винтом 3 в нижней плите 4, сделаны углубления для образования штифтов 5 и 6 и выступа детали. Для большей стойкости края матрицы закруглены. Пуансон 1 крепится в ползуне пресса.

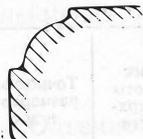


Фиг. 48. Штамп для формовки накладки заводной пружины.

Штампуемая полоса металла устанавливается на матрицу. Пуансон с гладкой торцевой поверхностью давит на металл и заставляет течь его по сторонам и в углубления матрицы. В полосе получается рельефный отпечаток детали. После одного рабочего хода

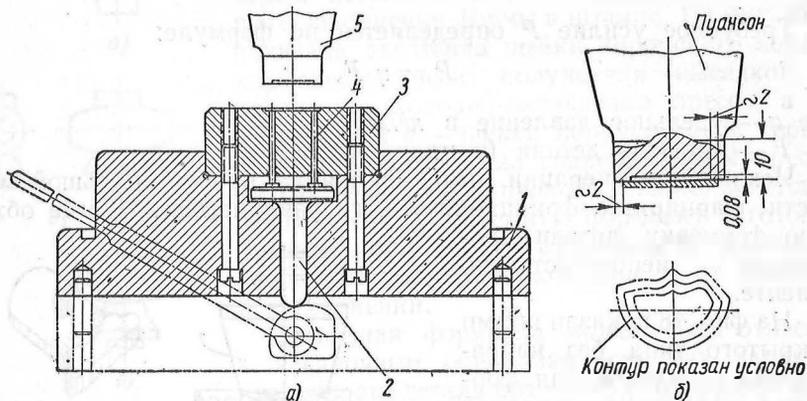
ленту вручную переставляют на следующую деталь. Отформованная полоса подается на вырубной штамп.

К объемной формовке относится и обжимка фасок у деталей часов. Некоторые детали часов, равно как и детали точных приборов, имеют по контуру декоративные фаски (фиг. 49). Фрезерование таких фасок очень непроизводительно даже на специальных станках. Поэтому в последнее время такие фаски обжимают штампами.



Фиг. 49. Декоративная фаска.

На фиг. 50 показан штамп для обжимки фасок мостов наручных часов. Матрица 3 закреплена в нижней плите 1 и имеет углубление по форме моста и по глубине, равной 0,75 толщины моста. В углублении матрицы по контуру моста снята фаска с обратным радиусом и тщательно заполнена. Пуансон 5 закреплен в ползуне пресса и по размеру полне контура моста. При опускании ползуна пуансон давит на деталь и форма углубления заполняется металлом. Избыток металла, образовавшийся от фасок, перемещается в выточку пуансона. Обжа-

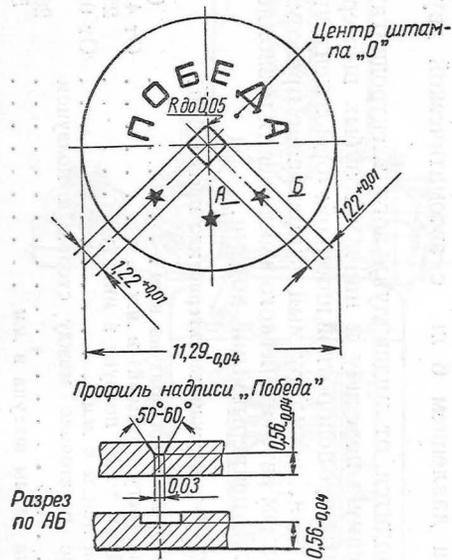


Фиг. 50. Штамп для обжимки фасок в мостах.

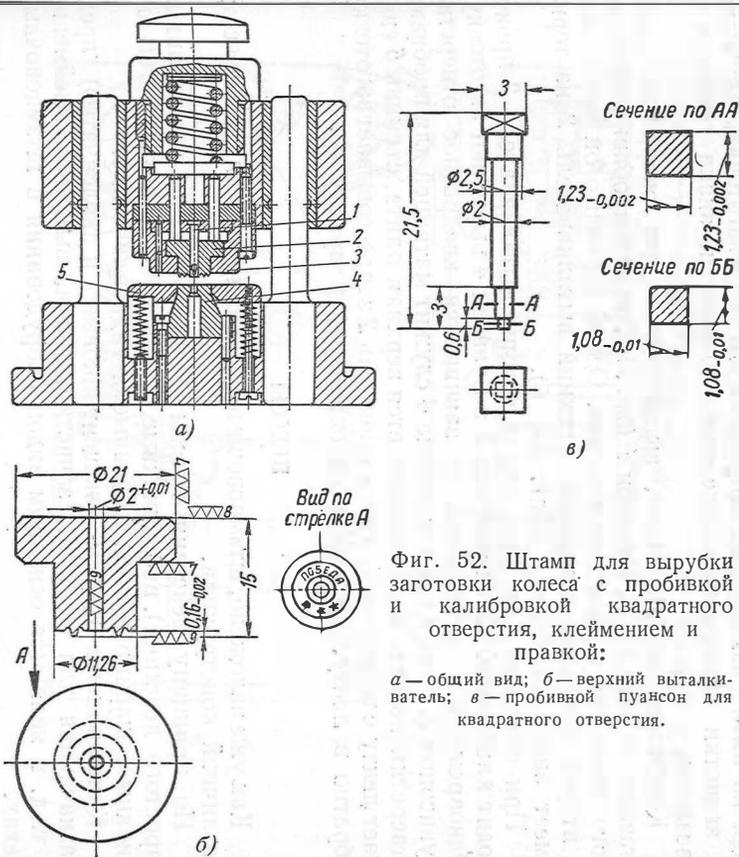
тый мост толкателем 2 через штифты 4 извлекается из матрицы. После обжимки плоскости моста зачищаются со стороны пуансона. Припуск на обжимку учитывается, когда назначают толщину полосы для вырубки.

Комбинированная штамповка. В массовом производстве значительную экономическую эффективность имеет комбинированная штамповка. Хотя штампы для комбинированной штамповки сложнее и эксплуатация их требует квалифицированного обслуживания, тем не менее экономически они себя оправдывают.

Поэтому за последнее время в часовом производстве разнородные операции, прежде выполнявшиеся отдельно, совмещаются в одной операции. К ним относятся, например, вырубка и зачистка платин мостов, корпусных колец, заводных барабанов и т. д.



Фиг. 51. Барабанное колесо наручных часов «Победа».



Фиг. 52. Штампы для вырубкой заготовки колеса с пробивкой и калировкой квадратного отверстия, клейменем и правкой:

а — общий вид; б — верхний выталкиватель; в — пробивной пуансон для квадратного отверстия.

К числу таких операций относится также комбинированная штамповка заготовок барабанных колес часов «Победа» (фиг. 51), состоящая из пяти разнородных операций: вырубки заготовки, пробивки и зачистки квадратного отверстия, клеймения знака «Победа» и звездочки и правки.

Комбинированный штамп, выполняющий эти операции, представлен на фиг. 52, *а*. Пуансон 1 (фиг. 52, *в*) для пробивки квадратного отверстия сделан ступенчатым. Одной ступенью он пробивает, а второй зачищает отверстие. Верхний выталкиватель 2 на торце имеет знаки клеймения (фиг. 52, *б*).

При опускании верхней плиты штампа выталкиватель 2 производит клеймение, затем матрица 3 и пуансон 4 вырубает заготовку. Одновременно пробивается и зачищается квадратное отверстие пуансоном 1. Отверстие в пуансоне 4 служит матрицей для пробивки отверстия колеса. Когда поднимается верхняя плита, съёмник 5 снимает ленту с пуансона 4, а выталкиватель 2 запрессовывает заготовку обратно в ленту, производя одновременно и правку ее.

ПРЕССЫ

Как уже изложено, штамповочные операции выполняют на прессах различной конструкции.

По принципу действия прессы разделяются на кривошипные (простого действия), вибрационные, двойного действия, многопозиционные, шарнирные, фрикционные и гидравлические.

Кривошипные прессы (эксцентрикковые и коленчатые) предназначаются для вырубки, зачистки, гибки, вытяжки, клеймения и т. д. и являются основным видом оборудования в штамповочных цехах.

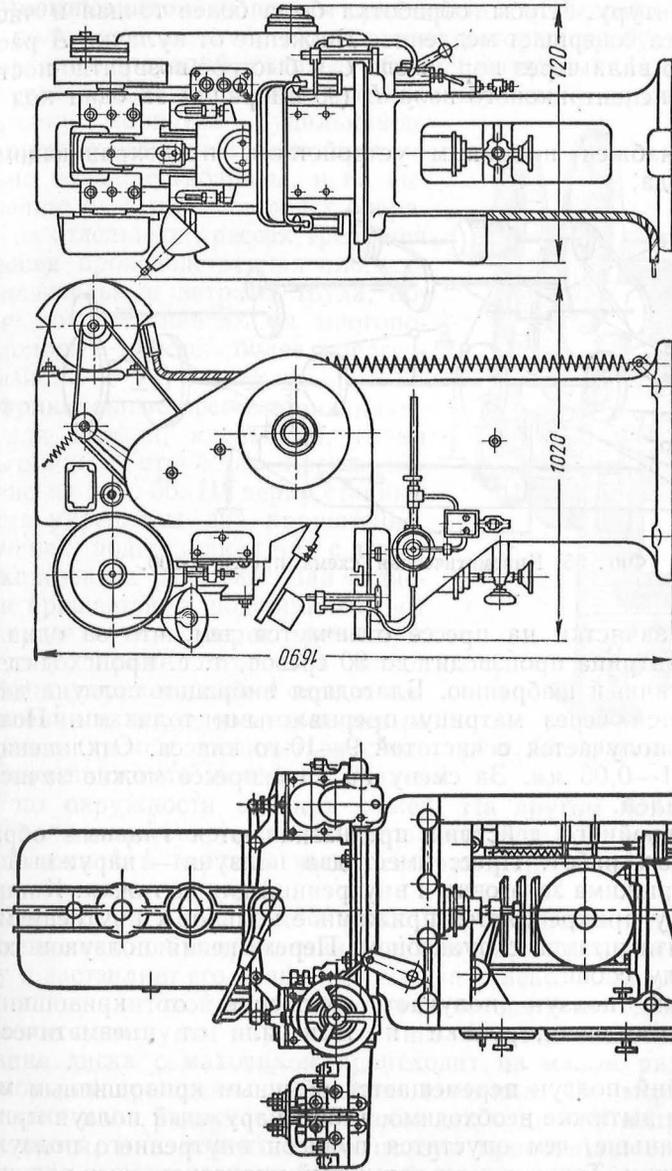
На фиг. 53 показан быстроходный кривошипный пресс С-202 закрытого типа давлением 6 *т* с автоматической двухвалковой подачей.

Пресс приводится от индивидуального электродвигателя через клиновую ременную передачу и пару косозубых шестерен. Муфта включения жесткая, с поворотной шпонкой; тормоз ленточный, периодического действия, регулируемый. Управление прессом — ножное и ручное. Механизм автоматического выключения позволяет работать одиночными или непрерывными ходами.

Техническая характеристика прессы С-202

Давление в конце хода ползуна в <i>т</i>	6
Ход ползуна (регулируемый) в <i>мм</i>	От 4 до 40
Число двойных ходов ползуна в минуту	250
Шаг подачи ленты в <i>мм</i>	От 0 до 50
Наибольшее расстояние между столом и ползуном в <i>мм</i>	260
Регулировка длины шатуна в <i>мм</i>	50

Для выполнения зачистных операций с чистотой поверхности 9—10-го класса применяют вибрационные прессы типа Д-200. На



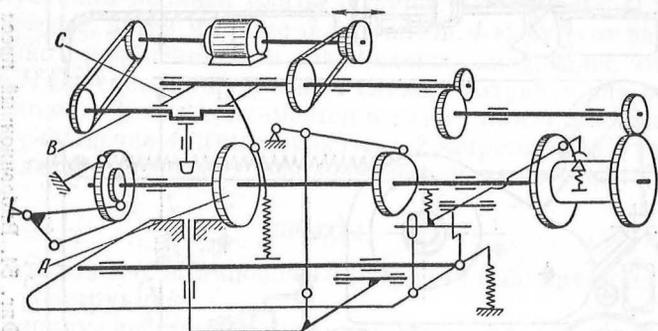
Фиг. 54. Вибрационный пресс Д-200.

Фиг. 53. Пресс С-202.

фиг. 54 показан общий вид пресса Д-200 давлением 6 т, а на фиг. 55 — его кинематическая схема.

На прессе можно зачищать мелкие детали по наружному и внутреннему контуру. Чтобы обработка была более точная и чистая, ползун пресса совершает медленное движение от кулачка *A* распределительного вала через коромысло *C* и быстрое возвратно-поступательное от эксцентрикового вала *B* (90 вибраций за один ход ползуна).

Пресс снабжен надежным устройством, предохраняющим от двойного хода.



Фиг. 55. Кинематическая схема пресса Д-200.

Процесс зачистки на прессе отличается тем, что за один ход коромысла матрица производит до 90 срезов, т. е. происходит процесс, аналогичный шабрению. Благодаря вибрации ползуна деталь проталкивается через матрицу прерывистыми толчками. Поверхность среза получается с чистотой 9—10-го класса. Отклонения по контуру 0,01—0,05 мм. За смену на этом прессе можно зачистить до 5000 деталей.

Прессы двойного действия предназначаются главным образом для вытяжных работ. Пресс имеет два ползуна — наружный для вырубки и прижима заготовки и внутренний для вытяжки. К наружному ползуну прикрепляется прижимное кольцо, к внутреннему — верхняя плита штампа с пуансоном. Перемещения ползуну согласованы между собой.

Наружный ползун получает движение от кривошипного вала через кулачки, ролики и тяги или от пневматического устройства.

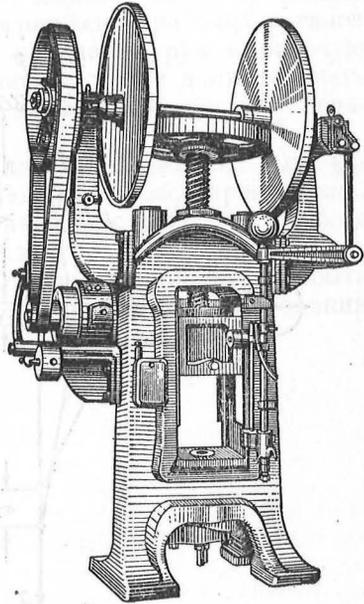
Внутренний ползун перемещается обычным кривошипным механизмом. При вытяжке необходимо, чтобы наружный ползун прижал заготовку раньше, чем опустится пуансон внутреннего ползуна и начнет вытяжку. Точно так же наружный пуансон должен подняться не раньше, чем вытяжной пуансон закончит вытяжку и выйдет из детали. Во время процесса вытяжки наружный ползун остается неподвижным.

На прессах двойного действия можно вырубать и вытягивать. Вырубной пуансон крепится на наружном ползуне и служит одновременно прижимом.

Многопозиционные прессы применяются в массовом производстве для получения деталей, изготовление которых требует нескольких однородных операций, главным образом вытяжных. На этих прессах непосредственно из ленты можно получать, например, готовую заготовку корпусов будильников. Корпусы будильников имеют сравнительно большие габариты, и на выполнение 5—6 штамповочных операций на отдельных прессах требуется большая производственная площадь и значительные затраты труда, поэтому изготовление их на многопозиционном прессе более целесообразно.

Фрикционные прессы применяются для правки, клеймения, гибки и вытяжки. Устройство пресса показано на фиг. 56. На верху станины пресса укреплены два кронштейна, несущие в подшипниках вал с двумя фрикционными дисками. Вал с дисками вращается в подшипниках от электродвигателя через ременную передачу. Кроме того, вал может свободно перемещаться в осевом направлении и последовательно левым и правым диском соединяться с маховиком винтового шпинделя. Маховик по окружности обтянут кожей. На другом конце винтового шпинделя закреплен ползун. Винтовой шпиндель вращается в гайке, закрепленной в верхней части станины. На столе пресса закрепляется штамп.

При включении пресса в работу вал с дисками приводится во вращение в одном направлении. Один из дисков прижимается к маховику и заставляет его вращаться справа налево. Маховик, вращаясь, заставляет винтовой шпиндель ввинчиваться в неподвижную гайку и вместе с ползуном опускаться вниз. В начальный момент соприкосновение диска с маховиком происходит на малом радиусе диска, и скорость вращения последнего невелика. По мере опускания маховика вниз радиус соприкосновения его с диском непрерывно увеличивается, и в момент удара ползун приобретает максимальную скорость, а маховик накапливает большой запас энергии, которую он через винтовой шпиндель и ползун передает изделию в виде удара. В нижнем положении ползун освобождает пружину, которая через систему рычагов отводит второй диск. Происходит вращение махо-

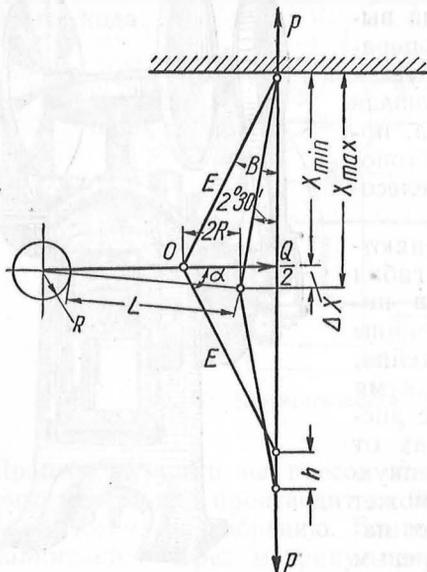


Фиг. 56. Фрикционный пресс.

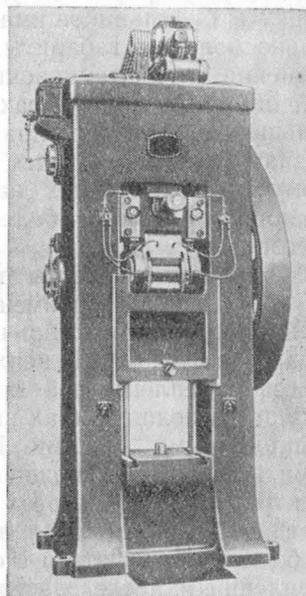
вика в обратную сторону и подъем вверх винтового шпинделя и ползуна.

Недостатком фрикционных прессов является малая производительность и невысокая точность штамповки. Кроме того, пресс имеет большие габариты по высоте.

Шарнирные прессы применяются для чеканочных работ. Основное отличие этих прессов от обычного кривошипного состоит в том,



Фиг. 57. Схема кривошипного и рычажного механизмов шарнирного пресса.



Фиг. 58. Шарнирный пресс ДИА Германской Демократической Республики.

что ползун пресса соединен с кривошипом посредством дополнительного шарнирно-рычажного механизма (фиг. 57), что и позволяет получать значительные усилия.

Усилие Q , развиваемое кривошипным механизмом и приложенное в точке O шарнирно-рычажного механизма, через рычаги E создает усилия P , направленные вертикально в противоположные стороны.

Можно считать, что усилие на ползуне $P = \frac{Q}{2} \operatorname{tg} \alpha$.

По конструктивным соображениям угол α в конце хода ползуна не превышает $87^{\circ}30'$. При этом положении усилие $P_{\max} = \frac{Q}{2} \operatorname{tg} 87^{\circ}30' \approx 11,5Q$, т. е. почти в 12 раз больше усилия на кривошипе. Выигрыш в силе происходит за счет проигрыша в пути. Шарнирные прессы имеют сравнительно малую величину хода ползуна и малое число ходов в минуту (30—50).

На фиг. 58 дан общий вид шарнирно-рычажного пресса фирмы ДИА ГДР.

Гидравлические прессы имеют то же назначение, что и шарнирные. На гидравлических прессах в часовом производстве выполняется чеканка рельефных цифр и знаков на циферблатах и другие аналогичные операции.

Работа на прессах требует строжайшего соблюдения правил техники безопасности. Конструкция пресса должна предусматривать двухручное включение, механическое ограждение рабочих органов пресса, устройства, предотвращающие попадание рук в рабочую зону во время хода ползуна и т. д. Штампы также должны иметь ограждения. В чертежах на штамп указывается, с каким ограждением должен работать штамп.

О малейшей неисправности пресса или штампа должно быть немедленно сообщено по инстанции и работа на прессе прекращена. Только при соблюдении всех правил техники безопасности по работе на прессах можно избежать травматизма.

С этими правилами техники безопасности рабочий должен быть ознакомлен до работы на прессах и периодически возобновлять знания этих правил.

ГЛАВА IV

ТОКАРНО-АВТОМАТНЫЕ РАБОТЫ

В часовом производстве 60—65% деталей обрабатываются на токарных автоматах. Наиболее типичные заготовки деталей часов, обрабатываемые на автоматах, показаны на фиг. 1.

Большинство этих заготовок должно иметь точные размеры, правильную геометрическую форму и высокое качество поверхности.

На детали часов: ось баланса, ось анкера, анкерный и секундный трибы наручных часов, допуск на диаметр цапф не превышает 0,005 мм, а чистота поверхности должна соответствовать 12-му классу (для оси баланса — 13-му классу ГОСТ 2789-51).

Чтобы получить у готовых деталей такую точность и чистоту поверхности, необходимо на заготовительных, автоматных операциях получить заготовку с чистотой поверхности 8—9-го класса, а отдельных поверхностей до 10-го класса с допуском 0,003—0,005 мм.

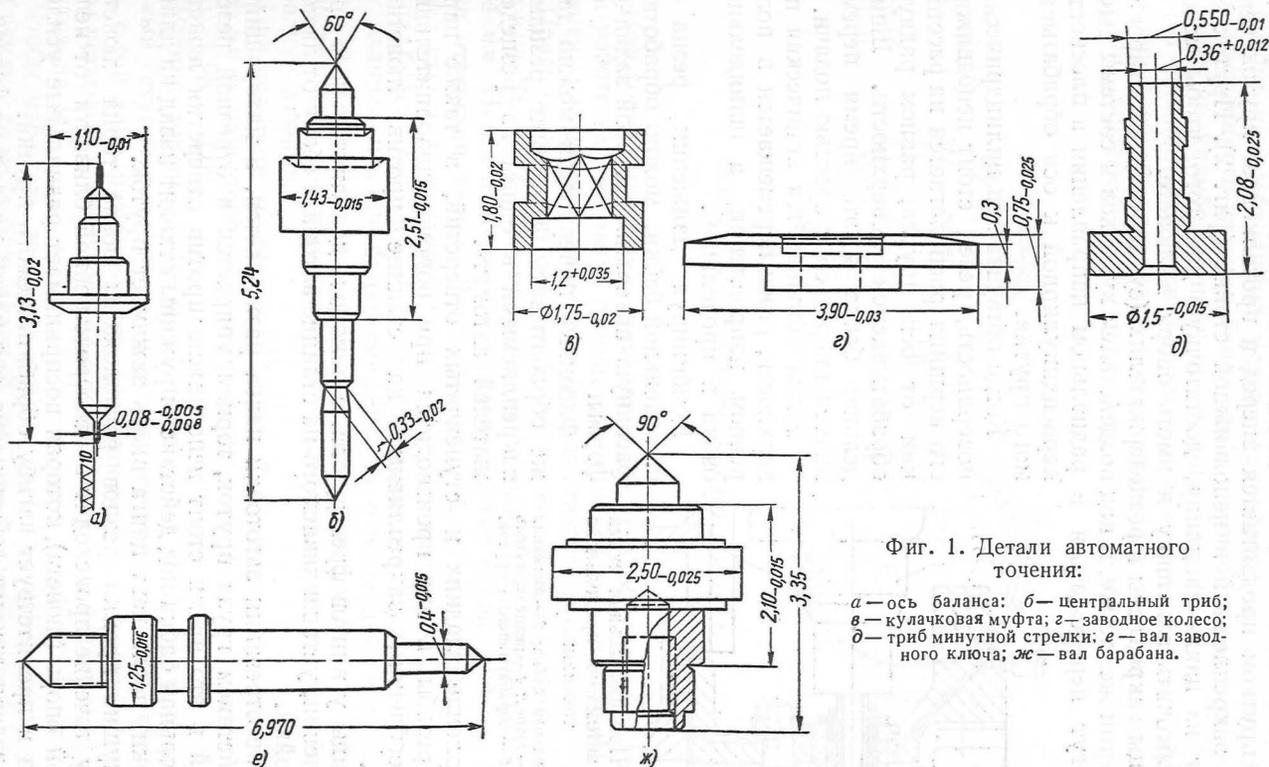
Последующее полирование повышает чистоту поверхностей до 12-го класса, но несколько снижает точность размеров. Поэтому получение с автоматов заготовок деталей с требуемой чистотой поверхности является столь же обязательным, как и требование — выдержать заданный допуск. Если чистота поверхности после обработки на автоматах будет снижена до 6—7-го класса, то необходимо вводить операцию шлифования.

В часовом производстве применяются токарные одношпиндельные автоматы двух основных типов: продольно-фасонного точения и револьверные¹.

Автоматы первого типа широко применяются в производстве наручных и карманных часов и будильников. Автоматы второго типа имеют ограниченное применение в производстве будильников, настольных и настенных часов. Обработка заготовок на автоматах производится из прутка.

На автоматах продольно-фасонного точения можно обтачивать цилиндрические, конические и фасонные поверхности, растачивать углубления, сверлить и развешивать отверстия, нарезать наружную и внутреннюю резьбу, делать накатку на наружных поверхностях и фрезеровать шлицы у винтов.

¹ Описание конструкций и кинематических схем токарно-револьверных автоматов и расчет наладок на них, см. книгу Б. А. Богуславского «Токарные автоматы и полуавтоматы», изд. Машгиз, 1948.



Фиг. 1. Детали автоматного точения:

a — ось баланса; *б* — центральный триб; *в* — кулачковая муфта; *г* — заводное колесо; *д* — триб минутной стрелки; *е* — вал заводного ключа; *ж* — вал барабана.

Принципиальная схема работы автоматов продольно-фасонного точения состоит в том, что шпиндельная бабка вместе с вращающимся прутком продвигается вперед и проталкивает пруток через люнет, закрепленный в неподвижной стойке (фиг. 2). Пруток выступает из цанги на длину, достаточную для того, чтобы можно было обточить заготовку и иметь опору в люнете.

Резцы закреплены в резцедержателях (суппортах), смонтированных на той же стойке, и под воздействием кулачков и системы рычагов могут перемещаться в радиальном направлении в плоскости, перпендикулярной к оси обрабатываемого прутка.

Когда обтачивается цилиндрическая поверхность, резец стоит неподвижно, его вершина располагается на расстоянии от оси прутка, равном радиусу обрабатываемой поверхности. Шпиндельная бабка в это время перемещается вперед со скоростью подачи.

Когда обтачивается коническая поверхность, резец перемещается в поперечном направлении, а шпиндельная бабка в продольном.

Комбинируя движения резца и шпиндельной бабки, можно обработать фасонную поверхность любой заданной формы.

Фасонные поверхности можно также обрабатывать фасонными резцами, закрепляемыми в одном из резцедержателей автомата.

Фиг. 2. Принципиальная схема работы автоматов продольного точения:

1— шпиндельная бабка; 2— люнетная стойка; 3— люнет; 4— резцедержатель с резцом; 5— обрабатываемый пруток.

Сверление гладких и ступенчатых отверстий, а также нарезание резьбы в них производится при помощи дополнительных приспособлений, закрепляемых на станине против люнетной стойки.

Шлицы у винтов фрезеруются с помощью дополнительного приспособления, устанавливаемого на станине автомата сбоку от люнетной стойки.

После отрезания заготовки цанга разжимается, а находящийся под действием груза пруток, торцом упирается в отрезной резец, который в это время стоит неподвижно против отверстия люнета. Шпиндельная бабка под действием пружины отходит назад на длину заготовки, после чего цанга вновь зажимает пруток.

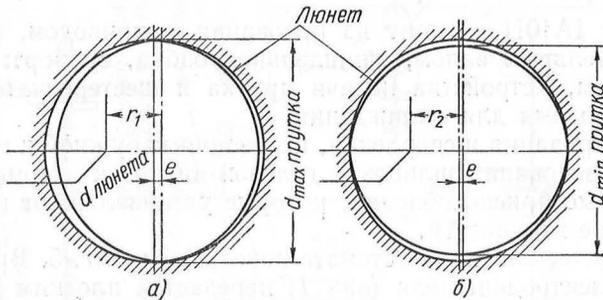
Режущие кромки резцов расположены возле торца люнета, поэтому точение происходит в непосредственной близости от неподвижной опоры (люнета), которая воспринимает радиальные усилия резания и препятствует изгибу обрабатываемого прутка.

Благодаря такому действию на автоматах продольно-фасонного точения можно обрабатывать с большой точностью малоустойчивые

детали, т. е. детали с большим отношением длины к диаметру и ступенчатые детали с любым расположением ступеней.

Одним из необходимых условий обработки на автоматах продольно-фасонного точения заготовок с высокой точностью является применение калиброванного пруткового материала.

По специальным техническим условиям на поставку прутков, предназначенных для обработки на автоматах продольно-фасонного точения, установлены жесткие требования (см. главу вторую).



Фиг. 3. Схема положения прутка в люнете.

Необходимость применения таких прутков обусловлена тем, что при работе на автоматах с люнетом огранность и овальность копируются на обрабатываемых поверхностях заготовок.

Предположим, что сечение прутка имеет форму эллипса (фиг. 3) и разность двух взаимно перпендикулярных диаметров равна 0,04 мм. Пусть наибольший диаметр прутка равен 1,98 мм, а диаметр отверстия люнета 2 мм. Предположим, что отверстие люнета имеет строго цилиндрическую форму. Тогда по фиг. 3, а пруток от резца будет отжиматься к противоположной стороне и большая ось эллипса прутка будет смещена по отношению вертикального диаметра люнета на величину e , равную в данном случае $\sim 0,03$ мм; односторонний зазор между прутком и люнетом будет равен $\sim 0,06$ мм, а радиус точения r_1 .

При повороте прутка на 90° (фиг. 3, б) величина e будет равна 0,01 мм и односторонний зазор между прутком и люнетом равен $2,00 - 1,98 = 0,02$.

Радиус точения r_1 будет больше r_2 на 0,02 мм, т. е. обрабатываемый уступ будет иметь примерно ту же эллиптичность, что и пруток, с той лишь разницей, что большая полуось эллипса обрабатываемого уступа будет смещена по отношению большой полуоси эллипса прутка на 90° .

Чтобы избежать заедания прутка, рабочая поверхность люнетной втулки должна быть гладкой, без продольных рисок, царапин и других дефектов.

УСТРОЙСТВО АВТОМАТА ПРОДОЛЬНО-ФАСОННОГО ТОЧЕНИЯ МОДЕЛИ 1А10П

Отечественная промышленность выпускает автоматы продольно-фасонного точения следующих моделей: 1104П для обработки прутков диаметром до 4 мм, 1А10П — до 7 мм и 1А12П — до 12 мм.

Автоматы этих моделей различны не только по габаритам, но и по конструкции.

В часовом производстве широко применяются автоматы 1А10П (фиг. 4).

Автомат 1А10П состоит из основания с приводом, станины с распределительным валом, шпиндельной бабки, суппортной стойки с балансиром, устройства подачи прутка и шестеренчатого насоса с трубопроводами для охлаждения.

Для центрования и сверления, нарезания наружной и внутренней резьбы, фрезерования шлицев у головок винтов к автомату прилагаются особые приспособления, которые устанавливаются на его станину по мере надобности.

Кинематическая схема автомата показана на фиг. 5. Вращение со шкива *A* электродвигателя (вал *I*) передается плоским ремнем на шкив *B* главного приводного вала *II*. На приводном валу установлены шкив *I*, диаметром 120 мм, передающий плоским ремнем вращение на шкив шпинделя передней бабки *III*; четырехступенчатый шкив (*B*, *Г*, *Д*, *Е*), передающий клиновым ремнем вращение на дополнительный приводной вал *IV* и сменные шкивы *З*, которые плоским ремнем передают вращение на шпиндели дополнительных приспособлений.

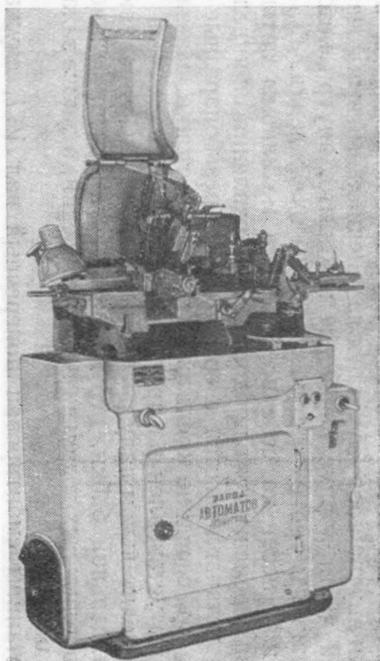
Сменные шкивы *A* и *Б* позволяют иметь 17 скоростей вращения шпинделя изделия (табл. 1).

Скорость вращения шпинделя изделия

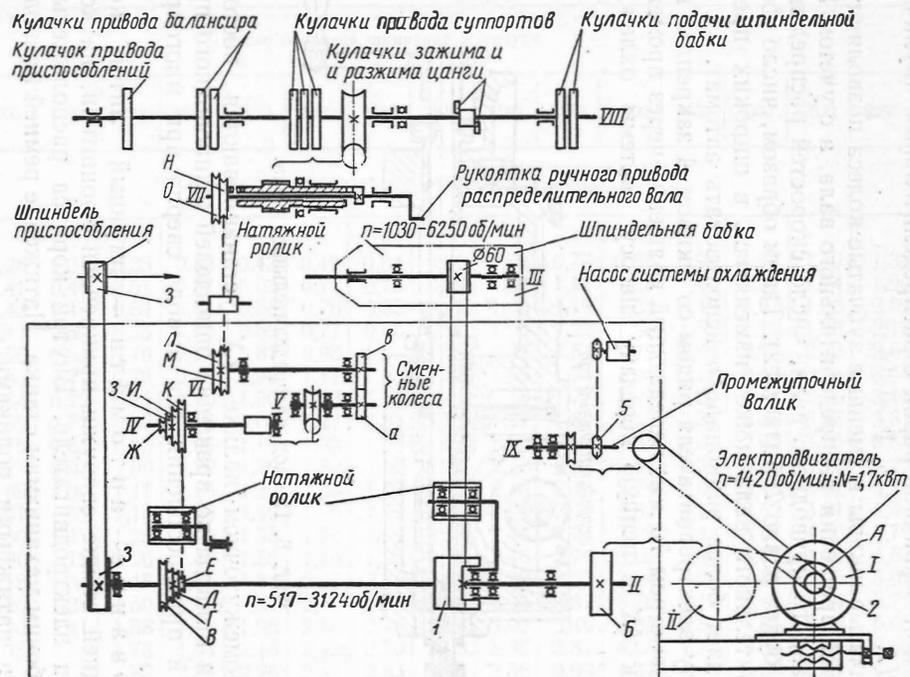
Таблица 1

Число оборотов шпинделя	Сменные шкивы		Число оборотов шпинделя	Сменные шкивы		Число оборотов шпинделя	Сменные шкивы	
	А	Б		А	Б		А	Б
6250	176	80	3180	176	157	1620	64	112
5550	176	90	2840	64	64	1450	64	125
5000	176	100	2520	64	72	1300	64	140
4460	176	112	2270	64	80	1160	64	157
4000	176	125	2020	64	90	1030	64	176
3570	176	140	1820	64	100			

От дополнительного приводного вала *IV* приводится во вращение червячный редуктор (вал *V*), от которого через сменные зубчатые колеса *a* и *в* и двухступенчатый шкив, закрепленный на валу *VI*, вращение передается на поперечный вал *VII*, соединенный, в



Фиг. 4. Токарный автомат продольно-фасонного точения модели 1А10П.

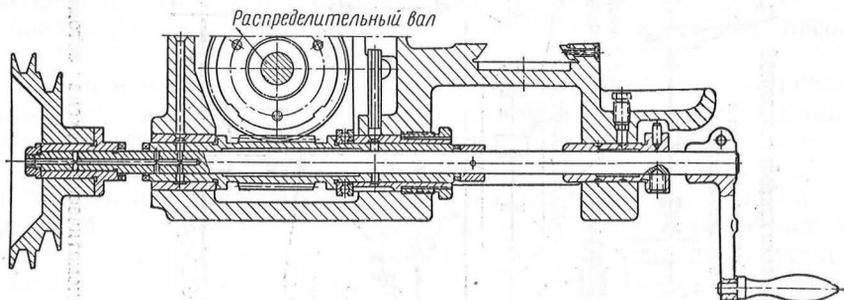


Фиг. 5. Кинематическая схема автомата 1А10П.

свою очередь, червячной парой с распределительным (кулачковым) валом VIII.

Ступенчатые шкивы и сменные зубчатые колеса позволяют иметь 45 скоростей вращения распределительного вала, а с учетом 17 скоростей главного приводного вала, число скоростей распределительного вала будет равно 765 (табл. 2). Таким образом, число оборотов распределительного вала может изменяться в широких пределах; что позволяет более рационально использовать автомат.

На валу электродвигателя рядом со шкивом А закреплен второй шкив 2 диаметром 70 мм, передающий вращение через промежуточный валик IX и цепную передачу насосу системы охлаждения.



Фиг. 6. Привод распределительного вала.

На промежуточном валике IX устанавливаются постоянные шкивы для привода во вращение шпинделей шлицовочного приспособления и приспособления для вывода сверла при многократном сверлении.

Основание автомата — чугунный литой корпус. К его задней стенке снаружи прикреплен кронштейн, на котором установлен электродвигатель. Внутри корпуса расположены приводы к рабочим механизмам станка. Натяжение ремней приводов регулируется натяжными роликами.

Для останова автомата в момент обрыва ремня привода шпиндельной бабки внутри корпуса установлен специальный выключатель.

В верхней части корпус переходит в корыто, внутри которого крепится станина и проходят трубы системы охлаждения.

Станина несет на себе все рабочие механизмы автомата. На ней справа перемещается в продольном направлении шпиндельная бабка, слева устанавливаются сверлильные и резьбонарезные приспособления, а в середине крепится суппортная стойка. На задней стенке станины установлен распределительный вал.

На распределительном валу расположены кулачки, управляющие подачей шпиндельной бабки, вертикальных суппортов, балансира, шпинделей сверлильных и других приспособлений, а также зажимом и разжимом цанги.

Внутри станины смонтирован поперечный вал VII, служащий приводом для распределительного вала (фиг. 6). На одном конце

Таблица 2

Числа оборотов распределительного вала автомата 1АЮП

№ ступени	Обозначение сменных зубчатых колес и шкивов		Число оборотов шпинделя в минуту																	
			1030	1160	1300	1450	1620	1820	2020	2270	2520	2840	3180	3570	4000	4460	5000	5550	6250	
	Шкивы	Зубчатые колеса	Число оборотов распределительного вала в минуту																	
а			в																	
1	ЕКЛО	25	100	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,43	0,49	0,54	0,61	0,68	0,77	0,86	0,96	1,07	1,19	1,34
2	ДИЛО	25	100	0,32	0,36	0,41	0,46	0,51	0,57	0,63	0,71	0,79	0,89	1,00	1,12	1,25	1,40	1,57	1,74	1,96
3	ЕКЛО	35	90	0,35	0,39	0,43	0,49	0,54	0,61	0,68	0,76	0,85	0,95	1,06	1,19	1,34	1,49	1,67	1,86	2,09
4	ЕКМН	25	100	0,35	0,39	0,44	0,50	0,55	0,62	0,69	0,77	0,86	0,97	1,08	1,22	1,36	1,52	1,70	1,89	2,13
5	ГЗЛО	25	100	0,45	0,50	0,56	0,63	0,70	0,78	0,87	0,98	1,09	1,22	1,37	1,54	1,72	1,92	2,15	2,39	2,69
6	ДИЛО	35	90	0,50	0,56	0,63	0,71	0,79	0,89	0,99	1,11	1,23	1,38	1,55	1,74	1,95	2,17	2,43	2,71	3,04
7	ДИМН	25	100	0,51	0,58	0,64	0,72	0,81	0,90	1,00	1,13	1,26	1,41	1,58	1,77	1,99	2,22	2,48	2,76	3,10
8	ЕКМН	35	90	0,55	0,61	0,69	0,77	0,86	0,96	1,07	1,21	1,34	1,51	1,69	1,89	2,12	2,37	2,65	2,95	3,31
9	ВЖЛО	25	100	0,60	0,68	0,76	0,85	0,95	1,06	1,18	1,33	1,48	1,66	1,86	2,09	2,34	2,61	2,92	3,25	3,65
10	ГЗЛО	35	90	0,69	0,78	0,87	0,97	1,09	1,22	1,36	1,52	1,69	1,90	2,13	2,39	2,68	2,99	3,35	3,72	4,19
11	ГЗМН	25	100	0,71	0,79	0,89	1,00	1,11	1,25	1,39	1,56	1,73	1,95	2,18	2,45	2,74	3,06	3,43	3,81	4,28
12	ДИЛО	45	80	0,73	0,82	0,91	1,02	1,14	1,28	1,42	1,60	1,78	2,00	2,24	2,51	2,82	3,14	3,52	3,91	4,4
13	ЕКМН	45	80	0,79	0,89	1,00	1,12	1,25	1,40	1,55	1,74	1,94	2,18	2,44	2,74	3,07	3,43	3,84	4,26	4,79
14	ДИМН	35	90	0,80	0,90	1,00	1,12	1,26	1,40	1,56	1,76	1,95	2,19	2,46	2,76	3,09	3,45	3,86	4,29	4,83
15	ВЖЛО	35	90	0,94	1,05	1,18	1,32	1,48	1,65	1,84	2,07	2,30	2,58	2,89	3,25	3,64	4,06	4,54	5,05	5,68
16	ВЖМН	25	100	0,96	1,07	1,20	1,35	1,50	1,68	1,87	2,10	2,34	2,63	2,95	3,31	3,70	4,13	4,63	5,14	5,79
17	ГЗЛО	45	80	1,00	1,12	1,26	1,41	1,58	1,76	1,96	2,20	2,45	2,75	3,09	3,46	3,88	4,33	4,85	5,39	6,06
18	ГЗМН	35	90	1,10	1,24	1,38	1,55	1,73	1,94	2,16	2,42	2,70	3,03	3,39	3,81	4,26	4,76	5,33	5,92	6,66
19	ДИМН	45	80	1,16	1,30	1,45	1,63	1,82	2,03	2,26	2,54	2,83	3,18	3,56	3,99	4,47	4,99	5,59	6,21	6,99
20	ВЖЛО	45	80	1,36	1,53	1,71	1,91	2,14	2,39	2,66	2,99	3,33	3,74	4,19	4,70	5,26	5,88	6,58	7,31	8,22
21	ВЖМН	35	90	1,49	1,67	1,87	2,10	2,34	2,62	2,91	3,27	3,64	4,09	4,51	4,99	5,46	5,99	6,59	7,26	8,01
22	ЕКЛО	80	45	1,58	1,77	1,98	2,22	2,48	2,78	3,09	3,47	3,86	4,34	4,87	5,46	6,11	6,82	7,64	8,49	9,55
23	ГЗМН	45	80	1,60	1,79	2,00	2,24	2,51	2,81	3,12	3,51	3,90	4,38	4,91	5,51	6,17	6,89	7,71	8,57	9,64

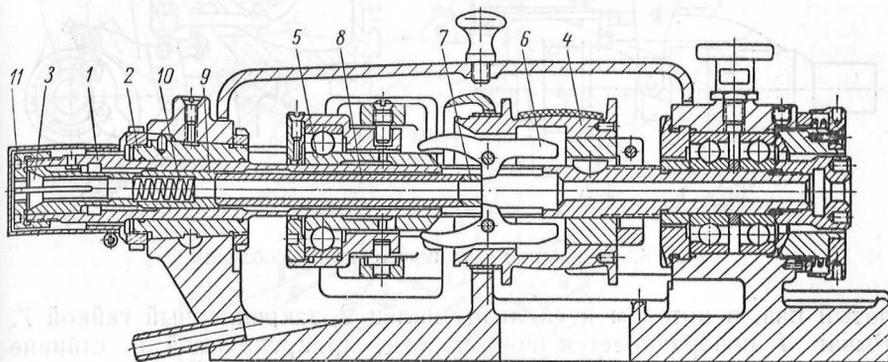
№ ступеней	Обозначение сменных зубчатых колес и шкивов		Число оборотов шпинделя в минуту																
	Шкивы	Зубчатые колеса	1030	1160	1300	1450	1620	1820	2020	2270	2520	2840	3180	3570	4000	4460	5000	5550	6250
			Число оборотов распределительного вала в минуту																
	а	в																	
24	<i>ВЖМН</i>	45 80	2,16	2,42	2,71	3,03	3,39	3,79	4,22	4,74	5,27	5,92	6,64	7,45	8,34	9,31	10,42	11,59	13,03
25	<i>ЕКЛО</i>	90 35	2,29	2,56	2,87	3,21	3,59	4,02	4,47	5,02	5,59	6,28	7,04	7,89	8,84	9,87	11,05	12,28	13,81
26	<i>ДИЛО</i>	80 45	2,30	2,58	2,89	3,24	3,62	4,05	4,50	5,06	5,63	6,32	7,09	7,95	8,90	9,94	11,13	12,37	13,91
27	<i>ЕКМН</i>	80 45	2,51	2,81	3 15	3,52	3,94	4,41	4,90	5,51	6,13	6,88	7,72	8,65	9,69	10,82	12,11	13,46	15,14
28	<i>ГЗЛО</i>	80 45	3,17	3,55	3,97	4,45	4,97	5,57	6,19	6,96	7,74	8,70	9,75	10,93	12,24	13,67	15,31	17,01	19,13
29	<i>ДИЛО</i>	90 35	3,33	3,73	4,18	4,68	5,23	5,85	6,51	7,32	8,14	9,15	10,26	11,50	12,88	14,38	16,10	17,89	20,12
30	<i>ЕКЛО</i>	100 25	3,55	3,98	4,46	5,00	5,59	6,25	6,95	7,81	8,69	9,76	10,95	12,27	13,75	15,39	17,19	19,10	21,48
31	<i>ЕКМН</i>	90 35	3,62	4,06	4,55	5,10	5,70	6,37	7,09	7,97	8,86	9,96	11,16	12,52	14,02	15,65	17,52	19,47	21,90
32	<i>ДИМН</i>	80 45	3,65	4,09	4,58	5,13	5,74	6,42	7,14	8,02	8,92	10,03	11,24	12,60	14,12	15,76	17,65	19,61	22,06
33	<i>ВЖЛО</i>	80 45	4,30	4,82	5,39	6,04	6,75	7,55	8,40	9,44	10,50	11,80	13,23	14,84	16,62	18,55	20,77	23,09	25,96
34	<i>ГЗЛО</i>	90 35	4,58	5,13	5,75	6,44	7,20	8,05	8,96	10,06	11,20	12,58	14,10	15,81	17,71	19,77	22,14	24,61	27,67
35	<i>ГЗМН</i>	80 45	5,04	5,65	6,33	7,09	7,92	8,86	9,86	11,07	12,32	13,84	15,52	17,40	19,49	21,76	24,36	27,08	30,45
36	<i>ДИЛО</i>	100 25	5,18	5,80	6,50	7,28	8,14	9,10	10,13	11,38	12,66	14,22	15,95	17,88	20,03	22,36	25,03	27,82	31,29
37	<i>ДИМН</i>	90 35	5,28	5,92	6,63	7,43	8,30	9,28	10,33	11,60	12,91	14,50	16,26	18,23	20,42	22,80	25,53	28,37	31,91
38	<i>ЕКМН</i>	100 25	5,64	6,32	7,08	7,93	8,86	9,91	11,03	12,39	13,78	15,48	17,36	19,46	21,80	24,34	27,25	30,29	34,07
39	<i>ВЖЛО</i>	90 35	6,22	6,97	7,80	8,74	9,77	10,93	12,16	13,66	15,20	17,07	19,14	21,46	24,04	26,84	30,05	33,40	37,56
40	<i>ВЖМН</i>	80 45	6,81	7,63	8,55	9,58	10,70	11,97	13,32	14,96	16,65	18,71	20,97	23,51	26,34	29,40	32,92	36,59	41,15
41	<i>ГЗЛО</i>	100 25	7,12	7,98	8,94	10,02	11,19	12,52	13,93	15,65	17,41	19,56	21,93	24,59	27,55	30,76	34,43	38,27	43,04
42	<i>ГЗМН</i>	90 35	7,29	8,17	9,15	10,25	11,45	12,82	14,26	16,02	17,82	20,02	22,45	25,17	28,19	31,48	35,24	39,17	44,05
43	<i>ДИМН</i>	100 25	8,21	9,20	10,31	11,55	12,90	14,44	16,06	18,05	20,08	22,56	25,29	28,35	31,76	35,46	39,70	44,12	49,62
44	<i>ВЖЛО</i>	100 25	9,67	10,83	12,13	13,60	15,19	16,99	18,91	21,24	23,63	26,55	29,77	33,38	37,39	41,74	46,73	51,94	58,41
45	<i>ВЖМН</i>	90 35	9,85	11,04	12,37	13,85	15,48	17,32	19,27	21,65	24 08	27,06	30,33	34,01	38,10	42,53	47,62	52,92	59,53
Положение сменных шкивов		<i>А</i> <i>В</i>	64 176	64 157	64 140	64 125	64 112	64 100	64 90	64 80	64 72	64 64	176 157	176 140	176 125	176 112	176 100	176 90	176 80

вала свободно посажен двухступенчатый шкив, а на другом рукоятка, служащая для вращения распределительного вала вручную при настройке станка.

На поперечном валу VII свободно посажен червяк, имеющий на обоих торцах кулачки.

Вращение распределительного вала от шкива или от руки происходит в первом случае, когда червяк сцеплен со шкивом, а во втором — с поперечным валиком.

Шпиндельная бабка (фиг. 7) представляет собой чугунный литой корпус, внутри которого на двух опорах смонти-



Фиг. 7. Шпиндельная бабка.

рован полый шпиндель 1. Передней опорой шпинделя служит бронзовая втулка 2, а задней — два радиально-упорных подшипника класса точности А. Обрабатываемый пруток проходит внутри шпинделя и зажимается цангой 3. Между опорами на шпинделе закреплен неподвижно шкив 4, получающий вращение от главного приводного вала.

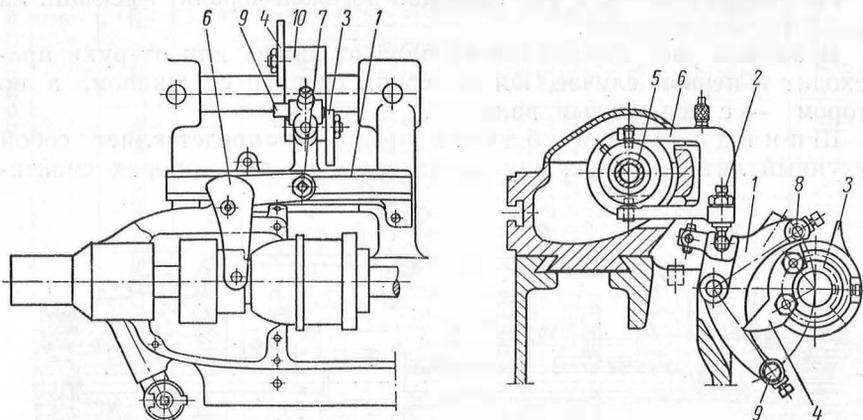
Шпиндельная бабка в процессе работы перемещается в продольном направлении, поэтому ремень также перемещается по длинному шкиву главного приводного вала.

Шпиндель 1 несет на себе механизм зажима и разжима цанги. Перемещаясь вправо, муфта 5 разводит передние концы кулачков 6. При этом кулачки, поворачиваясь вокруг своих осей, нажимают на торец закаленной втулки 7. Последняя, перемещаясь вперед внутри шпинделя, толкает трубу 8 и гильзу 9, передний конец которой, надвигаясь на цангу 3, сжимает ее. Под действием пружины 10 цанга все время прижимается торцом к гайке 11, навинченной на передний конец шпинделя автомата.

Когда муфта 5 перемещается влево, кулачки 6 под действием пружины 10 сближаются, а втулка 7 отходит назад, освобождая цангу 3.

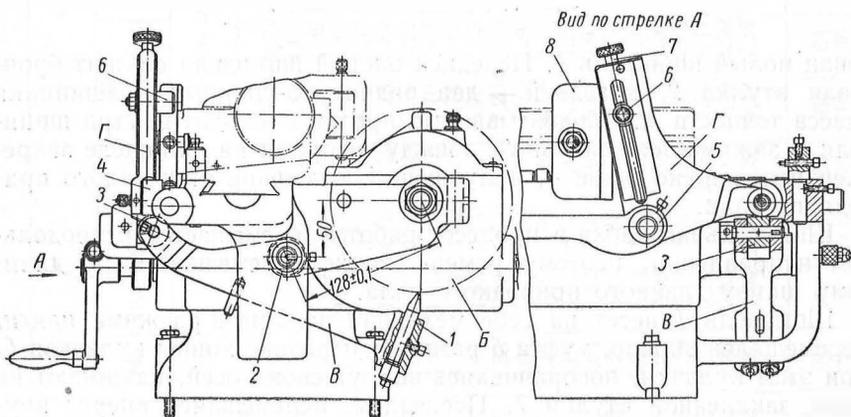
Перемещение муфты 5 вправо и влево управляется постоянными кулачками 3 и 4 распределительного вала через вильчатый рычаг 6

(фиг. 8). Так как шпиндельная бабка во время работы имеет продольное перемещение, а кулачки зажима и разжима цанги закреплены на распределительном валу неподвижно, то в рычаге 1 имеется желобчатый паз, в котором и скользит палец 2, закрепленный гайкой 7.



Фиг. 8. Устройство зажимного приспособления.

Рычаг 1 поворачивается вокруг оси, прикрепленной к станине станка.



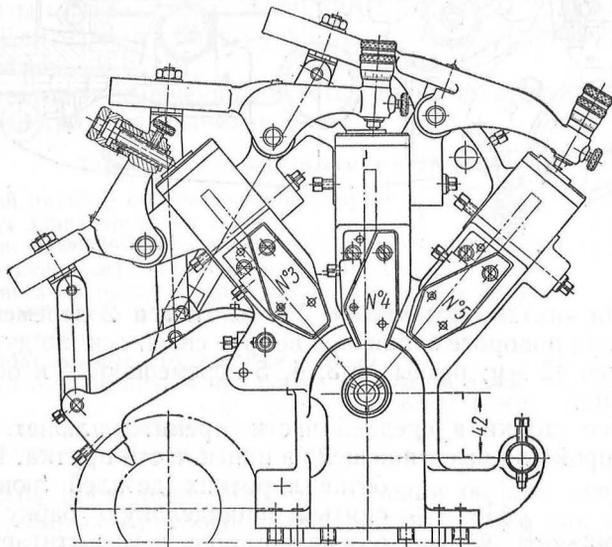
Фиг. 9. Механизм подачи шпиндельной бабки.

В рычаге 1 закреплены пальцы 8 и 9, в которые упираются последовательно кулачки 3 и 4, закрепленные на распределительном валу. Кулачок 3 разжимает, а кулачок 4 зажимает цангу. Кулачки устанавливаются на торцах шайбы 10 так, чтобы в определенное время цикла обработки разжимать и зажимать цангу.

Шпиндельная бабка перемещается вперед дисковым кулачком Б распределительного вала через механизм подачи (фиг. 9). Кулачок Б,

воздействуя на упор *1*, заставляет рычаг *B* поворачиваться вокруг своей оси *2*. Ролик *3* рычага *B* соприкасается с роликом *4* рычага *Г*. Рычаг *B* поворачивается в вертикальной плоскости, перпендикулярной к оси шпинделя, а рычаг *Г* — в вертикальной плоскости, параллельной оси шпинделя. Когда ролик *3* поднимается, рычаг *Г* поворачивается влево вокруг оси *5*, закрепленной в станине станка.

В пазу рычага *Г* закреплена ось ролика *6*, который упирается в планку *8*, закрепленную на боковой стороне корпуса шпиндель-



Фиг. 10. Суппортная (люнетная) стойка.

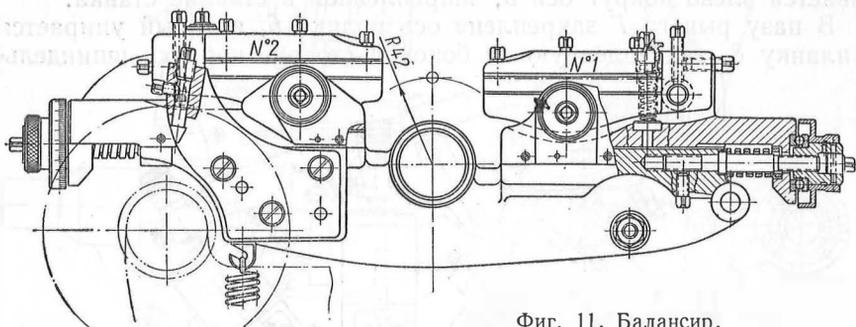
ной бабки. При повороте рычага *Г* влево ролик *6* подает шпиндельную бабку вперед. Винтом *7* регулируют передаточное отношение плеч рычага *Г*, изменяя его от 1:1 до 1:3; обратно шпиндельная бабка отводится пружиной.

На распределительном валу можно установить два дисковых кулачка для обработки двух различных деталей. Для этой цели в рычаге *B* смонтированы два упора *1*. При переналадке автомата с одной детали на другую опускают один упор так, чтобы он не касался кулачка, а другой упор поднимают до соприкосновения с другим кулачком.

Суппортная стойка, называемая также люнетной стойкой по аналогии с таковой у токарного станка, представляет собой чугунную отливку сложной формы, закрепленную на станине автомата (фиг. 10).

На передней стороне стойки в вертикальной плоскости расположены суппорты резцов № 3, 4, 5. В нижней части стойки закреплена ось, вокруг которой происходит качание балансира (фиг. 11). На концах балансира расположены суппорты резцов № 1 и 2. Горизон-

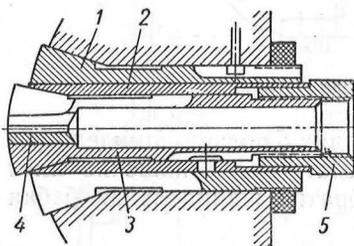
тальные суппорты с резцами № 1, 2 и вертикальные суппорты с резцами № 3, 4, 5 перемещаются к оси изделия кулачками, закрепленными на распределительном валу через систему рычагов, а обратно — пружинами. Для точной установки резцов относительно оси прутка у каждого суппорта имеются регулировочные устройства с микро-



Фиг. 11. Балансир.

метрическими винтами и лимбами. Резцы № 1 и 2 перемещаются к оси прутка при повороте балансира вокруг своей оси по дуге окружности радиуса 42 мм; резцы № 3, 4, 5 перемещаются к оси прутка прямолинейно.

В корпусе стойки в средней части крепится люнет, который является опорой для выступающей из цанги части прутка. При обработке коротких деталей люнет можно снять и шпиндельную бабку подвести ближе к стойке, чем достигается более экономное расходование металла, так как в отходы поступают более короткие концы прутка.



Фиг. 12. Регулируемый люнет.

Конструкции люнетов разнообразны. На фиг. 12 показан регулируемый люнет. Здесь в цанге 1 зажата гильза 2, в которую входит цанга 3 с твердосплавным вкладышем 4. Диаметр отверстия в цанге 3 регулируется гайкой 5, навинченной на конец цанги.

Загрузочное устройство состоит из трубы, закрепленной на двух кронштейнах. Один из них закреплен на заднем торце станины, а второй — на специальной стойке. Пруток в автомате подается действием груза. Когда цанга разжимается, а шпиндельная бабка отходит назад, пруток под действием груза упирается в отрезной резец, который в это время стоит против торца люнета.

Устройство для охлаждения представляет собой систему трубопроводов, по которым охлаждающая жидкость подается шестеренчатым насосом из сборного бака к резцам.

Охлаждающая жидкость — чистое веретенное масло или смесь из 80% веретенного и 20% вазелинового масел. Иногда применяют эмульсию. Разбрызгивание охлаждающей жидкости предупреждается кожухом. Трущиеся поверхности автомата смазываются вручную через масленки. У червячных пар и в коробке шестерен имеются резервуары для масла.

Э л е к т р о о б о р у д о в а н и е. Кнопки управления электродвигателем расположены на пульте у правой задней части автомата. Для защиты от коротких замыканий установлены плавкие предохранители. Длительная перегрузка двигателя предупреждается тепловым реле.

Сеть местного освещения питается током 36 в. Все электрооборудование должно быть заземлено.

Техническая характеристика автомата 1А10П

Наибольший диаметр обрабатываемого прутка в мм	7
Наибольшая длина проточки в мм	50
Пределы чисел оборотов шпинделя передней бабки в минуту	1030—6250
Число ступеней чисел оборотов шпинделя передней бабки	17
Пределы чисел оборотов распределительного вала в минуту	0,22—59,53
Число ступеней чисел оборотов распределительного вала	765
Число суппортов	5
Длина обрабатываемых прутков в м	2
Наименьший остаток прутка при работе с люнетом в мм	78
„ „ „ „ без люнета в мм	17
Мощность электродвигателя в квт	1,7
Число оборотов электродвигателя в минуту	1420

Автоматы продольно-фасонного точения бывают оснащены комплектом съемных приспособлений, монтируемых, как правило, на левой части станины. К числу приспособлений, входящих в комплект станка, относятся: 1) одношпиндельное сверлильное приспособление, 2) одношпиндельное резьбонарезное приспособление.

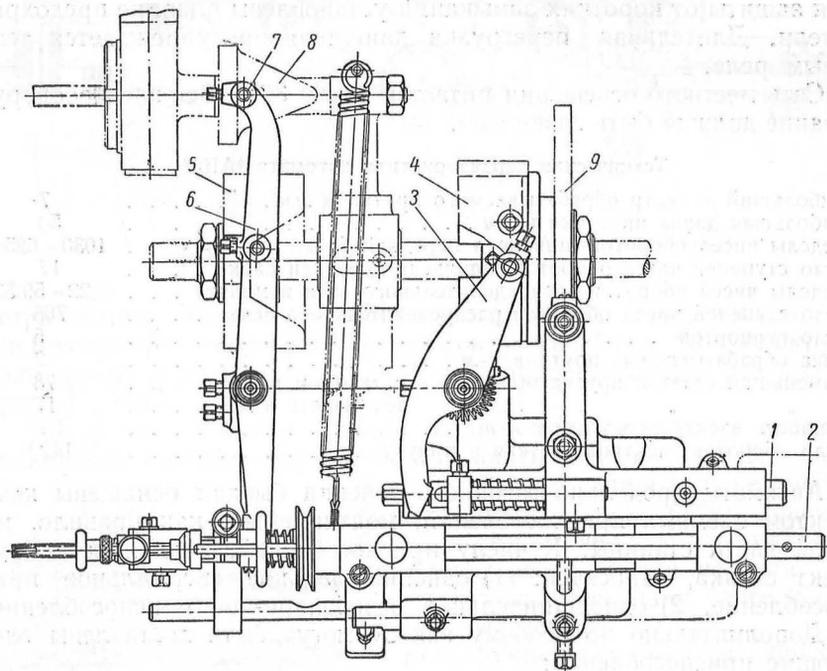
Дополнительно по особому заказу могут быть поставлены следующие приспособления:

1. Двухшпиндельное центровочно-сверлильное приспособление.
2. Двухшпиндельное комбинированное приспособление для сверления и нарезания резьбы.
3. Трехшпиндельное комбинированное приспособление для сверления и нарезания резьбы двух диаметров.
4. Шлицепрорезное приспособление.
5. Приспособление для редуцирования величины хода резцов балансира.
6. Приспособление для обтачивания пологих конусов и автоматического вывода сверла при глубоком сверлении.
7. Приспособление для автоматического останова в случае срыва резьбы.
8. Приспособление для обратного сверления.
9. Приспособление для поднутрений и расточек.

На фиг. 13 показано двухшпиндельное приспособление для центрования и сверления глубоких отверстий малого диаметра,

Невращающийся центровочный шпиндель 1 перемещается в осевом направлении от кулачка 4 посредством рычага 3.

Сверлильный шпиндель 2 подается пружиной, а отводится назад рычагом 6 от кулачка 5. Если необходим многократный отвод шпинделя для удаления стружки и охлаждения сверла, то вводится толкатель-кулачок 8, соприкасающийся с пальцем 7 рычага 6. Кулачок 8 получает вращение через червячную пару и шкив от промежуточного валика IX привода станка (см. кинематическую схему на фиг. №5).



Фиг. 13. Двухшпиндельное центровочно-сверлильное приспособление.

Поочередное переключение шпинделей происходит под действием кулачка 9.

Для нарезания резьбы применяют ряд приспособлений. На фиг. 14 показано комбинированное двухшпиндельное приспособление для сверления и нарезания резьбы.

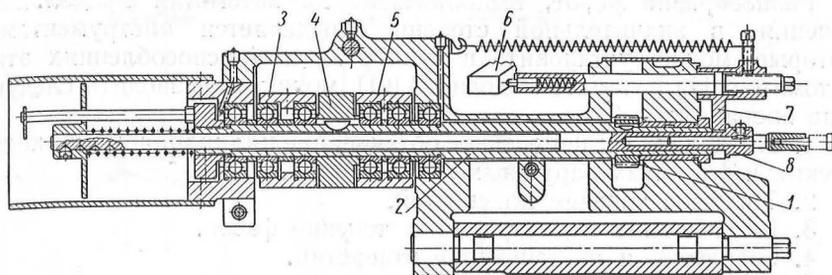
Сверлильный шпиндель приспособления (на чертеже не показан), вращающийся от резьбонарезного шпинделя посредством зубчатой пары 1, можно застопорить так, что он будет иметь возможность перемещаться только в осевом направлении.

Резьбонарезной шпиндель 2 вращается двумя плоскими ремнями от приводного вала автомата. С холостого шкива 3 на рабочий шкив 4 или с рабочего шкива 4 на холостой шкив 5 ремни переводятся вилкой, управляемой от кулачка, закрепленного на распределительном валу.

Врезание плашки или метчика происходит от кулачка, закрепленного на распределительном валу, и рычага 6, который действует на шток 8 через поводок 7.

Приспособление имеет устройство для переключения шпинделей и регулировки их в вертикальном, горизонтальном и продольном направлениях.

Кроме описанного двухшпиндельного приспособления, по особому заказу поставляется трехшпиндельное комбинированное приспособление. Один шпиндель этого приспособления предназначен для сверления, другие два — для нарезания резьбы. Резьбонарезные шпин-



Фиг. 14. Двухшпиндельное приспособление для сверления и нарезания резьбы.

дели могут быть использованы и как сверлильные. Приспособление пригодно как для нарезания двух различных резьб на одной и той же детали, так и для использования двух плашек и двух метчиков одного шага.

В том и другом приспособлениях шпиндели должны начать вращаться раньше, чем начнется осевая подача.

По техническим условиям точность отдельных узлов автомата должна удовлетворять следующим требованиям:

Радиальное биение передней посадочной поверхности в шпинделе под гильзу	Не более 0,003 мм
Радиальное биение конуса гильзы для зажима цапг	Не более 0,005 мм
Осевое биение шпинделя	Не более 0,003 мм
Параллельность оси шпинделя направлению перемещения шпиндельной бабки	0,005 мм на длине перемеще- ния шпин- дельной бабки
Радиальное биение оправки, зажатой в цапге на длине 35 мм . .	Не более 0,02 мм
Совпадение оси отверстия под люнетную втулку с осью шпинделя	0,005 мм
Радиальное биение распределительного вала в местах посадки кулачков шпиндельной бабки балансира и суппортов	Не более 0,010 мм
Параллельность направляющих плоскостей станины для крепления приспособлений относительно оси шпинделя	0,005 мм

Если точность автомата удовлетворяет техническим условиям, обрабатываемый материал калиброван, а резцы изготовлены из твердого сплава, то отклонения обточенных валиков по диаметру от номинала (до 3 мм), а также овальность, ограниченность и конусность не превышают 0,003 мм. Осевые размеры обточенных валиков (до 3 мм) отличаются друг от друга не более чем на 0,008 мм.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТОВ ПРОДОЛЬНО-ФАСОННОГО ТОЧЕНИЯ

Разнообразие работ, выполняемых на автоматах продольного точения, в значительной степени определяется инструментами, которые можно установить в суппортах и приспособлениях этих автоматов. На автомате модели 1А10П можно производить следующие операции:

1. Продольное и поперечное обтачивание цилиндрических, конических и фасонных наружных поверхностей.
2. Торцевое точение плоскостей.
3. Вытачивание поднутрений и точение фасок.
4. Сверление и растачивание отверстий.
5. Нарезание внутренней и наружной резьбы.
6. Шлицевание головок винтов, втулок и других деталей.
7. Прощивание квадратных и других фасонных отверстий.
8. Накатку наружной поверхности.

На фиг. 15 показано различное применение резцов автомата 1А10П, а на фиг. 16 — форма заточки некоторых из них.

Обтачивание цилиндрических поверхностей, как правило, выполняется резцом № 1 балансира. При этом резец неподвижен, а шпиндельная бабка перемещается вперед с заданной величиной продольной подачи.

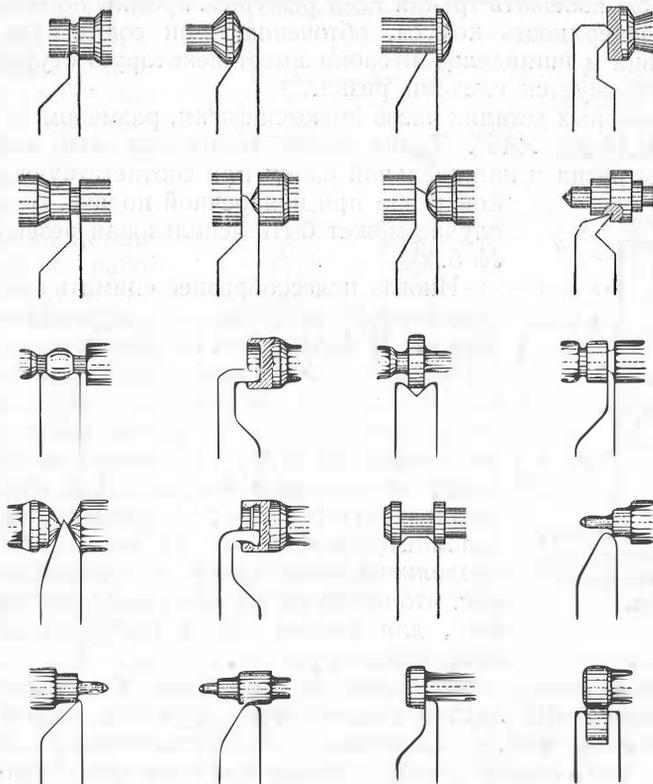
Небольшие поверхности или выточки обтачиваются поперечным врезанием резца № 2. Шпиндельная бабка в это время неподвижна.

Устройство балансира таково, что подход резца № 2 и отход резца № 1 осуществляется от кулачка, а отход резца № 2 и подход резца № 1 от пружины. Поэтому резец № 1 не применяется для работ, связанных с врезанием в прутки, так как от действия пружины может произойти изгиб детали или ее поломка. Резец № 1 может работать не от кулачка, а на постоянном упоре, что применяется для обтачивания наиболее точных поверхностей.

Резец № 1 может последовательно обтачивать несколько уступов. Когда один уступ обточен, резец отходит назад на нужную величину. Шпиндельная бабка в это время неподвижна. После останковки резца шпиндельная бабка перемещается вперед.

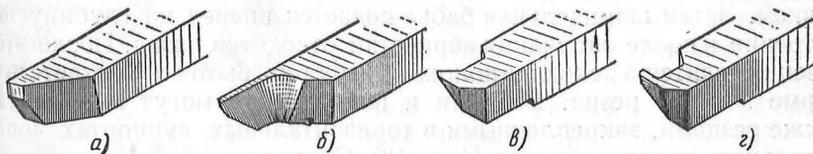
Коническая поверхность обтачивается при одновременном равномерном движении резца № 1 и шпиндельной бабки. Фасонная поверхность заданной формы обтачивается, когда шпиндельная бабка и резец одновременно перемещаются с заранее рассчитанными подачами.

Обтачивание конуса на заднем конце детали может быть осуществлено за счет одновременного перемещения шпиндельной бабки и резца № 4. На фиг. 17 показано образование конуса при отрезании



Фиг. 15. Схема различного применения резцов.

детали. Задний конус у отрезаемой детали получен за счет совместного перемещения шпиндельной бабки и резца № 4. Передний конус



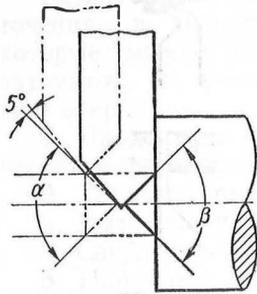
Фиг. 16. Резцы различной формы:

а — проточной резец; *б* — отрезной резец; *в* — центровочный резец; *г* — расточной резец.

у следующей детали получается соответствующей заточкой резца № 4. Чтобы у переднего конуса получить острую вершину, дается заход резца за центр на 0,1—0,2 мм.

В чертеже наладки длина автоматной заготовки устанавливается с учетом величины захода за центр. Между задней режущей кромкой резца и поверхностью заднего конуса необходим угловой зазор в $3-5^\circ$, чтобы избежать трения всей режущей кромки по поверхности конуса. Поверхность конуса, обточенная при совместном перемещении резца и шпиндельной бабки имеет некоторую ступенчатость, которая образуется следами резца.

На некоторых деталях часов имеются фаски, размером от $0,05 \text{ мм} \times 45^\circ$ до $0,15 \text{ мм} \times 45^\circ$. Такие фаски снимаются или совместным движением резца и шпиндельной бабки или соответствующей заточкой резца при поперечной подаче. В последнем случае может быть использован резец № 3 или № 5.



Фиг. 17. Схема отрезки при перемещении резца и шпиндельной бабки.

Иногда целесообразнее снимать фаски двумя движениями, например, при образовании фаски $0,06 \text{ мм} \times 45^\circ$ по фиг. 31 (9-й переход). В этом случае резец № 1 имеет непрерывное движение назад при образовании уступа и фаски; шпиндельная бабка имеет непрерывное движение вперед от начала образования фаски и до конца обтачивания уступа. При образовании фаски другим резцом, необходимо затратить дополнительное время на его подход и более продолжительное время на поперечное врезание, что видно на фиг. 31 (16-й переход). Кроме того, для снятия фаски требуется использовать один из резцов.

Иногда ступени наибольшего диаметра не обтачиваются, так как калиброванный пруток имеет диаметр нужного размера.

Однако в случаях, когда деталь проходит термическую обработку или когда наибольший диаметр детали является сопряженным размером, ступень наибольшего диаметра следует обтачивать для того, чтобы снять нагартованный поверхностный слой прутка или достигнуть более строгой соосности всех ступеней детали.

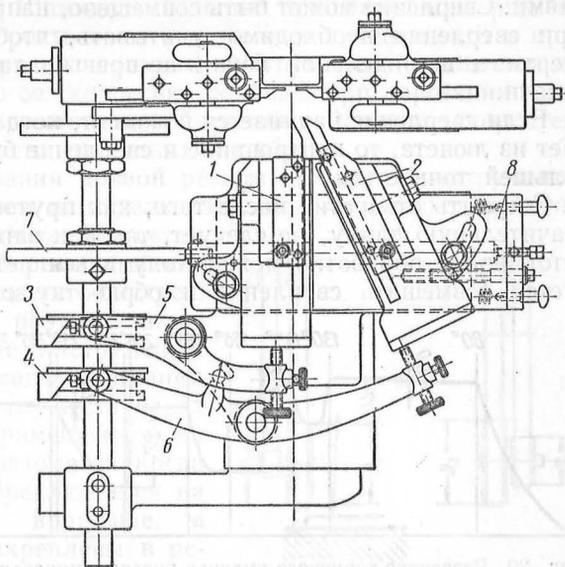
Для получения поднутрений и выточек чаще всего используют резец № 4 или № 5. Из исходного положения в рабочее резец подается кулачком. Затем шпиндельная бабка подается вперед на глубину поднутрения и после окончания обработки отводится назад. После этого резец отводится в исходное положение. Форма выточки соответствует форме заточки резца. Выточки и поднутрения могут выполняться также резцами, закрепленными в горизонтальных суппортах дополнительного приспособления (фиг. 18). Суппорты 1 и 2 перемещаются вперед торцевыми кулачками 3 и 4 распределительного вала через рычаги 5 и 6. Салазки 8 суппорта перемещаются кулачком 7.

Не рекомендуется производить на автомате выточки с задней стороны детали, особенно большой глубины, так как в этом случае резание будет происходить на значительном расстоянии от люнета, а шпиндельная бабка при врезании резца отводится назад действием

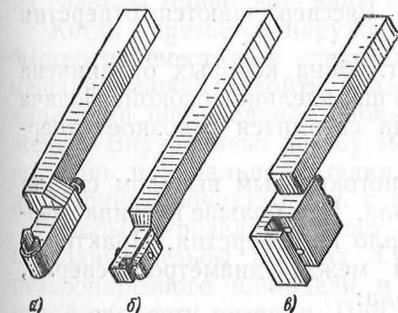
сильной пружины. Все это может привести к поломке резца. Поэтому обработку деталей, имеющих торцевую выточку, следует начинать со стороны этой выточки. Из этих соображений обработку детали — центральный триб — начинают с короткого конца (см. карту наладки стр. 159).

В зависимости от конфигурации детали резцы могут работать и в другом порядке, например, отрезание детали может быть выполнено резцом № 4 или резцом № 5, а поднутрение резцом № 3. Распределение работ между резцами показано далее.

Сверление и отверстий выполняется при помощи приспособлений, которые монтируются на левой части станины против суппортной стойки. Просверленное отверстие должно быть соосным с наружными поверхностями, для чего необходимо перед сверлением изделие точно зацентрировать.



Фиг. 18. Приспособление с двумя горизонтальными суппортами для поднутрений и подрезки.



Фиг. 19. Державки:

а — для центровочного сверла; б — для твердосплавного резца; в — для резца.

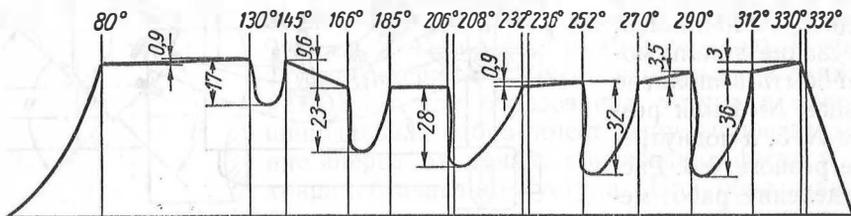
Изделие центруется или одним из вертикальных резцов, или центровым сверлом, укрепленным в державке вертикального суппорта (см. фиг. 19), или же центровым сверлом, укрепленным в одном из шпинделей приспособления. Более точно изделие центруется резцом, хотя такая работа и требует большей затраты времени.

Сверление без предварительного центрования допустимо только тогда, когда строгая соосность отверстия и наружной поверхности не требуется и глубина отверстия не превышает двух диаметров. При сверлении отверстия глубиной более двух диаметров существенную роль играет соосность шпинделей приспособления и бабки.

Для повышения производительности автомата необходимо центрование или сверление по возможности совмещать с другими операциями. Сверление может быть совмещено, например, с обтачиванием. При сверлении необходимо учитывать, чтобы суммарная подача сверла и шпиндельной бабки не превышала допустимой величины подачи.

Если сверление начинается в момент, когда пруток еще не выступает из люнета, то центрование и сверление будут выполнены с наибольшей точностью.

Сверлить отверстие после того, как пруток вышел из люнета на значительную длину, не следует, так как заготовка при этом менее устойчива и обработка может получиться неточной. Не рекомендуется совмещать сверление и обработку с радиальной подачей.



Фиг. 20. Развертка торцевого кулачка подачи шпинделя сверлильного приспособления с углублениями для вывода сверла.

При сверлении ступенчатых отверстий применяют двух-, трех- и четырехшпиндельные приспособления. Последний шпиндель может быть использован для обработки переднего торца детали. Ступенчатые отверстия лучше сверлить отдельными, а не комбинированными сверлами, так как размеры каждой ступени отверстия по глубине и диаметру получаются более точными. Рассверливаются отверстия обычно пушечным сверлом.

Глухие и ступенчатые отверстия, глубина которых ограничена жестким допуском, сверлятся с подачей шпиндельной бабкой. Подача шпинделем сверла производится, когда сверлится сквозное отверстие одного диаметра.

Глубокие отверстия сверлятся с многократным выводом сверла для отвода стружки и охлаждения сверла. Чем больше глубина сверления, тем чаще следует выводить сверло из отверстия. Практикой установлены следующие соотношения между диаметром сверла, глубиной сверления и выводами сверла:

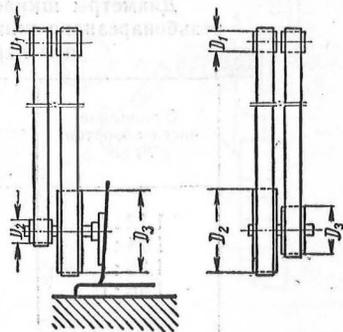
Выводы сверла	1-й,	2-й,	3-й,	4-й,	5-й
Глубина сверления	3d,	5d,	6,5d,	7,5d,	8,5d

Для этой цели на торцевом кулачке подачи шпинделя сверлильного приспособления имеются соответствующие углубления (фиг. 20). Более целесообразно, однако, периодически выводить сверло специальным кулачком, который монтируется на задней стенке станины (см. фиг. 13).

Нарезание резьбы на автоматах продольно-фасонного течения выполняется дифференциальным методом, называемым также методом обгона. Шпиндель изделия при нарезании резьбы вращается с той же скоростью и в том же направлении, что и при обточке. Шпиндель с резьбонарезным инструментом вращается в том же направлении, но со скоростью, большей при нарезании правой и меньшей при нарезании левой резьбы. Разность скоростей вращения и есть скорость нарезания резьбы.

По окончании нарезания правой резьбы шпиндель инструмента вращается медленнее, чем шпиндель изделия, — происходит свинчивание (сбег) инструмента. По окончании нарезания левой резьбы шпиндель инструмента вращается быстрее, чем шпиндель изделия, поэтому также происходит свинчивание инструмента.

Дифференциальный метод нарезания резьбы имеет ряд преимуществ перед методом нарезания, применяемым на токарно-револьверных автоматах, когда шпиндель с деталью переключается на обратное замедленное вращение, а плашка или метчик закреплены в револьверной головке и имеют только поступательное движение. В последнем случае затрачивается дополнительное время на переключение шпинделя



Фиг. 21. Схема привода резьбонарезного приспособления.

станка, к тому же и конструкция узла шпинделя автомата значительно усложняется.

Левая резьба нарезается с помощью того же приспособления, что и для нарезания правой резьбы; меняются лишь своими местами шкивы на главном приводном валу станка (фиг. 21).

Когда нарезается наружная резьба, шпиндельная бабка должна быстро переместиться вперед на 5—8 мм для того, чтобы резцы не мешали плашке подойти к изделию на всю длину резьбы. После нарезания шпиндельная бабка должна вернуться в исходное положение. Внутреннюю резьбу можно нарезать, совмещая с отрезкой, но лишь в начальной стадии, когда отрезаемая деталь имеет еще достаточно прочную связь с прутком.

Чтобы определить число оборотов изделия, необходимых для нарезания резьбы, по табл. 3 выбирают соотношение чисел оборотов резьбонарезного шпинделя и шпинделя изделия, исходя из принятой скорости резания. При нарезании резьбы по латуни плашкой назначают наибольшее, а при нарезании резьбы по стали У10А метчиком назначают наименьшее отношение. Для всех остальных случаев выбирают промежуточные значения.

Скорость нарезания определяется по формуле

$$v = \frac{\pi \cdot d_{нар} (n_1 - n)}{1000} \quad (1)$$

Число оборотов шпинделя изделия, потребное для нарезания резьбы $n_{нар}$, определяется по формуле

$$n_{нар} = z \frac{n}{n_1 - n}, \quad (2)$$

где z — число витков резьбы на изделии.

Определим число оборотов шпинделя изделия $n_{нар}$, необходимое для нарезания резьбы на детали — вал заводного ключа (см. карту наладки. стр. 155).

Таблица 3

Диаметры шкивов и отношения чисел оборотов
резьбонарезного шпинделя (n_1) и шпинделя изделия (n)
при нарезании правой резьбы

Отношение чисел оборотов $n_1 : n$	Диаметры шкивов ¹		
	D_1	D_2	D_3
1,12 : 1	50	45	150
1,24 : 1	50	45	165
1,35 : 1	50	45	180
1,46 : 1	50	45	195

¹ Положение ремня см. фиг. 21.

При заданном $n = 5550$ об/мин и материале — сталь У7АВ, выбираем по табл. 3 отношение чисел оборотов $\frac{n_1}{n} = 1,12$. Тогда $n_1 = 5550 \cdot 1,12 = 6216$ об/мин. Скорость резания $v = \frac{\pi \cdot 1,2 (6216 - 5550)}{1000} \approx 2,5$ м/мин.

Для нарезания семи витков резьбы на валу заводного ключа (с учетом подхода плашки и недореза) потребуются затратить

$$n_{нар} = 7 \cdot \frac{5550}{6216 - 5550} = 58 \text{ оборотов.}$$

Для свинчивания или сбega плашки требуется дополнительно затратить

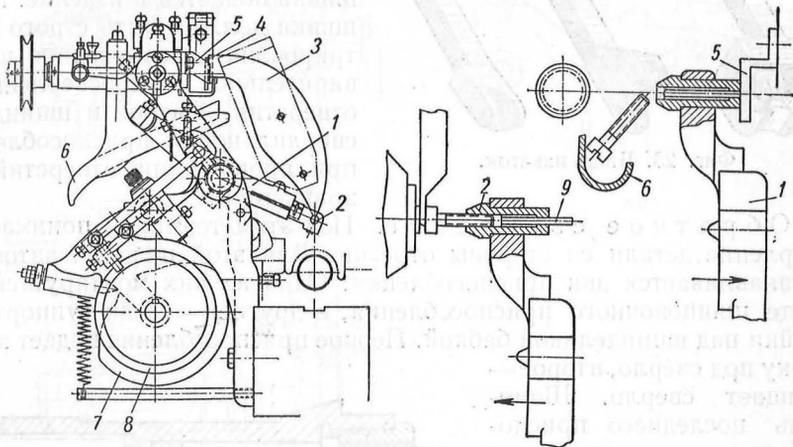
$$n_{сб} = 7 \cdot \frac{5550}{1875 - 5550} \approx 12 \text{ оборотов*}.$$

Всего потребуется $58 + 12 = 70$ оборотов, которые и фиксируются в карте наладки. Свинчивание происходит при числе оборотов резьбонарезного шпинделя $n'_1 = 1875$ об/мин. ($n'_1 = \frac{6216 \cdot 45}{150} = 1875$).

* В расчет принимается абсолютное значение.

Шлицевание головок винтов, втулок, валиков производится в специальном приспособлении, смонтированном на боковой площадке станины (фиг. 22).

При шлицевании в момент, предшествующий отрезанию заготовки, рычаг 1 устанавливается отверстием ловителя 2 против заготовки. Затем рычаг 1 передвигается вдоль оси прутка, ловитель 2 надевается на заготовку и по окончании отрезки рычаг с заготовкой устанавливается перед фрезой 4. Чтобы заготовка не выпала из ловителя в момент ее переноса, имеется направляющий щиток 3.



Фиг. 22. Шлицепорезное приспособление:

1 — рычаг; 2 — ловитель; 3 — щиток; 4 — фреза; 5 — планка; 6 — желоб; 7 — дисковый кулачок; 8 — торцевой кулачок; 9 — штифт.

После этого, под действием кулачка, заготовка подводится к фрезе для шлицевания.

Шпиндель фрезы приводится во вращение от промежуточного валика IX (фиг. 5).

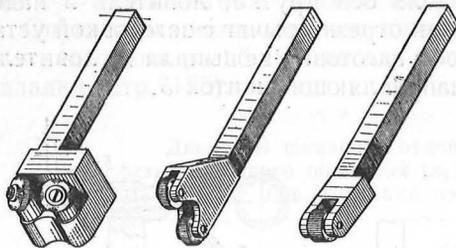
После шлицевания рычаг 1 возвращается в исходное положение, находящийся в ловителе 2 штифт 9 ударяется о планку 5 и выбрасывает заготовку в желоб 6. Все движения рычага 1 управляются дисковым и торцевым кулачками 7 и 8, закрепленными на распределительном валу.

Когда работает шлицевое приспособление, суппорты № 3 и 4 не действуют. Суппорт № 3 вместе с кронштейном снимается со стойки. К суппорту № 4 прикрепляется щиток 3.

Накатка рифленой поверхности производится накатными роликами, державка которых закрепляется в одном из суппортов № 4 или № 5 (фиг. 23).

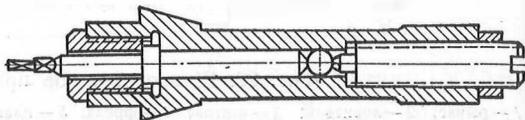
Чтобы избежать изгиба заготовки от радиальных усилий поверхности накатывают продольной подачей. Ширина накатного ролика в этом случае в несколько раз меньше длины накатываемой поверхности.

Прошивание квадратных и других фасонных отверстий осуществляется прошивкой, закрепляемой в патроне сверлильного приспособления (фиг. 24). Прошивка свободно вращается в патроне и подается на изделие, как и при сверлении, пружинкой. Соприкоснувшись с изделием, прошивка увлечается вращающимся прутком и начинает вращаться со скоростью изделия.



Фиг. 23. Виды накаток.

Обратное сверление. Под этим термином понимается сверление детали со стороны отрезки. Для этой цели на автомате устанавливается два приспособления. Одно из них монтируется на месте шлицовочного приспособления, а другое — сзади суппортной стойки над шпиндельной бабкой. Первое приспособление подает заготовку под сверло, второе — вращает сверло. Шпиндель последнего приспособления приводится от промежуточного валика IX (см. фиг. 5). Пример возможности применения обратного сверления можно видеть на детали (см. фиг. 1, в).



Фиг. 24. Закрепление прошивки в шпинделе сверлильного приспособления.

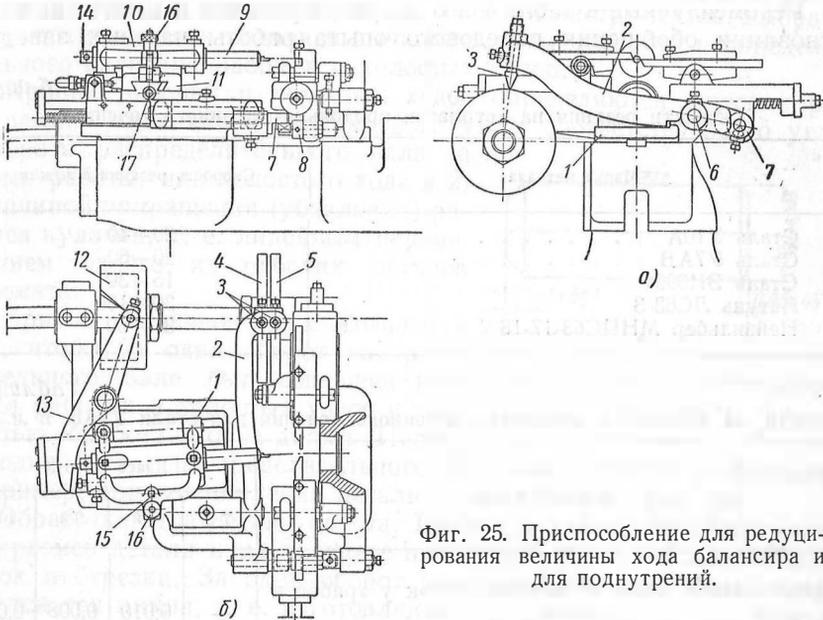
Обтачивание пологих конусов (3° — 5°) производится с помощью специального приспособления, монтируемого на направляющих станины (фиг. 25, а). Приспособление увеличивает передаточное отношение рычагов балансира с 3:1 до 10:1, т. е. передаваемый от кулачка на резцы балансира подъем уменьшается в 10 раз. Благодаря этому небольшие неточности профиля кулачков не оказывают отрицательного влияния на точность обработки. С помощью данного приспособления резцами балансира выполняются наиболее ответственные переходы с допуском 0,003—0,005 мм.

В большинстве случаев приспособление применяется совместно с подрезным приспособлением (фиг. 25, б). Оба приспособления монтируются на одном общем основании 1.

На одном конце рычага 2 имеются два упора 3: один из упоров работает с кулачком 4, предназначенным для обтачивания, а другой — с кулачком 5, предназначенным для подрезания и врезания. Рычаг поворачивается вокруг оси 6.

На другом конце рычага имеется цапфа 7, которая воздействует на такую же цапфу башмака 8, закрепляемого непосредственно в балансире. С подъемом профиля кулачков 4 и 5 цапфы 7 и 8 опускаются, в результате чего резец № 1 отходит назад.

Подрезное приспособление состоит из неподвижного штока 9, смонтированного в шарнирной опоре 10. Опора установлена на каретке 11.



Фиг. 25. Приспособление для редуцирования величины хода балансира и для поднутрений.

В продольном направлении каретка перемещается от кулачка 12 посредством рычага 13. Резец закрепляется в цанге штока 9 штифтом 14. Винты 15, 16 служат для центрирования штока в вертикальной плоскости, а винт 17 — для установки каретки в поперечном направлении.

Приведенные краткие описания выполняемых операций показывают, какими большими технологическими возможностями располагает автомат продольно-фасонного точения. Эти возможности могут быть расширены введением дополнительного четвертого вертикального суппорта и третьего горизонтального суппорта.

Такое исполнение автомата целесообразно применять только для обработки деталей весьма сложной конфигурации.

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

Изменение скоростей резания на автоматах продольно-фасонного точения сравнительно невелико: от 20 до 60 м/мин при обработке стали и от 30 до 100 м/мин при обработке латуни.

Небольшие скорости резания обусловлены малыми диаметрами обработки и тем, что при работе с максимальным числом оборотов шпинделя значительно возрастает вибрация станка, вредно отражающаяся на чистоте поверхности.

Необходимо отметить, что площадь сечения снимаемой стружки при точении деталей часов мала и при назначении режимов резания глубину резания обычно не учитывают.

Рекомендуемые в табл. 4 и 5 скорости резания и подачи даны на основании обобщения передового опыта работы часовых заводов.

Таблица 4
Скорости резания на автоматах продольно-фасонного точения

Марка металла	Скорость резания в м/мин
Сталь У10А	20—40
Сталь У7АВ	20—60
Сталь ЭИ699	15—30
Латунь ЛС63-3	30—100
Нейзильбер МНЦ63-17-18-2	30—60

Таблица 5
Подачи на автоматах продольно-фасонного точения для стали У7АВ в мм/об

Вид обработки	Класс чистоты			
	7-й	8-й	9-й	10-й
Обтачивание цапф и точение фасок у трибов и осей	—	0,010	0,008	0,005
Точение цилиндрических, конических и фасонных поверхностей	0,015	0,010	0,008	—
Отрезание, врезание, обтачивание торцов и вытачивание поднутрений	0,008	0,005	—	—
Обтачивание нерабочих поверхностей	0,020	0,015	—	—
Сверление, центрование (суммарное)	0,015	0,010	—	—

Рекомендуемые режимы резания не являются предельными и с усовершенствованием отдельных технологических факторов могут и должны изменяться в сторону увеличения.

При назначении подач для сталей У10А и ЭИ699 следует брать табличные данные с коэффициентом 0,9 и 0,8, а для латуни марки ЛС63-3 с коэффициентом 1,2.

РАСЧЕТ НАЛАДКИ

Под расчетом наладки понимают проектирование технологического процесса обработки, включающего последовательный порядок всех рабочих и холостых ходов режущих инструментов и рабочих органов автомата с учетом возможных совмещений, и нахождение пауз,

гарантирующих окончание или начало отдельных переходов при обработке. Деталь, изготовленная по разработанному технологическому процессу, должна соответствовать требуемым размерам и допускам и иметь заданное качество поверхностей, а время цикла обработки детали должно быть минимальным.

Для вычерчивания профилей кулачков, определяющих все движения рабочих органов автомата, необходимо найти величины рабочих и холостых ходов шпиндельной бабки и инструментов, выбрать скорости резания и подачи и вычислить углы поворота распределительного вала для рабочих и холостых ходов.

Кривые рабочих и холостых ходов определяются двумя параметрами: 1) величиной центрального угла, соответствующего углу поворота распределительного вала за время работы, или холостого хода и 2) величиной приращения (убавления) радиуса кулачка, т. е. линейным перемещением одного из рабочих органов автомата.

Кривые кулачков рассчитываются так, чтобы за один оборот распределительного вала был совершен весь цикл рабочих и холостых ходов и полностью обработана одна деталь. Иногда за один оборот распределительного вала выполняется 2—3 цикла, например, при изготовлении детали, показанной на фиг. 26.

Обработка этой детали проста. Пруток подается калиброванным под размер детали и на автомате производится только снятие двух фасок и отрезка. За один оборот распределительного вала совершаются три цикла, т. е. изготавливаются три детали.

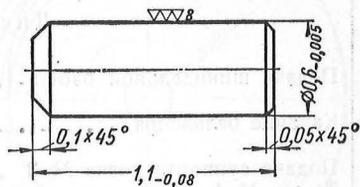
Величина рабочего и холостого хода на кулачке зависит от выбранного отношения плеч рычагов. Для шпиндельной бабки и балансира это отношение изменяется в известных пределах, а для остальных механизмов является постоянной величиной (см. табл. 6).

На распределительном валу могут быть установлены два кулачка для механизма подачи шпиндельной бабки и три кулачка для балансира. Несколько кулачков устанавливаются для того, чтобы ускорить переналадку автомата с обработки одной детали на обработку другой, и, кроме того, при сложных наладках профиль кривой кулачка расчленяется в отдельных переходах на два-три профиля и тем самым создается возможность изготовить кулачки более точно.

Ход шпиндельной бабки и инструмента определяется как разность между конечным и начальным их положениями. Так, для шпиндельной бабки величина хода будет равна длине детали, увеличенной на ширину отрезного резца.

Ход резцов № 2 (1), 3, 4, 5 определяется по формуле

$$s = C + \frac{D-d}{2} + \alpha, \quad (3)$$



Фиг. 26 Штифт мостов наручных часов.

где C — расстояние от начального положения резца до прутка;
 D — диаметр прутка;
 d — диаметр обточки;
 a — заход острия резца за осевую линию.

Таблица 6

Соотношение плеч рычагов и размеры кулачков у автомата 1А10П

Механизм перемещения	Отношение плеч рычагов	Основные размеры кулачков в мм			
		Диаметр наружный	Диаметр внутренний	Диаметр отверстий	Толщина кулачка
Дисковые кулачки					
Подача шпиндельной бабки	От 1:1 до 3:1	160	60	20А	8
Качание балансира	3:1 и 10:1	120	70	20А	8
Подача суппорта резца № 3	1:1	120	70	28А	8
То же № 4	2:1	120	70	28А	8
„ № 5	2:1	120	70	28А	8
Торцевые кулачки					
Подача шпинделя центровочно-сверлильного приспособления	1:1	88	—	24	Высота кулачка 22
Подача шпинделя сверлильно-резьбонарезного приспособления	1:1	100	—	86	42
Подача рычага шлицепорезного приспособления	1:1	100	—	86	21

Расстояние C (при отрезке детали) обычно принимают 0,5 мм при обработке прутков диаметром от 3 мм и выше. При обработке прутков диаметром менее 3 мм необходимо устанавливать резцы на расстоянии 2 мм от оси прутка с тем, чтобы лучше обеспечить свободный подход резцов в рабочее положение и свободный проход прутка между резцами. Величина a принимается равной 0,1—0,2 мм.

Определив ход шпиндельной бабки для инструмента и учтя соотношение плеч рычагов, определяют подъем и спуск кривой на кулачке. Например, длина детали равна 3,25 мм, ширина отрезного резца 0,25 мм, отношение плеч рычагов шпиндельной бабки равно 2:1, следовательно, подъем кривой кулачка механизма подачи бабки будет равен $(3,25 + 0,25) \cdot 2 = 7$ мм.

Максимальное отношение плеч рычагов шпиндельной бабки 3:1 назначается в тех случаях, когда требуется выдержать жесткий допуск по длине детали, потому что погрешности изготовления кулачка в этом случае будут оказывать меньшее влияние, чем при отношении 2:1. При этом следует иметь в виду, что максимальный подъем на кулачке по конструктивным данным допускается не более 50 мм.

Для изготовления длинных деталей рекомендуется брать отношение плеч рычагов 2:1, так как при отношении плеч 3:1 кривая подъема, особенно при малых радиусах, будет крутой и может произойти самоторможение кулачка.

Все движения рабочих органов автомата можно разделить на движения, связанные с обработкой прутка инструментами, такие движения называются рабочими ходами, и на движения, не связанные с обработкой прутка инструментами, такие движения называются холостыми ходами.

Расчет холостых ходов.

При обработке заготовок часовых деталей на автоматах продольно-фасонного точения на холостые ходы затрачивается от 15 до 25%, а в отдельных случаях до 35% времени всего цикла. Чтобы повысить производительность автомата, следует назначать минимальные холостые ходы.

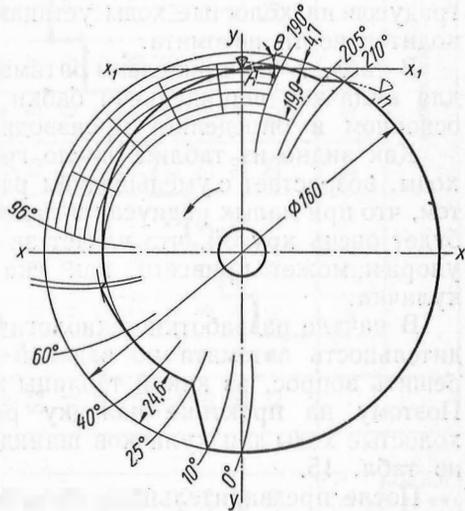
К холостым ходам относятся: разжим цанги, отход шпиндельной бабки назад, зажим цанги, подход и отход инструментов, паузы, подход шпиндельной бабки в случаях, когда не требуется обточка по наружному диаметру или когда пруток подается под нарезку наружной резьбы.

Холостые ходы принято измерять числом градусов, приходящихся на 1 мм подъема или опускания на кулачке.

Число градусов, приходящихся на 1 мм холостого хода при подъеме или опускании для одного и того же инструмента, является величиной переменной и зависит от производительности автомата по данной детали.

Чем выше производительность автомата, тем больше градусов назначается на 1 мм холостого хода.

Когда производительность мала (до 6 штук в минуту), силы инерции движущихся частей автомата невелики, влияния на работу они не оказывают и ими можно пренебречь. Когда производительность высока (от 25 штук в минуту и выше), силы инерции сильно возрастают, и если кривые холостых ходов рассчитаны неправильно, то работа автомата может нарушиться. Представим себе, что силы инерции движущегося с упором рычага (фиг. 27) при высокой производительности весьма значительны и превосходят силу натяжения пружины рычага. Тогда упор, дойдя до верхней точки на кулачке,



Фиг. 27. Кулачок подачи шпиндельной бабки.

поднимается по инерции вверх на некоторую величину h и, опускаясь вниз, ударится о кулачок. Чтобы избежать удара, кривую подъема следует сделать более пологой, т. е. увеличить число градусов на 1 мм подъема, а скорость движения упора в конце подъема снизить до нуля.

Учитывая динамические явления, возникающие в автомате при работе на больших чистых оборотах распределительного вала, число градусов на холостые ходы устанавливаются в зависимости от производительности автомата.

В табл. 7—14 приведены оптимальные холостые ходы в градусах для кулачков шпиндельной бабки и балансира, работа которых в основном и определяет производительность автомата.

Как видно из таблиц, число градусов, выделяемое на холостые ходы, возрастает с уменьшением радиуса кулачка. Объясняется это тем, что при малых радиусах и малом числе градусов кривая подъема будет очень крутой, что влечет за собой быстрый износ кулачка и упора и может привести, как сказано выше, к самоторможению кулачка.

В начале разработки технологического процесса, когда производительность автомата по заданой детали еще неизвестна, трудно решить вопрос, из какой таблицы взять данные о холостых ходах? Поэтому на практике наладку рассчитывают предварительно, а холостые ходы для кулачков шпиндельной бабки и балансира берут из табл. 15.

После предварительного расчета и определения производительности автомата наладку рассчитывают окончательно, применяя уже выбранные из таблиц холостые ходы и окончательно определяют производительность автомата. Для кулачков вертикальных суппортов и приспособлений, а также для кулачков зажима и разжима цанги следует пользоваться только данными табл. 15.

К полученным в расчете наладки величинам холостых ходов в случаях необходимости прибавляют гарантийные паузы по 2° — 3° каждая, что компенсирует возможные неточности изготовления кривой кулачка.

Профилирование дисковых кулачков. Кривые рабочих ходов на кулачках должны соответствовать принятой при выборе режима резания равномерной подаче шпиндельной бабки или инструментов. Этому требованию удовлетворяет архимедова спираль.

Для построения архимедовой спирали угол поворота кулачка, вычисленный для данного рабочего хода, разбивают на несколько равных частей по дуге окружности и через точки деления проводят из центра лучи.

Высота подъема разбивается на столько же частей проведением концентрических окружностей.

Соединяя последовательно плавной кривой точки пересечения лучей с соответствующими окружностями, получим архимедову спираль. На фиг. 27 архимедова спираль построена на участке от 96° до 190° . Высота подъема равна 19,9 мм.

Таблица 7

Кулачок балансира

Число градусов, приходящихся на падение или подъем холостого хода, при производительности автомата до 6 шт. в минуту

Радиус кулачка от начала падения	Падение (спуск) в мм											
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30		
Г р а д у с ы												
60	3	5	6	7	9	10	11	12	15	17	3	57
57	3	5	6	7	9	10	12	13	16	5	3	54
54	3	5	6	7	9	10	14	15	7	5	4	51
51	3	5	6	8	10	11	14	9	8	6	4	48
48	3	5	7	9	10	13	11	10	8	6	4	45
45	3	5	7	9	11	14	12	10	8	6	4	42
42	3	6	8	10	16	14	12	10	9	7	4	39
39	3	6	8	17	16	15	13	11	9	7	5	36
36	4	7	21	19	17	16	14	12	10	8	5	33
33	4	25	22	21	19	17	15	13	11	9	6	30
		30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	
		П о д ъ е м в м м										
		Радиус кулачка от начала подъема										

Таблица 8

Кулачок балансира

Число градусов, приходящихся на падение или подъем холостого хода, при производительности автомата от 6 до 12 шт. в минуту

Радиус кулачка от начала падения	Падение (спуск) в мм											
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30		
Г р а д у с ы												
60	4	6	8	10	12	14	16	19	21	23	5	57
57	4	6	8	10	13	14	17	19	21	6	5	54
54	5	6	8	11	13	15	17	20	10	6	5	51
51	5	6	9	11	13	16	19	10	10	6	5	48
48	5	7	9	12	14	17	15	10	10	7	5	45
45	5	7	10	12	15	18	15	11	11	8	5	42
42	6	8	10	13	21	19	16	13	11	8	6	39
39	6	8	11	24	22	19	16	14	11	8	6	36
36	6	9	27	25	22	20	17	15	11	8	7	33
33	6	30	28	26	23	20	18	16	13	10	7	30
		30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	
		П о д ъ е м в м м										
		Радиус кулачка от начала подъема										

Таблица 9

Кулачок балансира

Число градусов, приходящихся на падение или подъем холостого хода, при производительности автомата от 12 до 25 шт. в минуту

Радиус кулачка от начала падения	Падение в мм											
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30		
Г р а д у с ы												
60	6	12	15	20	24	27	31	39	45	52	6	57
57	6	12	15	20	24	28	32	40	47	10	6	54
54	6	12	15	20	24	29	33	43	15	11	6	51
51	6	12	15	20	25	30	37	19	16	11	7	48
48	7	12	17	22	29	34	24	19	16	12	8	45
45	7	12	17	24	32	28	24	20	17	12	9	42
42	7	12	20	25	33	28	25	21	18	13	9	39
39	9	15	24	37	34	30	26	22	18	14	10	36
36	10	16	42	38	35	32	27	22	19	16	11	33
33	10	50	44	42	37	34	29	24	21	18	12	30
		30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	
		П о д ъ е м в м м										
		Радиус кулачка от начала подъема										

Таблица 10

Кулачок балансира

Число градусов, приходящихся на падение или подъем холостого хода, при производительности автомата от 25 шт. в минуту и выше

Радиус кулачка от начала падения	Падение (спуск) в мм											
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30		
Г р а д у с ы												
60	10	13	17	23	27	32	37	45	50	57	10	57
57	10	14	18	23	29	33	40	46	53	13	10	54
54	10	15	19	24	29	35	41	47	17	14	10	51
51	10	15	20	25	30	37	43	23	18	15	10	48
48	10	16	20	26	31	40	27	23	19	15	10	45
45	10	16	21	28	35	32	29	24	20	16	10	42
42	10	17	23	29	37	33	29	26	20	16	10	39
39	11	18	25	45	40	35	30	26	21	17	11	36
36	12	19	50	46	41	37	31	28	23	18	12	33
33	13	57	53	47	43	40	35	29	25	19	13	30
		30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	
		П о д ъ е м в м м										
		Радиус кулачка от начала подъема										

Таблица 11

Кулачок шпиндельной бабки

Число градусов, приходящихся на падение или подъем холостого хода, при производительности автомата до 6 шт. в минуту

Радиус кулачка от начала падения	Падение в мм											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
Градусы												
80	5	8	11	14	17	20	23	26	29	31	5	75
75	5	8	11	14	17	20	23	26	28	9	5	70
70	5	8	11	14	17	20	23	25	12	9	5	65
65	5	8	11	14	17	20	22	16	12	9	6	60
60	5	8	11	14	17	19	20	16	12	9	6	55
55	5	8	11	14	16	24	20	16	12	9	6	50
50	5	8	11	13	27	24	20	16	12	9	6	45
45	6	9	11	32	28	24	21	17	14	11	7	40
40	7	9	36	32	28	25	21	18	15	12	8	35
35	7	42	38	34	31	27	24	21	18	14	9	30
		50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	
	Подъем в мм										Радиус кулачка от начала подъема	

Таблица 12

Кулачок шпиндельной бабки

Число градусов, приходящихся на падение или подъем холостого хода, при производительности автомата от 6 до 12 шт. в минуту

Радиус кулачка от начала падения	Падение в мм											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
Градусы												
80	7	12	16	21	26	31	36	41	46	52	7	75
75	7	12	16	21	26	31	36	41	47	12	7	70
70	7	12	16	21	26	31	36	42	17	12	7	65
65	7	12	17	22	27	32	38	23	18	13	8	60
60	8	13	18	23	28	34	28	23	18	13	8	55
55	8	13	18	23	29	34	29	24	19	14	9	50
50	9	14	19	25	39	34	29	24	19	14	9	45
45	9	14	20	45	40	35	30	25	20	15	10	40
40	10	16	51	46	41	36	31	26	21	16	11	35
35	11	58	53	48	43	38	33	28	23	18	14	30
		50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	
	Подъем в мм										Радиус кулачка от начала падения	

Таблица 13

Кулачок шпиндельной бабки

Число градусов, приходящихся на падение или подъем холостого хода, при производительности автомата от 12 до 25 шт. в минуту

Радиус кулачка от начала падения	Падение в мм											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
	Г р а д у с ы											
80	11	19	28	37	45	53	61	68	76	82	8	75
75	11	20	28	37	45	53	60	68	74	81	9	70
70	11	20	28	36	44	51	59	65	72	79	10	65
65	12	20	28	36	43	50	57	64	71	78	11	60
60	12	20	28	35	43	49	36	30	23	17	10	55
55	12	20	28	34	41	43	37	30	23	17	10	50
50	12	20	27	34	41	45	38	31	25	18	12	45
45	13	20	27	35	43	46	39	33	26	20	14	40
40	13	20	27	36	44	47	41	34	28	22	16	35
35	15	25	34	42	49	42	36	30	24	18	10	30
		50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	
	П о д ъ е м в м м										Радиус кулачка от начала подъема	

Таблица 14

Кулачок шпиндельной бабки

Число градусов, приходящихся на падение или подъем холостого хода, при производительности автомата от 25 шт. в минуту и выше

Радиус кулачка от начала падения	Падение в мм											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
	Г р а д у с ы											
80	13	23	34	44	56	64	75	86	96	105	12	75
75	13	24	34	44	55	64	75	85	95	105	12	70
70	14	24	34	44	55	64	75	85	95	105	13	65
65	14	24	34	45	55	64	74	84	94	104	14	60
60	15	25	35	45	54	63	73	83	93	103	15	55
55	15	26	36	45	54	63	73	83	93	103	16	50
50	16	28	37	45	54	64	74	84	94	104	17	45
45	18	28	37	45	54	64	74	84	94	104	18	40
40	19	28	37	45	54	64	74	84	94	104	19	35
35	20	29	38	47	56	65	74	84	94	104	20	30
		50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	
	П о д ъ е м в м м										Радиус кулачка от начала подъема	

Таблица 15

Число градусов поворота распределительного вала на холостом ходу

Назначение кулачка	Участок профиля кулачка	Число градусов кривой холостого хода на 1 мм подъема или спуска кривой на кулачке
Перемещать шпиндельную бабку	Подъем при перемещении вперед	1° на 1 мм, но не менее 3°
Управлять балансиром	Спуск при перемещении бабки назад	0,5° на 1 мм, но не менее 3°
Перемещать суппорты № 3, 4 и 5	Подъем для подвода резца № 2	1° на 1 мм, но не менее 3°
	Спуск для подвода резца № 1	0,5° на 1 мм, но не менее 3°
Управлять сверлильным приспособлением	Подъем для подвода резцов	1° на 1 мм, но не менее 3°
	Спуск для отвода резцов	0,5° на 1 мм, но не менее 3°
Управлять перестановкой шпинделей сверлильного и резьбонарезного приспособлений	Вывод сверла при многократном сверлении	0,75° на 1 мм, но не менее 3° на весь переход
	Подъем и опускание рычага	20°
Управлять зажимом и разжимом цанги	Зажима цанги	15°
	Разжима цанги	10°

Чтобы упор и кулачок правильно взаимодействовали, необходимо чтобы угол θ — угол касательной с осью X_1X_1 , перпендикулярной к лучу-радиусу в точке касания, — не превосходил определенной величины (фиг. 27).

Угол θ у архимедовой спирали — величина переменная: в начале подъема он больше, чем в конце. Рекомендуется, чтобы этот угол не превосходил 30°, так как при его больших значениях сила давления может привести к самоторможению кулачка. Кроме того, с увеличением угла θ возрастает износ призмы упора.

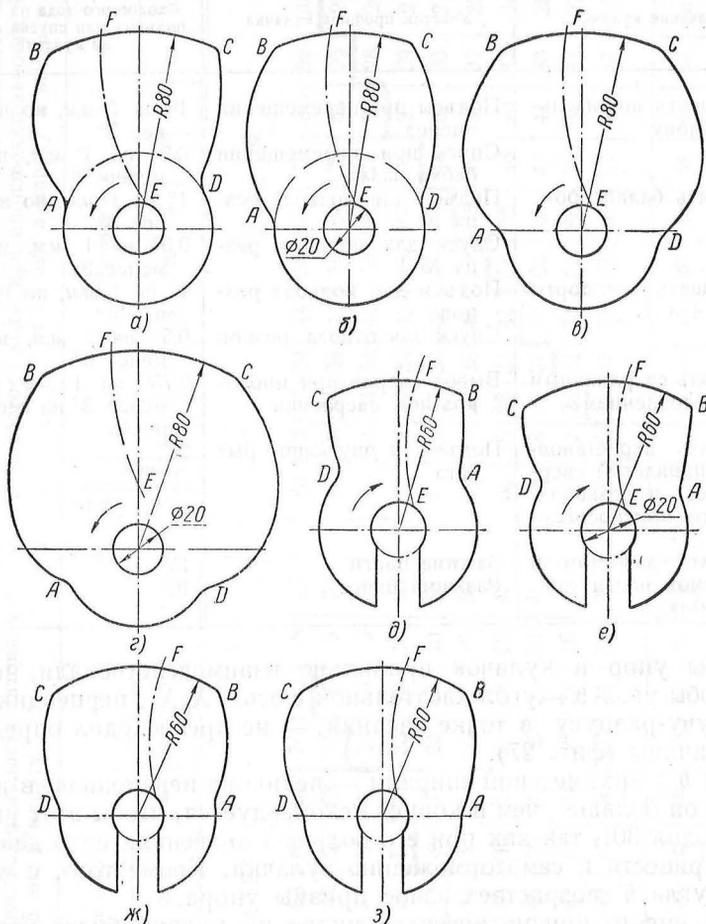
Если вместо призматического упора по кривой будет катиться ролик, то угол θ можно увеличить на 5°—8°, т. е. на разницу углов трения при скольжении и при качении.

Чтобы уменьшить угол θ , т. е. получить более пологие спирали, участки наиболее ответственных переходов следует вычерчивать на больших радиусах кулачка. С этой же точки зрения лучше брать соотношения плеч рычагов 1:1, так как в этом случае кривые будут более пологими.

Кривые холостых ходов на кулачке должны соответствовать такому подходу или отходу шпиндельной бабки или суппортов, у которых в начальный и конечный моменты скорость упора рычага равна нулю. Следовательно, скорость должна увеличиваться от нуля

до максимума в середине хода и уменьшаться от максимума до нуля в конце хода.

Когда производительность автомата не превышает 12 шт. в минуту, кривые холостых ходов можно выполнять по архимедовой



Фиг. 28. Шаблоны для вычерчивания кривых холостых ходов:

1 — на кулачках шпиндельной бабки при производительности автомата: а — до 6 шт. в мин.; б — от 6 до 12 шт. в мин.; в — от 12 до 25 шт. в мин.; г — от 25 и выше; 2 — на кулачках балансира при производительности автомата: д — до 6 шт. в мин.; е — от 6 до 12 шт. в мин.; ж — от 12 до 25 шт. в мин.; з — от 25 шт. в мин. и выше.

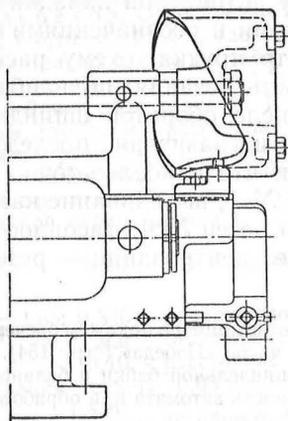
спирали. При малых величинах подъема и спуска кривые можно заменить отрезками прямой (фиг. 27, участок 10° — 25°).

Чтобы ускорить разметку кривых на кулачке, применяют шаблоны, которые, обычно, входят в комплект нормальных принадлежностей станка.

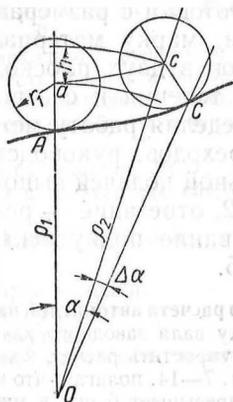
На фиг. 28 показаны шаблоны, воспроизводящие данные табл. 7—14.

Ранее было сделано допущение, что упор рычага перемещается по прямой (по радиусу). Фактически упор перемещается по дуге окружности радиуса, равного плечу рычага. Следовательно, на кулачке углы поворота должны размечаться не пересечением радиуса кулачка с его окружностью, а пересечением дуги, описываемой упором рычага, с окружностью кулачка.

Профилирование торцевых кулачков. У автоматов продольно-фасонного течения некоторых моделей механизм подачи шпиндельной бабки управляется торцевыми цилиндрическими кулачками



Фиг. 29. Торцевой кулачок.



Фиг. 30. Профиль кулачка AC , эквидистантный центральному профилю ac .

(фиг. 29). Расчет и профилирование торцевых кулачков отличается от приведенного выше расчета дисковых кулачков.

Если соблюдается основное условие рабочего хода:

$v = \text{const}$, то кривая подъема на торцевом кулачке должна быть винтовой линией. Кривые холостых ходов также винтовые линии, с закруглениями в начале и в конце по радиусу 2—5 мм.

У автоматов продольно-фасонного течения некоторых моделей упором рычага является ролик. Упор-ролик катится, а призматический упор скользит по профилю кулачка. Разница между роликовым и призматическим упорами не только в различных коэффициентах трения, но и в различных кривых профиля кулачка, так как для роликового упора кривая кулачка зависит от величины радиуса ролика.

Представим себе кривую AC (фиг. 30), по которой катится ролик толкателя с радиусом r_1 . Центр ролика опишет кривую ac , эквидистантную (равноотстоящую) кривой AC . Кривую ac принято называть центральным профилем.

Форма центрального профиля отлична от формы профиля кулачка в местах перехода одной кривой в другую. При расчете кулачков

углы поворота α следует брать по центровому профилю, а не по профилю кулачка. Высота h подъема на кулачке равна $\rho_2 - \rho_1$. Чем меньше r_1 ролика, тем ближе по конфигурации центральной профиль к профилю кулачка. При вогнутом профиле кулачка переходную кривую можно выполнить только с радиусом, значительно большим радиуса ролика.

Кривые торцевых кулачков сверлильных, резьбонарезных и шлицевочных приспособлений представляют собой винтовые линии.

Порядок расчета наладки. В карту автоматной наладки заносят эскиз заготовки с размерами и допусками и обозначениями чистоты обработки, марку материала и диаметр прутка, схему расположения резцов в двух плоскостях, скорость резания по наибольшему диаметру точения и соответственно число оборотов шпинделя.

Распределяя работу между резцами и назначая последовательность переходов, руководствуются тем, что наиболее точно точение с продольной подачей выполняет резец № 1, вытачивание канавок — резец № 2, отрезание — резец № 3 или резец № 4, фасонное точение и вытачивание поднутрений, а также центрование — резец № 4 или № 5.

Пример расчета автоматной наладки. В качестве примера покажем расчет наладки на заготовку вала заводного ключа наручных часов «Победа» (стр. 154).

Чтобы упростить расчет, холостые ходы шпиндельной бабки и балансира возьмем из табл. 7—14, полагая, что производительность автомата при обработке данной детали не превышает 6 шт. в минуту.

В карту наладки заносим эскиз заготовки и марку стали. Пруток назначаем диаметром 1,60 мм, т. е. с припуском 0,14 мм, который необходим для снятия нагартованного слоя, так как в дальнейшем поверхности по диаметру 1,46 шлифуются. В соответствии с принятым диаметром прутка 1,60 мм заносим в карту наладки эскизы расположения резцов. Работу между резцами распределяем следующим образом:

резец № 1 — обтачивает: уступ под резьбу, фаску 0,06 мм \times 45° и по диаметру 1,46 на длину 1,65 мм;

резец № 2 — обтачивает: по диаметру 1,46 на длину 1,45 мм, фаску 0,06 мм \times 45°, уступ диаметром 1 мм, фаску 0,08 мм и цапфы диаметром 0,72 мм;

резец № 3 — обтачивает внутренние фаски 0,06 мм \times 45°;

резец № 4 отрезает заготовку и обтачивает передний и задний конуса детали;

резец № 5 вытачивает канавку шириной 0,88 мм.

Расстояние резцов до прутка назначаем 1,2 мм. Этот размер необходим для расчета холостых ходов резцов. Учитывая, что данная заготовка не имеет сложных переходов и точность обработки сравнительно невысока, соотношение плеч рычагов назначаем:

для шпиндельной бабки	2 : 1
для балансира	3 : 1
для резца № 3	1 : 1
для резцов № 4 и 5	2 : 1

Скорость резания по наибольшему диаметру принимаем равной 28 м/мин, поэтому число оборотов шпинделя в минуту равно 5550. Отношение чисел оборотов резьбо-нарезного приспособления и шпинделя станка, согласно табл. 3, назначаем 1,12:1.

Последовательность переходов выбираем следующую:

1-й переход. Разжим цапги. Угол поворота распределительного вала по табл. 15 назначаем — 10°. После разжима цапги прутки под действием груза

торцем упирается в отрезной резец № 4, который в это время стоит перед отверстием люнета.

2-й переход. Отход шпиндельной бабки в исходное положение. Длина хода бабки составит: $10,375 + 0,158 = 10,533$, где размер $10,375$ есть сумма: номинала $10,450$ и полусуммы допусков на размеры $3,40; 0,88; 4,52; 1,65; 10,45 + (-0,10 + 0,02 - 0,03 - 0,04)$

$$+ \frac{2}{2} = 10,375 \text{ мм.}$$

Размер $0,158$ мм есть ширина отрезки резцом № 4. При расчете размеров длин, допуски на них учитываются в половинном размере.

Угол поворота распределительного вала по табл. 11 для падения $10,5 \cdot 2 = 21$ мм назначаем 14° .

3-й переход. Зажим цанги. Угол поворота распределительного вала по табл. 15 назначаем 15° .

4-й переход. Отход резца № 4 в исходное положение. Длина хода составит $2 + 0,10 = 2,10$ мм, где $0,10$ мм — заход резца за центр. Угол поворота распределительного вала по табл. 15 назначаем 3° .

В это же время резец № 1 подходит из исходного в рабочее положение (фиг. 31). Длина хода резца № 1, равная $1,45$, есть разность размеров 2 мм — $0,55$ мм, где 2 мм — расстояние от оси прутка до исходного положения резца и $0,55$ мм — радиус обтачиваемой поверхности под резьбу $1,2$ мм, взятый с учетом вспучивания (подъема) резьбы.

5-й переход. Точение уступа под резьбу резцом № 1. Длина хода шпиндельной бабки, равная $1,454$ мм, получена в результате следующего расчета:

$$3,40 - 1,65 - 0,346 - 0,05 + 0,10 \text{ мм} = 1,454 \text{ мм,}$$

где $3,40; 1,65; 0,346$ — размеры по эскизу на карте наладки.

$0,05$ мм — половина допуска на размер $3,40$;

$0,10$ — расстояние от резца до прутка.

Назначим подачу $0,03$ мм. На обтачивание заготовки длиной $1,454$ мм потребуется $\frac{1,454}{0,03} = 48$ оборотов шпинделя.

6-й переход. Пауза для зачистки торцевой поверхности. Угол поворота распределительного вала равен 2° .

7-й переход. Отход резца № 1 назад для образования фаски. Длина хода резца, равная $0,12$ мм, есть разность размеров $\frac{1,46 - 1,10}{2} - 0,06 = 0,12$ мм, где $1,46$ — размер по чертежу; $1,1$ мм — диаметр уступа под резьбу $1,2$ и $0,06$ мм — размер фаски.

Угол поворота распределительного вала по табл. 15 равен 3° .

8-й переход. Точение фаски производится одновременным совместным движением резца № 1 и шпиндельной бабки. Поддачи шпиндельной бабки и резца № 1 для точения фаски под углом в 45° назначаем равными $0,01$ мм, согласно табл. 5. Длина рабочего хода бабки и резца равна $0,06$ мм; следовательно, на выполнение перехода требуется $0,06 : 0,01 = 6$ оборотов шпинделя, которые и записываются в карту наладки.

Как изложено выше, вначале определяется число оборотов шпинделя, потребное для выполнения всех переходов, затем рассчитывается потребное число градусов для рабочих ходов (см. ниже).

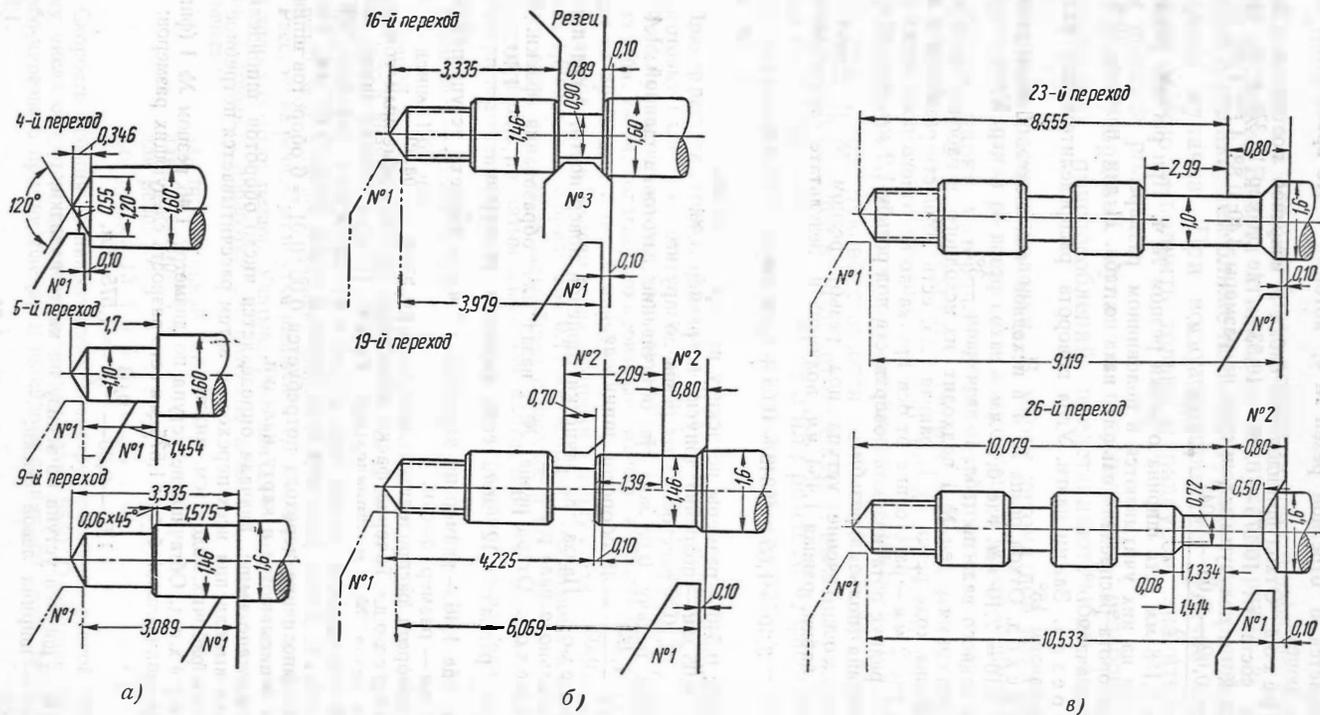
9-й переход. Обтачивание уступа по диаметру $1,46$ резцом № 1 (фиг. 31). Длина хода шпиндельной бабки $1,575$ мм есть разность следующих размеров:

$$1,65 - 0,06 - \frac{0,03}{2} = 1,575 \text{ мм,}$$

где $1,65$ мм — ширина уступа по эскизу на карте наладки;

$0,06$ мм — ширина левой фаски;

$\frac{0,03}{2}$ — половина допуска на размер $1,65$.



Фиг. 31. Эскизы обработки по отдельным переходам карты наладки.

Подачу 0,02 мм назначаем из табл. 5.

Число рабочих оборотов равно $1,575 : 0,02 = 78$.

10-й переход. Пауза для зачистки торцевой поверхности. Угол поворота распределительного вала — 2°.

11-й переход. Отход резца № 1 назад, в исходное положение. Длина хода, равная 1,27 мм, есть разность размеров $2 - \frac{1,46}{2} = 1,27$ мм.

На холостой ход по табл. 7 отводится 5°.

12-й переход. Быстрый подход шпиндельной бабки вперед на 6 мм под нарезку резьбы. По табл. 11 назначаем угол поворота распределительного вала 9°.

13-й переход. Нарезание резьбы М 1,2 мм с шагом 0,25 мм на длине 1,40 мм. Расчет оборотов шпинделя производится следующим образом.

Заданное число оборотов шпинделя в минуту равно 5550, поэтому число оборотов резьбонарезного шпинделя будет равно $5550 \cdot 1,12 = 6216$ об/мин., где коэффициент 1,12 взят из табл. 3. Для нарезания семи витков резьбы (с учетом недохода один виток и подхода плашки — 2 витка) потребуется затратить $7 \cdot \frac{5550}{6216 - 5550} = 58$ оборотов.

Для свинчивания или сбega плашки потребуется дополнительно затратить $7 \cdot \frac{5550}{1875 - 5550} = -12$ оборотов. Всего потребуется $58 + 12 = 70$ рабочих оборотов шпинделя. Свинчивание происходит при 1875 об/мин.

14-й переход. Отход шпиндельной бабки назад на длину 5,11 (вместо 6 мм), т. е. меньше на ширину резца № 5. Сделано это с целью поставить резец № 5 в рабочее положение по отношению прутка. Число градусов поворота распределительного вала по табл. 11 равно 6°.

15-й переход. Подход резцов № 5 и 3 одновременно. Длина хода, равная 1,17 мм, состоит из разности радиусов 2 мм — 0,8 мм и размера 0,03 мм, называемого недоходом резцов до прутка для гарантий против поломки. Число градусов холостого хода по табл. 15 равно 3°.

16-й переход. Врезание резца № 5 на глубину 0,38 мм (фиг. 31). Размер 0,38 мм есть разность размеров $\frac{1,60 - 0,90}{2} + 0,03$ мм; гарантированный зазор по 15-му переходу. Подачу по табл. 5 назовем 0,008 мм. Тогда потребное число оборотов шпинделя составит:

$$0,38 : 0,008 = 47 \text{ оборотов.}$$

Одновременно резец № 3 обтачивает две фаски: для этой цели резец заточен соответствующим образом. При этой же подаче 0,008 мм потребное число оборотов шпинделя для работы резца № 3 составит $0,25 : 0,008 = 31$. Начало и конец работы резца № 3 необходимо на кулачке рассчитать таким образом, чтобы он обтачивал фаски после врезания резца № 5 на глубину примерно 0,10—0,15 мм. Отход резца № 3 совмещаем с работой резца № 5. Резец № 3, находящийся к резцу № 5 под углом 90°, удобнее использовать для одновременного точения фасок, чем резец № 4, который расположен к резцу № 5 под углом 45°.

17-й переход. Пауза для резца № 5. Угол поворота распределительного вала — 2°.

18-й переход. Отход резца № 5 в исходное положение на величину 1,55 мм, которая должна быть равна подходу резца по 15-му и 16-му переходам. Число градусов поворота распределительного вала по табл. 15 назначаем 3°. Одновременно с отходом резца № 5 подходит резец № 2. Длина хода равна $\frac{4 - 1,46}{2} = 1,27$ мм.

19-й переход. Обтачивание по наружному диаметру 1,46 резцом № 2 (фиг. 31). Длина хода бабки, равная 2,09 мм, состоит из $1,45 - 0,06 + 0,70$ мм, где 1,45 мм — размер уступа по эскизу на карте наладки;

0,06 мм — длина второй фаски;

0,70 мм — перекрытие граней резцов № 5 и 2.

Подачу назначаем по табл. 5 в 0,02 мм; тогда потребное число рабочих оборотов составит $2,09 : 0,02 = 104$ оборота.

20-й переход. Обтачивание фаски $0,06 \times 45^\circ$ совместным движением бабки и резца № 2. Подачи назначаем по предыдущему — $0,008$ мм. Тогда потребное число оборотов шпинделя составит $0,06 \text{ мм} : 0,008 = 7$ оборотов.

21-й переход. Врезание резца № 2 до диаметра 1 мм. Длина хода равна $\frac{1,46}{2} - 0,06 - \frac{1,0}{2} = 0,17$ мм.

Подачу по табл. 5 назначаем $0,01$ мм. Тогда потребное число оборотов шпинделя составит: $0,17 : 0,01 = 17$ оборотов.

22-й переход. Пауза для резца № 2. Угол поворота распределительного вала 2° .

23-й переход. Обтачивание уступа по диаметру 1 мм резцом № 2. Длина хода бабки равна $4,52 - 1,45 - 0,08 = 2,99$ мм. Подачу назначаем $0,03$ мм. Тогда потребное число оборотов шпинделя будет равно $2,99 : 0,03 = 100$ оборотов.

24-й переход. Точение фаски длиной $0,08$ мм и глубиной $0,14$ мм совместным движением бабки и резца № 2. Размер $0,14$ есть разность радиусов $\frac{1 - 0,72}{2} = 0,14$ мм.

Подачу резца № 2 назначаем $0,005$ мм. Тогда необходимое число оборотов шпинделя составит $0,14 : 0,005 = 28$ оборотов.

25-й переход. Пауза; угол поворота распределительного вала 2° .

26-й переход. Обтачивание цапфы диаметром $0,72$ мм. Длина хода бабки равна $1,65 - 0,36 - 0,02 + (0,864 - 0,8) = 1,334$ мм, где $0,36$ мм — длина заднего конуса;

$0,02$ мм — половина допуска на размер $1,65$ мм;

$0,064$ — разность положения грани резца № 2 и острия резца № 4.

Подачу по табл. 5 назначаем $0,015$. Тогда потребное число оборотов шпинделя составит: $1,334 : 0,015 = 88$ оборотов.

27-й переход. Пауза для резца № 2; угол поворота распределительного вала равен 2° .

28-й переход. Отход резца № 2 в исходное положение. Длина хода $1,64$ должна быть равна сумме ходов по переходам $18, 20, 21, 24$, т. е. $1,27 + 0,060 + 0,17 + 0,140 = 1,64$ мм. Угол поворота распределительного вала равен 3° (по табл. 7).

29-й переход. Отход шпиндельной бабки назад на длину $0,510$ мм, которая состоит из $0,36 + 0,10 + 0,05$, где $0,36$ мм — длина конуса; $0,10$ мм — заход за центр; $0,05$ мм — гарантийный недоход резца № 2 до цапфы.

Угол поворота распределительного вала равен 5° (по табл. 11).

30-й переход. Подход резца № 4 из исходного в рабочее положение; длина хода равна $2 - 0,36 - 0,05 = 1,59$ мм, где $0,36$ — радиус цапфы;

$0,05$ — гарантийный недоход до цапфы.

Угол поворота распределительного вала равен 3° (по табл. 15).

31-й переход. Точение конуса на заднем конце заготовки происходит совместным перемещением шпиндельной бабки и резца № 4 с одновременным отрезанием заготовки от прутка и обтачиванием второй режущей кромкой резца конуса следующей заготовки. Длина хода бабки и резца № 4 равна $0,51$ мм. Подачу для шпиндельной бабки по табл. 5 назначаем $0,015$ мм. Тогда потребное число рабочих оборотов составит $0,51 : 0,015 = 35$ оборотов.

Для проверки правильности расчета следует сложить все перемещения шпиндельной бабки. Перемещения вперед будем считать со знаком плюс; перемещения назад — со знаком минус.

Переход 2	—	—10,533	Переход 20	—	+0,060
5	—	+1,454	23	—	+2,99
8	—	+0,060	24	—	+0,08
9	—	+1,675	26	—	+1,334
12	—	+6,000	29	—	—0,510
14	—	—5,110	31	—	+0,510
19	—	+2,09			

Получаем $+16,153$ и $-16,153$

Необходимо проверить также и перемещения резцов.

После записи в карту наладки рассчитанных углов поворота распределительного вала на холостые ходы и оборотов шпинделя на обработку заготовки производим суммирование. Суммарное число градусов поворота распределительного вала на все холостые движения составит 94° , или 26% цикла обработки. На долю рабочих ходов остается $360^\circ - 94^\circ = 266^\circ$.

Суммарное число рабочих оборотов шпинделя на обработку изделий составляет 628; следовательно, на один оборот шпинделя приходится угол поворота распределительного вала, равный $266 : 628 = 0,425^\circ$. После этого заносим в карту наладки против каждого числа оборотов шпинделя, необходимого для каждого рабочего перехода, число градусов поворота распределительного вала, полученное умножением числа оборотов шпинделя на угол $0,425^\circ$. Полученная таким образом сумма градусов должна быть равна 266° .

Для определения числа оборотов шпинделя, необходимых для изготовления одной детали, составим пропорцию

$$x : 628 = 360 : 266; \quad x = \frac{628 \cdot 360}{266} = 850 \text{ оборотов.}$$

Производительность автомата определяется делением принятого числа оборотов на потребное на 1 шт.:

$$A = \frac{5550}{850} = 6,6 \text{ шт. в мин.}$$

Так как рассчитанная производительность автомата незначительно превышает 6 шт. в минуту, то пересчет наладки делать не следует.

Ниже даны примеры расчетов наладок на обработку центрального триба и триба минутной стрелки.

В расчете наладки на центральный триб использованы все пять резцов суппортной стойки и один резец горизонтального дополнительного приспособления. Этот резец растачивает поднутрение, служащее для расклепки триба при посадке колеса на ступень $\varnothing 1,50^{+0,01}$.

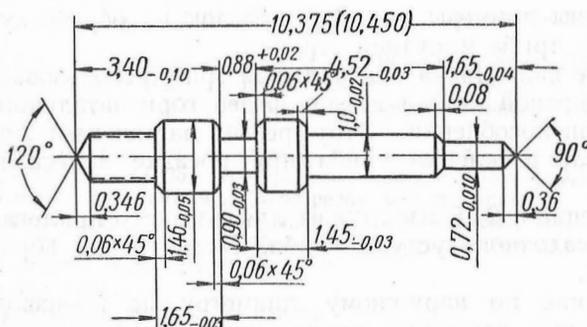
Поднутрение в $0,15 \text{ мм}$ служит для плотного прилегания колеса к торцу посадочного уступа триба. Поднутрение обрабатывается резцом № 4.

Обтачивание по наружному диаметру не производится, так как эта ступень заготовки предназначена под нарезку зубьев и имеет припуск.

По окончании расчета необходимо убедиться в том, что сумма перемещений вперед и назад каждого из инструментов и шпиндельной одной бабки равна нулю.

Вычерчивание кулачков. Вычерчивание кулачков состоит в переносе расчетных данных карты наладки на отдельный лист бумаги и в построение профиля кулачка. На листе бумаги вычерчиваются наружная и внутренняя окружности кулачка, для кулачка балансира дополнительно наносится средняя окружность с $R = 45 \text{ мм}$. От вертикальной оси вправо откладываются величины углов поворота, зафиксированные в карте наладки и на радиусах, проведенных через полученные точки, от наружной или средней окружности откладывают линейную величину перемещения, с учетом передаточного отношения, также зафиксированную в карте.

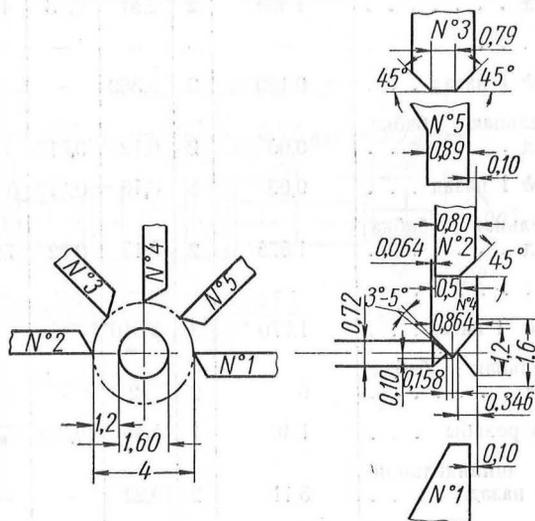
№ детали	Наименование детали			Материалы	Сталь У7АВ
К-26-15	Вал заводного ключа			Скорость резания	28 м/мин
Отношение плеч рычага	Шпиндельная бабка	Балансир	Резец № 3, 4, 5	Число оборотов шпинделя изделий	5550
				Число резьбонарезного шпинделя	6216
	2:1	3:1	1:1 2:1 2:1	Производительность 6,6 шт. в минуту	



наладки

Переход	Наименование работ	Ход инстру- мента и шпин- дельной бабки	Отношение плеч рычагов	Подъем или спуск на ку- лачке	Подача на 1 оборот шпин- деля	Число рабочих оборотов	Число градусов на				Сумма граду- сов	
							рабо- чий ход	холо- стой ход	Ог	До		
1-й	Разжим цанги	—	—	—	—	—	—	10	0	10		
2-й	Отход шпиндельной бабки назад	10,375 + + 0,158 = = 10,533	2	21,066	—	—	—	14	10	24		
3-й	Зажим цанги	—	—	—	—	—	—	15	24	39		
4-й	Отход резца № 4 назад	2 + 0,10 = = 2,1	2	4,2	—	—	—	3	39	42		
	Подход резца № 1 . .	1,45	3	4,35	—	—	—	(3)	39	42		
5-й	Шпиндельная бабка вперед	1,454	2	2,91	0,03	48	20	—	42	62		
6-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	62	64		
7-й	Резец № 1 назад . . .	0,120	3	0,360	—	—	—	3	64	67		
8-й	Шпиндельная бабка вперед	0,06	2	0,12	0,010	6	3	—	67	70		
	Резец № 1 назад . . .	0,06	3	0,18	0,010	(6)	(3)	—	67	70		
9-й	Шпиндельная бабка вперед	1,575	2	3,15	0,02	78	32	—	70	102		
10-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	102	104		
11-й	Резец № 1 назад . . .	1,270	3	3,810	—	—	—	5	104	109		
12-й	Шпиндельная бабка вперед	6	2	12	—	—	—	9	109	118		
13-й	Нарезка резьбы . . .	1,40	1	1,40	(0,25)	70	30	—	118	148		
14-й	Отход шпиндельной бабки назад	5,11	2	10,22	—	—	—	6	148	154		
15-й	Подход резца № 5 . .	1,17	2	2,34	—	—	—	3	154	157		
	Подход резца № 3 . .	1,17	1	1,17	—	—	—	3	154	157		
16-й	Врезание резца № 5 .	0,38	2	0,76	0,008	47	20	—	157	177		
	Врезание резца № 3 .	0,25	1	0,25	0,008	31	(14)	—	158	172		
	Отход резца № 3 в исходное положение	1,42	1	1,42	—	—	—	(3)	172	175		
17-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	177	179		

№ детали	Наименование детали		Материалы	Сталь У7АВ	
К-26-15	Вал заводного ключа		Скорость резания	28 м/мин	
Отношение плеч рычага	Шпиндельная бабка	Балансир	Резец № 3, 4, 5	Число оборотов шпинделя изделий	5550
				Число резьбонарезного шпинделя	6216
	2:1	3:1	1:1 2:1 2:1	Производительность 6,6 шт в минуту	



Продолжение

Переход	Наименование работ	Ход инстру- мента и шпин- дельной бабки	Отношение плеч рычагов	Подъем или спуск на ку- лачке	Поддача на 1 оборот шпин- деля	Число рабочих оборотов	Число градусов на		Сумма граду- сов	
							Рабо- чий ход	холо- стой ход	Ог	До
18-й	Отход резца № 5 в исходное положение	1,55	2	3,10	—	—	—	3	179	182
	Подход резца № 2 . .	1,270	3	3,810	—	—	—	(3)	179	182
19-й	Шпиндельная бабка вперед	2,09	2	4,18	0,02	104	44	—	182	226
20-й	Шпиндельная бабка вперед	0,060	2	0,12	0,008	7	3	—	226	229
	Резец № 2 вперед . .	0,060	3	0,180	0,008	(7)	(3)	—	226	229
21-й	Резец № 2 вперед . .	0,170	3	0,510	0,010	17	8	—	229	237
22-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	237	239
23-й	Шпиндельная бабка вперед	2,99	2	5,98	0,03	100	42	—	239	281
24-й	Шпиндельная бабка вперед	0,08	2	0,16	—	(28)	(12)	—	281	293
	Резец № 2 вперед . .	0,140	3	0,420	0,005	28	12	—	281	293
25-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	293	295
26-й	Шпиндельная бабка вперед	1,334	—	2,668	0,015	88	36	—	295	331
27-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	331	333
28-й	Отход резца № 2 назад	1,640	3	4,920	—	—	—	3	333	336
29-й	Отход шпиндельной бабки назад	0,510	2	1,020	—	—	—	5	336	341
30-й	Подход резца № 4 . .	1,590	2	3,180	—	—	—	3	341	344
31-й	Шпиндельная бабка вперед	0,510	2	1,020	0,015	35	16	—	344	360
	Резец № 4 вперед . .	0,510	2	1,020	0,015	(35)	16	—	344	360
Итого						628	266°	94°	—	360

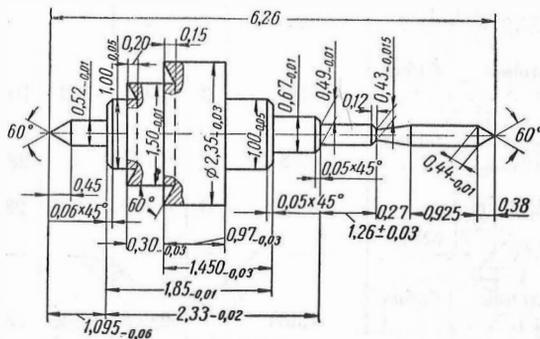
$$n \text{ оборотов на 1 шт. } \frac{628 \cdot 360}{266} = 850$$

$$\text{Производительность в минуту } A = 5550 : 850 = 6,6 \text{ шт.}$$

Расчет

№ детали	Наименование детали		Материал		Сталь У7АВ
К-26-8	Центральный триб		Скорость резания		37 м/мин
Отношение плеч	Шпиндельная бабка	Балансир	Резец № 3, 4, 5	Число оборотов шпинделя	5550
	3 : 1	10 : 1	1 : 1 2 : 1 2 : 1	Производительность	5,7 шт. в минуту

Приспособление для торцевого поднутрения с соотношением плеч 1 : 1

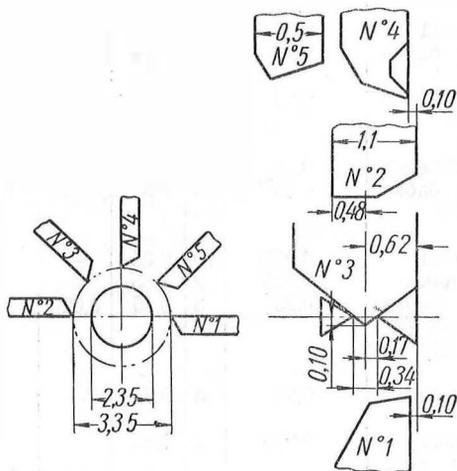


НАЛАДКИ

Переход	Наименование работ	Ход инстру- мента и шпиндельной бабки	Отношение плеч рычагов	Поъем или спуск на ку- лачке	Подача на 1 оборот шпин- деля	Число рабочих оборотов	Число гра- дусов на			Сумма град.		
							рабо- чий ход	холо- стой ход	ход	От	До	
1-й	Разжим цанги	—	—	—	—	—	—	10	0	10		
2-й	Отход шпиндельной бабки назад	$6,26 + 0,34 =$ $= 6,6 \text{ мм}$	3	19,8	—	—	—	12	10	22		
3-й	Зажим цанги	—	—	—	—	—	—	15	22	37		
4-й	Резец № 3 назад	$1,175 + 0,1 +$ $+ 0,5 = 1,775$	1	1,775	—	—	—	(9)	37	46		
5-й	Резец № 1 вперед	$1,175 + 0,5 -$ $- 0,26 = 1,415$	10	14,15	—	—	—	9	37	46		
6-й	Шпиндельная бабка вперед	$0,1 + 0,645 =$ $= 0,745$	3	2,285	0,008	93	33	—	46	79		
7-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	79	81		
8-й	Резец № 1 назад	$0,88 - 0,52 =$ $\frac{2}{2} =$ $= 0,18$	10	1,8	—	—	—	3	81	84		
9-й	Резец № 1 назад	0,06	10	0,6	0,005	12	5	—	84	89		
	Шпиндельная бабка вперед	0,06	3	0,18	—	(12)	(5)	—	84	89		
10-й	Шпиндельная бабка вперед	0,04	3	0,12	0,005	8	4	—	89	93		
11-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	93	95		
12-й	Резец № 1 назад	0,25	10	2,5	—	—	—	3	95	98		
13-й	Шпиндельная бабка вперед	0,30	3	0,9	0,015	20	7	—	98	105		
14-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	105	107		
15-й	Резец № 1 назад	0,925	10	9,25	—	—	—	6	107	113		
16-й	Резец № 4 вперед	0,925	2	1,85	—	—	—	(4)	109	113		
17-й	Шпиндельная бабка вперед (поднутре- ние по $\varnothing 1,50$)	0,25	3	0,75	0,020	12	5	—	113	118		
18-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	118	120		
19-й	Шпиндельная бабка назад	0,25	3	0,75	—	—	—	3	120	123		
20-й	Резец № 4 назад	0,925	2	1,85	—	—	—	3	123	126		
21-й	Подход резца при- способления для поднутрения	—	—	—	—	—	—	(7)	119	126		
22-й	Поднутрение по $\varnothing 1 \text{ мм}$	0,4	1	0,4	0,020	20	7	—	126	133		
23-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	133	135		
24-й	Отход резца при- способления назад	—	—	—	—	—	—	3	135	138		
25-й	Шпиндельная бабка вперед	$0,97 + 1,1 -$ $- 0,1 = 1,97$	3	5,91	—	—	—	5	138	143		
26-й	Резец № 2 вперед	0,4	10	4	—	—	—	(4)	138	143		
27-й	Резец № 2 вперед	$\frac{2,35}{2} + 0,1 -$ $\frac{1,00}{2} =$ $= 0,775$	10	7,75	0,010	78	28	—	143	171		

№ детали	Наименование детали		Материал		Сталь У7АВ
К-26-8	Центральный триб		Скорость резания		37 м/мин
Отношение плеч	Шпиндельная бабка	Балансир	Резец № 3, 4, 5	Число оборотов шпинделя	5550
			1:1 2:1 2:1		

Приспособление для торцевого поднутрения с соотношением плеч 1:1



Продолжение

Переход	Наименование работ	Ход инстру- мента и шпиндельной бабки	Отношение плеч рычагов	Подъем или спуск на ку- лачке	Поддача на 1 оборот шпин- деля	Число рабочих оборотов	Число гра- дусов на				Сумма град.	
							рабо- чий ход	холо- стой ход	От	До		
28-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	171	173		
29-й	Шпиндельная бабка вперед	1,450—0,97— —0,05=0,430	3	1,290	0,015	29	10	—	173	183		
30-й	Шпиндельная бабка вперед	0,05	3	0,15	—	—	—	—	—	—		
	Резец № 2 вперед	0,05	10	0,5	0,005	10	4	—	183	187		
31-й	Резец № 2 вперед	0,90—0,67 = 2 = 0,115	10	1,15	0,008	15	6	—	187	193		
32-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	193	195		
33-й	Шпиндельная бабка вперед	2,33 — 1,85 — — 0,05 = 0,43	3	1,29	0,015	28	10	—	195	205		
34-й	Шпиндельная бабка вперед	0,05	3	0,15	—	—	(4)	—	205	209		
	Резец № 2 вперед	0,05	10	0,5	0,005	10	4	—	205	209		
35-й	Резец № 2 вперед	0,04	10	0,4	0,003	13	5	—	209	214		
36-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	214	216		
37-й	Шпиндельная бабка вперед	1,26	3	3,78	0,012	110	40	—	216	256		
	Резец № 2 вперед	0,025										
	Проточка пологого конуса											
38-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	256	258		
39-й	Резец № 2 назад	1	10	10	—	—	—	6	258	264		
40-й	Резец № 5 вперед	1,445	2	2,89	—	—	—	(6)	258	264		
41-й	Резец № 5 вперед	0,015	2	0,03	0,005	5	3	—	264	267		
42-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	267	269		
43-й	Резец № 5 назад	1,460	2	2,92	—	—	—	3	269	272		
44-й	Резец № 2 вперед	1	—	—	—	—	—	(6)	266	272		
45-й	Резец № 2 вперед	0,025										
	Шпиндельная бабка вперед	1,195	3	3,585	0,012	100	37	—	272	309		
46-й	Шпиндельная бабка вперед	0,38	3	1,14	0,01	38	13	—	309	322		
47-й	Резец № 2 назад	1,455	10	2,91	—	—	—	10	322	332		
48-й	Шпиндельная бабка назад	0,43 + 0,48 = = 0,91	3	—	—	—	—	3	332	335		
49-й	Резец № 3 вперед	1,405	1	1,405	—	—	—	3	335	338		
50-й	Шпиндельная бабка вперед	0,60	3	1,80	0,010	60	22	—	338	360		
	Резец № 3 вперед	0,37	1	0,37	—	(60)	—	—	338	360		
	Итого	—	—	—	—	661	243	117	—	360		

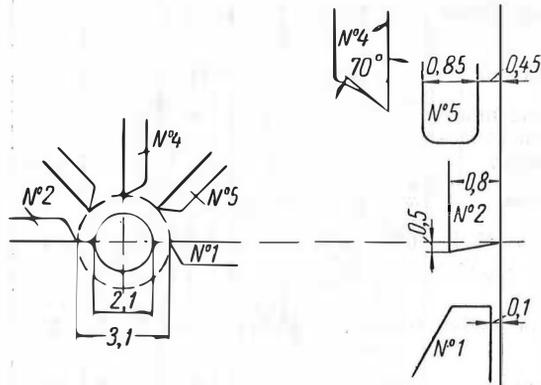
$$\frac{661 \cdot 360}{243} = 980 \text{ оборотов.}$$

$$\text{Производительность } A = \frac{5550}{980} = 5,7 \text{ шт. в минуту.}$$

наладки

Переход	Наименование работ	Ход инструмента и шпиндельной бабки	Отношение плеч рычагов	Подъем или спуск на кулачке	Подача на 1 оборот	Число рабочих оборотов	Число градусов на			Сумма град.	
							рабочий ход	холостой ход	ход	От	До
1-й	Разжим цанги	—	—	—	—	—	—	10	0	10	
2-й	Шпиндельная бабка назад	$2,65 + 0,8 = 3,45$	2 : 1	6,90	—	—	—	8	10	18	
3-й	Зажим цанги	—	—	—	—	—	—	15	18	33	
4-й	Отход резца № 2	2,05	3 : 1	6,15	—	—	—	6	33	39	
5-й	Подход центровки	—	—	—	—	—	—	(6)	33	39	
6-й	Шпиндельная бабка вперед	$0,1 + 0,2 = 0,3$	2 : 1	0,6	0,010	30	12	—	39	51	
7-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	51	53	
8-й	Шпиндельная бабка назад	0,3	—	—	—	—	—	3	53	56	
9-й	Отход центровки	—	—	—	—	—	—	10	56	66	
10-й	Переключение шпинделя приспособления на сверло	—	—	—	—	—	—	20	66	86	
11-й	Подход сверла	—	—	—	—	—	—	10	86	96	
12-й	Подход резца № 1	$0,5 + 1,05 - 0,185 = 1,365$	3 : 1	4,095	—	—	—	(6)	90	96	
13-й	Шпиндельная бабка вперед	$0,1 + 0,15 = 0,25$	2 : 1	0,50	0,008	30	12	—	96	108	
14-й	Резец № 1 назад	$0,1 + 0,15 = 0,25$	3 : 1	0,75	0,008	(30)	—	—	96	108	
15-й	Резец № 1 назад	0,005	3 : 1	0,015	—	57	(25)	—	108	133	
16-й	Шпиндельная бабка вперед	0,28	2 : 1	0,56	0,005	57	25	—	108	133	
17-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	133	135	
18-й	Резец № 1 назад	0,065	3 : 1	0,195	—	—	—	3	135	138	
19-й	Шпиндельная бабка вперед	1,45	2 : 1	2,9	0,015	100	43	—	138	181	
20-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	181	183	
21-й	Резец № 1 назад	$\frac{2,1 - 1,01 - 0,2}{0,2} = 0,445$	3 : 1	1,335	0,008	55	25	—	183	208	

№ детали	Наименование детали			Материал		У10А
К-26-12	Триб минутной стрелки			Скорость резания		33 м/мин
Отношение плеч рычагов	Шпиндельная бабка	Балансир	Резец № 4	№ 5	Число оборотов шпинделя	5000
	2:1	3:1	2:1	2:1	Производительность	6,4 в минуту



Продолжение

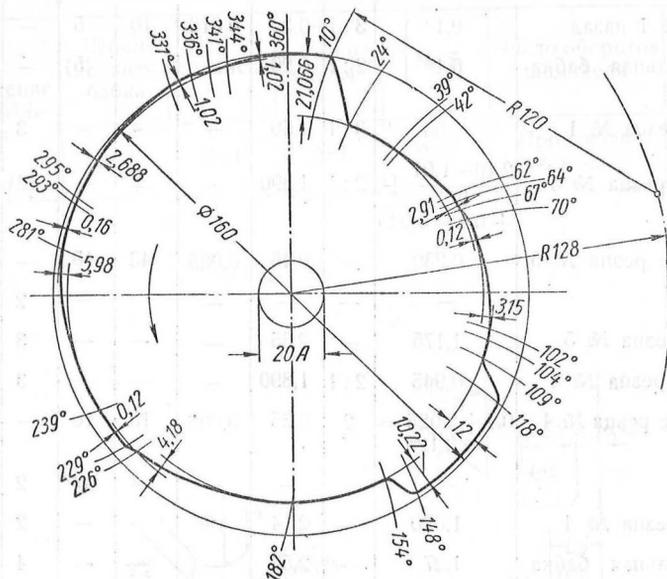
Переход	Наименование работ	Ход инструмента и шпиндельной бабки	Отношение плеч рычагов	Подъем или спуск на кулачке	Подача на 1 оборот	Число рабочих оборотов	Число градусов на		Сумма град.	
							рабочий ход	холостой ход	От	До
22-й	Резец № 1 назад	0,1	3:1	0,3	0,010	10	5	—	208	213
23-й	Шпиндельная бабка вперед	0,1		2:1	0,20	—	—	(5)	—	208
24-й	Отход резца № 1	0,50	3:1	1,50	—	—	—	3	213	216
25-й	Подход резца № 5	$\frac{2,10-1,01}{2} + 0,4 = 0,945$	2:1	1,890	—	—	—	(3)	213	216
26-й	Врезание резца № 5	0,230	—	0,46	0,005	43	18	—	216	234
27-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	234	236
28-й	Отход резца № 5	1,175	—	2,35	—	—	—	3	236	239
29-й	Подход резца № 4	0,945	2:1	1,890	—	—	—	3	239	242
30-й	Врезание резца № 4	$0,1 + 0,025 = 0,125$	2	0,35	0,008	15	10	—	242	252
31-й	Пауза	—	—	—	—	—	—	2	252	254
32-й	Отход резца № 4	1,070	—	2,14	—	—	—	2	254	256
33-й	Шпиндельная бабка вперед	1,27	—	2,54	—	—	—	4	256	260
34-й	Подход резца № 2	0,50	—	1,50	—	—	—	3	260	263
35-й	Шпиндельная бабка вперед	0,1	—	0,2	0,005	20	10	—	263	273
36-й	Резец № 2 вперед	0,1		0,3	—	—	(10)	—	263	273
37-й	Резец № 2 вперед	1,45	—	4,35	0,008	180	87	—	273	360
Итого		—	—	—	—	540	247°	113°	—	360°

$$n = \frac{540 \cdot 360}{247} = 790 \text{ оборотов на 1 шт.}$$

Производительность автомата $A = 5000 : 790 \approx 6,4$ шт. в минуту.

Подход сверла	—	—	—	—	—	—	10	86	96
Пауза	—	—	—	—	—	—	10	96	106
Сверло вперед	0,85	1:1	0,85	—	112	—	—	106	218
Отход сверла	—	—	—	—	—	—	12	218	230

В качестве примера построим профиль кулачка шпиндельной бабки для рассчитанной нами наладки на вал заводного ключа. Градусы отсчитываем по наружной окружности кулачка диаметром 160 мм. От нулевой точки откладываем по окружности 10° и через полученную точку проводим дугу радиуса 120 мм (фиг. 32). Радиус 120 мм соответствует плечу качающегося рычага *B* с упором (см. фиг. 9).



Фиг. 32. Кулачок шпиндельной бабки.

На этом участке цанга разжимается, шпиндельная бабка стоит на месте, следовательно, кривая этого участка профиля есть дуга окружности радиуса 80 мм.

Затем откладываем 14° — отход шпиндельной бабки назад — и проводим через новую точку деления дугу того же радиуса 120 мм. Проводим на кулачке концентрическую окружность радиуса 80 мм — $21,066 = 58,934$ мм до пересечения с дугой, проведенной через точку 24° . Величина 21,066 мм есть падение на кулачке (из карты наладки). Полученные точки соединяем по кривой шаблона.

Далее откладываем 15° — зажим цанги, шпиндельная бабка стоит на месте, следовательно, кривая есть дуга окружности радиуса 58,934 мм.

При отходе резца № 4 назад и подходе резца № 1, шпиндельная бабка стоит на месте, следовательно, 3° также откладываются по дуге окружности того же радиуса.

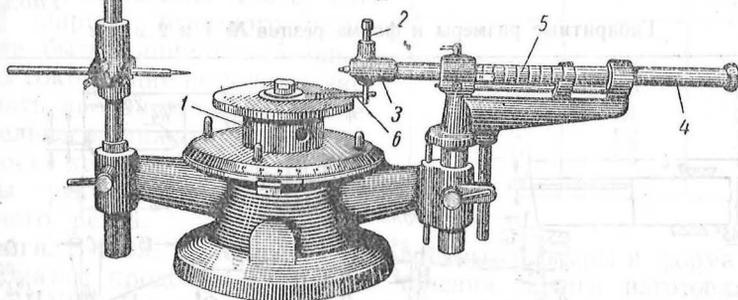
От точки 42° до точки 62° происходит подъем на кулачке, равный 2,910 мм. Этот подъем выполняется по архимедовой спирали.

Откладывая последовательно на чертеже величины углов и линейных перемещений (из карты наладки), получим профиль кулачка. Профили кулачков для остальных инструментов вычерчиваются аналогичным образом.

Разметка и изготовление кулачков. Кулачки размечают на приспособлении (фиг. 33). Кулачок надевается на вертикальную оправку круглого стола 1 приспособления.

Кулачок кернится по наружной окружности керном 2, закрепленным в кронштейне 3 штока 4. Шток может перемещаться в радиальном направлении. Величина перемещения отсчитывается по линейке 5. С помощью шаблона 6 размечаются кривые холостых ходов.

Кулачки изготовляют за три операции. Первая операция — надсверливание отверстий по



Фиг. 33. Приспособление для разметки кулачков.

контуру разметки и удаление излишка металла. Вторая операция — фрезерование кулачка на специальном станке с допуском 0,3—0,4 мм на сторону. Третья операция — доводка кулака на специальном станке¹.

Радиусы окружностей кулачка измеряются на приспособлении с встроеным индикатором. Практически измеряются не радиусы, а разности двух радиусов, соответствующих началу и концу кривой. Необходимо, чтобы разность радиусов, т. е. величина подъема или опускания на кулачке, была выполнена с максимальной точностью, так как неточность изготовления профиля кулачка переносится на изделие.

Наименьшие радиусы на кулачке при значительных углах поворота выполняют с занижением на 1 мм против расчетного, с тем чтобы при прохождении дуги этого радиуса упор рычага не касался кулачка, а рычаг опирался на специальный упор.

Это дает к тому же возможность не западать упору в прорезь у кулачков резцов № 3, 4, 5, которые служат для надевания кулачка на распределительный вал.

¹ См. альбом станков Главчаспрома ММ и П.

ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

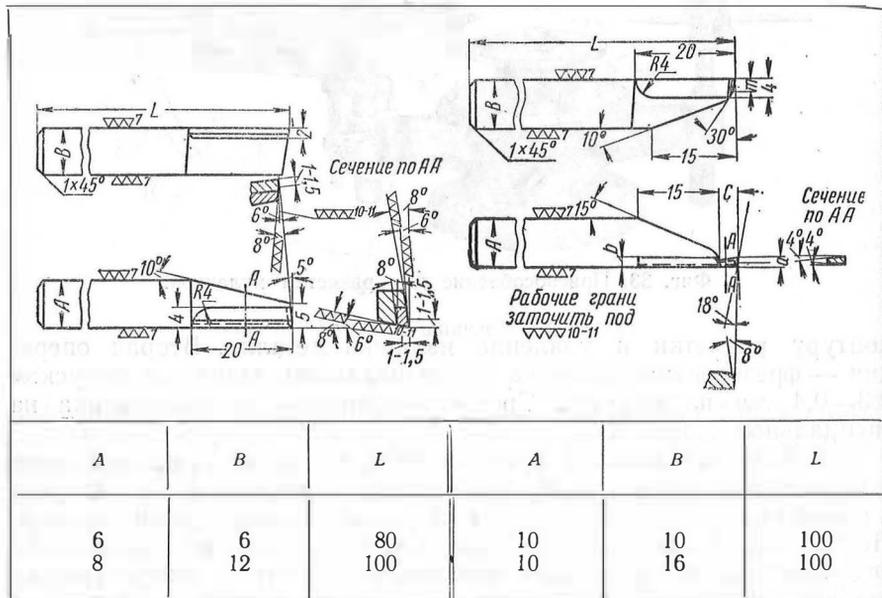
Правильная геометрическая форма изделия заданной точности, и надлежащего качества поверхности достигаются, как сказано выше, точностью самого станка и применением высококачественного инструмента и приспособлений.

На автоматах продольно-фасонного точения применяются призматические резцы с пластинками твердого сплава, спиральные сверла (левые), метчики и плашки, шлицевые фрезы, а также зажимные цанги.

Резцы. К резцам предъявляются высокие требования по чистоте поверхности режущих граней и соблюдению строгой параллельности и перпендикулярности плоскостей державки резца. В табл. 16 приведены габаритные размеры и формы резцов № 1 и 2. Размер *C* указывается при заказе.

Таблица 16

Габаритные размеры и форма резцов № 1 и 2 в мм



Режущие грани резцов доводятся до 10—11-го класса чистоты на станках С-194 порошками карбида бора и алмазными кругами (см. главу девятую). Предварительно грани резца притираются карбидом бора, а окончательно полируются алмазным кругом, так как после притирки карбидом бора резцы имеют матовую поверхность, что отрицательно влияет на сбег стружки и способствует нагреву пластины. Притупление острия резца, которым obtачиваются цапфы, допускается до $r = 0,01$ мм, поэтому структура твердосплавной пластины должна быть мелкозернистой (зерно 3,5—

5 мк). Твердосплавные пластины изготавливаются из сплава ВК6—ВК8 (вольфрамокобальтовые) и припаиваются к державке медным припоем.

Державка резца имеет строго параллельные и перпендикулярные грани, чем достигается надлежащая установка резца в суппорте (без перекосов). Особо следует обращать внимание на ширину отрезного резца. При изготовлении некоторых деталей часов отход металла в стружку от отрезного резца равен 140—180% веса детали, например: при отрезке детали карманных часов — накладка заводного колеса — только отрезной резец переводит в стружку 140% металла чистого веса детали; для заводного колеса тех же часов этот отход составляет 180%. Поэтому ширина отрезного резца должна быть минимальной; однако это сокращение не должно увеличивать вибрацию резца и, следовательно, понижать чистоту поверхности детали. В табл. 17 приведены рекомендуемые ширины отрезного резца.

Таблица 17

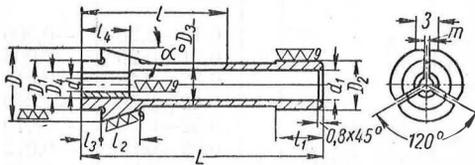
Ширина отрезных резцов

Диаметр обрабатываемого прутка в мм	Ширина резца в мм	
	для стали	для латуни
До 2	0,7	0,7
2,1—4	0,9	0,8
4,1—6	1,1	0,9
6,1—8	1,2	1,0
8,1—10	1,5	1,2

Цанги. В табл. 18 приведены габаритные размеры и форма цанг к автоматам продольно-фасонного точения. Цанги изготавливаются из стали У8А. Цанга должна не только правильно зажимать прутки

Таблица 18

Габаритные размеры и форма цанг к автоматам продольно-фасонного точения в мм



D	D ₁	D ₂	D ₃	d ₁	l	l ₁	l ₂	l ₃	L	α°	Для станка с проходом материала до
12	8	8	7,5	5	21	8	6	3,5	41	15	4 мм
16	10	10	9,5	7	35,5	10	7	5,5	47,5	15	6 "
19	13	13	12,6	9,5	45	18	10	6	64	15	8 "
21	14,5	15	14,5	10,5	45	18	10	6	64	15	10 "

Примечания: 1. Допустимое радиальное биение по d до 0,010 мм.
2. Размеры d , l_4 , D_4 , m брать по рабочей таблице.

или инструмент, но и иметь соосность отверстия и наружных направляющих поверхностей — зажимного конуса и цилиндрического пояса. По техническим условиям на изготовление цанг биение по этим поверхностям не должно превышать 0,01 мм. Биение проверяется по оправке, зажатой в цанге на расстоянии 5—10 мм от места зажима.

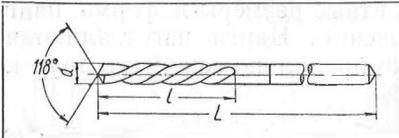
Диаметр отверстия цанги равен номинальному диаметру прутка с допуском ходовой посадки 2-го класса точности. Пользоваться цангами других ближайших размеров не рекомендуется, так как от неправильного зажима прутка появляется дополнительное биение и, кроме того, цанга быстро теряет свои пружинящие свойства. Цанга имеет вставные (припаянные) твердосплавные вкладыши. С применением твердосплавных вкладышей стойкость цанг повысилась в 4—5 раз. Цанги с твердосплавными вкладышами разрезаются алмазной пилой.

Спиральные сверла. На автоматах продольно-фасонного точения применяются спиральные сверла с левой спиралью.

В табл. 19 и 20 приведены наиболее употребительные в часовом производстве типы и размеры спиральных сверл.

Таблица 19

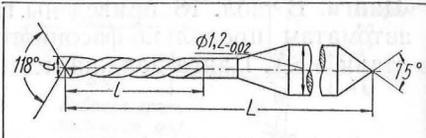
Размеры спиральных цилиндрических сверл со шлифованной канавкой в мм



Диаметр сверла		l	L
номинальный размер	допуск		
0,025—0,30	—0,008	3	18
0,32—0,40	—0,010	4	20
0,42—0,50	—0,010	5	22
0,52—0,60	—0,010	6	24
0,62—0,70	—0,012	7	26
0,72—0,80	—0,012	8	28
0,82—1,00	—0,012	10	30

Таблица 20

Размеры спиральных цилиндрических сверл с утолщенным хвостовиком со шлифованной канавкой в мм



Диаметр сверла		l	L
номин.	допуск		
0,10—0,20	—0,006	1,5—2,5	15
0,21—0,30	—0,008	2,5—3	15
0,32—0,40	—0,010	4	18
0,42—0,50	—0,010	5	20
0,52—0,60	—0,010	6	22
0,62—0,70	—0,012	7	24
0,72—0,80	—0,012	7	24
0,82—1,00	—0,012	10	28

Сверла с утолщенным хвостовиком позволяют сократить типоразмеры цанг. Ввиду малых диаметров сверл, спиральные канавки, имеющие специальный профиль, вышлифовываются в закаленной заготовке [12].

Допуск на рабочий диаметр взят по классу точности 2аГОСТ 3047-54. Сверла изготавливаются из быстрорежущей стали марки Р18 с твердостью по $R_C = 59 \div 62$.

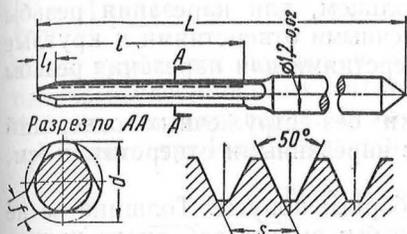
Сталь У10А—У12А для изготовления сверл не применяется потому, что при выборе канавки шлифовальным камнем сверла нагреваются, при этом их твердость значительно понижается.

Метчики. В часовых механизмах применяется правая и, частично, левая резьба диаметром от 0,3 до 2,6 мм. Для часовых резьб диаметром от 0,3 до 0,9 ГОСТ 3196-46 предусмотрен угол профиля резьбы 50° ; для остальных резьб диаметром от 1 мм и выше угол профиля резьбы принят равным 60° по ОСТ 7217. При малых диаметрах резьбы 50° -ный профиль имеет некоторые преимущества по сравнению с общепринятым 60° -ным профилем: прочность резьбового соединения повышается вследствие увеличения высоты рабочей части профиля, а износ резьбы снижается, так как площадки вершин профиля увеличиваются. К недостатку резьбовых соединений с углом 50° следует отнести некоторое ослабление стержня винта или метчика вследствие уменьшения внутреннего диаметра.

Заборная и рабочая части метчиков для нарезания резьб диаметром 0,3—0,9 мм отличны от общепринятых (см. табл. 21).

Таблица 21

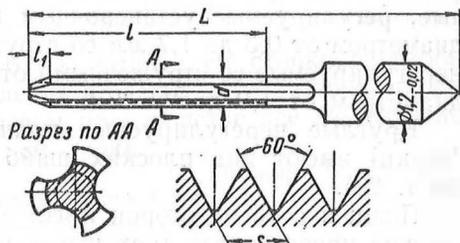
Размеры и форма
трехгранных метчиков в мм



d	s	L	l	l_1	f
0,3	0,075	16,8	2,6	0,5	0,1
0,35	0,075	16,8	2,6	0,5	0,12
0,40	0,100	18,8	3,5	0,6	0,15
0,45	0,100	18,8	3,5	0,6	0,17
0,50	0,125	20,9	4	0,75	0,2
0,55	0,125	20,9	4	0,75	0,22
0,60	0,150	20,9	5	0,85	0,25
0,70	0,175	20,9	6	1	0,25
0,80	0,200	23,0	7	1,2	0,30
0,90	0,225	23,0	7	1,3	0,30

Таблица 22

Размеры трехканавочных метчиков в мм



d	s	L	l	l_1	f
1	0,25	27,7	8	1,5	2
1,2	0,25	27,7	8	1,5	2
1,4	0,30	30	10	1,75	2
1,7	0,35	32	12	2	2
2,0	0,40	35	14	2,3	3
2,3	0,40	35	14	2,3	3
2,6	0,45	38	16	2,5	3

Трехгранные метчики надежно направляются в отверстия, имеют небольшую ширину режущего пера и прочнее метчиков обычной формы.

Недостатками таких метчиков являются большие отрицательные передние углы резания, достигающие 40° по наружному и 70° по

внутреннему диаметрам. Поэтому в процессе нарезания резьбы происходит в значительной степени не нарезание, а скобление металла, на что требуется дополнительное усилие.

Трехгранные метчики имеют недостаточные свободные пространства для удаления стружки. Поэтому такие метчики применяются для нарезания отверстий диаметром до 1,0 мм по латуни и стали с глубиной до 1,5*d*.

При нарезании резьбы диаметром от 1,0 мм и выше и глубиной 1,5*d* и более применяют трехканавочные метчики, размеры которых приведены в табл. 22.

У трехканавочных метчиков передние углы резания равны нулю, что значительно улучшает условия резания, а сечение канавок достаточно для свободного удаления стружки.

Стержневое сечение трехканавочных метчиков немного ослабляется, однако фрезерование канавок у этих метчиков сложнее, чем у трехгранных. Трехканавочные метчики изготавливаются из стали У10А—У12А.

Плашки. В часовом производстве нормализованы три вида плашек: круглые нерегулируемые без стружечных отверстий для нарезания резьбы диаметром от 0,3 до 1,2 мм методом выдавливания; трубчатые, регулируемые установочным кольцом, для нарезания резьбы диаметром от 0,3 до 1,7 мм со стружечными отверстиями и круглые нерегулируемые со стружечными отверстиями для нарезания резьбы диаметром от 1,0 до 2,6 мм.

Круглые нерегулируемые плашки без стружечных отверстий (лерки) имеют вид плоских шайб с нарезанными отверстиями (см. табл. 23).

Плашка с обеих сторон имеет заборные конусы. Толщина ее не должна превосходить трех шагов резьбы; высота заборного конуса равна 0,75*s*; резьбовая и калибрующая части равны 1,5*s*.

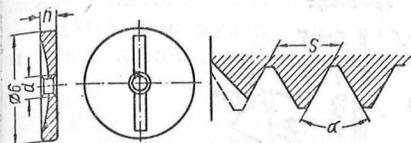
При увеличении толщины плашки резко ухудшаются условия резцообразования, и нередко деталь вместе с плашкой отламывается от прутка.

На торцевой плоскости плашки имеется прорезь для улучшения условий резцообразования. Стойкость таких плашек невысока (400—600 винтов), но изготовление их просто. Заготовки для них штампуют из ленты.

Трубчатые регулируемые плашки применяются главным образом на специализированных автоматах для нарезания винтов. Размеры этих плашек приведены в табл. 24.

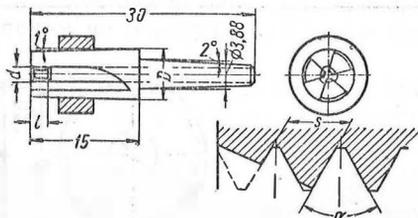
Трубчатые плашки имеют три режущих пера с положительными передними углами резания, поэтому при нарезании происходит не выдавливание резьбы, как у лерок, а нарезание. Плашки регулируются, что особенно важно при колебаниях механических свойств материала прутка. После затупления они могут быть с торца прошлифованы, а при поломке винта последний удаляется из плашки снятием установочного кольца и развода перьев, тогда как плашка без стружечных отверстий в таких случаях выбрасывается. Стой-

Таблица 23
Размеры круглых плашек без стружечных отверстий в мм



d	s	h	d	s	h
0,3	0,075	0,35	0,60	0,150	0,60
0,35	0,075	0,35	0,70	0,175	0,60
0,40	0,100	0,35	0,8	0,200	0,60
0,45	0,100	0,35	0,9	0,225	0,70
0,50	0,125	0,40	1,0	0,250	0,90
0,55	0,125	0,40	1,2	0,250	0,90

Таблица 24
Размеры трубчатых плашек в мм



d	s	D	l	d	s	D	l
0,30	0,075		0,5	0,70	0,175		1
0,35	0,075		0,5	0,80	0,200	6	1,4
0,40	0,100		0,5	0,90	0,225		1,4
0,45	0,100	5	0,5	1,00	0,250		1,4
0,50	0,125		0,5	1,2	0,250	6,5	1,6
0,55	0,125		1	1,4	0,300		1,6
0,60	0,150		1	1,7	0,350		2

кость трубчатых плашек в 5—6 раз выше, чем стойкость лерок, однако трудоемкость их изготовления и расход металла во много раз больше, чем для лерок. В массовом производстве все же выгоднее применять трубчатые плашки, чем лерки.

Таблица 25
Размеры круглых плашек в мм

d	s	h
1	0,25	2,0
1,2	0,25	2,0
1,4	0,30	2,5
1,7	0,35	2,5
2,0	0,40	3,0
2,3	0,40	3,0
2,6	0,45	3,0

Круглые плашки, не регулируемые со стружечными отверстиями, применяют для нарезания резьб диаметром от 1 мм и выше. Досто-

Таблица 26

Размеры шлицевых фрез в мм

при $b \leq 0,3$

D	d		b		z	r	D	d		b		z	r
	Ном.	Доп.	Ном.	Доп.				Ном.	Доп.	Ном.	Доп.		
12 _{-0,24}	5	+0,013	0,10	+0,01	56	0,1	20 _{-0,28}	6	+0,013	0,15	+0,015	70	0,1
			0,12	+0,01						0,20	+0,02		
			0,15	+0,015						0,30	+0,02		
			0,18	+0,015						0,40	+0,02		
			0,20	+0,015						0,50	+0,02		
16 _{-0,24}	5	+0,013	0,15	+0,015	64	0,1	24 _{-0,28}	8	+0,016	0,30	+0,02	80	0,1
			0,18	+0,015						0,40	+0,02		
			0,20	+0,02						0,50	+0,02		
			0,25	+0,02						0,60	+0,02		
			0,30	+0,02									
			0,35	+0,02	56	0,2	30 _{-0,28}	8	+0,016	0,30	+0,02	80	0,1
			0,40	+0,02						0,40	+0,02		
			0,45	+0,02						0,50	+0,02		
			0,50	+0,02						0,60	+0,02		
			0,60	+0,02									

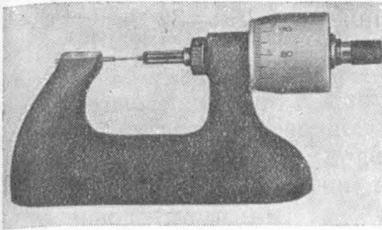
инство их по сравнению с плашками без стружечных отверстий заключается в наличии трех режущих перьев с положительными передними углами резания и с окнами для удаления стружки (см. табл. 25).

Круглые плашки со стружечными отверстиями более трудоемки и металлоемки, чем плашки без стружечных отверстий, допускают шлифование по передней плоскости для снятия затупления у витков резьбы. Плашки изготавливаются из стали У12А и 9ХС.

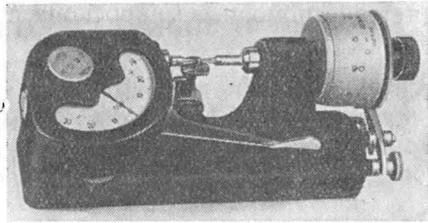
Шлицевые фрезы. В табл. 26 приведены размеры шлицевых фрез из стали У10А, У12А, 9ХС для шлицевания головок винтов и прорезания мелких пазов во втулках и других деталях. Число зубьев может быть изменено при заказе.

Измерительные инструменты. Наружные диаметры и длины автоматных заготовок измеряются микрометрами специальной конструкции. Размеры с допусками $0,02$ мм и более измеряются горизонтальным микрометром Л-23 с ценой деления на барабане $0,01$ мм и пределами измерения от 0 до 15 мм (фиг. 34).

Для измерения размеров с допусками от $0,003$ и до $0,03$ мм применяют комбинированный прибор К-6, состоящий из индикатора

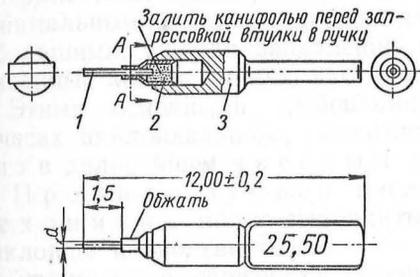


Фиг. 34. Горизонтальный микрометр с ценой делений $0,01$ мм и пределом измерения $0-15$ мм.

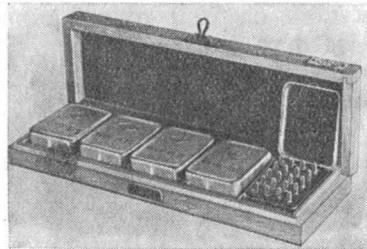


Фиг. 35. Прибор К-6 с ценой деления индикаторной шкалы $0,001$ и шкалы микрометра $0,01$.

с ценой деления шкалы $0,001$ мм и диапазоном измерения $\pm 0,03$ мм и головки микрометра с ценой деления $0,01$ мм и диапазоном измерения $0-10$ мм (фиг. 35).



Фиг. 36. Калибр-пробка:
1 — пробка; 2 — втулка; 3 — ручка.



Фиг. 37. Набор калибр-пробок (100 шт.).

Индикатор и микрометр смонтированы на одной подставке. Микрометр служит для установки номинального размера (длины или диаметра), а индикатор для измерения допуска. Прибор удобен тем, что на нем можно измерять с высокой точностью размеры от 0 до 10 мм.

Внутренние диаметры измеряют гладкими калибр-пробками. Отверстия диаметром от $0,05$ и до $0,3$ мм контролируют набором калибров-пробок с интервалом $0,0025$ мм. Точность изготовления таких пробок $\pm 0,0005$ мм. Калибр-пробка 1 вставлена во втулку 2 и крепится в ручке 3 (фиг. 36).

На ручке наносится обозначение диаметра калибра в сотых долях миллиметра, например, калибр диаметром 0,2550 мм обозначается 25, 50. Калибры поставляются в комплектах из 100 шт. (фиг. 37). Пробки могут служить эталонной мерой при настройке индикаторов, микрометров для относительных измерений.

Для контроля резьбы наружной и внутренней соответственно применяются резьбовые кольца и резьбовые пробки.

В цеховых условиях чистота поверхности заготовок определяется с помощью микроскопа с увеличением $16\times$ — $32\times$.

ГЛАВА V

ФРЕЗЕРОВАНИЕ ЗУБЬЕВ КОЛЕС, ТРИБОВ И МУФТ

Зубчатые передачи в наручных и карманных часах передают момент (импульс) от заводной пружины системе баланс — спираль, вращение от анкерного колеса секундной, минутной и часовой стрелкам и усилие (от руки) на заводной механизм для периодического завода пружины.

Отношение числа оборотов валика барабана к числу оборотов анкерного колеса достигает 1 : 5400, а запас энергии заведенной пружины невелик, поэтому передаваемые анкерному колесу моменты весьма малы. Например, в наручных женских часах «Заря» момент на анкерном колесе равен $M_{\text{мин}} = 0,030 \text{ гмм}$.

Следовательно, зубчатые передачи часов должны иметь высокий коэффициент полезного действия, т. е. потери на трение как между поверхностями зубьев, так и в опорах (подшипниках) должны быть минимальными. Чтобы габариты наручных и карманных часов были небольшими, модули зацепления применяют от 0,07 до 0,30 мм, а ведомые колеса (трибы) изготавливают с числом зубьев от 6 до 12.

Этими основными требованиями и обусловлено применение в часах циклоидального, модифицированного зацепления, называемого в дальнейшем часовым зацеплением.

Профили зубьев колес и трибов часового механизма могут выполняться в форме эпициклоиды, гипоциклоиды и эвольвенты.

Эпициклоида образуется качением производящей окружности I по основной окружности II , когда центр производящей окружности располагается вне основной окружности (фиг. 1, а). При качении точка A , лежащая на производящей окружности, описывает дугу эпициклоиды O_1A .

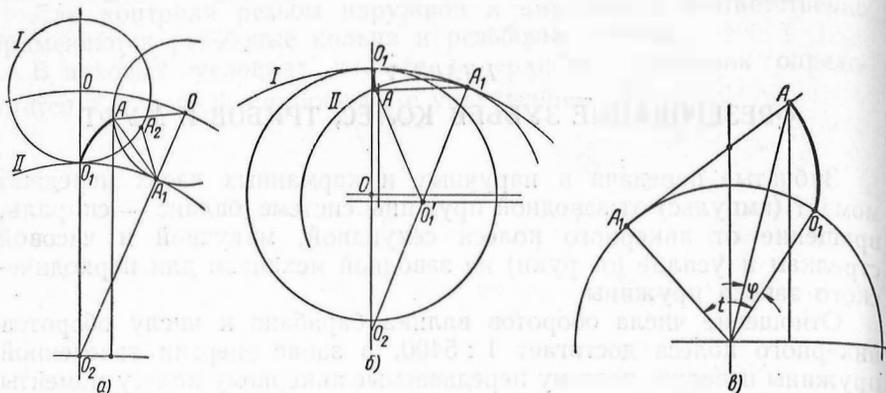
Гипоциклоида образуется качением производящей окружности II по основной окружности I , когда центр производящей окружности располагается внутри основной окружности (фиг. 1, б). При качении точка A описывает дугу гипоциклоиды O_1A .

В частном случае, когда радиус производящей окружности равен половине радиуса основной окружности, гипоциклоида будет прямой линией, направленной по радиусу основной окружности.

Эвольвента образуется качением прямой линии по основной окружности (фиг. 1, в). При качении точка A описывает дугу эвольвенты O_1A .

В циклоидальном зацеплении головка зуба очерчивается по дуге эпициклоиды, а ножка зуба по прямой линии, направленной по радиусу (фиг. 2).

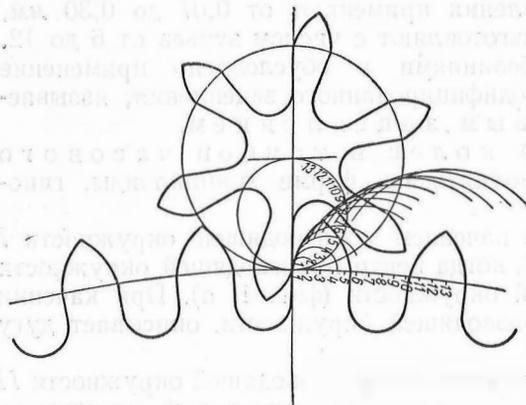
В эвольвентном зацеплении головка и ножка зуба очерчиваются одной кривой — дугой эвольвенты.



Фиг. 1. Образование кривых профилей:

a — эпициклоида; *b* — гипоциклоида; *в* — эвольвента.

Часовое зацепление отличается от правильного циклоидального тем, что эпициклоиды головок зубьев колес и трибов заменены дугами окружностей. Для колес замена произведена дугой окружности, максимально приближающейся к дуге эпициклоиды (фиг. 3), а для трибов, наоборот, со значительным отклонением (фиг. 4).



Фиг. 2. Циклоидальное зацепление.

Форма головки *A* очерчена полуокружностью с радиусом, равным $\frac{1}{2}$ толщины зуба. Форма *C* очерчена дугами окружности с радиусом, равным толщине зуба. Форма *B* очерчена дугами окружно-

сти с радиусом, равным $\frac{2}{3}$ толщины зуба. Форма *A* применяется сравнительно редко и для трибов $z > 12$. Форма *C* применяется для трибов с $z = 6,7$ и носит название оживальная нормальная форма. Форма *B* широко применяется для трибов с $z \geq 7$ и носит название оживальная сокращенная форма.

Эпициклоиды головки зуба колеса заменены дугами окружности потому, что изготовление модульной дисковой фрезы с профилем эпициклоиды представляет значительные трудности.

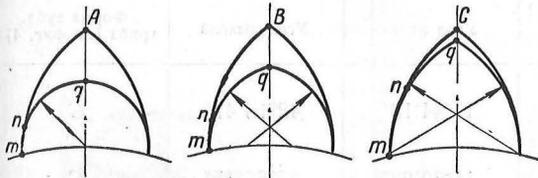
Замена эпициклоиды головки зуба триба, кроме технологических условий, вызвана главным образом тем, что в зацеплении необходимо уменьшить так называемый угол входа, что, в свою очередь, дает возможность повысить коэффициент полезного действия зубчатой передачи.

При работе зубчатой пары геометрическое место точек касания двух сопряженных профилей на неподвижной плоскости образует линию зацепления.

Для эвольвентных профилей линией зацепления является прямая линия, проходящая через полюс зацепления P , и касательная к двум основным окружностям (фиг. 5, а).

Отрезок AB есть рабочий участок линии зацепления.

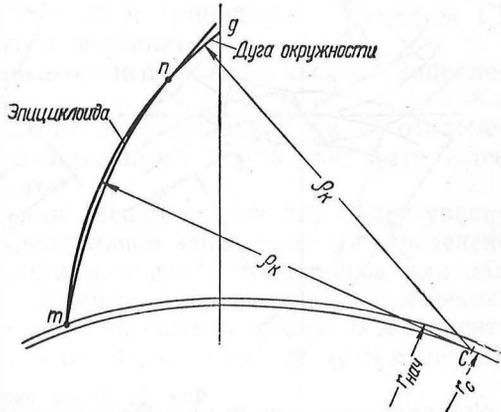
Для циклоидальных профилей линия зацепления состоит из двух дуг производящих окружностей $AP + PB$, сопряженных в полюсе зацепления P (фиг. 5, б).



Фиг. 4. Профили головок трибов.

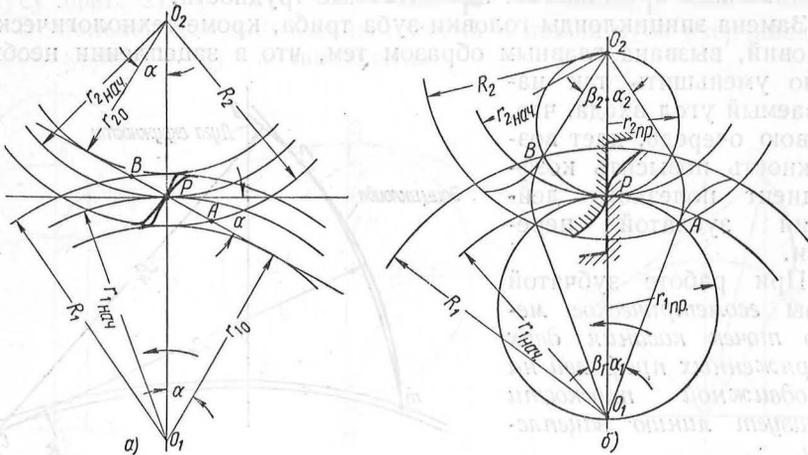
Углы, проходимые зубьями ведущего и ведомого колес от начала их контакта и до линии центров, называются углами входа, а от линии центров до конца контакта — углами выхода. Для циклоидального зацепления углы входа по фиг. 5, б будут α_1 и α_2 , а углы выхода β_1 и β_2 . Сумма углов входа и выхода одного колеса должна быть больше или равна его угловому шагу, т. е. $\alpha + \beta \geq \frac{360^\circ}{z}$, где z — число зубьев колеса.

В табл. 1 приведены значения углов входа и выхода для основных зубчатых пар часового механизма. Для этих же пар эвольвентного профиля углы входа будут равны 20° — 25° . При меньших углах



Фиг. 3. Замена дуги эпициклоиды дугой окружности.

входа потери на трение будут меньше и в этом заключается основное преимущество часового зацепления перед эвольвентным.



Фиг. 5. Линия зацепления:

а — эвольвентных; б — циклоидальных профилей.

В часовом зацеплении линия зацепления будет отклоняться от теоретической кривой AB (фиг. 5, б) на тех участках, где дуги окруж-

Таблица 1

Углы входа и выхода в часовом зацеплении (в сокращенном виде)

Число зубьев z_K колеса; z_m триба	Угловой шаг триба	Угол входа	Угол выхода	Форма зуба триба (по фиг. 4)
$z_K = 60$ $z_m = 6$	60°	$17^\circ 44' 13''$	$42^\circ 15' 47''$	C
$z_K = 70$ $z_m = 7$	$51^\circ 25' 43''$	$11^\circ 30' 28''$	$39^\circ 55' 15''$	C
$z_K = 60$ $z_m = 8$	45°	$7^\circ 23' 40''$	$37^\circ 36' 20''$	B
$z_K = 64$ $z_m = 8$	45°	$7^\circ 17' 30''$	$37^\circ 42' 30''$	B
$z_K = 80$ $z_m = 8$	45°	$6^\circ 59' 5''$	$38^\circ 0' 55''$	B
$z_K = 75$ $z_m = 10$	36°	$1^\circ 20' 7''$	$34^\circ 39' 53''$	B
$z_K = 80$ $z_m = 10$	36°	$1^\circ 14' 12''$	$34^\circ 45' 48''$	B

ностей не совпадают с дугами эпициклоид. В результате этого отклонения передаточное отношение сцепляющихся пар нарушается (в пределах одного шага), а следовательно, изменяется передаваемый момент и нарушается точность хода. В этом заключается принципиальный недостаток часового зацепления.

Чтобы свести к минимуму это отклонение, рабочий участок профиля $m-n$ колеса (см. фиг. 3) и триба (фиг. 4, форма С) максимально приближен к дугам эпициклоид.

В приложении 2 приведены основные параметры часового зацепления (нормаль Главчаспрома).

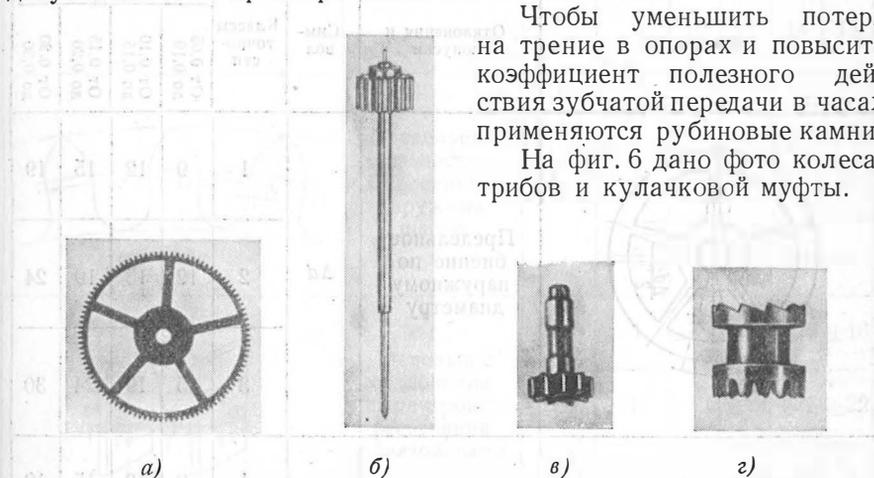
Для циклоидального и часового зацепления допуск на отклонение расстояния между осями сцепляющихся пар должен быть более жестким, чем для эвольвентного.

Если расстояние между осями сцепляющихся пар будет увеличено или уменьшено, то в циклоидальном зацеплении на определенном участке будут соприкасаться или две гипоциклоиды или две эпициклоиды, что, конечно, нарушает передаточное отношение. Это положение остается верным и для часовых профилей. В эвольвентном же зацеплении передаточное отношение при таких отклонениях не нарушается.

Такое же влияние на характер зацепления оказывает радиальное биение колеса или завышение и занижение его диаметра. Поэтому допуски на эти параметры назначаются жесткими.

Чтобы уменьшить потери на трение в опорах и повысить коэффициент полезного действия зубчатой передачи в часах применяются рубиновые камни.

На фиг. 6 дано фото колеса, трибов и кулачковой муфты.



Фиг. 6. Зубчатые детали часов:

a — хронографное колесо; *b* — секундный триб; *в* — триб минутной стрелки; *г* — кулачковая муфта.

Колеса и трибы имеют прямой цилиндрический зуб. Торцевой зуб — модульный и угловой — имеет кулачковая муфта и заводной триб.

Для качественной работы зубчатой передачи необходимо, чтобы колеса и трибы были изготовлены по возможности точно, а чистота

поверхности зубьев колес была бы 8—9-го класса, трибов — 11—13-го класса. Чтобы межосевые расстояния в платинах и мостах были точными, отверстия калибруют штампами (см. главу шестую).

ДОПУСКИ НА ЭЛЕМЕНТЫ ЗУБЧАТЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ

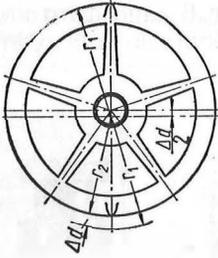
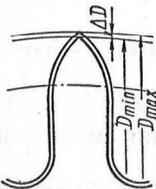
ГОСТ 1643-46 регламентированы классы точности и допуски на элементы эвольвентного 20°-ного зацепления модуля 1 мм и выше. Для зубчатых пар эвольвентного профиля модуля 0,15—1 мм имеются лишь ведомственные нормы.

В часовом производстве имеется ведомственная норма НПМ5-246-53 на допуски для часового зацепления (см. табл. 2).

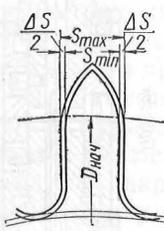
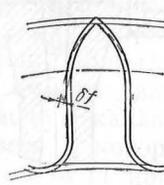
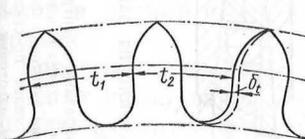
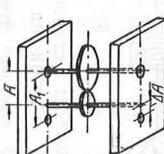
В нормале установлены допуски на шесть элементов зацепления. Таблица построена таким образом, что числовые значения допусков и отклонений для параметров ΔD , ΔA и δf взяты со знаменателем геометрической прогрессии 1,41 и для параметров Δd , Δs и δt — со знаменателем 1,26.

Таблица 2

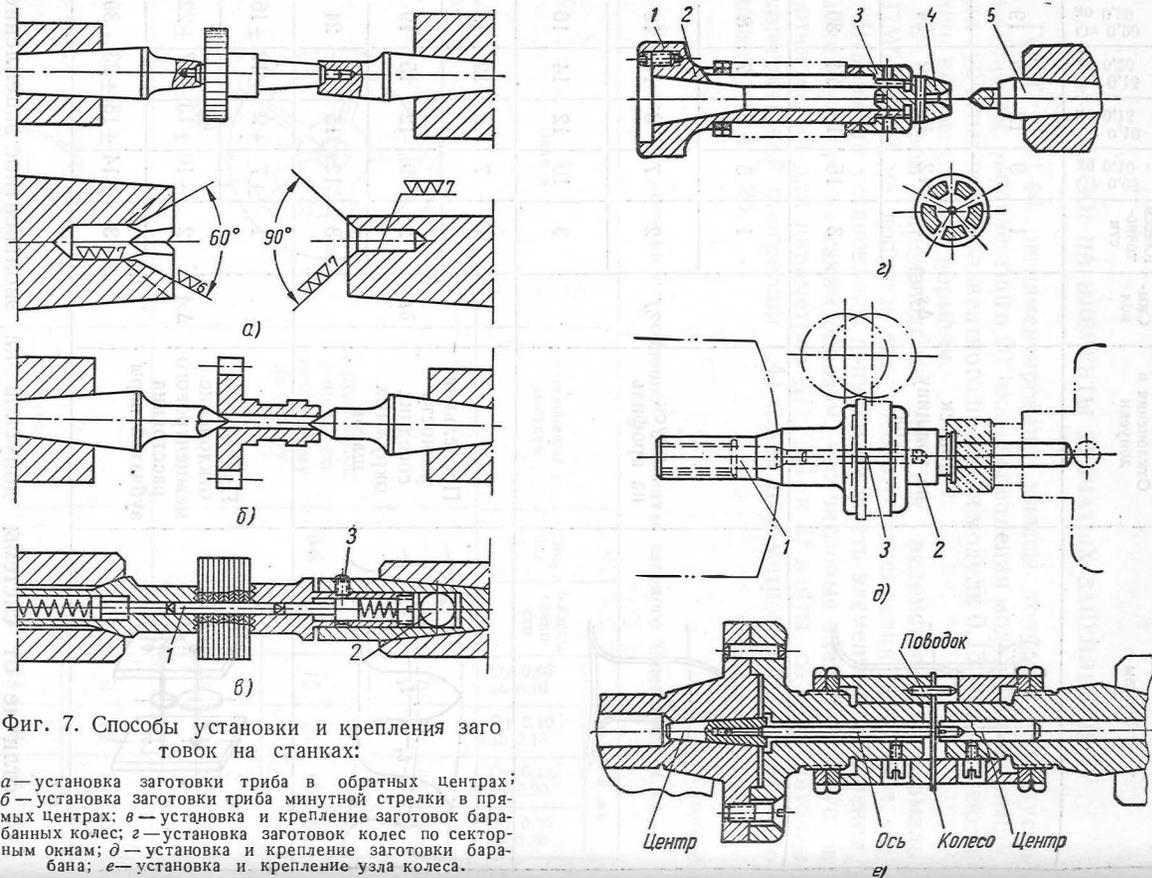
Отклонения и допуски на основные элементы часового зацепления в мк

Эскизы	Отклонения и допуски	Символ	Классы точности	Модули в мм				
				От 0,05 до 0,10	От 0,10 до 0,15	От 0,15 до 0,20	От 0,20 до 0,30	
	Предельное биение по наружному диаметру	Δd	1	9	12	15	19	
			2	12	15	19	24	
			3	15	19	24	30	
	Допуск на наружный диаметр	ΔD	1	9	12	15	19	
			2	14	17	21	26	
			3	20	24	28	35	

Продолжение табл. 2

Эскизы	Отклонения и допуски	Символ	Классы точности	Модули в мм				
				От 0,05 до 0,10	От 0,10 до 0,15	От 0,15 до 0,20	От 0,20 до 0,30	
				1	2	3	4	5
	Допуск на толщину зуба	ΔS	1	9	12	15	19	
			2	12	15	19	24	
			3	15	19	24	30	
	Допуск на профиль	δf	1	5	6	7	8	
			2	7	8	10	12	
			3	10	12	14	16	
	Предельная разность соседних окружных шагов	δt	1	7	9	12	15	
			2	9	12	15	19	
			3	12	15	19	24	
	Предельное отклонение межцентрового расстояния зубчатой пары	ΔA	1	±7	±9	±12	±16	
			2	±10	±13	±17	±22	
			3	±14	±18	±23	±30	

В отличие от системы допусков на эвольвентное зацепление в табл. 2 нет допусков на основной шаг Δt и на смещение исходного контура δh , поскольку начальная и основная окружности в циклоидальном и часовом зацеплении сливаются и при острой вершине зубьев параметр δh заменяется параметром ΔD .



Установка заготовок на станках

Заготовки крепятся в передней бабке делительного механизма станка; задняя бабка служит только опорой. Способы установки и крепления различны и зависят от конструктивной формы заготовок.

На фиг. 7, а показана установка заготовки триба в обратных центрах. В центрах имеются отверстия для свободного прохода цапф. Заготовка крепится на фаски уступов, причем конусная насечка ведущего центра врезается в фаску уступа, благодаря чему заготовка поворачивается вместе с центром. Задний центр служит опорой.

Заготовку триба минутной стрелки устанавливают в прямых центрах (фиг. 7, б). Ведущий центр острыми гранями врезается в фаску отверстия, благодаря чему заготовка поворачивается вместе с центром. Задний центр служит опорой.

Заготовки барабанных колес, имеющие центральное отверстие малого диаметра, набирают пакетом на оправку 1 (фиг. 7, в) и вместе с ней устанавливают в центрах. Здесь оба центра имеют торцевую насечку и являются ведущими. Задний центр вращается вместе с оправкой и опирается на шарик 2. Задний шпиндель отходит вместе с центром, так как соединен с ним стопорным винтом 3, входящим в кольцевую канавку центра.

Колеса, у которых, кроме центрального отверстия, имеются еще секторные окна, надеваются на секторы-выступы оправки (фиг. 7, г). Оправка 2 центрируется выточкой на уступе переднего центра. Гайка 3 служит для сжатия заготовок на оправке. Центр 4 своим уступом входит в отверстие оправки, а обратным конусом упирается в задний центр 5. Штифт 1 служит поводком для поворота оправки.

Барабан с отверстием диаметром 3,2 мм (фиг. 7, д) устанавливают и крепят на оправку. Оправка 1 входит хвостовой частью в гнездо шпинделя делительного механизма станка и заменяет собой ведущий центр. Прижим 2 закреплен в заднем центре. Штифт 3 центрирует заготовку на оправке.

На фиг. 7, е показана установка и крепление заготовки колеса для нарезания в узле. Способ нарезания в узле применяется для колес, биение которых (в узле) не должно превышать 0,01 мм.

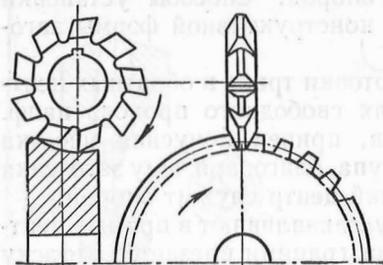
ФРЕЗЕРОВАНИЕ ЗУБЬЕВ ПО МЕТОДУ КОПИРОВАНИЯ

В производстве наручных и карманных часов зубья колес и трибов фрезеруют по методу копирования или деления — дисковой фрезой и по методу обката — червячной фрезой.

По методу копирования фрезеруют зубья храповых колес, секторов и трибов с числом зубьев $z \leq 12$. При отсутствии в производстве зубообкаточных станков по методу копирования фрезеруют зубья у колес и трибов с $z > 12$.

Профиль зубьев дисковой фрезы (фиг. 8) полностью соответствует профилю впадины нарезаемого триба или колеса.

После фрезерования одной впадины заготовка поворачивается на угол $\frac{360^\circ}{z}$, где z — число зубьев фрезеруемого триба или колеса, и процесс фрезерования повторяется.

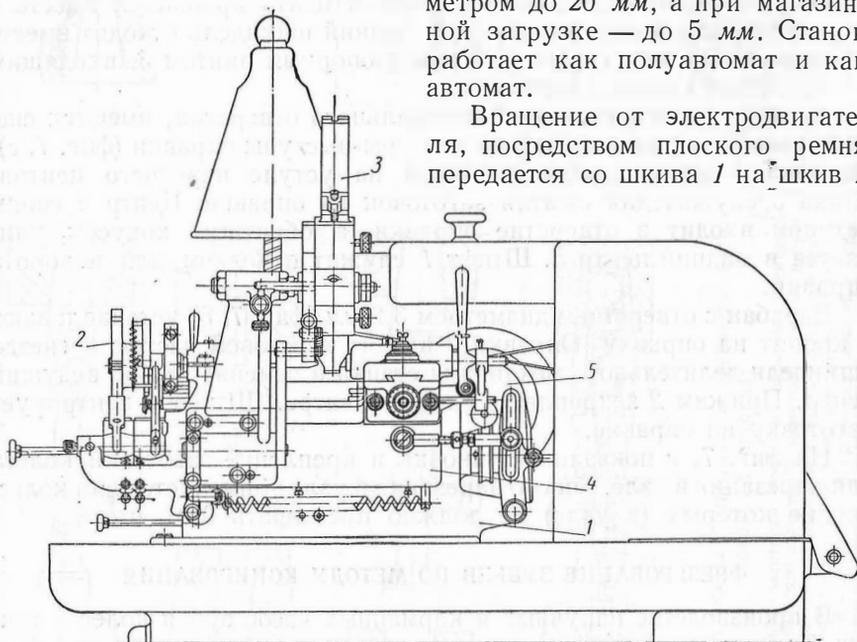


Фиг. 8. Схема фрезерования модульной дисковой фрезой.

Трибы фрезеруются по одной штуке; тонкие колеса фрезеруются по несколько штук одновременно (30—50 шт.). Фрезерование производится на специальных автоматах и полуавтоматах моделей С-40, С-51, С-53, С-186 и др.

Зубофрезерный автомат С-40 (фиг. 9) предназначен для фрезерования трибов и колес с наибольшим модулем 0,5 мм по латуни и 0,35 мм по стали при длине фрезерования 12 мм. Если заготовки загружать вручную, то на станке можно фрезеровать заготовки диаметром до 20 мм, а при магазинной загрузке — до 5 мм. Станок работает как полуавтомат и как автомат.

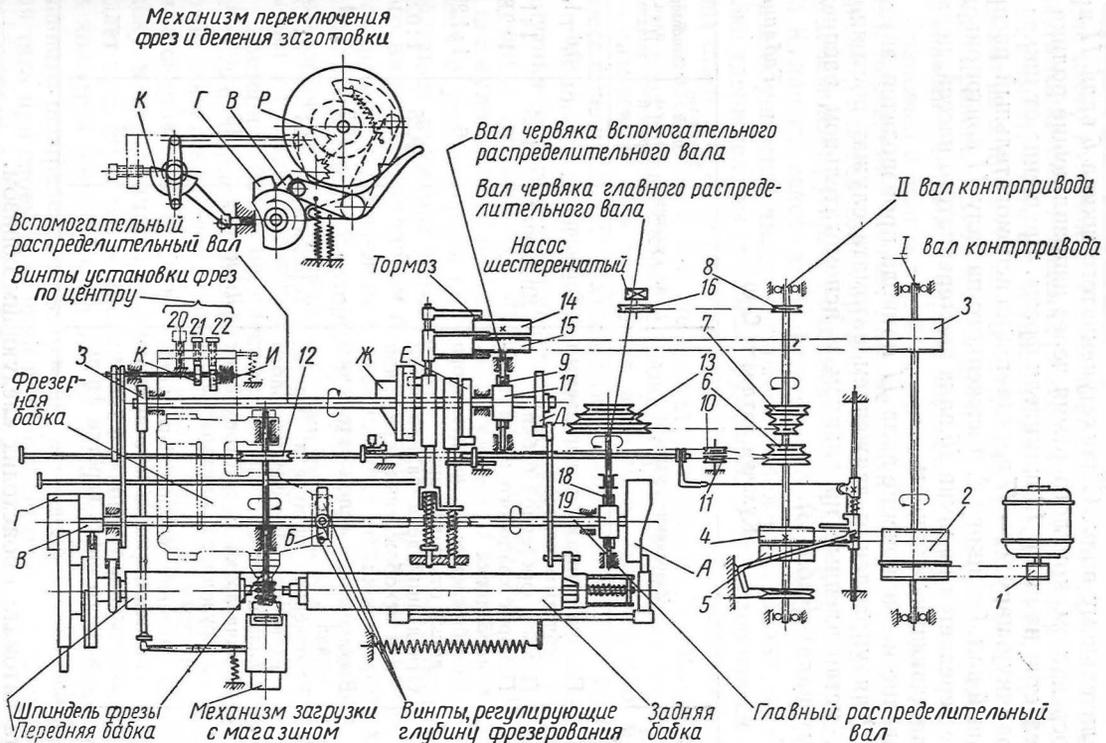
Вращение от электродвигателя, посредством плоского ремня передается со шкива 1 на шкив 2



Фиг. 9. Общий вид станка С-40:

1—станина; 2—делительный механизм; 3—загрузочное устройство; 4—каретка с передней и задней бабкой; 5—рычаг подачи каретки.

вала I контрпривода (фиг. 10), а отсюда на шкив 4 или 5 вала II контрпривода и со шкива 3 на шкивы 14 или 15 вала червяка 9.



Фиг. 10. Кинематическая схема станка С-40.

Шкивы 4 и 14 — рабочие, а 5 и 15 — холостые. От вала II вращение посредством круглого ремня передается с трехступенчатого шкива 7 на трехступенчатый шкив 13, установленный на валу червяка 18; через червячную пару 18—19 вращение передается главному распределительному валу. С двухступенчатого шкива 6 вала II вращение посредством круглого ремня через направляющие ролики 10 и 11 передается на шкив 12 шпинделя фрезы. Вращение от шкива 14 через червячную пару 9 — 17 передается на вспомогательный распределительный вал. От шкива 8, посаженного на валу II контрпривода, вращение передается на шкив 16 вала шестеренчатого насоса, подающего охлаждающую жидкость.

Включение и выключение вала II привода производится автоматически. Для управления движением автомата служат постоянные кулачки, установленные на главном и вспомогательном распределительных валах (табл. 3).

Кулачки автомата С-40

Таблица 3

Обозначение кулачка на кинематической схеме (фиг. 10)	Назначение кулачка	Тип кулачка	Наибольший подъем кривой в мм	Отношение плеч рычагов
А	Подача каретки с нарезаемым зубчатым колесом	Торцевой	7	0,6—1,8
Б	Подъем фрезерной бабки	Дисковый	10,5	1 : 1
В	Поворот храпового и делительного диска	„	6	1 : 2,8
Г	Освобождение делительного диска от фиксатора	„	6	1 : 1,25
Д	Отвод шпинделя задней бабки для освобождения нарезанной заготовки	„	9,25	1 : 0,8
Е	Выключение вспомогательного вала	„	18,5	1 : 1
Ж	Включение шпинделя фрезы, главного распределительного вала и пасоса	Торцевой	23	1 : 1,5
З	Подача лотка с заготовкой от загрузочного механизма к центрам	Дисковый	15	1 : 1
И	Управление упором 1-го установочного винта каретки фрезы	„	9	—
К	Управление упором 2-го установочного винта каретки фрезы	„	9	—

Работа автомата происходит следующим образом.

Кулачок А своим торцевым выступом (кривая подъема) равномерно перемещает каретку вместе с делительным механизмом слева направо. Фреза прорезает одну впадину. После этого кулачок Б поднимает фрезерную бабку для того, чтобы каретка могла свободно пройти обратно, не задевая заготовкой за фрезу. Кулачок А по кривой спада

дает возможность каретке под действием пружины отойти влево, в исходное положение. В действие вступают кулачки *В* и *Г*. Кулачок *Г* своим выступом (кривая подъема) приподнимает левый конец рычага фиксатора и тем самым выводит фиксатор из паза делительного диска. После этого кулачок *В* своим выступом приподнимает левый конец рычага толкателя, и защелка опускается вниз, поворачивая храповый диск, а вместе с ним и делительный диск на один зуб. Храповый диск посажен на одной втулке с делительным диском; относительное положение храпового зуба и паза делительного диска регулируется специальными винтами в период наладки станка.

Храповый и делительный диски имеют одно и то же число зубьев, что и нарезаемое колесо, или же кратное ему. Оба диска сменные. Фиксатор под действием пружины заходит в следующий паз. Защелка под действием пружины поднимается вверх и заходит за следующий зуб. Кулачок *Б* освобождает фрезерную бабку и она под действием пружины опускается вниз в исходное положение. В таком положении бабка удерживается сильной пружиной. Этим завершается цикл работы станка за один оборот главного распределительного вала. Далее цикл повторяется в той же последовательности до завершения прорезки всех впадин первой фрезой. Вторая фреза включается в работу автоматически. Для этой цели на втулку делительного механизма вместе с делительным и храповым диском посажен хомутик *р*. В момент поворота делительного диска в начальное положение конец хомутика входит в зацепление с трехзубым сектором. Сектор, поворачиваясь на один зуб, производит через систему рычагов поворот вала с кулачками *И* и *К* на 120° . Кулачок *И* выходит из соприкосновения с установочным винтом *22* каретки фрезы, и последняя под действием пружины перемещается вперед до контакта установочного винта *21* с кулачком *К*. После того как вторая фреза закончит свою работу и делительный диск сделает полный оборот, хомутик *р* войдет в зацепление со вторым зубом сектора и повернет его. Произойдет вторичный поворот вала с кулачками *И* и *К* на 120° . Кулачок *К* выйдет из соприкосновения с установочным винтом *21*.

Фрезерная бабка переместится вперед до контакта установочного винта *20* с упорной планкой станины. После окончания работы третьей фрезы хомутик войдет в зацепление с третьим зубом сектора. Последний повернет вал кулачков на 120° , и кулачок *И* ответит фрезерную бабку в первоначальное положение. Одновременно сектор освобождает пусковую тягу. Происходит перевод ремня с рабочего шкива *4* на холостой шкив *5* вала *11* и, следовательно, останов вращения главного распределительного вала, шпинделя фрезы и насоса. Пусковая тяга при своем движении при помощи рычага и кольца переключает ремень с холостого шкива *15* на рабочий шкив *14* и включает тем самым в работу вспомогательный распределительный вал. Кулачок *Д* через систему рычагов отводит шпиндель задней бабки вправо и освобождает заготовку. Кулачок *З* управляет работой загрузочного Устройства, т. е. подачей следующей заготовки на центра. Для зажима задней бабки кулачок *Ж* производит возврат пусковой тяги в прежнее

положение, т. е. пускает в работу главный распределительный вал, шпиндель фрезы и насос. Кулачок *E* в этот момент производит перевод ремня со шкива *14* на шкив *15* и тем самым выключает вспомогательный распределительный вал. Для быстрой остановки этого вала к торцевой поверхности шкива *14* прижимается тормоз.

В том случае, когда фрезерование производится двумя или одной фрезой, переключение тяги производится через два или один оборот делительного механизма. Соответственно зубчатый сектор входит в зацепление с хомутиком два или один раз. Установочные винты фрезерной каретки имеют лимбы с ценой деления 0,01 мм. При помощи этих винтов производится установка каждой фрезы по центру



Фиг. 11. Габариты и профиль кулачка А.

и на глубину фрезерования. Главный распределительный вал имеет три скорости вращения: 9; 19,2 и 30 об/мин.

Так как кулачок *A* постоянный, то изменение скорости подачи каретки с изданием происходит за счет изменения чисел оборотов главного распределительного вала и за счет изменения плеча рычага *5* от 0,6 до 1,8. Суммарно подача изменяется от 64,8 до 648 мм/мин.

По циклограмме работы кулачков распределительного вала рабочие ходы составляют 93,5% и холостые ходы 6,5% (фиг. 11). Холостые ходы для возврата фрезы в исходное положение и одновременного переключения делительного механизма составляют принципиальный недостаток станков, работающих по методу копирования.

Станок С-40 снабжен специальным устройством для автоматической подачи заготовок из магазина в зону обработки (фиг. 12). Механизм подачи состоит из кронштейна *1*, корпуса *2* и системы рычагов и установочных винтов.

Кронштейн имеет две втулки. В нижней втулке вращается вал *3*, на обоих выступающих концах которого крепятся рычаг *4* и рычаг *5*.

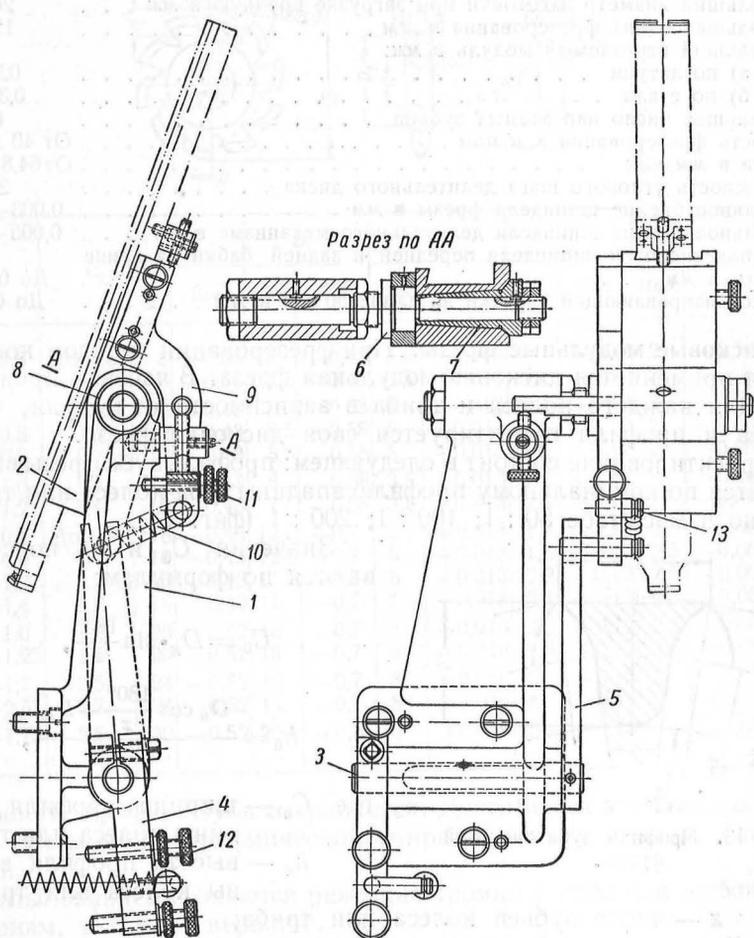
В верхней втулке крепится ось *6*, на вылете которой качается корпус *2*. Для выбора зазора в посадке корпуса на оси использована конусная втулка *7*.

На оси *6* свободно посажен рычаг *8*, а на корпусе закреплен неподвижно рычаг *9*. Рычаги *8* и *9* соединены пружиной *10*, а расстояние между свободными их концами гарантируется (фиксируется при настройке) винтом *11*.

Механизм приводится в действие от кулачка распределительного вала через подвижной шток. Шток действует на нижний винт *12* рычага *4*, который, вращая вал *3*, поворачивает закрепленный на другом конце вала рычаг *5*. В свою очередь, рычаг *5* своей вилкой через палец *13* и пружину *10* поворачивает рычаг *9*, а вместе с ним

и корпус с магазином. Таким образом создается необходимый наклон магазина.

Для фрезерования зубьев с наибольшим модулем по латуни 1,5 мм и по стали 1 мм применяется станок С-53. Наибольший диаметр



Фиг. 12. Загрузочное устройство к станку С-40.

нарезаемых колес и трибов на этом станке 80 мм. Длина фрезерования 40 мм. Число нарезаемых зубьев $z = 6 \div 100$.

Станок работает как полуавтомат; вручную осуществляется смена заготовок и пуск станка.

Принципы работы станка С-53 и станка С-40 при полуавтоматическом цикле работы последнего одинаковы.

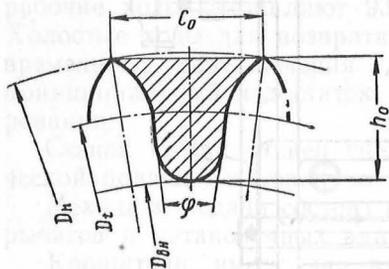
Техническая характеристика станка С-40

Число оборотов шпинделя в минуту	1000 и 2000
Число оборотов главного распределительного вала в минуту	9; 19,2; 30
Наибольший диаметр заготовки при работе с загрузочным устройством в мм	5
Наибольший диаметр заготовки при загрузке вручную в мм	20
Наибольшая длина фрезерования в мм	12
Наибольший нарезаемый модуль в мм:	
а) по латуни	0,5
б) по стали	0,35
Наименьшее число нарезаемых зубьев	6
Скорость фрезерования в м/мин	От 40 до 100
Подача в мм/мин	От 64,8 до 648
Погрешность углового шага делительного диска	2'
Радиальное биение шпинделя фрезы в мм	0,003—0,008
Радиальное биение шпинделя делительного механизма в мм	0,005—0,01
Несовпадение осей шпинделя передней и задней бабки на длине 50 мм в мм	До 0,015
Перекас направляющей каретки на длине 50 мм в мм	До 0,01

Дисковые модульные фрезы. При фрезеровании методом копирования применяется дисковая модульная фреза. В часовом производстве для каждого колеса и триба в зависимости от модуля, числа зубьев и профиля проектируется своя дисковая фреза.

Проектирование состоит в следующем: профиль зуба фрезы вычерчивается по номинальному профилю впадины зуба колеса или триба, обычно в масштабе 50 : 1; 100 : 1; 200 : 1 (фиг. 13).

Значения C_0 и h_0 подсчитываются по формулам:



Фиг. 13. Профиль зуба дисковой фрезы.

$$C_0 = D_n \cdot \sin \frac{180^\circ}{z},$$

$$h_0 = \frac{D_n \cos \frac{180^\circ}{z} - D_{vn}}{2},$$

где C_0 — ширина профиля впадины колеса или триба;
 h_0 — высота профиля впадины колеса или триба;

z — число зубьев колеса или триба;

D_n — наружный диаметр колеса или триба;

D_t — диаметр начальной окружности колеса или триба;

D_{vn} — внутренний диаметр колеса или триба.

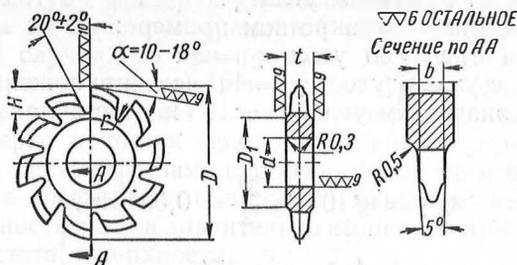
Величины C_0 и h_0 необходимы для выбора размеров фрезы по табл. 4, в которой приведены конструктивные размеры дисковых модульных фрез.

Биение по наружному диаметру допускается до 0,02 мм; торцевое биение до 0,01 мм.

Особенность модульных фрез, как известно, состоит в том, что в процессе заточки зуба по передней грани, лежащей в радиальной

Таблица 4

Фрезы дисковые модульные



h_0	C_0	D		D_1		d		H		t		r
		Ном.	Доп.	Ном.	Доп.	Ном.	Доп.	Ном.	Доп.	Ном.	Доп.	
До 0,6	До 0,55	8	-0,36	6	-0,48	3,5	+0,013	1	+0,12	2	-0,06	0,2
0,6	0,75	8	-0,36	5,5	-0,48	3,5	+0,013	1,2	+0,12	2	-0,06	
0,6-0,8	0,75	12	-0,43	9	-0,58	5	+0,013	1,4	+0,12	2	-0,06	0,3
0,6-0,8	1,0	12	-0,43	8,5	-0,58	5	+0,013	1,6	+0,12	2	-0,06	
0,8-1,0	1,2	12	-0,43	8	-0,58	3,5	+0,013	1,9	+0,12	2	-0,06	0,4
1,0-1,2	1,4	12	-0,43	7	-0,58	3,5	+0,013	2,4	+0,12	2	-0,06	
До 0,6	До 0,75	16	-0,43	12,5	-0,7	5	+0,013	1,4	+0,12	2,5	-0,06	0,4
0,6-0,8	1,0	16	-0,43	12,5	-0,7	5	+0,013	1,6	+0,12	2,5	-0,06	
0,8-1,2	1,2	16	-0,43	11	-0,7	5	+0,013	2,2	+0,12	2,5	-0,06	0,6
1,2-1,4	1,2	16	-0,43	11	-0,7	5	+0,013	2,4	+0,12	2,5	-0,06	
0,8-1,0	1,2	20	-0,52	15	-0,7	8	+0,016	2,2	+0,12	2,5	-0,06	1
1,0-1,25	1,5	20	-0,52	15	-0,7	8	+0,016	2,5	+0,12	2,5	-0,06	
1,0-1,7	2,5	24	-0,52	16	-0,7	8	+0,016	5	+0,16	3	-0,08	1
1,7-2,5	2,7	24	-0,52	14	-0,7	8	+0,016	6	+0,16	3	-0,08	
1,25-1,75	2,5	30	-0,52	20	-0,8	10	+0,016	5	+0,16	4	-0,08	

плоскости, профиль зуба сохраняется. Достигается это затылованием зуба фрезы по логарифмической спирали или по кривой, близкой к ней.

Затылованием создаются режущие кромки у зуба как по боковым сторонам, так и по вершине.

Между боковыми углами затылования и задним углом существует следующая математическая зависимость:

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \frac{\varphi}{2}^* \quad (1)$$

где γ — угол затылования боковой стороны зуба;
 α — угол затылования вершины зуба (задний угол);
 φ — угол между гипоциклоидами впадины (см. фиг. 13).

* Соколов М. А., Инструментальное дело. Госмашиздат, 1933.

Условия фрезерования у колес и трибов различны, и угол α и соответственно угол γ должен назначаться дифференцированно в зависимости от величины угла φ .

Рассмотрим это на конкретном примере:

для колеса с $z = 60$ угол $\varphi = 3^\circ$;

для триба с $z = 6$ угол $\varphi = 40^\circ$ (см. приложение 2).

Задаваясь значением угла $\alpha = 10^\circ$ и подставляя в формулу (1), будем иметь:

для колеса

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} 10^\circ \sin \frac{3^\circ}{2} = 0,004615,$$

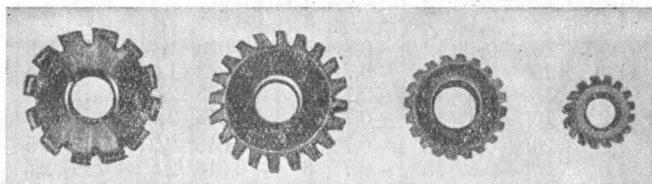
$$\gamma_k = 15';$$

для триба

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} 10^\circ \sin 20^\circ = 0,06,$$

$$\gamma_m = 3^\circ 30'.$$

Как видим, при $\alpha = 10^\circ$ условия фрезерования зуба колеса крайне неблагоприятны, и в практике нарезания латунных колес имеет место быстрое притупление боковой кромки и нарост латуни на ней, что часто, ошибочно, объясняют недостаточной твердостью фрезы.



Фиг. 14. Дисковые модульные фрезы часового профиля.

У фрез для нарезания трибов такого быстрого нароста металла не наблюдается. Чтобы улучшить условия резания фрез при фрезеровании колес, следует угол α брать 18° . Тогда угол γ будет равен $30'$.

Угол $\alpha = 18^\circ$ является оптимальным для фрез с числом зубьев 16 и выше. При дальнейшем увеличении угла α затрудняется процесс затылования фрезы и усложняется изготовление затыловочного реза.

Поскольку латунные колеса нарезаются за один проход, то для получения заданной чистоты поверхности, фреза должна иметь максимально возможное число зубьев.

Для фрез, предназначенных для нарезания трибов с $z \leq 16$, угол α может быть взят 10° . Во всех остальных случаях величина угла α назначается в пределах $10-18^\circ$.

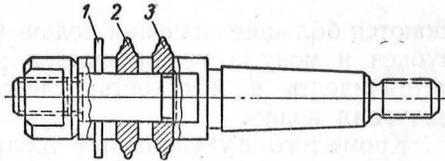
На фиг. 14 дано фото дисковых модульных фрез диаметром 12, 16, 20 мм и с числом зубьев 12, 16, 20.

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПО МЕТОДУ КОПИРОВАНИЯ

Колеса из латуни фрезеруются на станках С-40 и С-53 за один проход. Трибы из высокоуглеродистой стали фрезеруются за два, а в отдельных случаях за три прохода. Для фрезерования за три прохода на оправке устанавливаются три фрезы (фиг. 15). Первая фреза, шлицевая, прорезает канавку, вторая фреза, модульная, фрезерует начерно и третья фреза, модульная, фрезерует начисто.

При работе с двумя фрезами шлицевая фреза снимается и остаются две модульные фрезы. Этот вариант наиболее целесообразный: производительность станка значительно выше, чем при работе с тремя фрезами, а чистота поверхности та же.

Стойкость чистовой фрезы в обоих случаях одинакова, так как шлицевая фреза облегчает условия работы только для второй черновой фрезы, к тому же стойкость шлицевых фрез ниже, чем модульных. Стойкость чистовой модульной



Фиг. 15. Оправка с фрезами:

1 — шлицевая фреза; 2 — модульная фреза (черновая); 3 — модульная фреза (чистовая).

фрезы (без переточки) при нарезании трибов и колес из стали У10А равна 7—8 час. машинного времени.

Режимы работ — подачи и скорости — назначают, в зависимости от механических свойств материала, размеров заготовки и материала фрезы.

Если принять за единицу скорость резания фрезой, изготовленной из инструментальной легированной стали ХВГ, Х и др., то соответственно для фрез, изготовленных из быстрорежущей стали Р18 и др., скорость резания нужно взять с коэффициентом 1,5, а для фрез, изготовленных из углеродистой стали У12А, нужно взять с коэффициентом 0,9.

Рекомендуется фрезерование колес и трибов из латуни производить фрезами, изготовленными из легированной стали, а фрезерование колес и трибов из стали У10А или У7 АВ — фрезами, изготовленными из быстрорежущей стали¹.

В процессе фрезерования колес и трибов происходит износ режущих кромок зуба фрезы. Износ более интенсивен по вершине зуба, поскольку удельная нагрузка у вершины зуба гораздо больше, чем по боковым поверхностям.

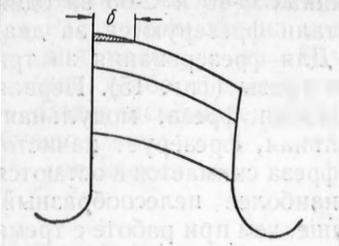
Критерием приугупления зуба служит величина площадки б, приведенная в табл. 5.

Подачи. Величина подачи, как сказано выше, назначается в зависимости от механических свойств материала, модуля и числа зубьев колеса и триба. При фрезеровании колес и трибов из латуни допу-

¹ В настоящее время освоено производство фрез из твердого сплава марки ВК6. Стойкость такой фрезы повысилась в несколько раз.

Таблица 5

Допустимая величина притупления зуба фрезы

	Тип фрезы	Обрабатываемый материал	Величина износа δ в мм
	Червячная	Сталь Латунь	0,15—0,25 0,07—0,10
	Дисковая	Сталь	0,1—0,2

скаются большие значения подач, чем из стали. С увеличением числа зубьев и модуля увеличивается размер заготовки, повышается ее устойчивость и жесткость; следовательно, допускаются большие значения подач.

Кроме того, с увеличением числа зубьев при одном и том же модуле уменьшается ширина впадины и, следовательно, уменьшается объем снимаемого металла, что также позволяет назначать увеличенные подачи.

Формула для определения величины подачи имеет следующий вид:

$$s_z = C_s M^a \cdot z^b \text{ мм/зуб}^*$$

где s_z — подача на один зуб фрезы в мм;

C_s — коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

z — число зубьев нарезаемого колеса или триба;

M — модуль зубьев нарезаемого колеса или триба.

Значение коэффициента C_s и показателей степеней a и b приведены в табл. 6.

Таблица 6

Значения коэффициента C_s и показателей степеней a и b

Режущий инструмент	Обрабатываемый материал	Коэффициент и показатели степеней			
		C_s	a	b	
Червячные фрезы	Сталь	0,158	0,54	0,265	
	Латунь	0,275	0,54	0,32	
Дисковые фрезы	Сталь	$z \leq 12$	0,008	0,72	1,5
		$z > 12$	0,014	1	0,55
	Латунь	$z \leq 12$	0,0017	0,72	1,5
		$z > 12$	0,03	1	0,55

* Нормативы Института «Оргмашприбор» на зуборезные работы, 1954.

Скорость резания назначается в зависимости от механических свойств металла, модуля и величины подачи.

Формула для определения скорости резания имеет следующий вид:

$$v = \frac{C_v M^x}{s_z^y} \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициента C_v и показателей степени x и y приведены в табл. 7.

Таблица 7
Значение коэффициента C_v и показателей степеней x и y

Режущий инструмент	Обрабатываемый материал	Коэффициент и показатели степени		
		C_v	x	y
Червячные фрезы	Сталь У7АВ	13,4	0,42	0,43
	Сталь У10А	12,2	0,42	0,42
	Латунь	141,5	0	0,16
Дисковые фрезы	Сталь У7АВ $M = 0,1 \div 0,2$	385	1,8	0,38
	$M > 0,2$	47,6	0,5	0,38
	Сталь У10А $M = 0,1 \div 0,2$	350	1,8	0,38
	$M > 0,2$	43,2	0,5	0,38

Для экономии времени на подсчет режимов резания по формулам, в табл. 8, 9, 10 приведены рекомендуемые режимы резания при фрезеровании колес и трибов дисковыми модульными фрезами.

Таблица 8
Подачи s_z в мм/зуб при фрезеровании зубьев колес и трибов из стали У7АВ, У10А дисковой фрезой

Число зубьев колеса или триба	Модуль в мм							
	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,25	0,30
8	0,0034	0,0039	0,0043	0,0048	0,0052	0,0056	0,0066	0,0075
10	0,0048	0,0055	0,0061	0,0068	0,0073	0,008	0,0094	0,011
15	0,0062	0,0074	0,0087	0,010	0,011	0,012	0,015	0,019
20	0,0073	0,0088	0,010	0,012	0,013	0,015	0,018	0,022
30	0,0091	0,011	0,013	0,014	0,016	0,018	0,023	0,027
40	0,011	0,013	0,015	0,017	0,019	0,021	0,026	0,032
50	0,012	0,014	0,017	0,019	0,022	0,024	0,030	0,036
60	0,013	0,016	0,018	0,021	0,024	0,026	0,033	0,040
70	0,014	0,017	0,020	0,023	0,026	0,029	0,036	0,043
80	0,016	0,019	0,022	0,026	0,029	0,032	0,040	0,048

Таблица 9
Скорости резания v в м/мин при фрезеровании зубьев колес и трибов из стали У7АВ дисковой фрезой

Подача s_z в мм/зуб	Модуль в мм							
	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,25	0,30
0,002	59	91	119	—	—	—	—	—
0,003	50,3	77,3	101	125	159	—	—	—
0,004	45,1	69,3	91	115	143	173	—	—
0,005	41,4	63,5	83,7	106	131	160	177	195
0,006	38,7	58	76	96	119	145	162	178
0,008	35	53,8	70,5	89	110	134	150	164
0,010	31,9	49,2	64,4	81,5	100	122	136	150
0,015	27,2	42	55	70	86,6	106	118	129
0,020	24,5	36,6	49,7	63,5	78	94,7	105	116
0,025	22,5	34,7	45,6	57,7	71,5	86,5	96,6	106
0,030	21,0	32,3	42,3	53,8	66,5	81	90,2	99
0,040	—	—	—	48,3	60	72,5	80,8	89
0,050	—	—	—	—	—	66,7	74,2	81,4

Таблица 10
Скорости резания v в м/мин при фрезеровании зубьев колес и трибов из стали У10А дисковой фрезой

Подача s_z в мм/зуб	Модуль в мм							
	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,25	0,30
0,002	53,6	82,5	108	—	—	—	—	—
0,003	45,8	70,3	92	117	145	—	—	—
0,004	41,0	63,0	82,5	105	130	157	—	—
0,005	37,6	57,7	76	96	119	145	161	177
0,006	35,2	52,7	69	87,5	108	132	147	162
0,008	31,7	48,7	64	81	100	122	135	149
0,010	29	44,5	58,4	74	92	111	124	136
0,015	24,8	38,2	50	63,5	78,7	96	107	117
0,020	22,3	34,3	45	57,1	71	86	95,5	105
0,025	20,5	31,5	41,2	52,4	65	78,5	87,6	96,5
0,030	19,1	29,4	38,5	48,8	60,5	73,4	82	90
0,040	—	—	—	43,8	54,5	66	73,4	80,8
0,050	—	—	—	—	—	60,6	67,5	74

Основное технологическое время T_o для фрезерования колеса или триба определяют по формуле

$$T_o = \frac{L \cdot z_d}{n \cdot s_z \cdot k \cdot z_{\phi}}, \quad (2)$$

где z_d — число зубьев нарезаемого колеса;

z_{ϕ} — число зубьев фрезы;

k — число одновременно обрабатываемых деталей;

s_z — подача на 1 зуб в мм;

n — число оборотов фрезы в минуту;

L — длина прохода, определяемая как сумма $l + l_1 + l_2$,

где l — длина нарезаемого триба или колеса (или нескольких колес), l_1 — длина врезания (по таблице приложения 3),

l_2 — длина перебега фрезы (1—1,5 мм).

Величину l_1 можно определить по формуле

$$l_1 = \sqrt{h_0(d - h_0)}, \quad (3)$$

где h_0 — глубина фрезерования и d — диаметр фрезы.

Расчитанное по формуле (2) основное технологическое время не включает обратных (холостых) ходов и переключений станка. Время на выполнение холостых ходов определяется по паспортным данным станка. Для станка С-40 холостые ходы ~7% от $T_{осн}$.

Определив $T_{мин} = T_{осн} + T_{х.х}$ на изготовление одной детали, сравнивают его с паспортными данными станка, т. е. с временем, потребным для одного оборота распределительного вала, и выбирают ближайшее число оборотов распределительного вала. Рассчитанную скорость резания также сравнивают с паспортными данными станка и выбирают ближайшее число оборотов шпинделя фрезы. Для пояснения сказанного произведем расчет режимов резания и производительности станка на конкретном примере.

Требуется профрезеровать зубья у промежуточного триба модуля 0,103 мм, $z = 8$. Длина фрезерования $l = 0,80$ м, сталь У7АВ.

Выписываем данные, необходимые для расчета.

Назначаем подачу на 1 зуб фрезы по табл. 8: $s_z = 0,0034$ мм.

Назначаем скорость резания по табл. 9: $v = 50,3$ м/мин.

Определяем габариты фрезы по табл. 4:

диаметр фрезы $D = 8$ мм;

число зубьев $z = 16$.

Определяем число оборотов шпинделя фрезы с учетом паспортных данных станка $n = 2000$ об/мин.

Длина фрезерования уступа по чертежу $l = 0,8$ мм.

Определяем длину врезания по приложению 3: $l_1 = 1,5$ мм.

Назначаем длину перебега $l_2 = 1,2$ мм.

Общая длина фрезерования $L = 3,5$ мм.

Определяем потребное технологическое время на фрезерование триба 37 или проход по формуле (2):

$$T_o = \frac{L \cdot z_d}{n \cdot s_z \cdot k \cdot z_{\phi}} = \frac{3,5 \cdot 8}{2000 \cdot 0,0034 \cdot 1 \cdot 16} = 0,25 \text{ мин.}$$

Определяем время на холостые ходы из расчета 70% от основного времени (по паспортным данным станка):

$$T_{x. x} = \frac{0,25 \cdot 7}{100 - 7} = 0,02 \text{ мин.}$$

Следовательно, машинное время, потребное на фрезерование триба за один проход, будет равно

$$T_{\text{м}} = T_{\text{осн}} + T_{x. x} = 0,25 + 0,02 = 0,27 \text{ мин.}$$

При работе в два прохода на переключение фрезы потребуется один оборот распределительного вала, или при $n_{\text{всп}} = 20$ об/мин на один оборот требуется $\frac{1}{20} = 0,05$ мин.

Штучное время, потребное для одного цикла работы станка С-40, составит

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{о}} + T_{x. x} + T_{\text{всп}} = 0,25 + 0,02 + 0,05 = 0,32 \text{ мин.}$$

За два прохода это время удваивается и равно 0,64 мин.

Расчетная производительность автомата за смену будет $A = \frac{480}{0,64} = 750$ шт.

Сравниваем полученные расчетные данные с паспортными данными станка, т. е. с числом оборотов главного распределительного вала.

В технической характеристике на станок главный распределительный вал имеет $n = 9; 19,2; 30$ об/мин или на один оборот, соответствующий фрезерованию одного зуба, приходится 0,11; 0,052 и 0,033 мин.

По приведенному расчету $T_{\text{маш}}$ на фрезерование одного зуба будет равно $0,27:8 = 0,034$ мин.

Ближайшим значением по паспортным данным станка будет 0,033 мин. или $n = 30$ об/мин.

Тогда фактическая производительность автомата за смену будет $A = \frac{480}{2(0,033 \cdot 8 + 0,05)} = 764$ шт.

Заготовки трибов, получаемые с автоматов продольно-фасонного точения, и заготовки колес, получаемые с помощью высокопроизводительных штампов, имеют минимальные припуски под фрезерование. Для стальных трибов припуски на диаметр назначают от 0,05 до 0,15 мм, для латунных колес припуски назначают от 0,07 до 0,20 мм и для стальных колес соответственно — от 0,15 до 0,30 мм.

Чистота поверхности зубьев латунных и стальных трибов и колес модуля от 0,05 и до 0,3 мм, нарезанных методом копирования, соответствует 8—9-му классу, а для модулей 0,3—0,5 мм соответствует 7—8-му классу.

ФРЕЗЕРОВАНИЕ ТОРЦЕВЫХ ЗУБЬЕВ

Фрезерование торцевых зубьев у коронных колес, заводных трибов и кулачковых муфт часового механизма и других аналогичных деталей производится на станках модели С-51 и С-186, работающих по методу деления и копирования.

Наиболее совершенным является станок модели С-186 (фиг. 16).

Станок С-51 работает только как полуавтомат. Наибольший диаметр фрезеруемого колеса 8 мм и наибольший модуль 0,3 мм.

Станок С-186 работает как полуавтомат и может работать как автомат, одной дисковой фрезой. Фрезерование может произво-

даться в два прохода. Полуавтомат может работать с горизонтальной и вертикальной подачей, т. е. работать или на врезание или на проход (фиг. 17, а и б).

Фрезерование на врезание применяется при нарезании зубьев незначительной длины открытого профиля.

Фрезерование на проход применяется при нарезании зубьев значительной длины или зубьев с поднутренным профилем (храповой зуб); в последнем случае шпиндельная бабка с фрезой поворачивается на угол до 5° .

При фрезеровании на проход достигается лучшая чистота поверхности и точность профиля, чем на врезание. Станок работает как автомат при фрезеровании деталей диаметром до 9 мм и как полуавтомат при фрезеровании деталей диаметром до 25 мм. Ручная подача заготовок производится на специальный подаватель, который передает их для зажима в цангу. Выбрасывание деталей происходит автоматически.

Кинематическая схема станка С-186 приведена на фиг. 18. Привод автомата осуществляется от электродвигателя, помещенного внутри тумбы станка.

С первой ступени шкива 1 электродвигателя вращение посредством круглого ремня передается через шкивы 3 и 4 контрпривода на шкив 5 шпинделя фрезы.

За счет смены шкива 4 число оборотов может быть повышено.

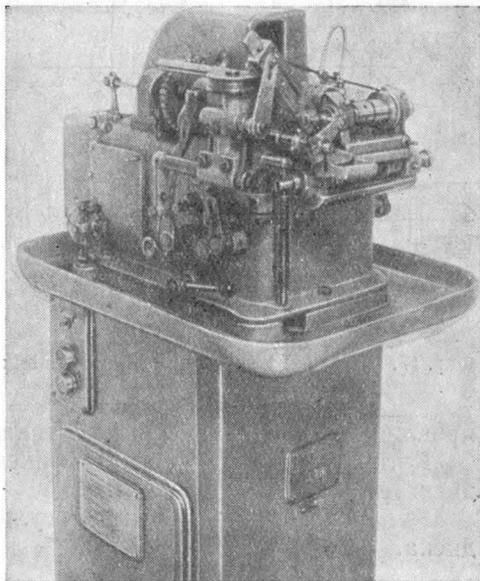
Со второй ступени шкива 1 электродвигателя вращение передается на шкив 2 червяка. Через червячную пару 11—12 вращение передается валу червячного колеса.

Вращение с вала червячного колеса передается:

а) через сменные зубчатые колеса 7—9 и кулачковые муфты на распределительный вал;

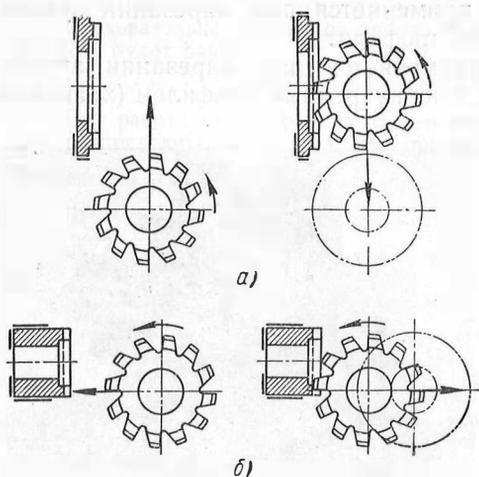
б) через постоянные зубчатые колеса 13—10 и кулачковые муфты на вспомогательный вал.

Распределительный и вспомогательный валы работают последовательно. Распределительный вал имеет шесть ступеней чисел оборотов. Вспомогательный вал имеет постоянное число оборотов.



Фиг. 16. Станок С-186.

Вращение с распределительного вала через зубчатые колеса передается на шестеренчатый насос. Включение и выключение распределительного вала в работу производится автоматически



Фиг. 17. Положение фрезы при фрезеровании:

а — на проход; б — на врезание.

правлении на врезание и в вертикальном направлении на проход.

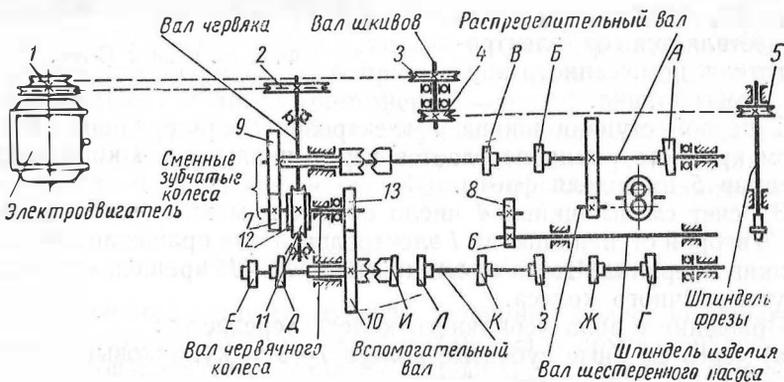
Кулачок *Б* — дисковый — фиксирует положение делительного диска.

Кулачок *В* — дисковый — осуществляет поворот делительного диска.

посредством кулачковых муфт, управляемых от кулачка *К* вспомогательного вала. Включение вспомогательного вала происходит от защелки зубчатого колеса *В* делительного механизма, а выключение от кулачка *И*, составляющего одно целое с однооборотной кулачковой муфтой вспомогательного вала.

На распределительном валу закреплены постоянные кулачки *А*, *Б*, *В*, управляющие рабочими процессами станка.

Кулачок *А* — торцевой управляет рабочей подачей фрезы в горизонтальном направлении



Фиг. 18. Кинематическая схема станка С-186.

За один оборот распределительного вала фрезеруется один зуб, за один оборот делительного диска нарезается колесо; при черновом и чистовом фрезеровании делительный диск делает второй оборот. Цикл фрезерования при этом повторяется.

По окончании фрезерования колеса вспомогательный вал включается в работу, а распределительный вал выключается. На вспомогательном валу закреплены кулачки *Г, Д, Е, Ж, З, И, К, Л*, управляющие вспомогательными процессами станка.

Кулачок *Г* — торцевой — отводит шпиндель с фрезой в нерабочее положение (см. фиг. 17).

Кулачок *Д* — торцевой — осуществляет разжим цанги, происходит выталкивание колеса (фиг. 19).

Кулачок *Е* — дисковый — выключает станок, если он работает как полуавтомат; при работе как автомат кулачок не действует.

Кулачок *Ж* — дисковый — управляет работой загрузочного устройства при автоматической работе.

Кулачок *З* — торцевой — подает заготовку в цангу с загрузочной площадки.

Кулачок *И* — торцевой — управляет выключением муфты вспомогательного вала. Кулачок составляет одно целое с однооборотной кулачковой муфтой.

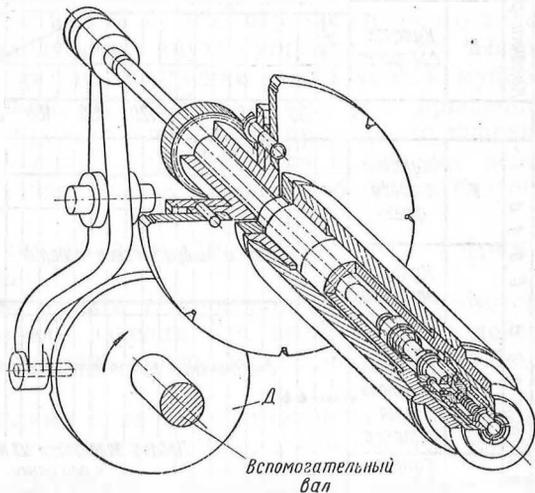
Кулачок *К* — торцевой — управляет выключением и включением муфты распределительного вала.

Кулачок *Л* — дисковый — фиксирует вспомогательный вал в определенном положении.

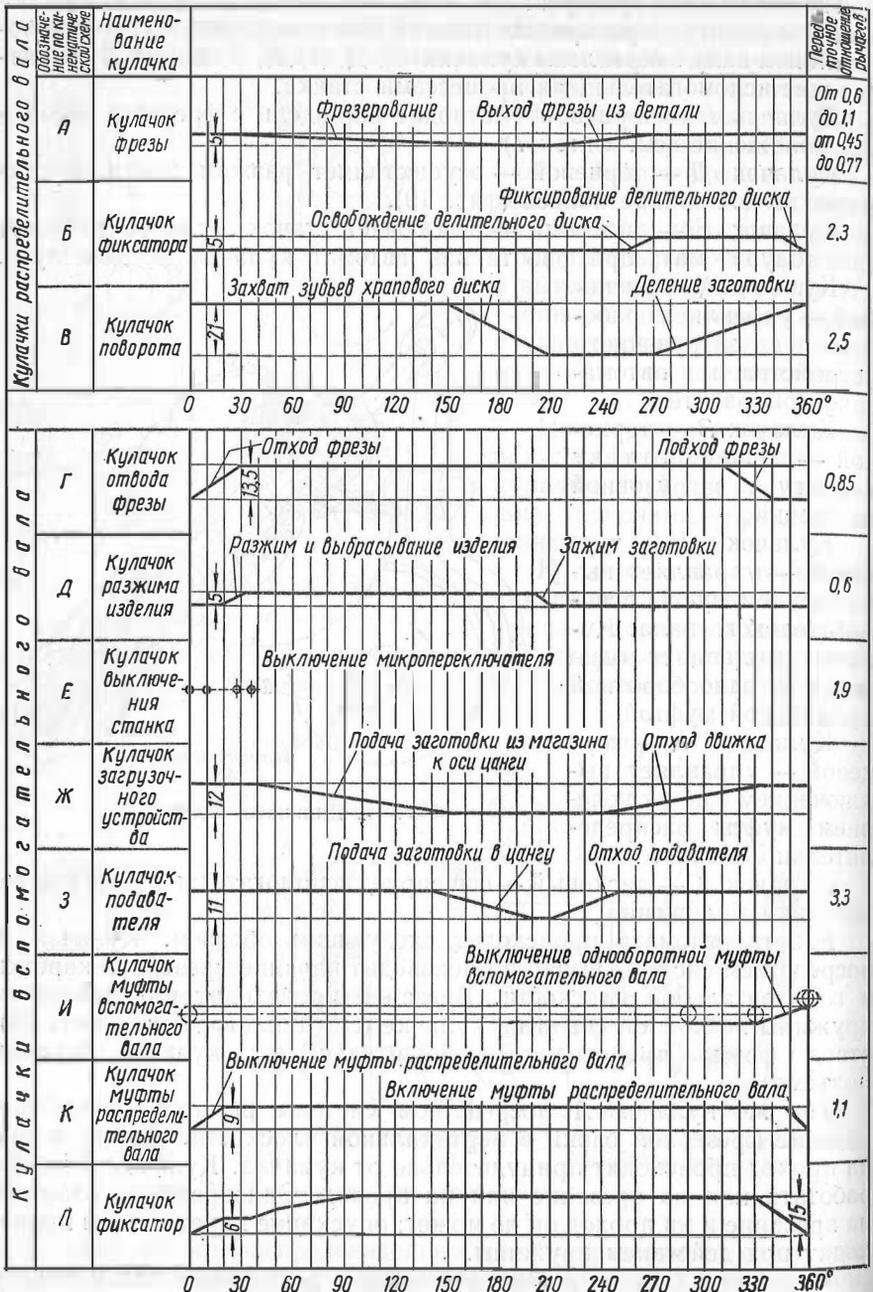
Работа автомата происходит следующим образом. Кулачок *А* посредством системы рычагов производит качание фрезерной каретки в горизонтальной плоскости. Врезание происходит под действием пружины по кривой спада на кулачке (см. циклограмму на фиг. 20), отвод фрезы происходит принудительно от кулачка (кривая подъема).

Тот же кулачок *А* посредством системы рычагов производит качание фрезерной бабки в вертикальной плоскости. Фрезерование на проход происходит принудительно от кулачка. Кулачок *А* может работать или на врезание или на проход. Одновременно работать на врезание и на проход он не может; опускание каретки вниз происходит под действием пружины.

Фреза опускается вниз на расстояние, достаточное для поворота заготовки на следующий зуб. По окончании фрезерования и отвода фрезы происходит освобождение делительного диска от фиксатора



Фиг. 19. Шпиндель изделия.



Фиг. 20. Циклограмма работы станка С-186.

посредством кулачка *Б*. Кулачок *В* через систему рычагов поворачивает храповый диск на один зуб, фиксатор под действием пружины заходит в следующий паз делительного диска, и цикл фрезерования зуба повторяется.

После окончания фрезерования колеса зубчатое колесо *б* (фиг. 18) ($z = 30$) делительного механизма сделает полный оборот.

Сцепляющееся с ним зубчатое колесо *в* сделает половину оборота ($z = 60$). Если фрезерование колеса производится за один проход, то защелка колеса *в* имеет два пальца, расположенные диаметрально противоположно.

Защелка выключает рычаг из соединения с кулачком *И*, составляющим одно целое с однозаходной муфтой вспомогательного вала. Под действием пружин, находящихся внутри корпуса, муфта быстро перемещается влево и входит в зацепление с кулачковой муфтой зубчатого колеса *10*. Вспомогательный вал получает вращение. Если же нарезание колеса производится за два прохода, то защелка зубчатого колеса *в* имеет один палец, и тогда включение вспомогательного вала произойдет через полный оборот зубчатого колеса *в*.

Кулачок *Г* через систему рычагов отводит шпиндель с фрезой вниз в нерабочее положение.

Кулачок *Д* посредством рычага *Р* производит нажим на шток, проходящий внутри шпинделя изделия (см. фиг. 19). Под действием пружин происходит разжим цанги, и деталь выталкивается штоком.

Кулачки *Ж* и *З* управляют подачей заготовки из загрузочного магазина на подаватель, а затем в цангу. В последней модели станка заготовки подаются из магазина непосредственно в цангу.

Рычаг, опускаясь под действием пружины, левым плечом входит в паз кулачка *И* и по спирали подъема отводит кулачковую муфту вправо. Происходит расцепление муфт и остановка вспомогательного вала.

По окончании одного оборота вспомогательный вал должен занять строго определенное положение. Для этого имеется специальное устройство, управляемое кулачком *Л*.

На фиг. 20 показана циклограмма работы автомата. Рабочий ход фрезы вместе с паузой по кривой кулачка *А* составляет 195° , или 54 %, остальные 165° , или 46 %, приходятся на холостые ходы — отход фрезы и переключение делительного механизма. С целью экономии времени холостые ходы, осуществляемые от кулачков *Б* и *В*, начинаются несколько раньше окончания фрезерования и вывода фрезы из заготовки, например, захват зубьев храпового диска кулачка *В* на интервале 150° — 210° . Кулачки вспомогательного вала осуществляют вспомогательные операции по смене заготовок в цанге делительного механизма.

В табл. 11—12 приведены рекомендуемые величины подач и скоростей резания при фрезеровании торцевых зубьев (модульных и косых).

Таблица 11

Подачи при фрезеровании модульных и косых зубьев на торцах колес и муфт

Высота зуба в мм	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
Подачи на один зуб фрезы в мм	0,01	0,009	0,008	0,007	0,006	0,0055	0,0045	0,004

Таблица 12

Скорости резания при фрезеровании модульных и косых зубьев на торцах колес и муфт

Материал инструмента	Обрабатываемый материал	Диаметр фрезы в мм	Подача на один зуб фрезы в мм							
			0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,012
Быстрорежущая сталь P9, P18	У7AB	8	97,5	81,6	68,8	60,2	53,7	48,7	43,5	37,4
		10	107	90	76	66,5	59,5	54,1	48,2	41,2
		12	116	97,5	82,5	72	64,4	58,5	52	44,5
		16	134	112	94,5	82,5	74	67	59,4	51
		20	147	123	104	91,4	81,3	74	66	56,5
	У10A	8	87,7	73,4	62	54,2	48,2	43,7	39,2	33,6
		10	97	81	68,4	59,8	53,5	48,7	43,4	37
		12	104	87,8	74,2	64,7	58	52,6	46,7	40
		16	120	100	85	74,2	56,5	60,3	53,4	45,8
		20	132	111	94	82,3	73,4	66,5	59,5	50,8
Легированная сталь X, ХВГ, 9ХС	У7AB	8	71,5	60	50,5	44,2	39,4	35,8	32	27,4
		10	78,5	66,1	55,8	48,7	43,6	39,7	35,3	30,2
		12	85,1	72	60,6	53	47,3	43	38,2	32,7
		16	98,5	82,2	66,6	60,6	54,4	49,2	43,6	37,5
		20	108	90,5	76,5	67,2	60	54,4	48,5	41,5
Легированная сталь X, ХВГ, 9ХС	У10A	8	64,8	54,3	45,8	40,1	35,8	32,5	29,0	24,9
		10	71,6	60,0	50,7	44,4	39,6	36,1	32,1	27,4
		12	77,5	64,9	55	48	42,9	39	34,7	29,7
		16	89	74,5	63	55	49,2	44,6	39,8	34,0
		20	98	82,2	69,5	60,8	54,2	49,4	44,0	37,6
Углеродистая сталь У12А	У7AB	8	64,8	54,4	45,8	40,1	35,8	32,5	29,0	24,0
		10	71,6	60,0	50,7	44,4	39,6	36,1	32,1	27,4
		12	77,5	64,9	55	48	42,9	39	37,4	29,7
		16	89	74,5	63	55	49,2	44,6	39,8	34,0
		20	98	82,2	69,5	60,8	54,2	49,4	44,0	37,6
Углеродистая сталь У12А	У10A	8	59,0	49,5	41,7	36,5	32,6	29,6	26,4	22,6
		10	65,1	54,7	46,2	40,3	36	32,8	29,2	24,9
		12	70,5	59	50	43,6	39	35,5	31,6	27,0
		16	81	67,8	57,4	50	44,7	40,7	36,2	30,6
		20	89	74,8	63,3	55,3	49,3	44,9	40	34,1

Техническая характеристика станка С-186

Наибольший диаметр нарезаемого колеса в мм	25
Наибольшая глубина фрезерования в мм	3
Наибольший модуль фрезерования в мм	1
Число нарезаемых зубьев	От 4 до 36
Наибольший диаметр фрезы в мм	12
Число оборотов шпинделя фрезы в минуту	1150
Вертикальный рабочий ход фрезерной каретки в мм	3—6
Числа оборотов распределительного вала в минуту	15; 20; 25,7; 35,4; 45,8; 60
Число оборотов вспомогательного вала в минуту	15
Мощность электродвигателя при 1400 об/мин в квт	0,4
Предел регулирования вертикального хода каретки в мм	13
Наибольший угол поворота бабки фрезерного шпинделя в град.	5
Подача на один оборот фрезы	0,047—0,6
Скорость фрезерования в м/мин	45

Назначение режимов резания и расчет производительности автомата производится так же, как и для станка С-40. Наибольшая скорость резания для данного автомата равна 45 м/мин. Припуски под фрезерование в зависимости от модуля и числа зубьев назначаются от 0,05 до 0,15 мм, чистота поверхности соответствует 7—8-му классу.

ФРЕЗЕРОВАНИЕ ЗУБЬЕВ ПО МЕТОДУ ОБКАТА

Фрезерование обкатыванием является более совершенным и производительным методом фрезерования зубьев колес. В зависимости от конструкции режущего инструмента различают методы обката: рейкой (гребенкой), долбяком в виде шестерни и червячной фрезой.

Сущность метода обката червячной фрезой состоит в том, что при вращении шпинделя червячной фрезы происходит принудительное вращение шпинделя делительного механизма станка и каждому обороту шпинделя фрезы соответствует $\frac{1}{z}$ оборота шпинделя делительного механизма станка, где z — число зубьев нарезаемого колеса (фиг. 21).

Необходимое соотношение чисел оборотов фрезы и изделия устанавливается при помощи сменных зубчатых колес в цепи обката станка.

Кроме вращательного движения фрезы и изделия, стол станка (или суппорт фрезы) совершает продольное перемещение в осевом направлении для фрезерования зуба по длине.

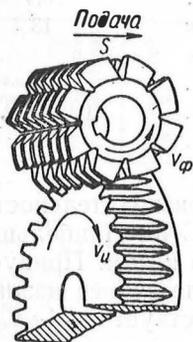
При повороте колеса на один зуб, или все равно что на один окружной шаг, червячная фреза сделает один оборот. Очевидно шаг нарезки фрезы по начальной прямой или расстояние между двумя витками в осевом сечении должен быть равен шагу колеса

по начальной окружности. Следовательно, мы имеем основное условие, связывающее червячную фрезу с фрезеруемым колесом — линейное равенство шагов.

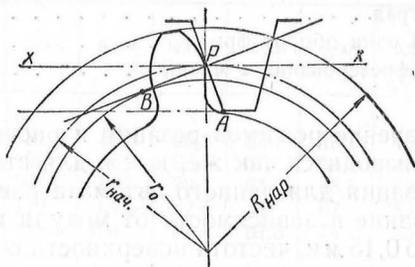
При однозаходной фрезе один оборот червячной фрезы соответствует $\frac{1}{z}$ оборота колеса; при многозаходной фрезе один оборот фрезы будет соответствовать $\frac{i}{z}$ оборота колеса, где i — число заходов фрезы.

В часовом производстве методом обката червячной фрезой фрезеруются колеса и трибы с $z > 12$.

Колеса с эвольвентным профилем одного модуля, но с разным числом зубьев фрезе.



Фиг. 21. Схема фрезерования червячной фрезой.



Фиг. 22. Подрезание ножки зуба эвольвентного профиля при $z < 14$.

руют одной фрезой. Следовательно, эвольвентный профиль позволяет нормализовать режущий инструмент. Колеса и трибы с часовым профилем фрезеруются своей особой фрезой.

Метод обката червячной фрезой не является универсальным. Не всякое колесо может быть нарезано червячной фрезой. При фрезеровании колес эвольвентного профиля с малым числом зубьев происходит подрезание ножки зуба (фиг. 22). Подрезание происходит в том случае, когда точка A профиля зуба фрезы расположена ближе к центру колеса, чем точка B (точка касания линии зацепления BP с основной окружностью колеса радиуса r_0). Значительное подрезание приводит к уменьшению рабочей части эвольвенты, что нарушает плавность зацепления и уменьшает, в отдельных случаях, прочность зуба.

Для стандартного 20° эвольвентного зацепления при фрезеровании червячной фрезой подрезание ножки зуба будет происходить у колес с числом зубьев $z < 17$. Считается допустимым фрезеровать методом обката колеса с $z = 14$. Незначительное подрезание в этом случае допустимо, так как вершина головки зуба сопряженного колеса может быть фланкирована, т. е. оформлена не по эвольвенте, а по дуге окружности или другой кривой. Правильного зацепления

на этом участке не будет, но он может быть перекрыт другой парой зубьев, находящихся одновременно в зацеплении.

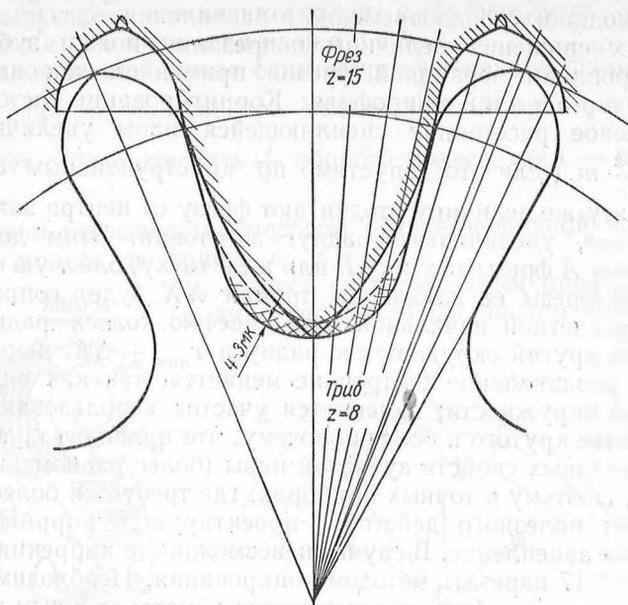
В целях снижения величины подрезания ножки зуба колеса при фрезеровании червячной фрезой применяют так называемое *корригирование* профиля. Корригирование состоит в том, что межосевое расстояние сцепляющейся пары увеличивают на $\Delta A = \frac{14-z}{17} m$ (если это допустимо по конструктивным соображениям). На эту же величину отодвигают фрезу от центра заготовки и, следовательно, увеличивают радиус заготовки. Этим достигается перенос точки *A* фрезы за точку *B* или же в точку, близкую к точке *B*. При отводе фрезы ее начальная прямая *XX* будет соприкасаться уже не с расчетной начальной окружностью колеса радиуса $r_{нач}$, а с какой-то другой окружностью радиуса $r_{нач} + \Delta A$. Форма эвольвенты при раздвижении центров не меняется, так как она зависит от основной окружности; изменяется участок использования эвольвенты от более крутого к более пологому, что приводит к улучшению эксплуатационных свойств зубчатой пары (более равномерный износ профилей). Поэтому в точных приборах, где требуется более высокий коэффициент полезного действия, проектируется корригированное эвольвентное зацепление. В случае невозможности коррекции следует колеса с $z < 17$ нарезать методом копирования. Необходимость ксригирования должна быть предусмотрена конструктивным чертежом.

При фрезеровании методом обката трибов с часовым профилем с числом зубьев $z = 6 \div 12$ острая вершина зуба фрезы (при неблагоприятном соотношении глубины впадины к ширине) быстро изнашивается, вследствие чего глубина впадины триба получается неполной (фиг. 23).

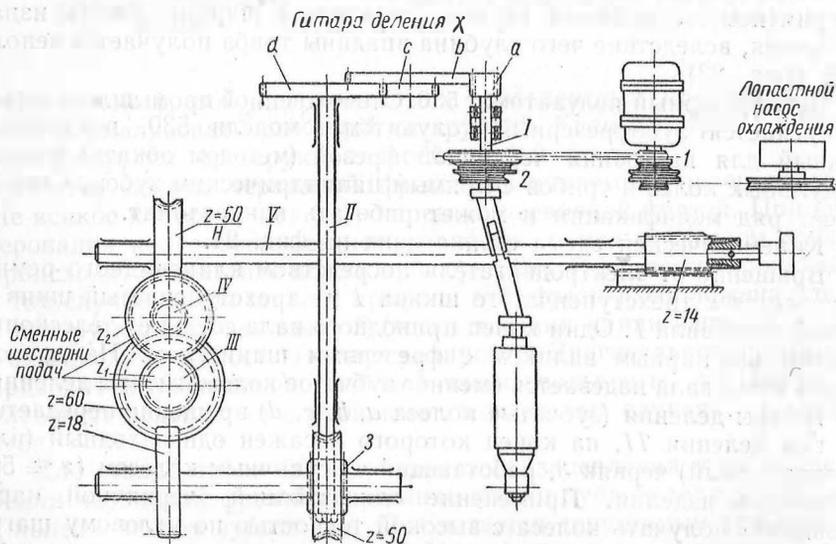
Зубофрезерный полуавтомат 530. Отечественной промышленностью выпускается зубофрезерный полуавтомат модели 530, предназначенный для нарезания червячной фрезой (методом обката) мелко-модульных колес и трибов с прямым цилиндрическим зубом. Станок имеет ряд модификаций и может работать как автомат.

Кинематическая схема станка дана на фиг. 24.

Вращение от электродвигателя посредством клиновидного ремня передается с трехступенчатого шкива 1 на трехступенчатый шкив 2 приводного вала *I*. Один конец приводного вала соединен телескопическим шарнирным валиком с фрезерным шпинделем. На другой конец этого вала надевается сменное зубчатое колесо гитары деления. От гитары деления (зубчатые колеса *a*, *b*, *c*, *d*) вращение передается на вал деления *II*, на конец которого насажен однозаходный (или пятизаходный) червяк 3, работающий с червячным колесом ($z = 50$) шпинделя изделия. Применение однозаходной червячной пары позволяет получать колеса с высокой точностью по угловому шагу, применение пятизаходной червячной пары позволяет нарезать трибы с числом зубьев $z = 6$, что значительно расширяет область применения этого станка, так как большинство трибов в часовых механизмах имеет число зубьев от 6 до 12.



Фиг. 23. Недорез впадины вследствие притупления зуба фрезы.



Фиг. 24. Кинематическая схема станка 530.

На шпинделе изделия, кроме червячного колеса, насажено винтовое зубчатое колесо ($z = 18$), сцепляющееся с другим винтовым зубчатым колесом ($z = 60$), посаженным на вал *III*. На валу *III* и червячном валу *IV* имеются сменные зубчатые колеса подачи z_1, z_2 .

Червячный вал *IV* однозаходный соединен с червячным колесом *H*, закрепленным, в свою очередь, на валу подачи *V*. На правом конце вала *V* насажено винтовое колесо ($z = 14$), находящееся в постоянном зацеплении с рейкой.

Рейка закреплена в суппорте станка. Винтовое колесо ($z = 14$) посредством конусной втулки может быть закреплено на валу *V* и вращаться вместе с ним, заставляя суппорт перемещаться вперед. При ослаблении соединения конусной втулки с зубчатым колесом (ручное выключение) последнее свободно сидит на валу, и суппорт становится неподвижным.

Возврат суппорта после фрезерования происходит под действием двух пружин, находящихся внутри станины.

Настройка гитары деления производится по следующей формуле:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{50}{z},$$

где z — число зубьев нарезаемого колеса.

При постоянном расстоянии между осями колес a и b имеет место следующее равенство:

$$z_a + z_b = 125,$$

т. е. сумма чисел зубьев колес a и b равна 125.

Гитара деления может работать с тремя или четырьмя зубчатыми колесами.

При работе с тремя зубчатыми колесами $a - b - d$

$$\begin{aligned} a &= 50 & z & 25; \\ b &= 75 & z & 100; \\ d &= z_{нар} & \frac{z_{нар}}{2}. \end{aligned}$$

При работе с четырьмя зубчатыми колесами $a - b - c - d$

$$\begin{aligned} a &= 50 & z & 25; \\ b &= 75 & z & 100; \\ c &= 25 & z & 50; \\ d &= \frac{z_{нар}}{3} & \frac{z_{нар}}{4}. \end{aligned}$$

Для настройки гитары по приведенной формуле имеется набор сменных зубчатых колес d в количестве 93 шт., начиная с $z =$

= 24, 36, 40 и до 130, спаренных зубчатых колес $b/c = 75/25$ и $100/50$ — 2 пары и двух зубчатых колес a и c $z = 50$ и $z = 25$.

При работе с тремя зубчатыми колесами $a - b - d$ колесо b служит только для изменения направления вращения колеса d .

Гитара подач состоит из двух сменных зубчатых колес z_1, z_2 . Шесть пар сменных зубчатых колес позволяют иметь шесть ступеней подач от 0,1 до и 1,35 мм на один оборот изделия.

В табл. 13 даны значения подач при различном сочетании сменных зубчатых колес.

Таблица 13

Подачи и зубчатые колеса гитары подач

Подачи в мм/об (заготовки)	Зубчатые колеса	
	z_1	z_2
0,10	24	84
0,20	36	72
0,30	48	60
0,45	60	48
0,75	72	36
1 35	84	24

Таблица 14

Число оборотов и скорость резания фрезы

Число оборотов шпинделя фрезы в минуту	Скорость резания при диаметре фрезы $D = 24$ мм в м/мин	Скорость вращения электродвигателя об/мин
500	37,8	1400
700	52,8	1400
1000	75,5	1400
1400	105,5	2800
2000	150 8	2800

За счет дополнительных зубчатых колес z_1, z_2 число ступеней подач может быть увеличено.

Наличие трехступенчатой ременной передачи от электродвигателя на приводной вал позволяет иметь на фрезерном шпинделе три ступени оборотов, а с учетом того, что электродвигатель двухскоростной, число ступеней оборотов фрезерного шпинделя равно 5.

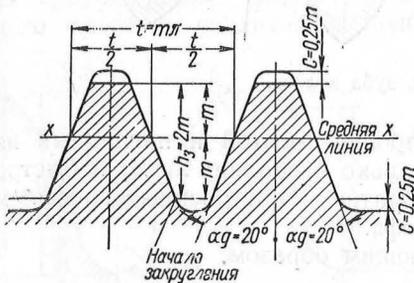
На шкиве электродвигателя имеется четвертая ступень для передачи вращения к лопастному насосу охлаждения.

Телескопический шарнирный валик дает возможность перемещать фрезерный суппорт в вертикальном и в двух горизонтальных направлениях.

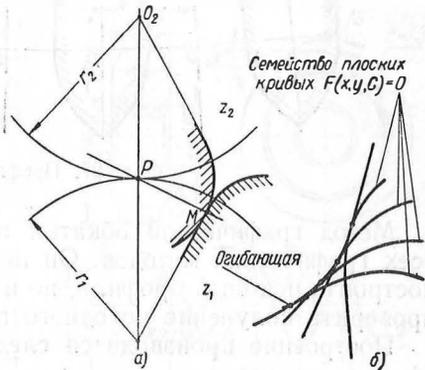
Техническая характеристика станка 530

Наибольший диаметр фрезерования в мм	Автомат 25
	Полуавтомат 50
Наибольшая длина фрезерования в мм	40
Число нарезаемых зубьев	6—100
	Полуавтомат 6—300
Наибольший нарезаемый модуль в мм	1
Наименьший нарезаемый модуль в мм	0,05
Диаметр фрезы в мм	24—30
Наклон фрезерного шпинделя в град.	До 3
Мощность электродвигателя в квт	0,65

Червячные модульные фрезы. Для нарезания колес с эвольвентным профилем ГОСТ 3058-45 установлен профиль зуба червячной фрезы в виде прямобочной трапеции, называемый и с х о д н ы м к о н т у р о м з у б ч а т о й р е й к и (фиг. 25). Для нарезания колес с часовым профилем для каждого колеса, как сказано выше, проектируется своя червячная фреза. Поскольку такой метод применяется в одной из передовых отраслей точного приборостроения, проектирование червячных фрез представляет практическую необходимость, и на этом следует более подробно остановиться.



Фиг. 25. Исходный контур зубчатой рейки.



Фиг. 26. Огибающая семейства плоских кривых — сопряженный профиль.

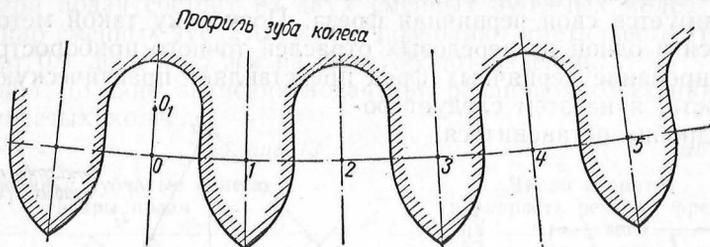
Согласно общей теории зацепления рабочие участки профилей двух сцепляющихся пар должны быть взаимноогигающими в их относительном движении. Если мы представим себе колесо z_1 катящимся своей начальной окружностью без скольжения по начальной окружности колеса z_2 (фиг. 26, а), то последовательные положения профиля зуба колеса образуют на неподвижной плоскости, связанной с колесом z_2 , семейство плоских кривых (фиг. 26, б). Согласно общей теории зацепления огибающая этого семейства кривых и есть искомый сопряженный профиль колеса, так как: 1) каждая точка огибающей принадлежит также и одной точке какой-либо кривой из семейства кривых и

2) каждая точка огибающей есть в то же время предельное положение пересечения двух соседних кривых семейства при их неограниченном сближении.

При вращении червячной фрезы (см. фиг. 21) профиль зуба ее образует на неподвижной плоскости, связанной с нарезаемым колесом, семейство плоских кривых. Огибающая этого семейства и есть сопряженный профиль колеса и обратно — огибающая семейства кривых профиля колеса есть профиль фрезы. Следовательно, определение профиля зуба червячной фрезы сводится к нахождению огибающей семейства кривых профиля зуба колеса при качении без скольжения начальной окружности колеса по начальной кривой рейки,

Для получения сопряженного профиля зуба червячной фрезы существует несколько методов построения; наибольшее распространение из них получили 2 метода:

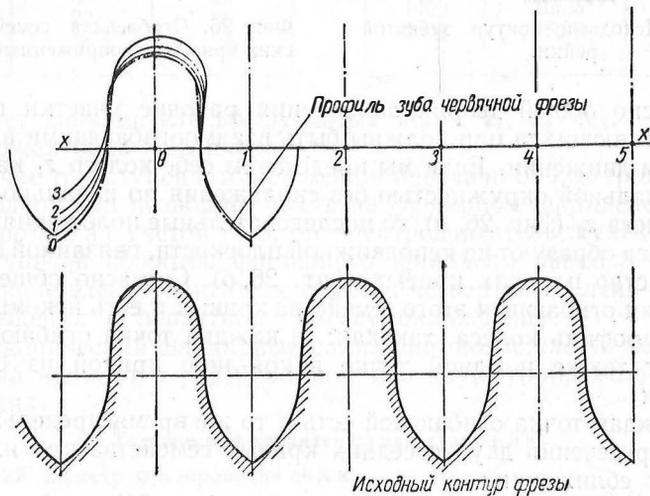
- 1) метод графической обкатки и 2) графо-аналитический метод.



Фиг. 27. Профиль зуба колеса.

Метод графической обкатки наиболее простой и наглядный из всех графических методов. Он не только позволяет легко и быстро построить искомый профиль, но и обратно — построенным профилем проверить получение исходного профиля.

Построение производится следующим образом.

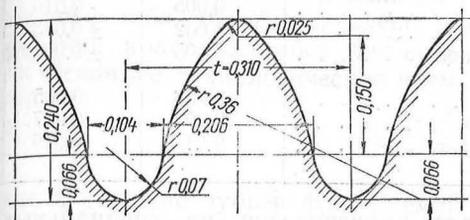


Фиг. 28. Профиль зуба червячной фрезы.

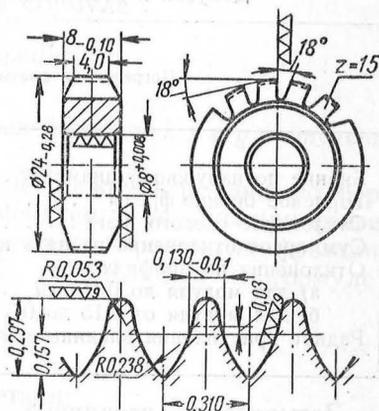
На листе бумаги вычерчивают в большом масштабе исходный профиль впадины зуба колеса. Делят начальную окружность на несколько равных частей и нумеруют точки деления, как показано на фиг. 27. Через точки деления проводят радиальные прямые. На кальке (фиг. 28) проводят прямую линию и считают ее начальной прямой червячной фрезы. Делят эту самую прямую на части, равные

по длине дугам начальной окружности, и нумеруют точки в том же порядке, как и на начальной окружности. В точках деления восстанавливают к прямой перпендикуляры. Накладывают кальку на бумагу так, чтобы нулевое деление и перпендикуляр на кальке совпадали с нулевым делением и радиальной прямой на бумаге. После этого очерчивают на кальке профиль впадины. Затем производят последовательные совмещения точек 1—1, 2—2, 3—3 вправо и влево и каждый раз очерчивают на кальке профиль впадины.

Огибающая семейства кривых этого профиля и есть искомый профиль зуба фрезы. Построение искомого профиля сводится к подбору



Фиг. 29. Профиль зуба червячной фрезы для нарезания трибов с $z = 8$, $m = 0,099$ мм.



Фиг. 30. Габаритные размеры червячной фрезы часового профиля.

радиусов дуг каждой ветви профиля. Для проверки правильности полученного профиля производят обратную обкатку. На кальке вычерчивают начальную окружность колеса, делят ее на такое же число частей, как и в предыдущем случае, и производят наложение кальки на бумагу; очерчивая профиль зуба фрезы в каждом положении, получают семейства кривых, огибающая которых должна соответствовать профилю впадины колеса. Для сличения результатов построения профиль на кальке накладывают на первоначальный профиль на бумаге. Метод графической обкатки имеет тот недостаток, что при больших масштабах построения трудно проводить на бумаге начальную окружность. На фиг. 29 дан профиль зуба червячной фрезы, спроектированный методом графической обкатки для нарезания триба с $z = 8$ и $m = 0,099$ мм.

Графо-аналитический метод применяется в тех случаях, когда требуется построить профили в больших масштабах. Сущность его заключается в том, что начальная окружность колеса строится по точкам, координаты которых подсчитываются аналитически, а профиль вычерчивается графически по заданным радиусам. Сопряженный профиль фрезы строится методом графической обкатки.

Типовая конструкция червячной фрезы для нарезания колес модуля 0,05—0,3 мм дана на фиг. 30. Необходимо отметить, что угол подъема винтовой линии составляет 15' до 30'. Поэтому профиль

зуба в нормальном сечении можно заменить профилем в осевом сечении. При значениях угла подъема больше $30'$ разница в профилях будет значительной и допускать такую замену нельзя.

По техническим условиям на изготовление червячных фрез модуля 0,05—0,3 мм погрешности изготовления не должны превышать значений, рекомендуемых в табл. 15.

Таблица 15

Допуски и отклонения на изготовление червячных фрез

Погрешности фрезы	Допускаемые погрешности в мм	
	1-й класс	2-й класс
Биение по наружному диаметру	0,01	0,02
Торцевое биение фрезы	0,005	0,010
Отклонение осевого шага	$\pm 0,002$	$\pm 0,003$
Суммарное отклонение на пять витков	$\pm 0,005$	$\pm 0,008$
Отклонения по профилю:		
а) для модуля до 0,15 мм	0,003	0,005
б) для модуля от 0,15 до 0,3 мм	0,004	0,007
Радиус притупления впадины r	0,01	0,015

Затылование червячных фрез производится на специальных станках. Поскольку модули часового зацепления имеют расчетные значения с тремя знаками после запятой, например модуль секундных колес часов «Победа» $m = 0,099$ мм, настройка станка по шагу производится при помощи специального приспособления с точностью отсчета 0,001 мм. Затылование на станке производится в три операции: предварительное и окончательное черновое и чистовое. Припуск на чистовое затылование назначается в 0,01 мм на сторону.

Норма времени на изготовление червячной фрезы 6—7 час., из них 3,5—4 часа на затылование.

Стойкость червячной фрезы (до переточки) при фрезеровании латунных колес составляет 8—10 час.

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПО МЕТОДУ ОБКАТА

Методом обката, как упомянуто выше, нарезаются колеса и частично трибы.

Установка и крепление заготовок колес и трибов на станках моделей 530, Т-84 и др. аналогичны установке и креплению на станках С-40 и С-53 (см. фиг. 7).

Скорости резания и подачи назначаются в зависимости от механических свойств материала, размеров заготовки и материала фрезы. Величина подачи при работе червячными фрезами устанавливается в миллиметрах на один оборот фрезеруемой детали. Формула для определения величины подачи имеет следующий вид:

$$s_0 = C_s \cdot M^a z^b \text{ мм/об,}$$

где s_0 — подача в *мм* на один оборот изделия;
 C_s — коэффициент, зависящий от механических свойств материала;

M — модуль фрезеруемого колеса или триба;

z — число зубьев фрезеруемого колеса или триба.

Значения коэффициента C_s и показателей степеней a и b приведены в табл. 6.

Скорость резания определяется по формуле

$$v = \frac{C_v}{M^x \cdot s_0^y} \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициента C_v показателей степеней x и y приведены в табл. 7.

С целью экономии времени на расчет режимов резания по формулам в табл. 16—20 приведены рекомендуемые режимы при фрезеровании колес и трибов часового профиля червячными фрезами.

Основное технологическое время T_0 определяется по формуле

$$T_0 = \frac{L \cdot z_0}{n \cdot s_0 \cdot k},$$

где z_0 — число зубьев фрезеруемой детали;

n — число оборотов однозаходной фрезы в минуту;

k — количество одновременно обрабатываемых деталей;

s_0 — подача на один оборот изделия;

L — длина прохода, определяемая как сумма $l + l_1 + l_2$, где l — длина фрезеруемой детали (или нескольких одновременно обрабатываемых деталей); l_1 — длина врезания по таблице приложения 3; l_2 — длина перебега (1—1,5 *мм*).

Величина l_1 может быть определена по формуле

$$l_1 = \cos \beta \sqrt{h_0(d - h_0)} + 1,5 \operatorname{tg} \beta (m \sqrt{z} + h_0),$$

где β — угол подъема винтовой линии на цилиндре червячной фрезы.

Для червячных фрез по фиг. 30 угол β не превышает значения 30° и, следовательно, $\cos \beta \approx 1$, $\operatorname{tg} \beta \approx 0$.

Формула приобретает вид

$$l_1 = \sqrt{h_0(d - h_0)} \quad [\text{см. формулу (3)}].$$

Определив T_0 на изготовление одной детали, сравнивают его с паспортными данными станка, т. е. с временем, потребным для одного оборота шпинделя изделия, и выбирают по паспорту ближайшее значение.

Расчитанную скорость резания также сравнивают с паспортными данными станка и выбирают по паспорту ближайшее значение.

Для пояснения сказанного произведем расчет режимов резания и производительности полуавтомата 530 на конкретном примере.

Таблица 16

Подачи s_0 при фрезеровании колес и трибов из стали У7АВ и У10А червячной фрезой в мм на 1 оборот фрезеруемого колеса

Число зубьев колеса или триба	Модуль в мм					
	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25	0,30
8	0,08	0,085	0,10	0,11	0,13	0,14
10	0,085	0,09	0,11	0,12	0,14	0,15
15	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17
20	0,10	0,11	0,13	0,14	0,17	0,18
30	0,11	0,12	0,14	0,16	0,19	0,20
40	0,12	0,13	0,15	0,17	0,20	0,22
50	0,13	0,14	0,16	0,19	0,21	0,23
60	0,14	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24
70	0,145	0,16	0,18	0,21	0,23	0,25
80	0,15	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26

Таблица 17

Скорости резания v при фрезеровании колес и трибов из стали У7АВ червячной фрезой в м/мин

Подача s_0 в мм/об	Модуль в мм					
	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25	0,30
0,05	128	118,6	108	96	86,7	80,6
0,08	106	97,5	89	78,4	71,4	66
0,10	95	88,4	80,3	71,2	64,7	60
0,12	88	81	74,1	65,7	59,6	55,2
0,15	81	75	68,5	60,5	55	51
0,20	71	65	59,4	52,7	47,8	44,3
0,25	63,8	59	54,2	48	43,4	40,4
0,30	58,7	54,3	49,7	43,8	40	37
0,40	52,2	48	44,1	39,1	35,3	32,8

Таблица 18

Скорости резания v при фрезеровании колес и трибов из стали У10А червячной фрезой в м/мин

Подача s_0 в мм/об	Модуль в мм					
	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25	0,30
Скорость резания v , м/мин						
0,05	117	108	98,5	87,3	79	73,5
0,08	96	88,6	81	71,4	65	60,2
0,10	87	80,5	73,2	64,2	59	54,6
0,12	80	73,8	67,5	59,8	54,4	50,3
0,15	74	68,3	62,3	55,1	50,1	46,4
0,20	64,2	59,2	54,1	48	43,6	40,4
0,25	58,2	53,8	49,3	43,6	39,6	36,8
0,30	53,5	49,4	45,2	40	36,4	33,7
0,40	47,5	43,8	40,2	35,6	32,2	29,9

Таблица 19

Подачи s_0 при фрезеровании колес и трибов из латуни ЛС63-3-ОТ червячной фрезой в мм/об

Число зубьев колеса или триба	Модуль в мм							
	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
8	0,15	0,17	0,19	0,22	0,26	0,28	0,33	0,36
10	0,17	0,19	0,21	0,24	0,28	0,30	0,36	0,40
15	0,19	0,21	0,23	0,26	0,30	0,33	0,40	0,45
20	0,21	0,23	0,26	0,28	0,33	0,36	0,45	0,50
30	0,23	0,26	0,28	0,30	0,36	0,40	0,50	0,55
40	0,26	0,28	0,30	0,33	0,40	0,45	0,55	0,60
50	0,28	0,30	0,33	0,36	0,45	0,50	0,60	0,65
60	0,30	0,33	0,36	0,40	0,50	0,55	0,65	0,70
70	0,33	0,36	0,40	0,45	0,55	0,60	0,70	0,80

Таблица 20

Скорости резания v при фрезеровании колес и трибов из латуни ЛС63-3-ОТ

Подача s_0 в мм/об изделия	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
v в м/мин	205	191	181	172	164	158	153

Требуется профрезеровать зубья у барабана с $z = 80$, модуль $0,105$ мм и материал — латунь марки ЛС63-3 (фиг. 31).

Число одновременно обрабатываемых деталей $k = 6$.

Выписываем данные, необходимые при расчете.

Назначаем подачу на один оборот изделия по табл. 19: $s_0 = 0,33$ мм. Назначаем скорость резания по табл. 20: $v = 172$ м/мин. Определяем число оборотов шпинделя фрезы с учетом паспортных данных станка $n = 2300$ об/мин. Длина обрабатываемых деталей по фиг. 31 $l = 1,8 \times 6 = 10,8$ мм. Определяем длину врезания по приложению 3: $l_1 = 2,3$ мм. Назначаем длину перебега $l_2 = 0$, так как на последней детали перебег происходит за счет уступа барабана.

Общая длина $L = 10,8 + 2,3 = 13,1$ мм.

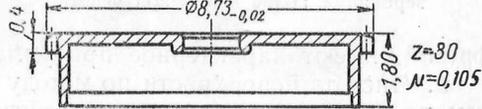
Основное технологическое время по выбранным режимам составит

$$T_o = \frac{L \cdot z \cdot \partial}{n \cdot s_0 \cdot k} = \frac{13,1 \cdot 80}{2300 \cdot 0,33 \cdot 6} = 0,23 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на смену оправки, пуск станка и другие приемы составят по нормативам $0,42$ мин. или на 1 шт. $= 0,07$ мин.

Расчетная производительность станка за смену равна

$$A = \frac{480 \text{ мин.}}{0,23 + 0,07} = 1600 \text{ шт.}$$



Сравниваем полученные расчетные данные с паспортными данными станка 530.

Фиг. 31. Корпус барабана наручных часов.

Ближайшее значение s_0 по табл. 13 равно $0,30$ мм/об, значение v по табл. 14 равно $150,8$ м/мин при $n = 2000$ об/мин.

Тогда фактическое $T_o = \frac{13,1 \cdot 80}{2000 \cdot 0,30 \cdot 6} = 0,30$ мин. вместо расчетного $T_o = 0,23$

мин. и фактическая производительность автомата 530 составит $A = \frac{480}{0,30 + 0,07} = 1300$ шт. в смену.

Сравнение методов копирования и обката

Проведенные исследования в часовом производстве по точности и производительности при фрезеровании зубьев у колес и трибов методами копирования и обката позволяют сделать следующие выводы:

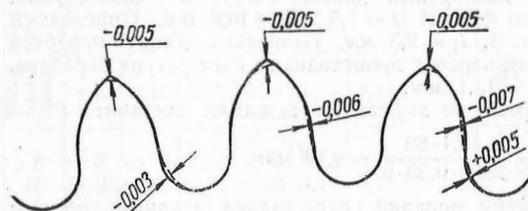
1. Производительность при фрезеровании зубьев методом обката в $1,5$ — 2 раза выше, чем методом копирования. При методе обката нет холостых ходов фрезы, нет затрат времени на поворот делительного диска и в этом смысле процесс фрезерования непрерывен. Так, при фрезеровании центрального колеса часов марки «Победа» основное время по методу обката составляет $0,123$ мин., а при фрезеровании по методу копирования (за два прохода) — $0,278$ мин. и, соответственно, штучное время — $0,19$ мин. и $0,38$ мин.

Норма времени на изготовление дисковой и червячной фрезы и примерная стойкость по данным ряда часовых заводов составляют:

	Норма времени	Стойкость до полного износа
1. Дисковая фреза	1 час.	10—12 смен.
2. Червячная фреза	6—7 час., из них 50% на затылование	20—25 смен.

Повышенная стоимость изготовления червячных фрез окупается более продолжительной их стойкостью и производительностью самого метода обката.

Разница в норме времени на изготовление червячных фрез эвольвентного и часового профилей составляет около 20%.



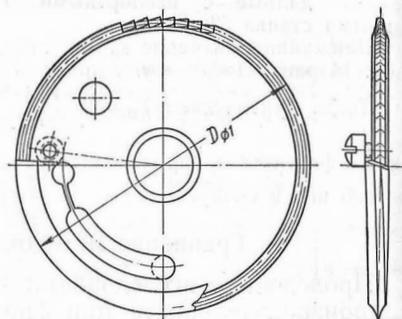
Фиг. 32. Притупление вершины зуба при фрезеровании колес червячной фрезой.

Трудность в освоении производства червячных фрез часового профиля заключается как в достижении заданной точности по шагу, профилю и торцевому биению, так и в получении впадины зуба с наименьшим радиусом притупления. Зубья колес, фрезерованных червячной

фрезой, имеют характерное притупление вершины зуба (Фиг. 32).

2. Чистота поверхности по методу обката на 1—2 разряда выше, чем по методу копирования, и соответствует 8—9-му классу.

Неровности режущей кромки зуба фрезы по методу копирования полностью копируются (с обратным знаком) на профиль зуба колеса; по методу обката копируются только те неровности режущей кромки зуба червячной фрезы, которые имеют зуб на линии зацепления при профилирующем резе. Чистота поверхности при том и другом методе может колебаться в пределах одного класса за счет качества заточки режущей кромки зуба фрезы.



Фиг. 33. Аронлир-фреза.

3. Из первичных погрешностей станка наибольшее влияние на точность параметров фрезеруемого колеса оказывает погрешность в угловом шаге делительного диска или цепи обката станка.

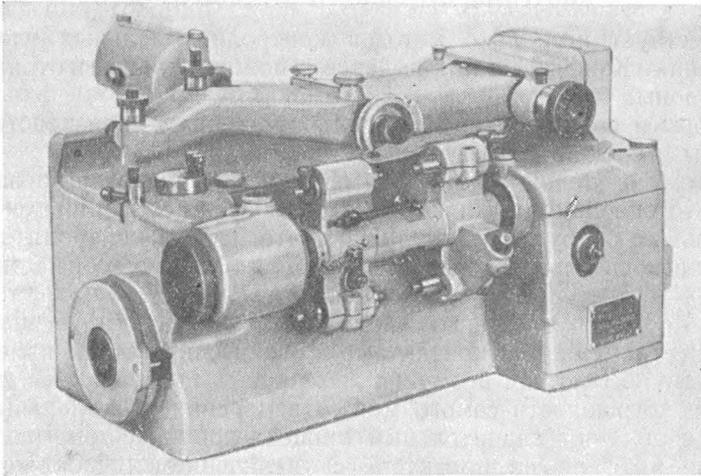
Делительные диски изготавливаются с точностью по угловому шагу $\pm 2'$; в процессе эксплуатации происходит неравномерный износ рабочих поверхностей диска, вследствие чего эта погрешность возрастает до $\pm 3'$.

Цепь обката станков модели Т-84, 530 и др. обеспечивает точность $\pm 3'$. Таким образом, тот и другой методы по этому параметру дают равноценные результаты.

По точности других параметров: профилю, толщине зуба, наружному диаметру и биению — оба метода равноценны. Погрешность по биению в меньшей степени зависит от метода нарезания. При методе копирования требуется точная установка фрезы по центру изделия, т. е. чтобы средняя плоскость фрезы проходила через ось вращения

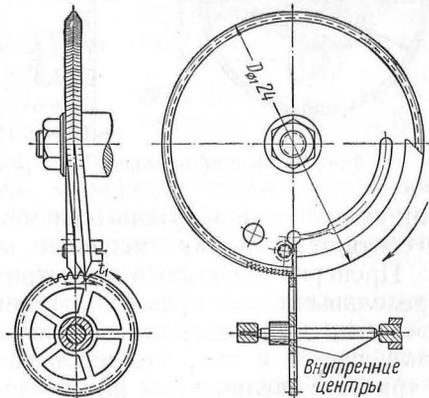
заготовки; при методе обката установки фрезы по центру не требуется.

Арондирование является пригоночной операцией. Применяется оно в тех случаях, когда требуется уменьшить биение колеса



Фиг. 34. Станок С-61 для арондирования колес.

или уменьшить наружный диаметр колеса в случае глубокого зацепления. Арондирование производится специальной фрезой (фиг. 33) на станке С-61 (фиг. 34). Фреза имеет на $\frac{1}{3}$ окружности гладкую пластинку, которая изогнута по плоскости на величину шага фрезеруемых зубьев. При вращении фрезы пластина входит во впадину зуба обрабатываемого колеса и поворачивает его на один шаг. Остальная часть окружности имеет весьма мелкий зуб с профилем впадины зуба колеса. Фрезерование происходит без горизонтальной и вертикальной подачи. Колесо вместе с оправкой свободно вращается в центрах станка (фиг. 35).



Фиг. 35. Схема установки арондир-фрезы и колеса.

Сповышением точности обработки колес и трибов и монтажных элементов для них (межосевых расстояний в платинах) необходимость в арондировании отпадает. Применение метода калибрования отверстий в колесах с базиров-

кой на наружный диаметр зубчатого венца позволило снизить биение колеса в узле до $0,01-0,015$ мм, т. е. точности, достаточной для нормальной работы часового зубчатого зацепления:

КОНТРОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Существует несколько методов контроля отдельных элементов зацепления. Каждый из них имеет свои положительные и отрицательные стороны.

Методы и средства контроля так же важны в производстве, как и методы и средства обработки деталей.

Поэтому в технической документации на некоторых заводах, наравне с операционными картами обработки, составляются карты контрольных операций. Естественно, что методы контроля должны быть производительны, а средства контроля точны и удобны в эксплуатации.

Для проверки отдельных элементов зацепления в часовом производстве применяются контактные и оптические методы измерения. Поскольку абсолютная величина измеряемых погрешностей изделия мала, то погрешность самого метода измерения по отдельным элементам составляет значительный процент допуска, так, например: проверка профиля на проекторе с увеличением $100\times$ может быть произведена с точностью не свыше 3 мк, что составляет 30% допуска на профиль зуба колеса 2-го класса точности модуля $0,1-0,15$ мм.

Проверка параметров зацепления, приведенных в табл. 2, производится в настоящее время нижеописанными методами и средствами контроля.

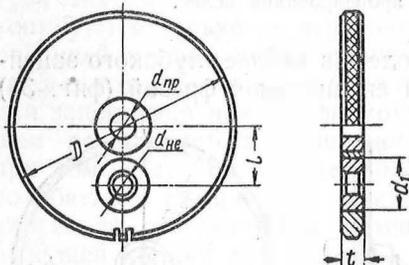
Проверка наружного диаметра.

В порядке последовательности проверки элементов зубчатого колеса первым параметром является наружный диаметр. Увеличение

или уменьшение наружного диаметра приводит, как изложено выше, к соответствующему смещению исходного контура.

Проверка наружного диаметра в цеховых условиях производится предельными калибрами-кольцами (фиг. 36), а в отдельных случаях часовыми микрометрами. Преимущество проверки калибр-кольцами заключается в том, что исключается возможность пропуска колес и трибов с увеличенным или уменьшенным диаметром и числом зубьев колеса или триба при проверке не играет роли. К тому же метод проверки калибр-кольцами очень производительен.

Измерение наружного диаметра часовым микрометром дает истинный размер, но представляет определенные затруднения при измерении колес с нечетным числом зубьев; по производительности он уступает измерению калибр-кольцами.



Фиг. 36. Калибр-кольцо.

Колеса проверяются выборочно по три штуки с одной оправки (по одной штуке с концов оправки и одного среднего).

Трибы проверяются выборочно через 10—15 шт.

В лабораторных условиях проверка наружного диаметра производится на инструментальном микроскопе.

Измерение толщины зуба. Толщина зуба измеряется часовым микрометром со специальными вставками или же на инструментальном микроскопе. Проверка производится также на проекторе одновременно с проверкой профиля.

Поскольку допуск на наружный диаметр имеет малую величину, то влияние этого допуска на точность измерения, когда происходит совмещение профиля зуба с проекторным чертежом, невелико. Метод проверки на проекторе также производителен.

У колес проверяется толщина трех зубьев по окружности, у трибов — весь зубчатый венец. Колеса и трибы проверяются выборочно.

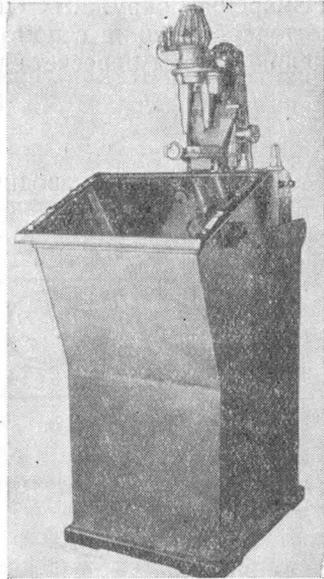
Проверка профиля зуба. Третьим параметром проверки является профиль зуба. Проверка профиля производится исключительно на проекторе с увеличением $50\times$, $100\times$ и реже $200\times$. Проектор стал цеховым средством контроля (фиг. 37). Для удобства измерения и большей гарантии точности — проекторные чертежи выполняются на стекле.

Одновременно с проверкой профиля проверяется толщина зуба. Проверка профиля осуществляется выборочно. Для более точных измерений следует применять проектор с $200\times$ и увеличенным экраном.

Измерение радиального биения. Измерение производится или контактным методом при помощи специального индикатора, или же оптическим методом, с установкой изделия на координатно-разметочной машине в специальном приспособлении.

Проверка в цеховых условиях производится индикаторами со специальными вставками. Такие индикаторы с малым давлением (до 30 г) изготавливаются часовой промышленностью с ценой деления 0,001 мм и диапазоном измерения $\pm 0,03$ мм (фиг. 20, глава десятая).

Проверка на координатно-разметочной машине производится в лаборатории с точностью 0,003 мм (согласно паспортным данным на машину). Метод мало производителен. Можно эту контрольную операцию производить также на проекторе. Колеса и трибы на биение проверяются выборочно.



Фиг. 37. Проектор с увеличением $10\times$, $25\times$, $50\times$, $100\times$.

Измерение окружного шага. До последнего времени этот параметр не проверялся. При методе копирования измерение окружного шага заменялось измерением толщины зуба, поскольку в процессе фрезерования ширина впадины была одинакова у всех зубьев.

При методе обката необходимость проверки окружного шага вызывается тем, что ошибки цепи обката станка влияют как на толщину зуба, так и на ширину впадины. Поэтому при внедрении метода обката появилась необходимость в измерении окружного шага и в определении разности соседних окружных шагов (δt). Измерение окружных шагов производится на координатно-разметочной машине с помощью круглого стола. Разность (δt) определяют путем пересчета угловых значений в линейные по формуле:

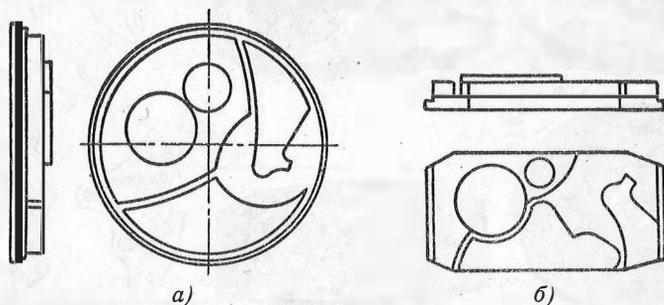
$$\delta t = \frac{\delta \varphi'}{57^{\circ}18'} \cdot r_{нач}$$

Измерение производится выборочно.

ГЛАВА VI

ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ ПЛАТИН И МОСТОВ

Платина является основанием, на котором монтируется весь механизм карманных и наручных часов. Платина (плато) представляет собой пластину толщиной от 2,30 до 2,75 мм, с углублениями и



Фиг. 1. Форма платин:

а— круглая; *б*—прямоугольная со скошенными углами.

выступами различной формы и высоты, с большим количеством сквозных и несквозных отверстий; в некоторых из них нарезана резьба.

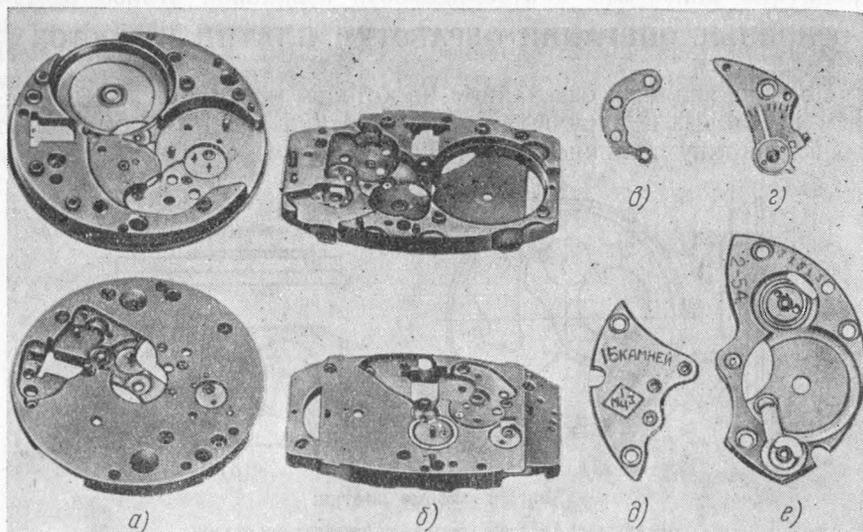
Форма платин различна и зависит от общей компоновки на ней деталей механизма часов. В карманных часах и в большинстве конструкций наручных часов применяется платина круглой формы. В наручных мужских и женских часах, кроме круглой формы, платина может иметь квадратную или прямоугольную форму, прямоугольную форму со скошенными углами (фиг. 1), бочкообразную и овальную.

По размеру посадочного уступа у платины определяется калибр (размер) часов, например, калибр 26 мм (К-26) обозначает, что диаметр посадочного уступа платины равен 26 мм, или калибр 18 мм (К-18) обозначает, что посадочный уступ по малой стороне прямоугольника равен 18 мм.

На фиг. 2, *а* показано фото платины наручных часов «Победа» калибра 26 мм, а на фиг. 2, *б* — фото платины наручных часов «Звезда» калибра 18 мм.

На одной стороне платины монтируется стрелочный механизм и циферблат часов, почему эта сторона и называется **ц и ф е р б л а т**

ной; на другой стороне монтируются основные узлы механизма часов: барабан, зубчатая передача, ход и баланс. Узлы механизма крепятся к платине посредством мостов, почему и сторона называется мостовой. Мосты представляют собой пластины толщиной от 0,4 до 4,2 мм различной конфигурации, имеющие отверстия, углубления и уступы различной формы и высоты для монтажа деталей часов.

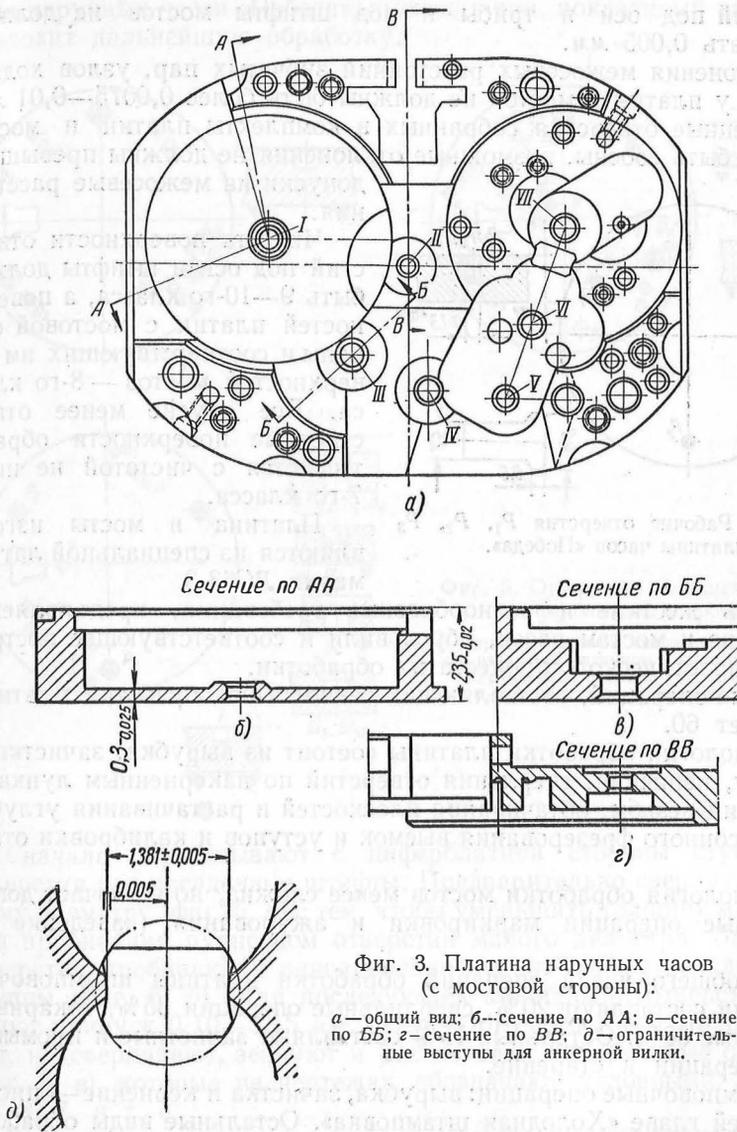


Фиг. 2. Платины и мосты наручных часов:

а — платина часов „Победа“ с циферблатной и мостовой стороны, *б* — платина часов „Звезда“ с циферблатной и мостовой стороны, *в* — анкерный мост, *г* — балансый мост, *д* — анкерный мост, *е* — барабанный мост.

В большинстве конструкций карманных и наручных часов имеются четыре основных моста: барабанный — для крепления барабана, центрального колеса и заводных колес, анкерный — для крепления промежуточного, секундного и анкерного колес, анкерный — для крепления анкерной вилки и балансый — для крепления баланса с волоском и градусником.

Большое количество углублений в платине, в большей части перекрывающихся между собой, значительно ослабляют сечение платины в некоторых переходах и уменьшают ее жесткость. На фиг. 3, *а* дан чертеж платины наручных часов, а на фиг. 3, *б, в, г* даны отдельные сечения. По сечению *АА* (эскиз *б*) толщина стенки равна 0,3 мм при общей толщине платины 2,35 мм. По сечению *ББ* (эскиз *в*) имеется многоступенчатая цилиндрическая расточка с допуском 0,03 мм на биение относительно отверстия *III*. По сечению *ВВ* (эскиз *г*) имеется сквозное фасонное окно и углубление с двух сторон.

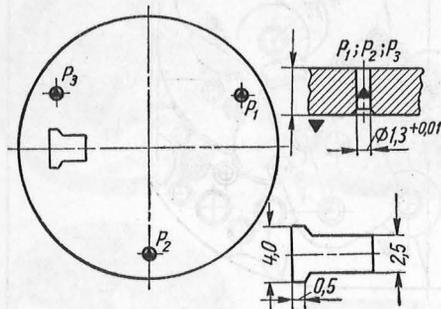


Фиг. 3. Платина наручных часов
(с мостовой стороны):

а—общий вид; б—сечение по АА; в—сечение по ВВ; г—сечение по ВВ; д—ограничительные выступы для анкерной вилки.

Отдельные фасонные углубления должны быть сделаны весьма точно. Например: ширина паза под ограничительные выступы анкерной вилки должна быть $1,381 \pm 0,005$ мм (эскиз д). Отклонения отверстий под оси и трибы и под штифты мостов не должны превышать 0,005 мм.

Отклонения межосевых расстояний зубчатых пар, узлов хода и баланса у платин и мостов не должны быть более 0,0075—0,01 мм. Одноименные отверстия собранных в комплекты платин и мостов должны быть соосны, возможные отклонения не должны превышать допуски на межосевые расстояния.



Фиг. 4. Рабочие отверстия P_1 , P_2 , P_3 платины часов «Победа».

Чистота поверхности отверстий под оси и штифты должна быть 9—10-го класса, а поверхностей платин с мостовой стороны и соответствующих им поверхностей мостов — 8-го класса. Все другие менее ответственные поверхности обрабатываются с чистотой не ниже 7-го класса.

Платина и мосты изготовляются из специальной латуни марки ЛС63-3.

Столь жесткие и разнообразные требования, предъявляемые к платине и мостам часов, обусловили и соответствующее построение технологического процесса их обработки.

Число операций, составляющих технологию обработки платины, достигает 60.

Технология обработки платины состоит из вырубki, зачистки по контуру, кернения, сверления отверстий по накерненным лункам и нарезания резьбы, обтачивания плоскостей и растачивания углублений, фасонного фрезерования выемок и уступов и калибровки отверстий.

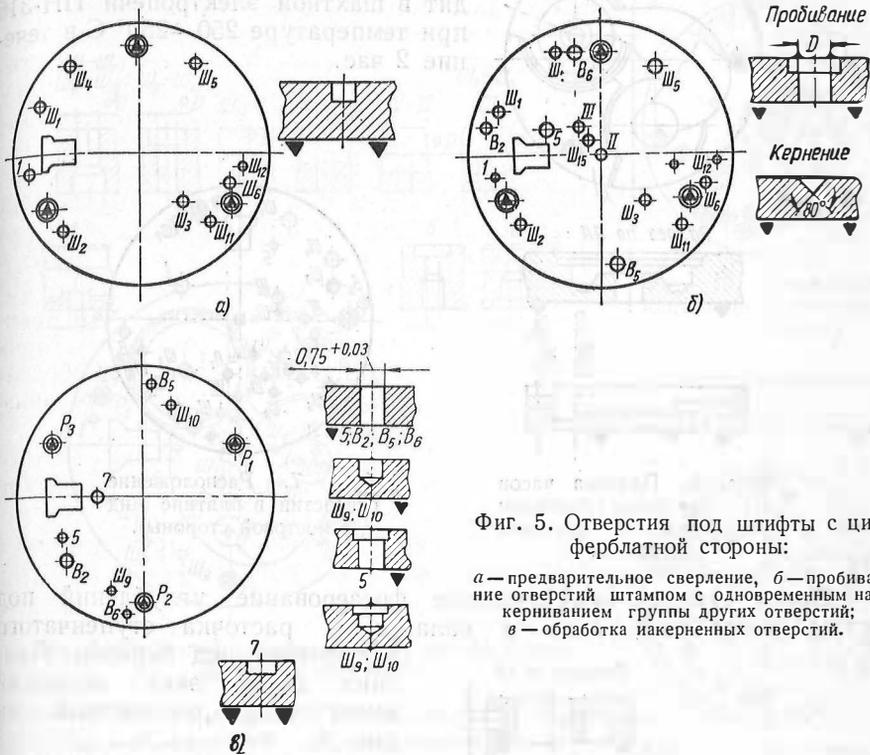
Технология обработки мостов менее сложна, но включает дополнительные операции маркировки и ажурования (наведение рисунка).

Из общего числа операций обработки платины штамповочные операции составляют 20%, сверлильные операции 35%, токарные и фрезерные 30%. Остальные 15% составляют зачистные и промывочные операции и старение.

Штамповочные операции: вырубка, зачистка и кернение—описаны в третьей главе «Холодная штамповка». Остальные виды обработки платины и мостов излагаются ниже.

Механическая обработка платины ведется на базе трех рабочих отверстий P_1 ; P_2 ; P_3 (фиг. 4). До калибровки этих отверстий платина проходит вырубку и зачистку контура, вырубку окна под заводной триб и кернение трех рабочих отверстий, старение для снятия напря-

жений, полученных в результате штамповочных операций, сверление и зенкование трех рабочих отверстий и обтачивание с мостовой и циферблатной стороны. После этих подготовительных операций платина наручных часов «Победа», имеющая вид, показанный на фиг. 4, проходит дальнейшую обработку.



Фиг. 5. Отверстия под штифты с циферблатной стороны:

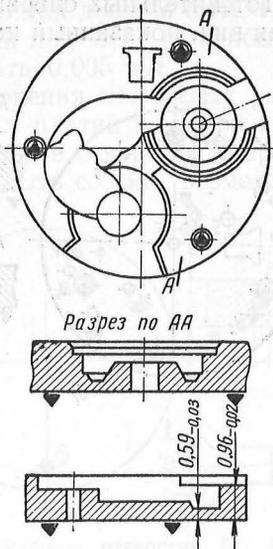
а — предварительное сверление, б — пробивание отверстий штампом с одновременным накерниванием группы других отверстий; в — обработка иакерненных отверстий.

Сначала обрабатывают с циферблатной стороны ступенчатые отверстия под посадочные штифты. Предварительно сверлят по большему диаметру (фиг. 5, а) с тем, чтобы уменьшить толщину материала для пробивания пуансоном отверстий малого диаметра. Затем эти отверстия пробивают и одновременно кернят отверстия следующей группы (фиг. 5, б). Для последующей калибровки отверстий оставляют припуск 0,10—0,15 мм. После этого с мостовой стороны сверлят, надсверливают, зенкуют и растачивают накерненные отверстия (фиг. 5, в), которые на чертежах обозначают условными знаками: Ш. В. 7. и т. п.

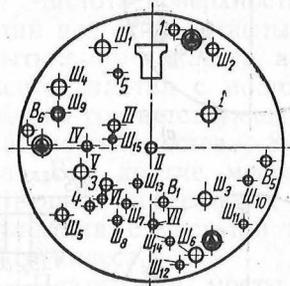
За сверлением следует предварительная расточка углубления под барабан и фрезерование углублений под узлы ангренажа¹, хода² и

¹ Ангренаж — название зубчатой передачи от заводного барабана до акерного колеса.

баланса. В результате значительного местного съема металла платина коробится, поэтому следующими операциями являются старение и обтачивание или строгание базовой (циферблатной) стороны платины. Старение платин и мостов производят в шахтной электропечи ПН-316 при температуре $250-250^{\circ}\text{C}$ в течение 2 час.

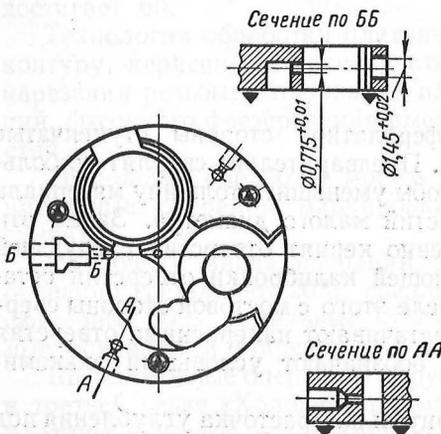


Фиг. 6. Платина «Победа» после обработки углублений с мостовой стороны.



Фиг. 7. Расположение отверстий в платине (вид с мостовой стороны).

Потом следует окончательное фрезерование углублений под узлы ангренажа, хода и баланса и расточка ступенчатого углубления под барабан. Платина после этих операций имеет вид, показанный на фиг. 6.



Фиг. 8. Боковые отверстия в платине.

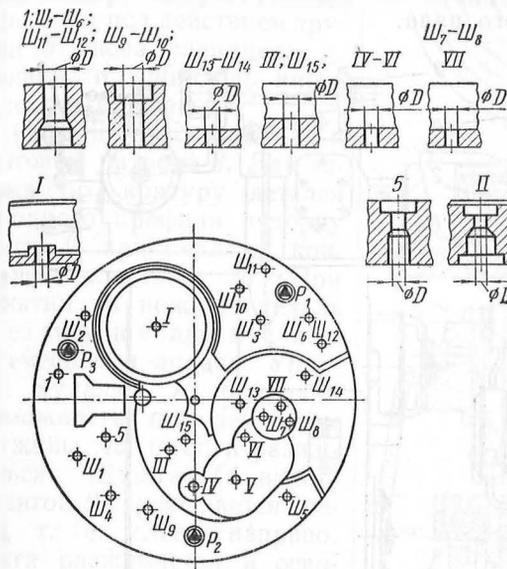
После расточки калибруют предварительно 14 отверстий и вырубает штампом остальные 15 отверстий с припуском под окончательное калибрование (фиг. 7).

Затем обрабатывают отверстия под заводной ключ и винты крепления ножек циферблата (фиг. 8). Окончательно калибруют 24 отверстия под посадочные штифты мостов и под оси зубчатой передачи, хода и баланса (фиг. 9).

Далее обрабатывают углубления и уступы на циферблатной стороне платины под заводной и стрелочный механизмы (фиг. 10).

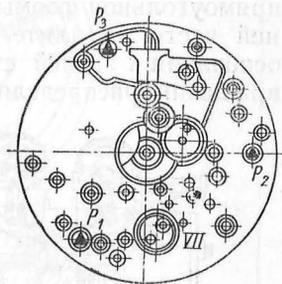
Окончательно калибруют окно под заводной триб и кулачковую муфту.

Зенкуют отверстия с циферблатной и мостовой стороны и нарезают резьбу в отверстиях с циферблатной и мостовой стороны.

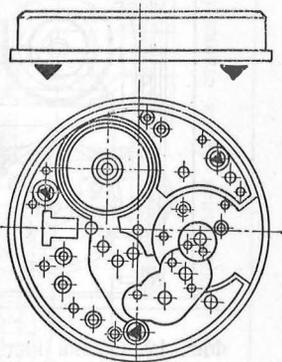


Фиг. 9. Отверстия в пластине после калибрования. Диаметры отверстий:

- $I - 0,056 \pm 0,012$; $Ш_1 - Ш_6 - 1,282 \pm 0,005$; $Ш_7 - Ш_8 - 0,505 \pm 0,005$;
- $Ш_9 - Ш_{10} - 0,95 \pm 0,02$; $Ш_{11} - Ш_{14} - 0,535 \pm 0,005$;
- $Ш_{15} - 0,49 \pm 0,005$; $I - 1,01 \pm 0,005$; $II - 0,655 \pm 0,005$; $III, IV, V, VI - 0,982 \pm 0,005$; $VII - 1,182 \pm 0,005$; $5 - 0,51 \pm 0,005$.



Фиг. 10. Углубления в пластине (вид с циферблатной стороны).



Фиг. 11. Вид пластины с мостовой стороны после всех механических операций.

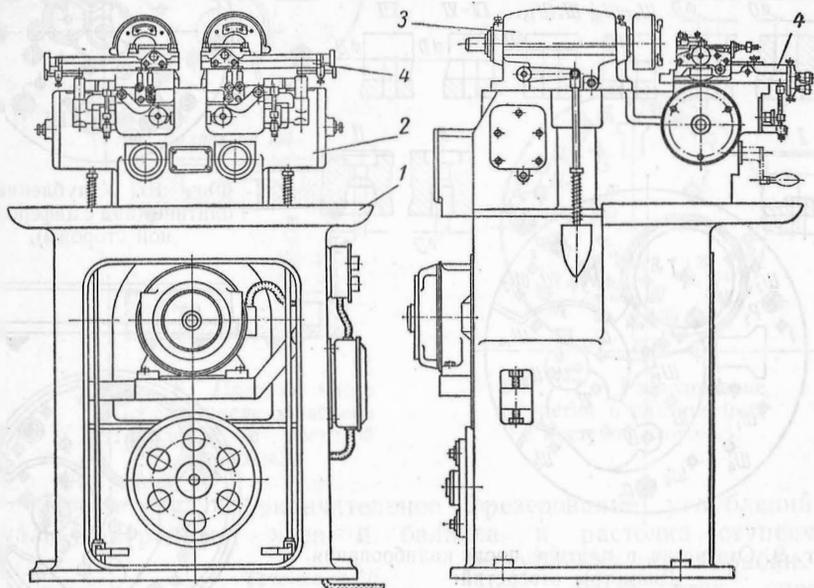
Обтачивают уступ под посадку в корпус (фиг. 11) и, наконец, выполняют зачистные и промывочные операции.

ОБТАЧИВАНИЕ И СТРОГАНИЕ ТОРЦЕВЫХ ПЛОСКОСТЕЙ И РАСТАЧИВАНИЕ УГЛУБЛЕНИЙ

Торцевые плоскости платин и мостов выравнивают для того, чтобы создать более точные опорную и установочную базы для последующих механических операций. Плоскости выравнивают или обтачивают на токарном полуавтомате С-81А или строганием на круглострогальном станке С-188.

Двухшпиндельный токарный полуавтомат С-81А (фиг. 12) состоит из основания 1 и привода, коробки 2 распределительных валов, шпиндельных бабок 3 и суппортов 4.

Основание 1 станка представляет собой чугунную тумбу прямоугольной формы облегченного типа. Внутри основания в средней части на плите крепится электродвигатель. В нижней части основания к задней стенке прикреплен фланец, несущий привод для вращения распределительного вала.



Фиг. 12. Общий вид двухшпиндельного токарного полуавтомата С-81А:

1 — основание; 2 — коробка распределительных валов; 3 — шпиндельная бабка; 4 — суппорты.

Коробка 2 распределительных валов представляет собой чугунную отливку сложной формы, внутри которой монтируются промежуточный, передаточный и распределительный валы правого и левого суппортов. Коробка крепится к основанию болтами. В свою очередь, коробка служит основанием для закрепления на ней двух шпиндельных бабок и двух суппортов.

Шпиндельная бабка 3 является главным узлом полуавтомата; она представляет собой чугунный корпус 1, внутри которого на двух бронзовых подшипниках смонтирован полый шпиндель 2 (фиг. 13). Шкив шпинделя свободно вращается на шариковых подшипниках и передает вращение шпинделю через конус фрикционной муфты 4, которая прижимается к шкиву четырьмя пружинами 5 и соединена со шпинделем шпонкой 6.

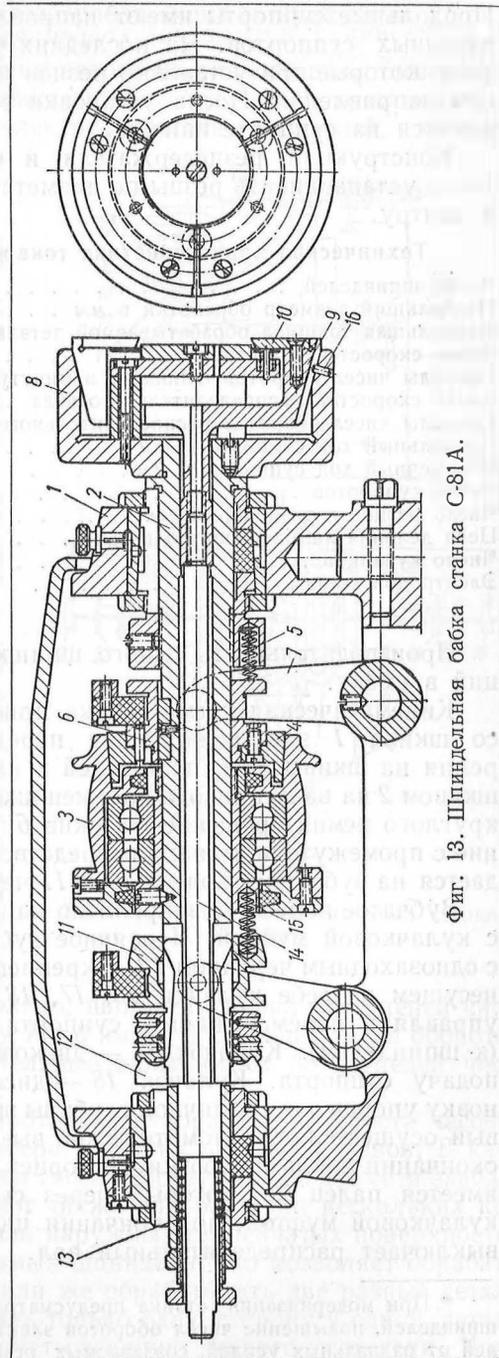
По окончании цикла обработки фрикционная муфта под действием рычага 7, управляемого от кулачка 19 распределительного

вала (см. фиг. 15), перемещается по шпонке вправо и выводит конус фрикциона из сцепления со шкивом. Шпиндель останавливается. В начале цикла обработки фрикционная муфта освобождается и под действием пружин 5 снова сцепляется со шкивом, и шпиндель вновь начинает вращаться.

Платина зажимается в цанговом патроне 8. Для зажима по контуру деталей фасонного профиля к торцу цанги 9 прикрепляют контурные пластины 10. При нажатии на ножную педаль через тягу и вилку муфта 11 перемещается вправо. Упорные кулачки 12 получают возможность под действием пружины 13 штанги разжиматься. Штанга 14 вместе с цангой 9 перемещается вперед, т. е. слева направо. Цанга разжимается и освобождает деталь. После съема обработанной и установки обрабатываемой детали ножная педаль освобождается, муфта под действием пружин 15 отходит влево и нажимает на кулачки. Последние своими торцевыми выступами толкают штангу назад и цанга вновь зажимает деталь.

Цанга соединена резьбой со штангой и положение ее в патроне фиксируется штифтом 16.

На коробке распределительных валов имеются направляющие, по которым могут перемещаться в продольном направлении правый и левый суппорты (фиг. 14).



Фиг. 13. Шпиндельная бабка станка С-81А.

Продольные суппорты имеют направляющие для перемещения поперечных суппортов. На последних устанавливаются резцедержатели, которые при установке резцов можно перемещать в продольном направлении. После установки резцедержатель жестко закрепляется на суппорте винтами.

Конструкция резцедержателя и суппортов дает возможность точно устанавливать резцы по диаметру, глубине расточки (обточке) и центру.

Техническая характеристика токарного полуавтомата С-81 А*

Число шпинделей	2
Наибольший диаметр обработки в мм	50
Наибольшая толщина обрабатываемой детали в мм	5
Число скоростей шпинделя	6
Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту	500—2820
Число скоростей распределительного вала	30
Пределы чисел оборотов распределительного вала в минуту	0,5—7,8
Продольный ход суппорта в мм	30
Поперечный ход суппорта в мм	32
Число суппортов	2
Число резцов в резцедержателе	2
Цена деления лимба суппорта в мм	0,01
Число кулачков	4 + 4
Электродвигатель	N—0,75 квт n—1000 об/мин

Производительность одного шпинделя в среднем — 2000 операций в смену.

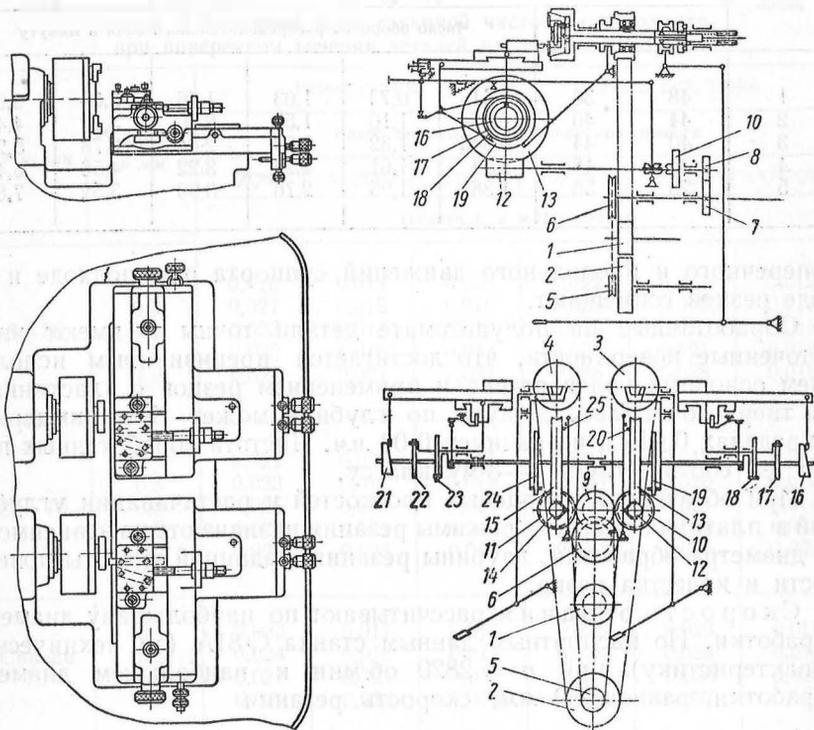
Кинематическая схема станка приведена на фиг. 15. Вращение со шкива 1 электродвигателя передается посредством плоского ремня на шкивы 3, 4 шпинделей и на шкив 2 привода. Вместе со шкивом 2 на валу привода посажен шкив 5, передающий посредством круглого ремня вращение на шкив 6 промежуточного вала. Вращение с промежуточного вала посредством зубчатых колес 7, 8 и 9 передается на зубчатые колеса 10 и 11 червячных валов.

Зубчатое колесо 10 закреплено на правом червячном валу вместе с кулачковой муфтой. Червячное зубчатое колесо 13, работающее с однозаходным червяком 12, закреплено на распределительном валу, несущем на себе кулачки 16, 17, 18, 19. Кулачок 16 — торцевой управляет перемещениями суппорта в поперечном направлении (к шпинделям). Кулачок 17 — дисковый осуществляет продольную подачу суппорта. Кулачок 18 — дисковый осуществляет перестановку упоров для различной глубины проточки. Кулачок 19 — дисковый осуществляет автоматическое выключение шпинделя станка по окончании цикла обработки. На торцевой стороне зубчатого колеса 13 имеется палец 20, который через систему рычагов, связанных с кулачковой муфтой, по окончании цикла обработки автоматически выключает распределительный вал.

* При модернизации станка предусматривается ориентированный останов шпинделей, повышение чисел оборотов электродвигателя и разгрузка шпинделей от радиальных усилий, создаваемых ремнем.

Соотношение плеч рычагов, работающих с кулачками 16 и 17 равно 1:1, а с кулачком 18 — 2:1.

Конструкция и кинематика левого червячного вала, левого распределительного вала одинаковы с конструкцией и кинематикой правых валов. Шкив 1 электродвигателя — сменный, комплект



Фиг. 14. Суппорты станка С-81А.

Фиг. 15. Кинематическая схема станка С-81А.

состоит из 6 шт., следовательно, шпиндели имеют 6 ступеней чисел оборотов. Сменные шестерни 7 и 8 имеют 5 ступеней чисел оборотов, следовательно, распределительные валы имеют 30 ступеней чисел оборотов (см. табл. 1).

На полуавтомате С-81А обтачивают торцевые плоскости часовых деталей из латуни, нейзильбера и других цветных сплавов. В качестве охлаждения применяется сжатый воздух (из общей сети завода). Этот полуавтомат используют также для расточки нескольких концентрических углублений или наружных ступенчатых поверхностей. Автомат имеет два независимых шпинделя, что позволяет обрабатывать деталь с двух сторон или же обрабатывать две разные детали. Если же требуется обработать только одну сторону у одной детали, то второй шпиндель дублирует операцию первого шпинделя. Часть

Таблица 1

Число оборотов распределительных валов станка С-81А

Ступени распределительных валов	Сменные шестерни		Число оборотов шпинделя					
			500	705	1000	1410	2000	2820
	7	8	Число оборотов распределительного вала в минуту					
1	48	36	0,51	0,73	1,03	1,46	2,06	2,92
2	44	40	0,76	1,10	1,55	2,20	3,10	4,40
3	40	44	0,945	1,32	1,89	2,64	3,78	5,28
4	36	48	1,14	1,61	2,28	3,22	4,56	6,44
5	28	56	1,38	1,95	2,76	3,90	5,52	7,80

поперечного и продольного движений суппорта при подходе и отходе резцов совмещают.

Обработанные на полуавтомате детали точны и имеют чисто обточенные поверхности, что достигается прецизионным исполнением основных узлов станка и применением резцов с пластинками из твердого сплава. Допуск по глубине может быть выдержан в пределах 0,015 и по радиусу 0,03 мм. Чистота обработанных плоскостей соответствует 7—8-му классу.

При обтачивании торцевых плоскостей и растачивании углублений в платинах и мостах режимы резания назначаются в зависимости от диаметра обработки, глубины резания, заданной чистоты поверхности и качества резца.

Скорость резания рассчитывают по наибольшему диаметру обработки. По паспортным данным станка С-81А (см. техническую характеристику) при $n = 2820$ об/мин и наибольшем диаметре обработки, равном 50 мм, скорость резания

$$v = \frac{\pi D \cdot n}{1000} = 450 \text{ м/мин.}$$

Для обработки платины наручных часов «Победа» при $D = 26$ мм скорость резания $v = \frac{3,14 \cdot 26 \cdot 2820}{1000} \approx 225$ м/мин.

Поскольку платины и мосты изготавливаются из свинцовистой латуни марки ЛС63-3, отличающейся хорошей обрабатываемостью, рекомендуется применять на станке С-81А максимальные скорости резания, т. е. работать с $n = 2820$ об/мин.

Подачи назначаются в зависимости от заданного класса чистоты поверхности детали и радиуса закругления резца. При увеличении радиуса закругления повышается чистота обработанной поверхности, но вместе с тем увеличиваются усилия резания, что может привести к деформации детали.

Для обеспечения заданного класса чистоты обрабатываемой поверхности детали необходимо, чтобы чистота режущих поверх-

ностей реза была на один — два класса выше требуемой чистоты поверхности детали.

В табл. 2 приведены величины подач при обработке латуни ЛС63-3 в зависимости от требуемой чистоты обработанной поверхности и скорости резания.

Таблица 2

Подачи в зависимости от заданной чистоты поверхности при поперечном точении деталей из латуни ЛС63-3Т

<i>v</i> в м/мин	<i>r</i> реза в мм	Резцы Р9; Р18			Резцы ВК8, Т15К6		
		Класс чистоты обработанной поверхности					
		▽▽6	▽▽▽7	▽▽▽8	▽▽6	▽▽▽7	▽▽▽8
		Подачи <i>s</i> ₀ в мм/об детали					
5—30	0	0,020	0,014	0,009	0,022	0,017	0,012
	0,3	0,021	0,015	0,010	0,023	0,018	0,013
	0,5	0,023	0,017	0,012	0,025	0,020	0,014
	0,8	0,025	0,019	0,014	0,026	0,021	0,016
	1,0	0,027	0,021	0,021	0,028	0,028	0,018
30—70	0	0,022	0,016	0,011	0,024	0,019	0,014
	0,3	0,023	0,017	0,012	0,025	0,020	0,015
	0,5	0,025	0,019	0,014	0,026	0,021	0,016
	0,8	0,027	0,021	0,016	0,028	0,023	0,018
	1,0	0,028	0,023	0,018	0,030	0,025	0,020
Свыше 70	0	0,023	0,017	0,012	0,029	0,023	0,018
	0,3	0,024	0,018	0,014	0,030	0,024	0,019
	0,5	0,027	0,021	0,016	0,031	0,025	0,020
	0,8	0,029	0,024	0,018	0,032	0,027	0,022

Основное технологическое время определяется по формуле

$$T_{осн} = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot s} \text{ мин.},$$

где $T_{осн}$ — основное (технологическое) время в мин.;

l — длина обтачиваемой поверхности в мм;

l_1 — величина врезания реза в мм;

l_2 — перебеги реза в мм;

n — число оборотов в минуту и s — подача на один оборот.

При работе на полуавтомате С-81А к основному времени в расчете наладки прибавляется время на холостые ходы станка, которое рассчитывается по формуле

$$T_{x.x} = T_{осн} \frac{n_{x.x}}{360 - n_{x.x}},$$

где $n_{x.x}$ — число градусов холостого хода по карте наладки.

Штучное время определяется как сумма $T_{осн} + T_{х. х} + T_{всп}$.
 Вспомогательное время подсчитывается по специальным нормативам¹.

Расчет наладки полуавтомата С-81А

Расчет наладки ведется так, чтобы весь цикл операций, необходимых для обработки детали за один установ, был совершен за один оборот распределительного вала. Окружность кулачков по аналогии с кулачками автоматов продольно-фасонного точения делится на 360° .

Все кулачки укрепляются на распределительном валу так, чтобы в начальный момент обработки ролики, призмы и пальцы рычагов устанавливались на нулевых делениях кулачков.

У полуавтомата С-81А кулачки 16, 17, 18 и 21, 22, 23 — сменные и профили выполняются по расчету наладки для каждой детали, а кулачки 19, 20 и 24, 25 — постоянные (см. фиг. 15).

Холостые ходы определяют по табл. 3.

Таблица 3

Величина холостых ходов полуавтомата С-81А

Вид кулачка	Назначение кривых на кулачках	Число градусов холостого хода кулачка на 1 мм длины подъема или спуска
Кулачок торцевой 16	Подход суппорта в рабочее положение и отход назад	1,0—1,5° на 1 мм, но не менее 3°
Кулачок дисковый 17	То же	То же
Кулачок дисковый 18	Смена упора	5—6° (всего)
Кулачок дисковый 19	Остановка шпинделя	12° (всего) совмещение
Палец 20 на шестерне 13	Остановка распределительного вала	То же
	Пауза	3° (всего)

Для расчета наладки составляют плано обработки детали, указывают последовательности всех движений, совершаемых отдельными частями полуавтомата за весь цикл обработки, величину рабочих и холостых ходов и определяют число градусов, отводимых на все холостые ходы.

Затем назначают подачи на один оборот рабочего хода, рассчитывают числа оборотов шпинделя, отводимых на выполнение каждого рабочего хода и на выполнение всех рабочих ходов и устанавливают перекрывающиеся (совмещенные) движения.

¹ Нормативы института Оргмашприбор, 1954.

После этого вычисляют числа градусов рабочего хода, приходящихся на один оборот шпинделя и на каждый рабочий ход.

Потом вычисляют число тех оборотов шпинделя, которые необходимы для изготовления одной детали, время изготовления одной детали и производительность полуавтомата за смену.

И наконец вычерчивают профили кулачков и циклограммы.

В качестве примера рассмотрим расчет наладки на обработку ангренажного моста наручных часов «Победа». Мост изготавливается из латуни марки ЛС63-3Т. Последовательность движений рабочих органов станка приведена в карте расчета наладки

1-й и 2-й переходы. На останов шпинделя и распределительного вала отводится 12° и на смену упора -5° (по табл. 3).

3-й переход. Резец подходит в рабочее положение. Величина перемещения 16 мм. По табл. 3 назначаем 20° холостого хода на кулачке 17.

4-й переход. Назначается пауза 3° перед началом работы для гарантии от врезания резца при подходе к мосту.

5-й переход. Обтачивается торцевая плоскость. Резец перемещается от наружного диаметра к центру. Величина рабочего хода составляет: $12 - 5,75 + 1 + 0,25 = 7,5$ мм, где 12 и 5,75 — радиусы на детали; 1 мм — ширина резца и 0,25 мм — отход резца на следующем переходе назад для обеспечения перекрытия при врезании.

6—9-й переходы. Резец отходит в продольном направлении на 2,5 мм для смены упора под врезание и на 0,25 мм в поперечном направлении для перекрытия.

Число градусов холостого хода назначаем по табл. 3. На паузу назначаем 10° , для того чтобы могла осуществиться смена упора (совмещен. движение).

10-й переход. После смены упора (9-й переход) резец вновь перемещается к детали и, не доходя 0,2 мм, останавливается. Так как подход происходит на холостом ходу, то для предохранения его от удара о деталь, дается зазор 0,2 мм. Число градусов на холостой ход рассчитываем по табл. 3.

11-й переход. Резец врезается в мост на $1,22 - 0,49 = 0,73$ мм. Рабочий ход равен $0,2 + 0,73 = 0,93$ мм.

13-й переход. После паузы в 3° (12-й переход) происходит растачивание углубления под размер $0,49 - 0,02$ мм. Величина рабочего хода равна 6 мм. Резец делает переberg на 0,25 мм для обеспечения растачивания всего углубления.

14-й переход. Пауза -3° .

15-й и 16-й переходы. Резец отходит в исходное положение в продольном и поперечном направлениях одновременно. Число градусов на холостые ходы рассчитывается по табл. 3.

После расчета величины рабочих и холостых ходов и числа градусов на холостые ходы, назначаем подачи на 5-м и 13-м переходах. Согласно табл. 2. для обтачивания под размер $1,22 - 0,02$ мм подачу назначаем 0,025 мм на один оборот шпинделя и для растачивания под размер $0,49 - 0,02$ мм назначаем 0,03 мм. Торцевая плоскость по размеру 1,22 мм является установочной плоскостью моста в часах и потому чистота поверхности ее должна быть выше, чем плоскости по размеру 0,49 мм. Поэтому и подача для ее обработки назначается меньшей величины.

Для врезания резца по 11-му переходу назначается минимальная подача в 0,013 мм.

Одновременно с назначением величин подач рассчитываем число оборотов шпинделя, приходящихся на каждый рабочий переход путем деления величины хода на величину подачи. Допускается при этом некоторое округление числовых величин в ту или другую сторону.

После этого производится суммирование числа рабочих оборотов шпинделя и числа градусов на холостые ходы. По карте наладки на холостые ходы затрачивается 85° , или 24%, и на рабочие ходы $360^\circ - 85^\circ = 275^\circ$, или 76% цикла.

Карта расчета наладки на токарный полуавтомат С-81А

Наименование детали	№ детали	Скорость резания	215 м/мин	№ переходов	Наименование работы	Подсчет хода инструмента в мм	№ кулачка	Отношение плеч рычагов	Поддача на 1 оборот шпинделя в мм	Число рабочих оборотов	Число градусов		Сумма градусов		
											Раб. ход	Хол. ход	ог	ол	
Ангrenaж-ный мост	К-26-3	Число оборотов шпинделя	2820 об/мин												
Материал	Латунь ЛС63-3	Производительность одного шпинделя	4,40 шт. в минуту												
					1	Останов шпинделя	—	19	—	—	—	—	12	0	12
					2	Смена упора	—	18	2 : 1	—	—	(5)	5	10	
					3	Подход резца в продольном направлении	16	17	1 : 1	—	—	20	12	32	
					4	Пауза	—	—	—	—	—	3	32	35	
					5	Проточка торцевой плоскости чистовая под размер 1,22—0,02	7,5	16	1 : 1	0,025	290	145	—	35	180
					6	Отход резца в продольном направлении	2,5	17	1 : 1	—	—	—	5	180	185
					7	Пауза	—	17	1 : 1	—	—	10	185	195	
					8	Отход резца в поперечном направлении	0,25	16	1 : 1	—	—	—	(5)	186	191
					9	Смена упора	—	18	2 : 1	—	—	—	(5)	187	192
					10	Подход резца в продольном направлении	2,3	17	—	—	—	—	5	195	200
					11	Врезание резца	0,93	17	1 : 1	0,013	70	33	—	200	233
					12	Пауза	—	17	—	—	—	—	3	233	236
					13	Проточка углубления под размер 0,49—0,02	6	16	1 : 1	0,03	190	97	—	236	333
					14	Пауза	—	—	—	—	—	—	3	333	336
					15	Отход резца в продольном направлении	16,73	17	1 : 1	—	—	—	24	336	360
					16	Отход резца в поперечном направлении	13,25	16	1 : 1	—	—	—	(15)	345	360
										550	275°	85°	—	360°	

Общее число рабочих оборотов шпинделя составило 550, следовательно, на один оборот приходится $275^\circ: 550 = 0,5^\circ$.

После этого в карту расчета наладки против каждого числа оборотов вписываем число градусов, подходящих на каждый рабочий переход. Число градусов на рабочий переход рассчитывается умножением числа оборотов на коэффициент 0,5

Сумма градусов на три рабочих перехода должна быть равна 275° .

Для определения числа оборотов шпинделя, потребных на изготовление одной детали, составим пропорцию

$$x : 550 = 360 : 275; \quad x = \frac{360 \cdot 550}{275} = 720 \text{ оборотов.}$$

Производительность полуавтомата рассчитывается путем деления принятого числа оборотов шпинделя на потребное для изготовления одной детали.

Для обработки моста назначаем максимальное число оборотов $n = 2820$. Тогда производительность

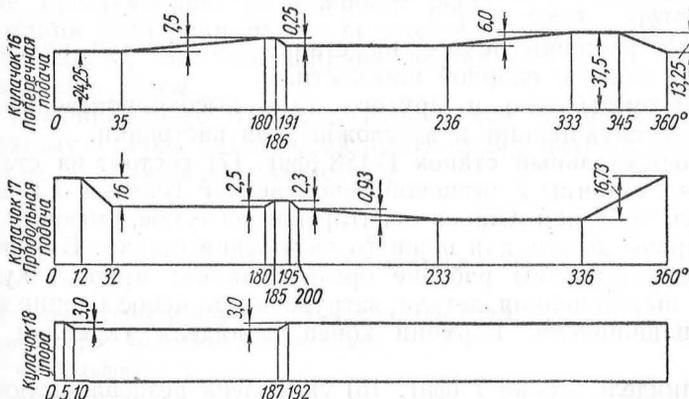
$$A = \frac{2820}{720} = 4 \text{ шт. в минуту.}$$

Основное время будет равно $T_{осн} = \frac{60}{4} = 15 \text{ сек.}$ и скорость резания $v = \frac{3 \cdot 14 \cdot 2820 \cdot 24}{100} = 215 \text{ м/мин.}$

По табл. 1 выбираем ближайшее число оборотов распределительного вала: $n_{распр} = 4,4$. Тогда фактическая производительность будет 4,4 шт. в минуту и за смену составит $480 \cdot 4,4 = 2110 \text{ шт.}$

$$T_{осн} = \frac{60}{4,4} = 13,6 \text{ сек.}$$

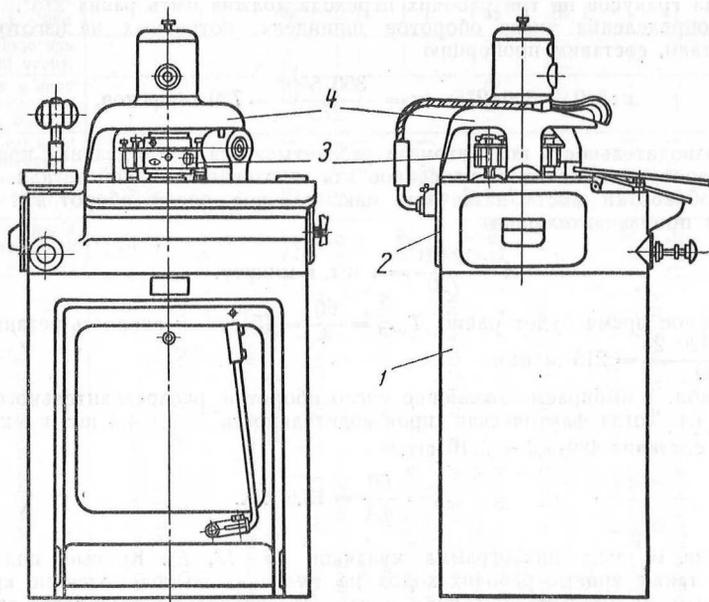
На фиг. 16 дана циклограмма кулачков 16, 17, 18. Кривые подъема и спуска, а также кривые рабочих ходов на кулачках выполняются по кривым, аналогичным с кривыми кулачков автоматов продольно-фасонного точения.



Фиг. 16. Циклограмма кулачков (16, 17, 18) станка С-81 для обработки ангренажного моста.

Концентрические углубления растачивают также на станке С-57М, конструкция которого сходна с конструкцией станка С-81А. Различаются станки С-81А и С-57М по способу закрепления обраба-

тываемой детали. У полуавтомата С-81А детали зажимаются цапговым патроном по диаметру или периметру, у полуавтомата С-57М лапками кулачкового патрона со стороны плоскости обработки. Следовательно, проточка всей торцевой плоскости детали возможна только на станке С-81А.



Фиг. 17. Общий вид круглострогального станка С-188.

Глубина расточки точнее на станке С-57М, так как деталь лучше прилегает к опорной плоскости.

Полуавтоматы того и другого типа высокопроизводительны, удобны в обслуживании и не сложны для настройки.

Круглострогальный станок С-188 (фиг. 17) состоит из стойки 1 с кожухом, станины 2, резовкой револьверной головки 3 и зажимного приспособления. Станок смонтирован на тумбе, имеющей с лицевой стороны педаль для ножного включения станка. Внутри станины 2 смонтированы рабочие органы станка: привод, кулачки зажима и выталкивания детали, загрузочное приспособление и нижний конец шпинделя. Верхний конец шпинделя укреплен в кожухе 4.

На шпинделе станка 1 (фиг. 18) укреплена резовкая головка 2, несущая по окружности пять резцов 3. Кулачки 4 и 5 управляют зажимом и выталкиванием детали. Шпиндель совершает 70 об/мин, что соответствует скорости по среднему диаметру головки $v = 30$ м/мин. За один оборот резовкой головки обрабатывается одна деталь, следовательно, основное время составляет около 1 сек., вспомогательное время равно 1—2 сек.

В приспособление стола 6 деталь устанавливается вручную, а выбрасывается автоматически поворотом рычага 7. Во время обработки деталь неподвижна.

Головка останавливается кулачком 8. Воздух для сдувания стружки подается через клапан и управляется кулачком.

Обрабатываемая деталь прижимается двумя губками 1 (фиг. 19) к упору 2 и к опорной планке 3. Зажимные губки прикреплены к рычагам 4, которые при повороте рычага 7 действуют от кулачка 5.

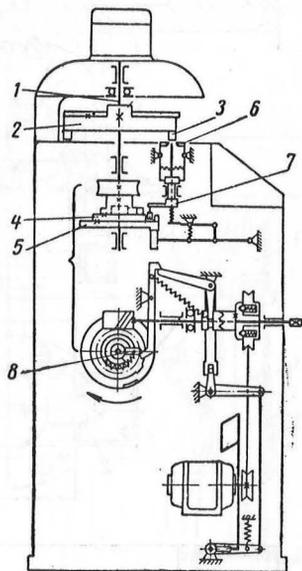
Выталкивание осуществляется через шток 6 от кулачка 5.

К зажимному приспособлению присоединен наклонный лоток для спуска деталей.

На фиг. 20 приведена циклограмма кулачков станка. Холостые ходы составляют 13%.

Припуск на строгание 0,2 мм на сторону распределяется равномерно между пятью резцами. Чистота поверхности детали после обработки соответствует 9 и 10-му классам, а параллельность и плоскостность лежат в пределах 0,005—0,010 мм и в значительной степени зависят от установки и заточки резцов. В головке предусмотрена возможность регулирования установки резцов по высоте и по плоскости, так как ширина лезвия резца равна 35 мм.

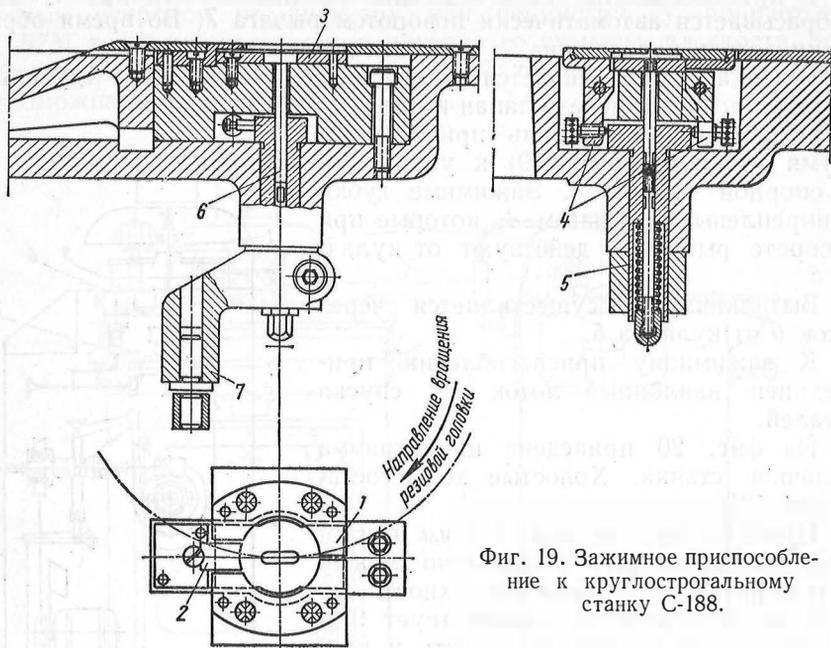
Строгание более производительно, чем торцевое обтачивание, и поэтому станки С-188 в последнее время находят широкое применение в часовом производстве.



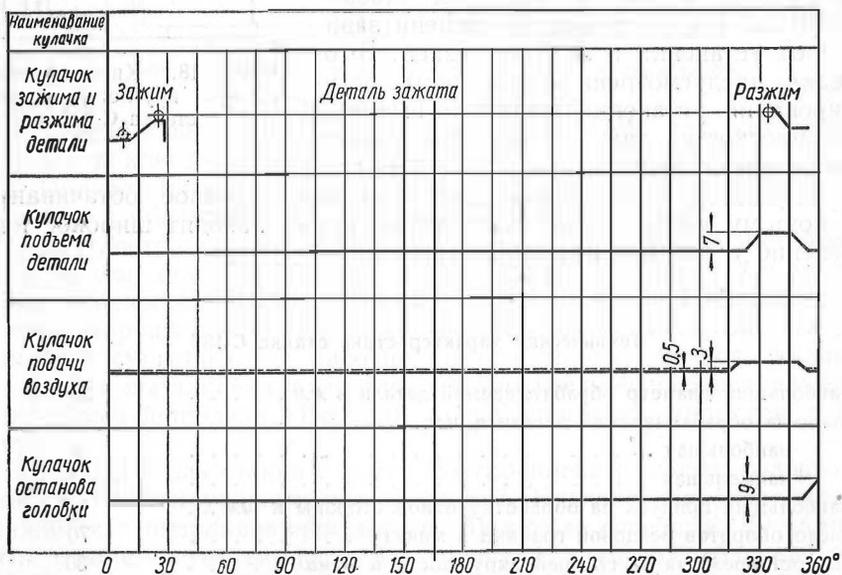
Фиг. 18. Кинематическая схема круглострогоального станка С-188.

Техническая характеристика станка С-188

Наибольший диаметр обрабатываемой детали в мм	28
Толщина обрабатываемой детали в мм:	
наибольшая	6
наименьшая	1
Наибольший припуск на обработку одной стороны в мм	0,2
Число оборотов резцовой головки в минуту	70
Скорость резания на средней окружности в м/мин	30
Электродвигатель	$N = 0,6$ квт; $n = 1500$ об/мин
Производительность за смену в деталях	9 000—10 000



Фиг. 19. Зажимное приспособление к круглострогальному станку С-188.



Фиг. 20. Циклограмма станка С-188.

ФРЕЗЕРОВАНИЕ УГЛУБЛЕНИЙ И УСТУПОВ

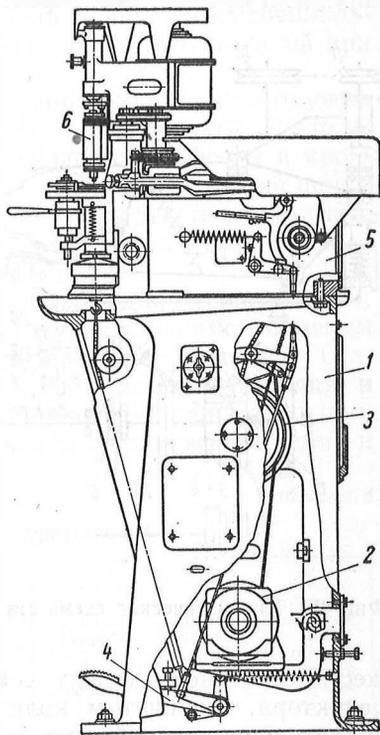
В мелкосерийном производстве сложные контуры фрезеруют на универсально-фрезерных станках 678-М и на копировальных станках-пантографах моделей 6461 и 6463. В обоих случаях требуется к станкам изготовить приспособление, называемое копиром, с точным выполнением контура в масштабе 1:1 или 10:1 (для станков-пантографов). Однако эти станки мало производительны. В массовом производстве применяют более производительные станки. К числу таких станков относятся фрезерный полуавтомат С-50 и двухшпиндельный фрезерный полуавтомат С-187.

Фрезерный полуавтомат С-50 (фиг. 21) предназначен для фрезерования в платинах и мостах углублений и выступов сложной конфигурации и разной глубины и для гравирования надписей и рисунков на плоских деталях. Станок позволяет вести непрерывное и прерывное фрезерование; последнее дает возможность за один установ детали фрезеровать несколько отдельных углублений различного контура и разной глубины.

Фрезерование углублений сложной конфигурации достигается тем, что шпиндель фрезы и стол изделия в процессе работы перемещаются в горизонтальной плоскости друг относительно друга. Сочетанием угловых перемещений шпинделя и стола в горизонтальной плоскости достигается возможность фрезерования углубления любой конфигурации. Стол поднимается и опускается кулачком, что позволяет фрезеровать уступы разной глубины.

Станок в основном состоит из подставки, коробки кулачкового вала, шпиндельной головки и стола изделия.

Подставка 1 представляет собой чугунную тумбу, внутри которой смонтированы электродвигатель 2 распределительного вала, планетарный редуктор 3 и педаль 4 включения. Наверху подставки крепится коробка 5 кулачкового вала. Наверху и внутри корпуса коробки крепятся рабочие узлы станка, червячный вал, распределительный вал, рычаги фрезы и стола и рычаг подъема стола. Шпиндельная головка 6 представляет собой цилиндрический корпус,



Фиг. 21. Фрезерный полуавтомат С-50.

внутри которого на четырех подшипниках вращается шпindel фрезы (см. техническую характеристику).

Станок имеет два электродвигателя; один электродвигатель (фиг. 22) служит для привода в действие распределительного вала и смонтирован внутри станины.

Другой электродвигатель служит для привода во вращение шпинделя фрезы и смонтирован на корпусе головки, на особом кронштейне.

Вращение от первого электродвигателя со шкива 1, 2, 3 посредством круглого ремня передается на шкив 4, 5, 6 вала редуктора. Внутри шкива 4, 5, 6 имеется планетарная передача, состоящая из четырех зубчатых колес 13, 14, 15 и 16 с передаточным отношением 1:3,87. На валу редуктора расположены два тормозных шкива 19 и 20.

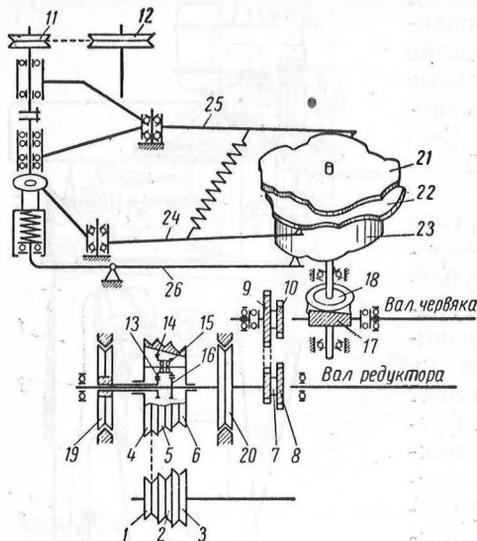
Планетарная передача, служащая для понижения чисел оборотов вала редуктора, состоит из двух центральных зубчатых колес 13 с $z = 31$ и 16 с $z = 36$, сателлита и двух тормозных шкивов.

Центральное зубчатое колесо 13 и тормозной шкив 19

жестко соединены между собой, но свободно вращаются на валу редуктора. С зубчатым колесом 16 и шкивом 20 жестко соединено двухступенчатое зубчатое колесо (звездочка) 7—8.

Трехступенчатый шкив 4, 5, 6 является водилом. Сателлит, в свою очередь, состоит из двух зубчатых колес 14 с $z = 36$ и 15 с $z = 31$.

Вращение с вала редуктора через постоянные зубчатые колеса (звездочки) 7, 8, 9, 10 и роликую цепь (типа велосипедной) передается на вал червяка. Роликовая цепь так же, как и круглый ремень, последовательно занимает одно из положений на ступенчатых шкивах. Вал червяка посредством червячной пары 17 с $z = 1$ и 18 с $z = 45$ передает вращение на распределительный вал. Таким образом, трехступенчатый шкив 4, 5, 6 и двухступенчатое зубчатое колесо 7—8 вала редуктора дают возможность иметь на распределительном валу шесть скоростей вращения. На распределительном валу, расположенном вертикально, посажены три кулачка. Верхний кулачок 21, дисковый, управляет угловым перемещением шпинделя фрезы. Средний кулачок 22, дисковый, управляет угло-



Фиг. 22. Кинематическая схема станка С-50.

вым перемещением стола и нижний кулачок 23, торцевой, управляет подъемом и опусканием стола при фрезеровании на разную глубину.

Нижний кулачок 23 составляет одно целое с кулачком 22. Рычаг стола 24 крепится на передней части головки станка; длинное плечо рычага своим концом с призматическим толкателем под действием пружины соприкасается с кулачком 22. Короткое плечо рычага несет на себе стол с изделием. Изделие устанавливается на специальную штифтовую пластинку стола и прижимается к ней планкой при помощи специальной рукоятки.

Рычаг 25, несущий шпindel фрезы, крепится на корпусе головки станка; длинное плечо его равно длинному плечу рычага 24 стола; на коротком плече рычага 25 монтируется шпindel фрезы и кронштейн с электродвигателем. Вращение от электродвигателя на шпindel фрезы передается через шкивы 11 и 12 посредством круглого ремня. Шкив 11 соединен со шпинделем фрезы через муфту с целью разгрузки его от изгибающего момента ремня.

Рычаг 26 крепится внутри корпуса головки; одним своим плечом, с роликовым толкателем на конце, он соприкасается с торцевым кулачком 23, а вторым плечом — с диском шпинделя стола. Станок имеет регулировочные устройства для установки изделия и фрезы в нужное положение. В табл. 4 приведены данные по продолжительности циклов станка в зависимости от положения ремня и цепи на шкивах и звездочках.

Таблица 4

Продолжительность циклов полуавтомата С-50

Положение ремней	Шкивы и зубчатые колеса				Продолжительность одного оборота распределительного вала (цикла) в сек.	Число оборотов распределительного вала в минуту	Число оборотов шпинделя за 1 оборот распределительного вала
	А	В	С	Д			
	1	1	1	1	95,6	0,63	8300
	2	2	1	1	52	1,15	4500
	1	1	2	2	40	1,5	3400
	3	3	1	1	33,5	1,8	2900
	2	2	2	2	22	2,76	1900
3	3	2	2	14	4,3	1170	

В продолжение цикла скорость распределительного вала постоянна.

Техническая характеристика фрезерного полуавтомата С-50

Наибольший диаметр или поле фрезерования в мм	40
Наибольшая глубина фрезерования в мм	3
Соотношение плеч рычагов 24 и 25	90 : 276
Соотношение плеч рычага 26	1 : 4
Угловой поворот рычага 25 шпинделя фрезы в град.	От -6,5 до +14,5
То же стола	От -6,5 до +14,5
Расчетный диаметр кулачков в мм	202
Наибольший диаметр кулачков в мм	320
Наименьший диаметр кулачков в мм	150
Точность фрезерования по высоте в мм	0,01
" " " контуру в мм	0,02
Класс чистоты по ГОСТ 2789-51	8-й
Производительность операций в смену	От 400 до 2000
Электродвигатель для шпинделя фрезы	$N = 0,35$ квт; $n = 3000$ об/мин
" " распределительного вала	$N = 0,25$ квт; $n = 1500$ об/мин

Станок пускается пакетным выключателем; включаются оба электродвигателя. Кулачковый вал при этом не вращается. Детали устанавливаются и снимаются вручную.

Нажатием на правую ножную педаль включается распределительный вал, при этом происходит освобождение (расторможение) шкива 20 и торможение шкива 19.

После одного оборота распределительного вала станок автоматически выключается. При настройке станка распределительный вал можно вращать вручную.

Расчет наладки полуавтомата С-50

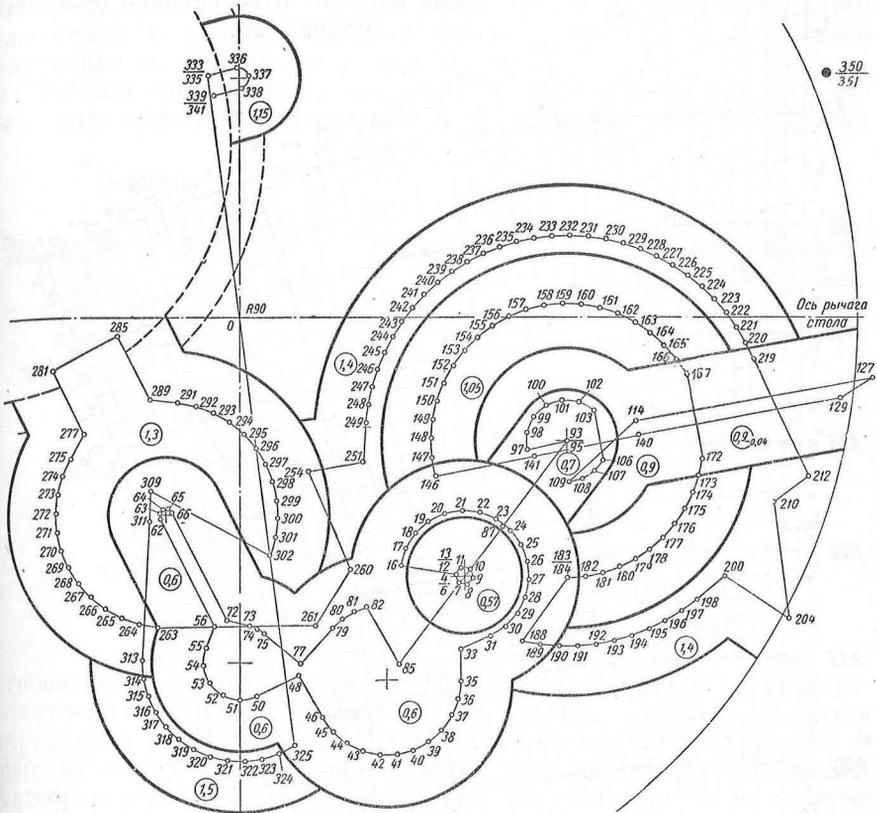
Кулачки этого полуавтомата рассчитывают следующим образом. 1. Обрабатываемая деталь (фиг. 23) вычерчивается в масштабе 20:1. По чертежу намечается последовательность обработки контура, а затем наносится маршрут центров фрезы по эквидистанте с расстоянием от контура, равным половине диаметра фрезы. После нанесения маршрута подсчитывается отдельно длина холостых и длина рабочих ходов. Для больших холостых ходов рекомендуется брать 4—5 мм подъема и 6—7 мм спада на 1°. После этого определяется число градусов, потребных для холостых и для рабочих ходов.

Определяется длина рабочего и холостого участка, приходящаяся на 1° поворота распределительного вала, и участки нумеруются в последовательном порядке от 0 до 360 по числу градусов окружности кулачка. Участки одной глубины фрезеруются непрерывно.

2. На чертеж детали накладывается калька с градусной сеткой (фиг. 24), выполненной в том же масштабе, что и чертеж детали (20 : 1). Градусная сетка должна быть наложена так, чтобы контур фрезерования поместился ближе к наибольшим радиусам, в этом случае кривые на кулачках будут более пологими. Исходное положение фрезы должно быть вне зоны расположения детали (для удобства

установки и съема), но на близком расстоянии от места врезания и выхода, чтобы не создавать значительного подъема и спуска на кулачках.

3. После закрепления кальки на чертеже визуально определяют углы поворота обоих рычагов для каждой точки маршрута фрезы.



Фиг. 23. Маршрут фрезы для обработки углублений в платине карманных часов «Молния».

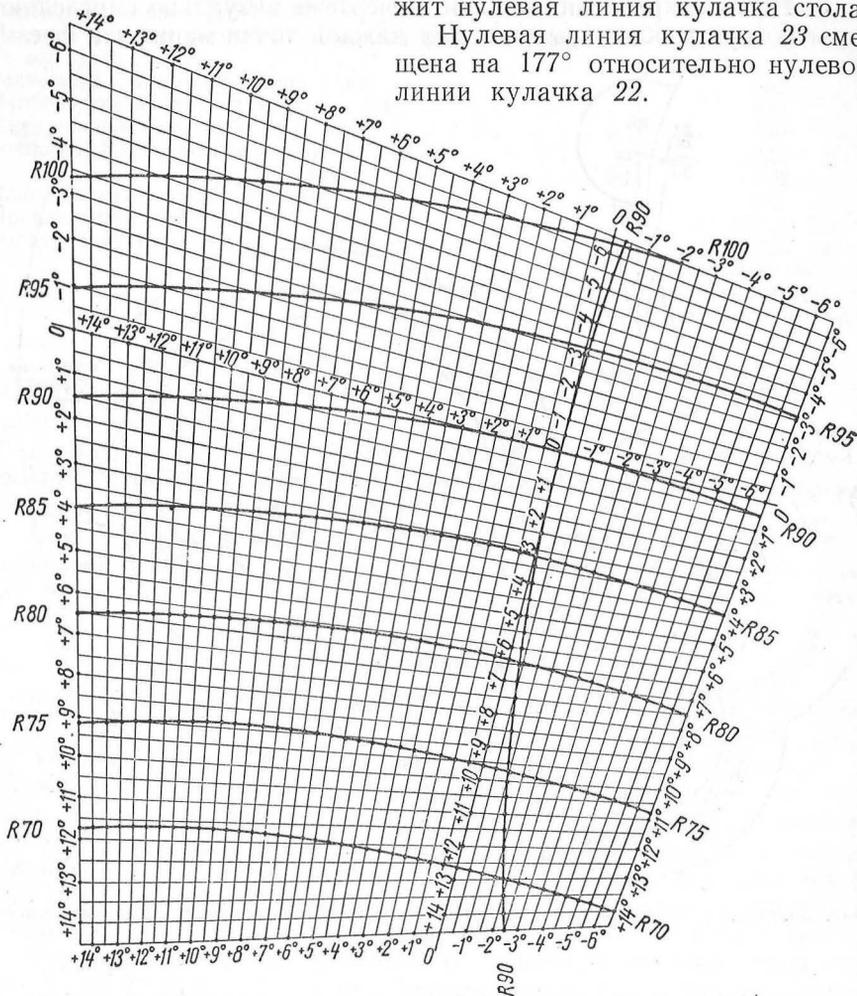
Значение углов поворота $\Delta\beta$ и $\Delta\gamma$ (фиг. 25) переводится в приращение ΔR радиусов на кулачках по специальной таблице (приложение 4), и эти данные заносятся в карту расчета кулачка.

Приращение ΔR радиусов отсчитывается от расчетного диаметра, равного 202 мм ($R = 101$ мм) со знаком (плюс) при подъеме рычага и со знаком — (минус) при опускании рычага.

4. По чертежу детали определяют наибольшую глубину фрезерования. Наибольшей глубине соответствует наибольшая высота торцевого кулачка в масштабе 4:1. Наибольшая высота на кулачке по конструктивным данным станка не должна быть больше 18 мм,

следовательно, глубина фрезерования не может быть больше $18:4 = 4,5$ мм. Угол подъема кривой кулачка должен быть не более 50° , а угол спада не более 75° к горизонту. Базой для углового отсчета служит нулевая линия кулачка стола.

Нулевая линия кулачка 23 смещена на 177° относительно нулевой линии кулачка 22.



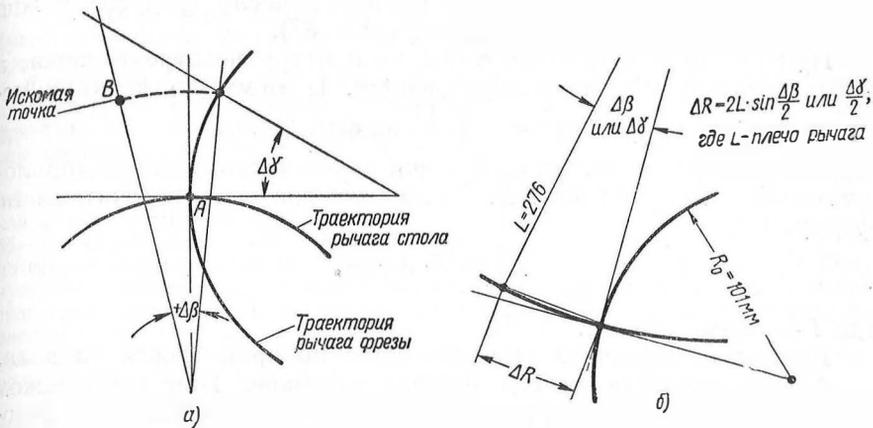
Фиг. 24. Градусная сетка для расчета кулачков станка С-50.

Построение градусной сетки. Градусная сетка вычерчивается по возможности точно. Цена деления равна $5'$. Рабочий угол поворота для каждого рычага (стола и фрезы) задан в пределах от $+14^\circ 30'$ и до $-6^\circ 30'$. Начало координат на сетке соответствует нулевому положению рычагов, т. е. когда центр фрезы совпадает с центром стола, а призмы рычагов лежат на окружности кулачков с расчетным диаметром 202 мм. Начало координат на сетке лежит на пересечении

двух дуг с $R = 90$, которые соответствуют траекториям центров фрезы и стола. Для удобства работы с сеткой из центра поворота рычага стола проведены дополнительные дуги радиусами: $R = 70$; $R = 75$; $R = 80$; $R = 85$; $R = 90$; $R = 95$ и $R = 100$.

Определение числа градусов на холостые ходы. Наибольший холостой ход, как правило, соответствует подходу фрезы из исходного положения к началу обработки или же отходу фрезы в исходное положение по окончании обработки.

Порядок определения углов поворота кулачков следующий. Сначала определяют на сетке углы обоих рычагов в исходном положении



Фиг. 25. К расчету наладки станка С-50:

а — углы поворота рычагов; б — приращение радиуса кулачка ΔR .

относительно начала координат. Полученные значения углов переводят по таблице (приложение 4) в приращение радиусов ΔR . Затем определяют углы положения обоих рычагов для точки врезания В (фиг. 25) и таким же образом переводят их значение в приращение ΔR . Алгебраическая разность приращений и будет величиной подъема для каждого кулачка. Так как подход фрезы происходит в результате двух движений (рычага фрезы и рычага стола), то угол подхода берется одинаковый для каждого кулачка.

Таким же образом определяют и углы для других холостых переходов фрезы.

По окончании подъема или спуска должны быть даны паузы в $1-2^\circ$ для обеспечения плавного перехода. После отхода фрезы в исходное положение дается пауза в $3-6^\circ$ для самовыключения станка.

Определение числа градусов на рабочие участки. После определения числа градусов на холостые ходы и вычитания их суммы из 360° , остаток делят на длину рабочего маршрута фрезы и определяют, сколько градусов приходится на каждую точку маршрута или сколько миллиметров маршрута на 1° . Точки нумеруются соответственно градусам. При разбивке рабочего маршрута на участки

необходимо соблюдать следующие условия: участку, очерченному по одному закону (дуга, прямая), отводится целое число градусов. Каждый дуговой участок делится на число отведенных градусов и точки деления соответственно нумеруются. На прямоугольных участках точки ставятся в начале и в конце маршрута и также нумеруются. В маршруте фрезы могут встретиться дуги малого радиуса, которые будут соответствовать участку в $1-2^\circ$. В таких случаях следует отступить от принятых расчетных данных и прибавить число градусов на эту дугу, чтобы получить надлежащую геометрию обрабатываемого контура (см. точки 62—66 на фиг. 23).

На прямолинейных участках расчетное число градусов можно соответственно сокращать (см. точки 85—87).

При врезании и подъеме фреза по контуру не перемещается, а распределительный вал поворачивается. Поэтому эти точки нумеруются двумя цифрами (точка $\frac{4}{6} \frac{13}{12}$ на фиг. 23).

Значения углов для каждой точки переводят по таблице (приложение 4) в приращение ΔR . Табличные значения подсчитаны по формуле

$$\Delta R = 2l \cdot \sin \frac{\Delta\beta}{2},$$

где l — плечо рычага.

Кривые на кулачках вычерчиваются по архимедовой спирали.

Анализ точности метода расчета кулачков. При графическом выполнении сетки и чертежа детали неизбежны погрешности, которые будут перенесены на само изделие вместе с погрешностями изготовления кулачков и работы самого станка. Погрешность графического построения состоит из погрешности графического построения маршрута фрезы в масштабе 20 : 1 ($\Delta_1 = 0,02$ мм), вычерчивания градусной сетки ($\Delta_2 = 0,02$ мм), измерения по сетке $1'$ или соответственно на детали ($\Delta_3 = 0,026$ мм) и перевода угла в ΔR по таблице приложения 4 ($\Delta_4 = 0,003$ мм).

Наибольшая суммарная погрешность графического метода $\Sigma\Delta = 0,07$ мм. Поэтому графическое построение и промеры следует выполнять особо тщательно.

Определение продолжительности цикла обработки. Время одного цикла обработки определяется по формуле

$$T_{сек} = \frac{360^\circ}{\alpha^\circ} T_{раб},$$

где $T_{раб}$ — время работы фрезы;
 α° — сумма градусов на рабочие ходы.

В свою очередь

$$T_{раб} = \frac{60 \cdot s}{m \cdot b \cdot n},$$

где s — рабочий путь фрезы в мм (по чертежу);

m — масштаб 20:1;

b — подача на один оборот фрезы, равная 0,03—0,04 мм;

n — число оборотов фрезы в мин. равно 5200, и

$$T_{сек} = \frac{360^\circ \cdot 60 \cdot s}{\alpha^\circ \cdot m \cdot b \cdot n}.$$

Производительность станка $A = \frac{60}{T_{сек}} = n$ шт. в минуту.

Пример расчета кулачков для обработки платины

При фрезеровании платины карманных часов «Молния» исходное положение фрезы соответствует точкам 350—351 (фиг. 23). Фреза с повышенной скоростью проходит участок 351—4, т. е. угол поворота кулачка соответствует 13°. На участке 4—6 происходит врезание на глубину 0,57 мм (0,57—толщина перемычки). Фреза, двигаясь против часовой стрелки, обходит окружность 6—12. С точки 12 до точки 13 фреза переходит на глубину 0,6 мм, т. е. фреза поднимается¹ на 0,03 мм, и на этой глубине перемещается по прямой в точку 16.

Затем фреза описывает дугу до 31°. Участки 31—33—35 являются прямыми линиями и служат для обхода точки сопряжения двух дуг. Плоскость, расположенная на глубине 0,6 мм, продолжает обрабатываться по участкам 35—46—48—50—55—56—62—66—72—73—75—77—79—82—85. На участке 6—12; 62—66 и 73—75 интервалы между точками сокращены для получения более точного контура. Прямую линию холостого хода в интервале точек 85—87 фреза проходит с повышенной скоростью с одновременным изменением глубины фрезерования до 0,7 мм. Плоскость, расположенная на глубине 0,7 мм, обрабатывается на участке 87—93 за один ход фрезы, т. е. диаметр фрезы равен ширине паза. На участке 93—95 происходит изменение глубины фрезерования с 0,7 до 0,9 мм.

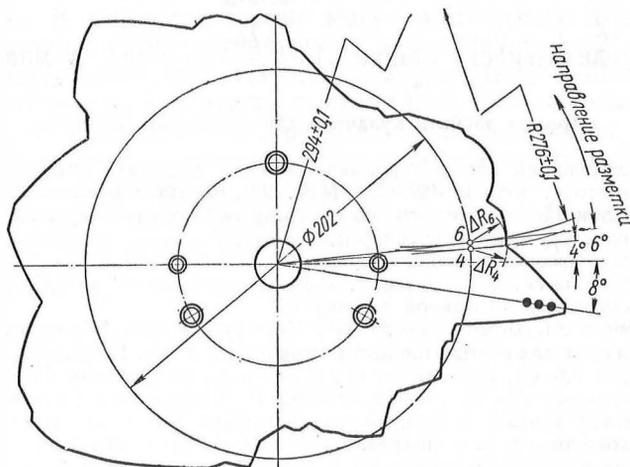
Плоскость, расположенная на глубине 0,9 мм, обрабатывается по участкам 95—97—103—106—109—114—127—129—140. Путь 140—141 фреза проходит с повышенной скоростью с одновременным изменением глубины до 1,05 мм. Быстрые переходы на участках 85—87 и 140—141 преодолеваются фрезой легко, потому что металл здесь частично уже снят. Плоскость, расположенная на глубине 1,05, обрабатывается по участкам 141—146—167—172—183. В точке 183—184 глубина фрезерования увеличивается до 1,4 мм. На этой глубине платина фрезеруется по участкам 184—188—198—200—204—210—212—219—249—254—260.

Участки 260—261—263 фреза проходит быстро, переходя одновременно на глубину 1,3 мм, после чего следует по участкам 263—275—277—281—285—289—291—302—309—311. Участок 313—325 обрабатывается на глубину 1,5 мм, а затем фреза выходит из платины и перемещается (над плоскостью изделия) на участок 333. На участке 333—335 фреза внедряется в платину на глубину 1,15 мм и следует по участкам 335—336—338—339. На участке кулачка 339—341 фреза выходит из платины и по участкам 341—350 отходит в исходное положение. Время одного цикла равно 52 сек. Распределительный вал работает на 2-й скорости. По нанесенному маршруту наложением градусной сетки на чертеж детали определяются углы поворота рычагов стола и фрезы и величины их записываются в таблицу наладки каждого кулачка. На фиг. 26 и 27 показаны профили кулачков 21, 22, 23 и даны таблицы расчета.

Расчет торцевого кулачка 23. Наибольшая глубина фрезерования (размер 0,57 мм по фиг. 23) соответствует высоте кулачка 16 мм. Подъем или спуск на кулачке соответствует подъему и опусканию стола с изделием в масштабе 4:1. Например, изменение глубины фрезерования с 0,57 на 0,6 мм соответствует спаду на кулачке (0,6—0,57). $4 = 0,12$ мм. Начало ступеней подъема и опускания на торцевом кулачке 23 сдвинуто относительно нуля кулачка 22 на $360-177^\circ = 183^\circ$.

¹ Под словами «фреза поднимается или опускается» следует понимать подъем или опускание стола с изделием.

Рассмотрим точку перехода с глубины 0,57 на глубину 0,6. Эта точка соответствует точкам 12° — 13° по маршруту фрезы. Начало перехода должно быть не раньше 12° , а конец перехода—не позднее 13° . На торцевом кулачке эта точка соответствует 196° , что видно из следующего расчета: начало перехода взято $13^\circ + 183^\circ = 196^\circ$, т. е. с опозданием на 1° , который учтен как припуск на пригонку кулачка.



Фиг. 26. Расчет и профиль кулачка 21.

Кроме вышеописанного метода расчета и построения кулачков, имеется метод непосредственной разметки и доводки кулачков к станку С-50 на специальном станке Ф-121 (фиг. 28).

Станок воспроизводит работу рычагов 24 и 25 станка С-50 с той лишь разницей, что плечи рычагов станка Ф-121, несущие инструмент и шаблон, увеличены в 10 раз по сравнению с короткими плечами рычагов 24 и 25, несущими фрезу и стол изделия.

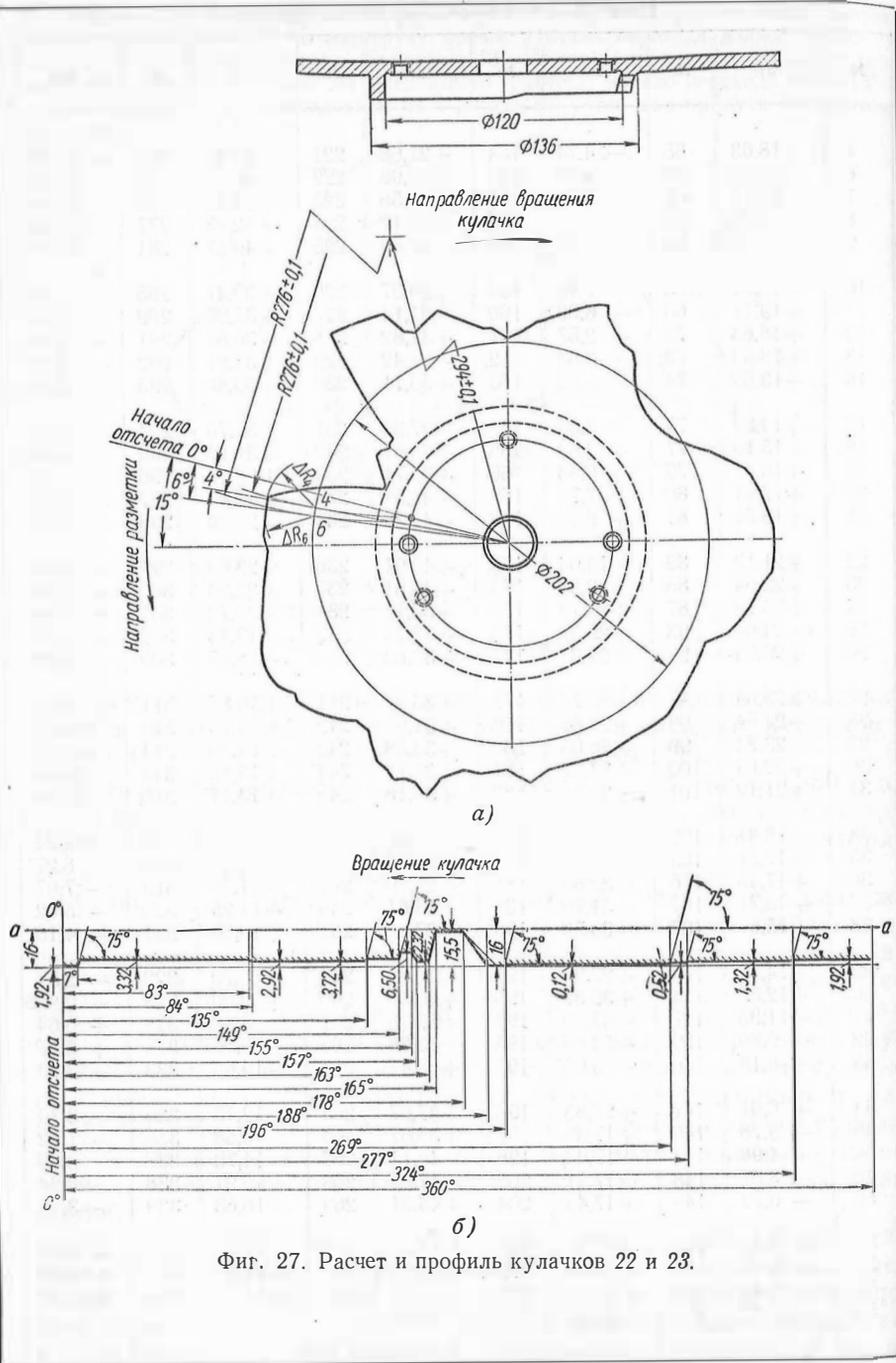
Станок Ф-121 действует по принципу автоматического разложения траектории штифта, движущегося по маршруту шаблона, на движения двух инструментов, которые формируют профили кулачков. Устройство и работа станка Ф-121 следующие. На кронштейнах 3 шарнирно укреплены два рычага: рычаг 1 фрезы и рычаг 2 стола. На конце рычага 1 имеется штифт, а на конце рычага 2 круглый стол 5. На столе закрепляется металлический шаблон 4, имеющий канавочный профиль маршрута фрезы, выполненного в масштабе 10:1. На расстоянии 300 мм от оси качания на обоих рычагах подвешены снизу суппорты 6 с фрезерно-шлифовальными шпинделями, имеющими вращательное и возвратно-поступательное движения.

На плите станка впереди шарнирных опор размещены делительные диски 7, которые могут поворачиваться вокруг своих осей.

На верхней плоскости каждого диска в кольцевом Т-образном пазу помещен шарнир тяги 8. Другой шарнир тяги расположен в дугообразной прорези рычага 9, скрепленного с рычагом. В том же

Подъемы и спуски кулачка фрезы

№	ΔR	№	ΔR	№	ΔR	№	ΔR	№	ΔR
4	+18,63	55	- 4,74	154	+21,68	221	+45,31	273	-17,27
6	+18,63	56	- 3,86	155	+22,96	222	+44,35	274	-15,34
7	+19,11	62	- 7,87	156	+24,56	223	+43,23	275	-14,94
8	+19,51	63	- 7,95	157	+26,17	224	+42,03	277	-14,46
9	+20,07	64	- 7,63	158	+27,69	225	+40,67	281	-17,27
10	+19,91	65	- 7,15	159	+29,37	226	+39,47	285	-11,25
11	+19,11	66	- 6,83	160	+31,14	227	+37,95	289	- 8,27
12	+18,63	72	- 2,57	161	+32,82	228	+36,51	291	- 5,78
13	+18,63	73	- 0,64	162	+34,42	229	+34,91	292	- 4,10
16	+13,66	74	0,00	163	+36,11	230	+33,46	293	- 2,57
17	+14,22	75	+ 0,64	164	+37,39	231	+31,70	294	- 1,21
18	+15,10	77	+ 3,62	165	+38,67	232	+30,10	295	+ 0,08
19	+16,47	79	+ 6,83	166	+39,71	233	+28,33	296	+ 1,12
20	+17,91	80	+ 7,79	167	+40,59	234	+26,89	297	+ 1,93
21	+19,51	81	+ 8,92	172	+41,39	235	+25,20	298	+ 2,49
22	+21,12	82	+10,04	173	+40,91	236	+23,60	299	+ 2,73
23	+22,64	85	+12,53	174	+40,51	237	+22,24	300	+ 2,73
24	+23,76	87	+23,12	175	+39,71	238	+20,72	301	+ 2,49
25	+24,64	93	+29,37	176	+38,75	239	+19,43	302	+ 1,77
26	+25,04	96	+29,37	177	+37,63	240	+18,07	309	- 8,68
27	+25,04	97	+25,77	178	+36,27	241	+16,87	311	- 8,92
28	+24,64	98	+25,85	179	+34,91	242	+15,83	313	-10,68
29	+23,84	99	+26,65	180	+33,38	243	+14,70	314	-10,76
30	+22,64	100	+27,77	181	+31,78	244	+13,82	315	-10,52
31	+21,12	101	+29,21	182	+30,18	245	+13,17	316	-10,04
33	+18,31	102	+30,74	183	+28,57	246	+12,45	317	- 9,24
35	+17,91	103	+32,02	184	+28,57	247	+11,97	318	- 8,27
36	+17,43	106	+32,50	188	+24,00	248	+11,49	319	- 7,07
37	+16,71	107	+31,70	189	+25,61	249	+11,25	320	- 5,62
38	+15,67	108	+30,58	190	+27,21	251	+10,68	321	- 4,18
39	+14,38	109	+29,29	191	+28,89	254	+ 5,70	322	- 2,57
40	+12,85	114	+35,87	192	+30,58	260	+ 9,00	323	- 0,096
41	+11,33	127	+57,70	193	+32,26	261	+ 5,30	324	+ 0,64
42	+ 9,80	129	+54,66	194	+33,86	263	- 9,00	325	+ 2,17
43	+ 8,19	140	+35,95	195	+35,47	264	-10,60	333	- 3,70
44	+ 6,91	141	+26,33	196	+37,07	265	-12,13	335	- 3,70
45	+ 5,78	146	+17,35	197	+38,67	266	-13,58	336	- 1,12
46	+ 4,98	147	+17,03	198	+40,11	267	-14,78	337	0,00
48	+ 3,37	148	+17,11	200	+42,85	268	-15,91	338	- 0,64
50	- 0,72	149	+17,43	204	+48,51	269	-16,63	339	- 3,05
51	- 2,25	150	+17,91	210	+48,03	270	-17,27	341	- 3,05
52	- 3,78	151	+18,55	212	+51,14	271	-17,43	350	+51,30
53	- 4,82	152	+19,43	219	+46,91	272	-17,51	351	+51,30
54	- 5,22	153	+20,48	220	+46,91				

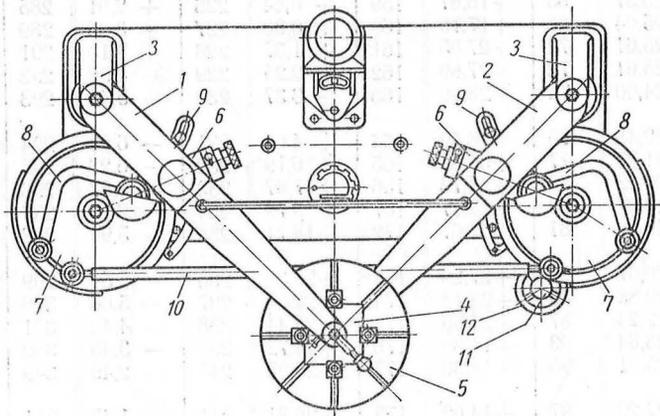


Фиг. 27. Расчет и профиль кулачков 22 и 23.

Подъемы и спуски кулачка стола

№	ΔR	№	ΔR	№	ΔR	№	ΔR	№	ΔR
4	+25,61	55	+29,21	154	+ 3,05	221	+ 5,86	273	+15,50
6	+25,61	56	+27,37	155	+ 2,99	222	+ 4,02	274	+13,98
7	+26,41	62	+17,75	156	+ 1,37	223	+ 2,25	275	+12,61
8	+26,65	63	+17,27	157	+ 0,80	224	+ 0,64	277	+10,52
9	+26,17	64	+16,87	158	+ 0,56	225	+ 0,64	281	+ 5,14
10	+25,37	65	+16,87	159	+ 0,64	226	+ 2,01	285	+ 2,01
11	+25,04	66	+17,19	160	+ 0,88	227	+ 3,05	289	+ 7,39
12	+25,61	72	+27,05	161	+ 1,37	228	+ 4,10	291	+ 7,63
13	+25,61	73	+27,69	162	+ 2,25	229	- 4,98	292	+ 7,95
16	+24,00	74	+28,09	163	+ 3,37	230	- 5,46	293	+ 8,52
17	+22,48	75	+28,49	164	+ 4,66	231	- 6,03	294	+ 9,08
18	+21,20	77	+31,62	165	+ 6,19	232	- 6,27	295	+10,60
19	+20,23	79	+28,73	166	+ 7,87	233	- 6,27	296	+11,89
20	+19,67	80	+28,17	167	+ 9,72	234	- 6,19	297	+13,34
21	+19,57	81	+27,61	172	+18,71	235	- 5,94	298	+14,34
22	+20,07	82	+27,29	173	+20,39	236	- 5,54	299	+16,63
23	+20,88	85	+33,14	174	+22,00	237	- 5,06	300	+18,31
24	+22,24	87	+21,68	175	+23,44	238	- 4,42	301	+19,99
25	+23,84	93	+14,30	176	+24,72	239	- 3,45	302	+21,60
26	+25,61	95	+14,30	177	+25,93	240	- 2,49	309	+15,34
27	+27,29	97	+14,62	178	+26,81	241	- 1,45	311	+17,91
28	+28,97	98	+13,01	179	+27,45	242	- 0,24	313	+30,10
29	+30,42	99	+11,65	180	+27,85	243	+ 1,04	314	+31,62
30	+31,38	100	+10,60	181	+28,09	244	+ 2,41	315	+33,14
31	+32,02	101	+10,28	182	+28,09	245	+ 3,86	316	+34,58
33	+32,74	102	+10,68	183	+27,85	246	+ 5,38	317	+38,27
35	+35,71	103	+11,73	184	+27,85	247	+ 6,91	318	+37,07
36	+37,31	106	+16,87	188	+33,14	248	+ 8,60	319	+37,95
37	+38,67	107	+17,83	189	+34,34	249	+10,28	320	+38,67
38	+39,79	108	+18,39	190	+34,34	251	+13,82	321	+39,15
39	+40,61	109	+18,39	191	+34,74	254	+14,22	322	+39,55
40	+41,07	114	+13,50	192	+34,66	260	+23,60	323	+39,55
41	+41,23	127	+14,46	193	+35,15	261	+28,33	324	+39,23
42	+40,83	129	+15,67	194	+35,07	263	+27,21	325	+38,75
43	+40,27	140	+14,86	195	+34,91	264	+26,89	333	-21,44
44	+39,31	141	+15,34	196	+34,42	265	+26,25	335	-21,44
45	+38,03	146	+15,99	197	+33,94	266	+25,45	336	-22,24
46	+36,59	147	+14,14	198	+33,14	267	+24,40	337	-21,68
48	+32,66	148	+12,29	200	+31,54	268	+23,12	338	-20,48
50	+33,94	149	+10,60	204	+37,87	269	+21,76	339	-19,67
51	+34,10	150	+ 8,76	210	+25,29	270	+20,31	341	-19,67
52	+33,54	151	+ 7,07	212	+23,52	271	+18,71	350	-31,30
53	+32,34	152	+ 5,46	219	+ 9,48	272	+17,11	351	-31,30
54	+30,74	153	+ 4,18	220	+ 7,63				

Т-образном пазу диска закреплен шарнир тяги 10, соединяющий оба диска, чем достигаются одинаковые угловые перемещения. По окружности дисков нарезаны 360 зубьев (через 1°), с которыми находится в зацеплении малое зубчатое колесо 11. Колесо посажено на одной оси с маховичком 12. На верхнем фланце делительного диска устанавливается заготовка кулачка. Порядок изготовления кулачков следующий: вначале на станке Ф-121 производится разметка кулачков, а затем грубая обработка на универсальном оборудовании; окончательное фрезерование и доводка шлифовальными камнями контуров кулачков производится вновь на станке Ф-121.

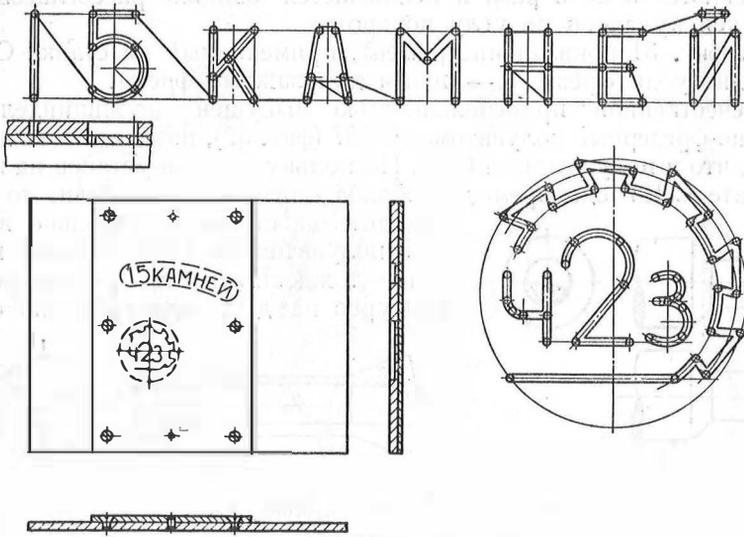


Фиг. 28. Вид (в плане) станка Ф-121 для разметки, фрезерования и доводки кулачков к станку С-50.

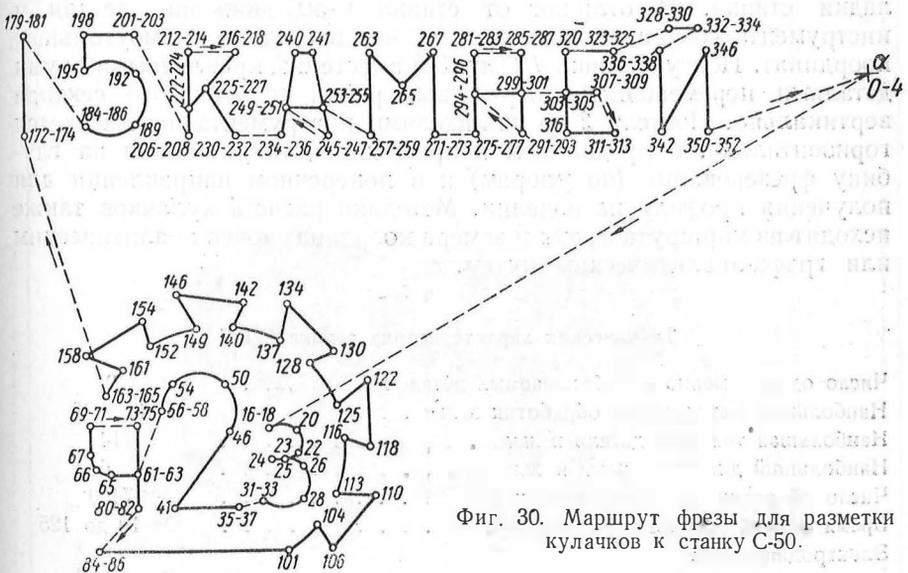
Для разметки кулачков в цанги шпинделей зажимают керны. Штифт рукава 1 входит в паз шаблона 4 и передвигается в нем по участкам маршрута. Маховичком 12 поворачивают правый делительный диск на заданный угол, равный участку маршрута. Посредством тяги 8 и рычага 9 диск поворачивает рукав 2 и стол 5. Одновременно посредством тяги 10 правый диск поворачивает левый диск на одинаковый угол. Тяга 8 левого диска в этом случае разъединена с рукавом 1 и штифт последнего может перемещаться в пазу шаблона.

Керны шпинделей копируют на заготовках маршрута штифта в масштабе 1:3. В зависимости от профиля маршрута делительные диски соединяются тягой 8 или с рукавом 1, или с рукавом 2. По окончании разметки кулачки грубо обрабатываются на универсальном оборудовании, а затем вновь устанавливаются на станок Ф-121. В шпинделях вместо кернов закрепляются последовательно пальцевая фреза и оправка со шлифовальным камнем.

На фиг. 29 показан шаблон к станку Ф-121 с формой маркирования, а на фиг. 30 — маршрут фрезы для разметки профиля кулачков к станку С-50.



Фиг. 29. Шаблон к станку Ф-121 с формой маркирования.



Фиг. 30. Маршрут фрезы для разметки кулачков к станку С-50.

При изготовлении кулачков на станке Ф-121 трудовые затраты сокращаются в 2—3 раза и исключается ошибка рассогласования профилей кулачков по углу поворота.

На фиг. 31 показан инструмент, применяемый на станке С-50: *а* — однозубая фреза, *б* — цанга для зажима фрезы.

Отечественной промышленностью выпущен двухшпиндельный фасонно-фрезерный полуавтомат С-187 (фиг. 32), назначение которого то же, что и полуавтомата С-50. Поскольку за один установ на полуавтомате С-187 одновременно обрабатываются две детали, то производительность его почти вдвое выше, чем полуавтомата С-50. Однако получить тождественность расположения контуров на двух одновременно обра-



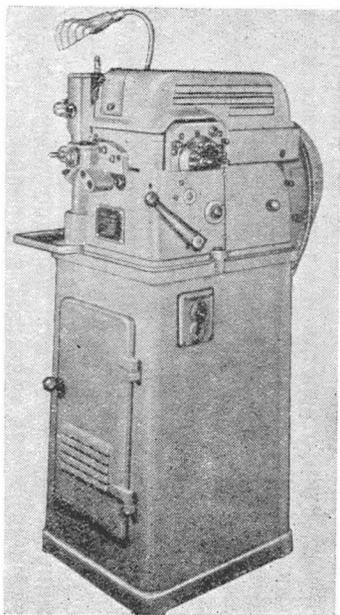
Фиг. 31. Инструмент к станку С-50:

а — фреза; *б* — цанга для зажима фрезы.

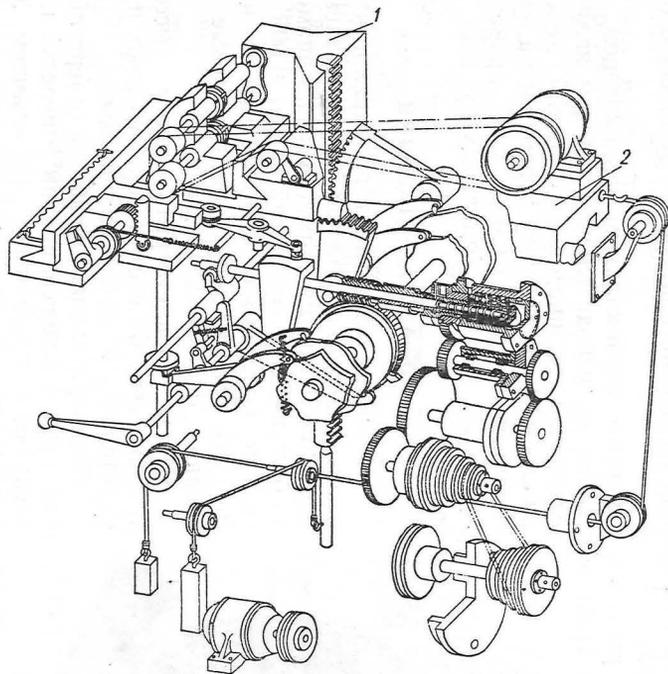
батываемых деталях возможно лишь за счет очень точной наладки станка. В отличие от станка С-50 движение детали и инструмента совершается на этом станке в системе прямоугольных координат. Ползун станка 1 (фиг. 33) вместе с закрепленными двумя деталями перемещается посредством рейки и зубчатого сектора вертикально. Постель 2 со шпинделями инструмента перемещается горизонтально: в продольном направлении для установки на глубину фрезерования (по упорам) и в поперечном направлении для получения профиля на изделии. Методика расчета кулачков также исходит из маршрута фрезы и замера координат точек аналитическим или графо-аналитическим путем.

Техническая характеристика станка С-187

Число одновременно обрабатываемых деталей	2
Наибольшая поверхность обработки в мм	45 × 45
Наибольшая толщина детали в мм	14
Наибольший диаметр фрезы в мм	6
Число оборотов шпинделя в минуту	7400
Время одного рабочего цикла в сек.	От 10 до 125
Электродвигатели:	
инструмента	$N = 0,65 \text{ квт};$ $n = 2895 \text{ об/мин}$
распределительного вала	$N = 0,4 \text{ квт};$ $n = 1400 \text{ об/мин}$



Фиг. 32. Двухшпindelный
фрезерный полуавтомат С-187.



Фиг. 33. Кинематическая схема двухшпindelного фрезерного
полуавтомата С-187.

Контроль токарных и фрезерных операций

После торцевой проточки, расточки и фрезерования углублений в платинах и мостах на проекторе или специальным калибром контролируют глубину выемок и положение контура по отношению базовых отверстий.

Глубину расточек измеряют вертикальным индикатором или микрометром (фиг. 34). Более производительным методом является измерение индикатором с ценой деления шкалы 0,01 мм. Чистоту поверхностей, обработанных на станках С-81А, С-50, проверяют лупой 5×, 16× и в отдельных случаях 32×.



Фиг. 34. Вертикальный микрометр.

ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ

Обработка отверстий в платинах и мостах часов является сложной и ответственной операцией, потому что допуск по диаметру у большинства отверстий равен 0,005 мм, чистота поверхности должна быть не ниже 9—10-го класса, допуск на межосевые расстояния 0,0075—0,010 мм.

Чтобы удовлетворить таким высоким требованиям, отверстия обрабатывают предварительно, а потом окончательно.

Предварительная обработка отверстий состоит или в надсверливании отверстий и последующем пробивании их штампом, или в кернении отверстий и последующем сверлении, или в пробивании штампом без надсверливания.

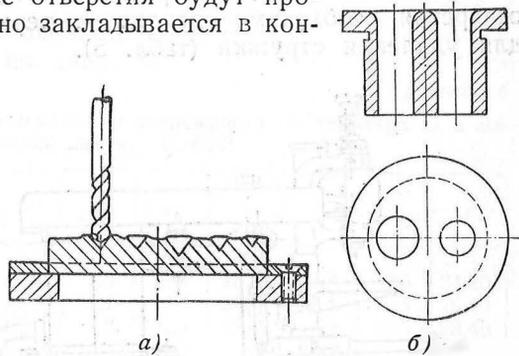
Окончательная обработка отверстий — калибрование состоит в зачистке их на специальных штампах. Развертывание для окончательной обработки отверстий в платинах и мостах не нашло применения, как способ менее точный и менее производительный. В некоторых отверстиях нарезается резьба.

Сверление

Сверление отверстий в платинах и мостах по накерненным лункам широко применяется в часовом производстве и в других отраслях точного приборостроения, так как имеет ряд преимуществ перед сверлением по кондукторам.

При сверлении по кернам деталь свободно лежит на столе сверлильного станка или же на открытой подставке и легко подается от руки под сверло (фиг. 35,а). Направлением для сверла служит лунка от керна. При сверлении по кондукторам затрачивается значительное время на закладку детали в кондуктор, крепление и выем обратно после сверления.

Если сверлятся два или три отверстия, то может оказаться, что вспомогательное время будет больше основного технологического. Не исключены случаи, что при сверлении в одной детали большого количества отверстий не все отверстия будут просверлены, и деталь повторно закладывается в кондуктор. Кроме того, для отверстий, расположенных на близком расстоянии, требуется изготовление сложной втулки (см. фиг. 35, б). Сверление по кондукторам менее точно потому, что к погрешности изготовления самого кондуктора добавляется погрешность сверления, обусловленная наличием зазора между сверлом и отверстием кондукторной втулки.

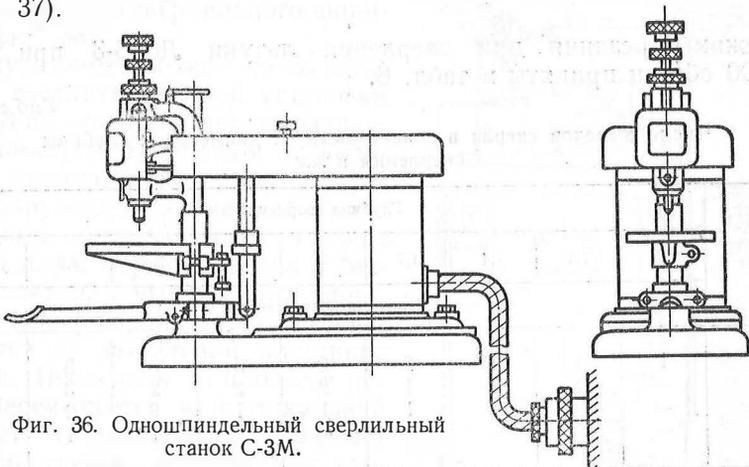


Фиг. 35. Сверление отверстий:

а — по кернам; б — кондукторные втулки для сверления близко расположенных отверстий

Сверлением по кернам точность межосевого расстояния повышается.

Если число отверстий невелико, то их сверлят на настольных вертикальных сверлильных станках типа С-3М (фиг. 36) и С-12М (фиг. 37).



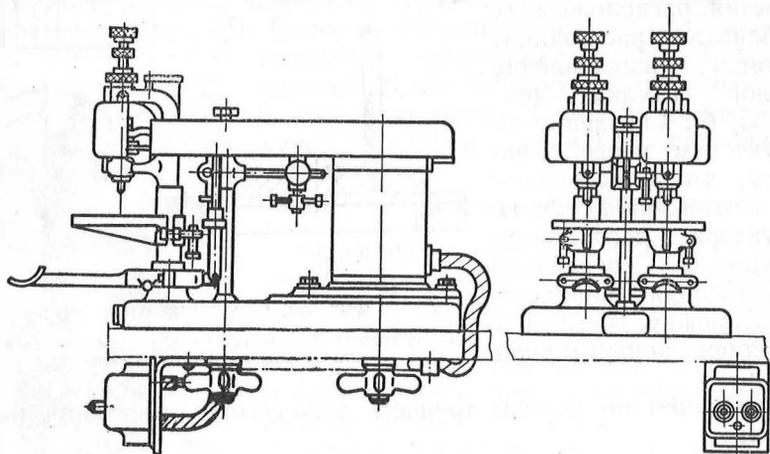
Фиг. 36. Одношпиндельный сверлильный станок С-3М.

Если число отверстий значительно, то их сверлят на полуавтомате С-44А. На станке С-12М второй шпиндель часто используется для последующего зенкования отверстий.

Станки С-3М и С-12М позволяют сверлить отверстия диаметром от 0,2 до 2 мм по латуни. Число оборотов шпинделя станка С-3М $n = 6000$ об/мин и станка С-12М $n = 7500$ об/мин.

Производительность сверлильного станка зависит от механических свойств металла, диаметра сверления и числа оборотов шпинделя.

Прочность сверл диаметром 0,2—0,7 мм невелика, поэтому такие отверстия необходимо сверлить с периодическим выводом сверла для удаления стружки (табл. 5).



Фиг. 37. Двухшпиндельный сверлильный станок С-12М.

Режимы резания при сверлении латуни ЛС63-3 при $n = 6000$ об/мин приняты в табл. 6.

Таблица 5

Число выводов сверла в зависимости от диаметра и глубины сверления в мм

Диаметр сверла	Глубина сверления								
	0,8	1,1	1,4	1,7	2	2,3	2,5	2,9	3,2
	Число выводов сверла								
0,2	1	1	1	2	2	3	3	3	4
0,3	—	1	1	1	2	2	2	3	3
0,5	—	—	—	1	1	1	2	2	2
0,7	—	—	—	—	—	1	1	1	2

Основное технологическое время при сверлении определяют по следующей формуле:

$$T_{осн} = \frac{l_1 + l_2}{s_{м}}$$

где l_1 — глубина сверления в мм;

l_2 — величина врезания сверла в мм, определяемая по формуле

$$l_2 = \frac{D_2}{2} \operatorname{ctg} \varphi,$$

где φ — половина угла при вершине сверла;

s_m — подача в мм/мин по табл. 6.

Таблица 6

Скорости v в м/мин и подачи s в мм/мин в зависимости от диаметра D в мм при сверлении латуни ЛС-63-3

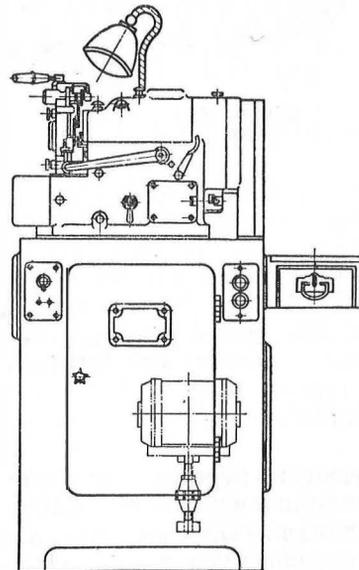
D	s_m	v	D	s_m	v	D	s_m	v	D	s_m	v
0,2	36	3,75	0,6	150	11,30	1,0	280	18,84	1,3	350	24,50
0,3	48	5,65	0,7	186	13,20	1,1	310	20,70	1,4	385	26,40
0,4	78	7,54	0,8	227	15,1	1,2	330	22,60	1,5	395	28,40
0,5	114	9,40	0,9	250	17,10						

Отверстия зенкуют также на станках С-3М и С-12М.

Десятишпиндельный сверлильный полуавтомат С-44 А применяется в часовом производстве для сверления и зенковки отверстий в платах и мостах. Полуавтомат работает по методу последовательной установки осей обрабатываемых отверстий по оси сверлильного шпинделя (фиг. 38).

Полуавтомат может последовательно сверлить с одной установки от 20 до 56 отверстий десяти различных диаметров при любом расположении отверстий на детали в пределах окружности диаметром 46 мм. Режущими инструментами служат спиральные и перовые сверла и зенковки, закрепляемые в цапгах шпинделей. Накерненная деталь устанавливается на штифтовой пластинке каретки. Последняя в процессе работы перемещается в вертикальной плоскости и каждый раз занимает такое положение, при котором против сверла устанавливается одно из накерненных отверстий.

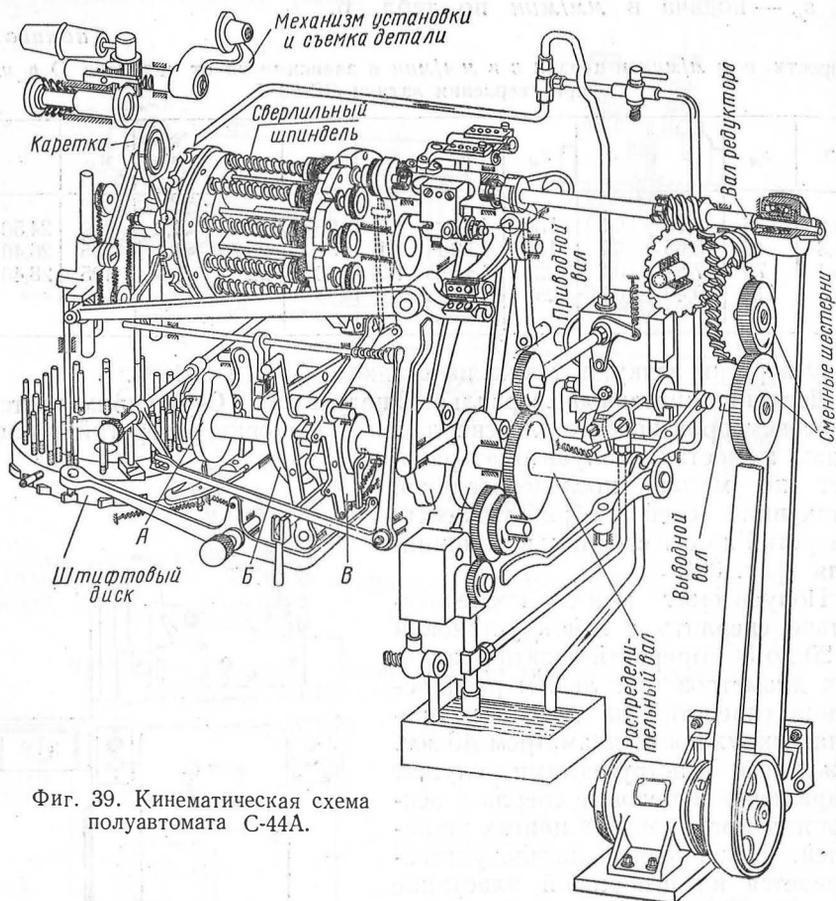
После сверления группы отверстий одного диаметра шпиндельный барабан поворачивается на $\frac{1}{10}$ оборота, и в рабочую позицию подается следующий шпиндель со сверлом другого диаметра. По окончании сверления всех отверстий станок автоматически остано-



Фиг. 38. Сверлильный полуавтомат С-44А.

вливается, каретка с деталью поднимается вверх (в загрузочную позицию) для смены детали. Установка и съем детали производится вручную.

Кинематическая схема станка показана на фиг. 39. От электродвигателя вращение передается на вал редуктора, который, в свою



Фиг. 39. Кинематическая схема полуавтомата С-44А.

очередь, передает вращение через кулачковую муфту приводному валу шпинделей. Последний посредством фрикционной муфты периодически сообщает вращение сверильному шпинделю барабана, находящемуся в рабочей позиции.

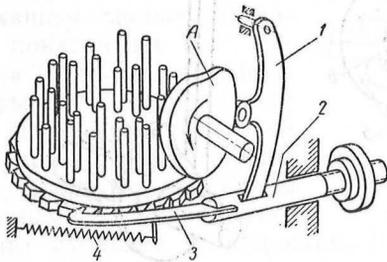
От вала редуктора через две червячные пары и пару сменных цилиндрических зубчатых колес вращение передается выводу валу редуктора, который через пару постоянных зубчатых колес передает вращение распределительному валу. Перестановкой сменных зубчатых колес число скоростей распределительного вала увеличивается до 6.

На распределительном валу установлены кулачки: поворота штифтового диска (А), поворота и фиксации барабана (В и В), подачи шпинделя (Г) и подъема каретки (Д).

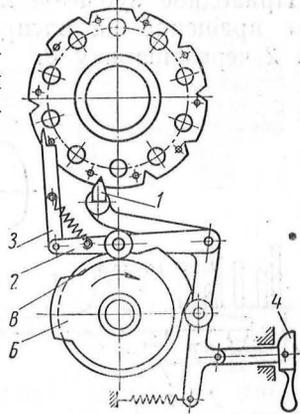
Кулачок поворота штифтового диска А установлен на переднем конце распределительного вала (фиг. 40).

Действуя на рычаг 1 и ползун 2, кулачок перемещает собачку 3 вправо; последняя поворачивает штифтовый диск на один зуб храповика. В исходное положение ползун возвращается собачкой с пружиной 4.

Кулачок поворота В и кулачок фиксации В барабана, закрепленные на одной общей свободно сидящей втулке распре-



Фиг. 40. Механизм поворота штифтового диска.



Фиг. 41. Механизм поворота шпиндельного барабана.

делительного вала (фиг. 41), поворачиваются винтами-упорами 1, расположенными на штифтовом диске (фиг. 42).

В момент поворота диска на один зуб винт-упор 1 нажимает на упорный штифт 2 рычага 3, приподнимая его вверх. Правое плечо рычага опускается вниз и освобождает собачку (защелку) 4, которая под действием пружины 5 заскакивает своим зубом в паз кольца 6, жестко закрепленного на распределительном валу. Оба кулачка В и В начинают поворачиваться. Кулачок фиксации В выводит фиксатор 1 (фиг. 41) из паза барабана, кулачок поворота В через рычаги 2 и 3 поворачивает барабан на $1/10$ оборота, и фиксатор заходит в следующий паз барабана. Оба рычага возвращаются в исходное положение пружинами.

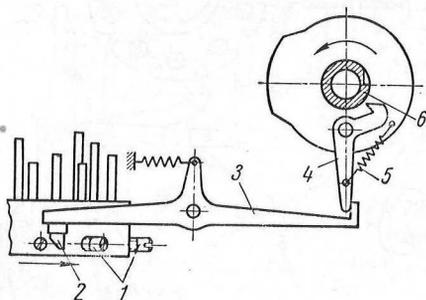
В конце полного оборота кулачков рычаг 3 задерживает защелку 4 и выводит ее из паза кольца 6. Вращение кулачков прекращается до следующего поворота шпиндельного барабана. Для ручного поворота шпиндельного барабана предусмотрена рукоятка 4 (фиг. 41).

Кулачок Г подачи шпинделя (фиг. 43) и кулачок Д подъема каретки (фиг. 44), действуя через систему рычагов, подают сверлильный шпиндель и поднимают каретку при повороте штифтового диска. В системе рычагов имеются устройства для регулирования величины подачи шпинделя и подъема каретки.

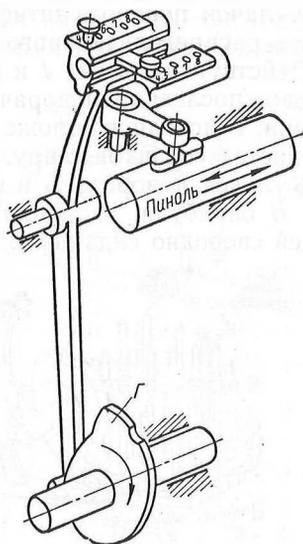
В конце цикла обработки детали рычаг 1 под действием плунжера поворачивает ось 2 и тем самым поднимает каретку в загрузочное положение.

На фиг. 45 показано устройство для автоматического останова распределительного вала по окончании цикла обработки.

Приводное зубчатое колесо 1 передает вращение на распределительный вал 2 через шпонку 3.

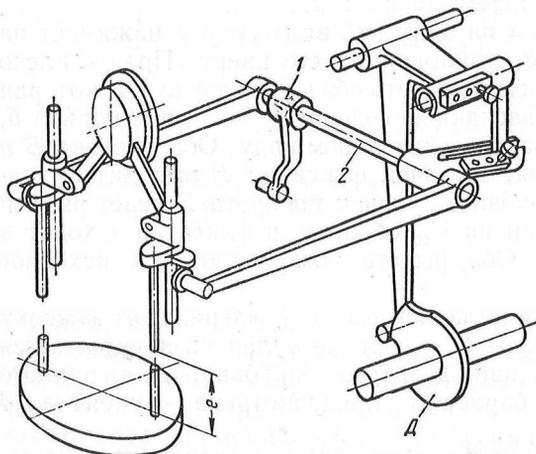


Фиг. 42. Механизм включения кулачков Б и В.



Фиг. 43. Механизм подачи сверлильного шпинделя.

Автоматическое выключение распределительного вала в конце цикла обработки происходит под действием упора 4, сидящего на штифтовом диске, и собачки 5.



Фиг. 44. Механизм подъема каретки в загрузочное положение.

Штифтовый диск (см. фиг. 40) служит для придания детали строго определенного положения относительно оси сверлильного шпинделя.

В отверстия, расположенные по двум концентрическим окружностям диска, ввинчены на резьбе закаленные штифты, число которых по каждой окружности равно числу обрабатываемых отверстий.

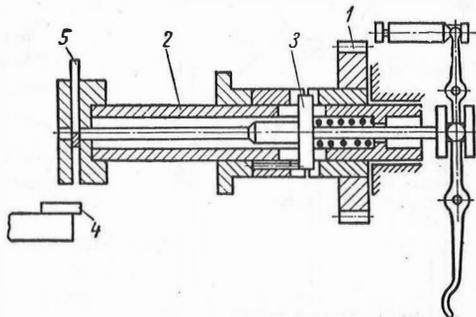
Штифты являются упорами для подвижных стоек каретки. Высота каждой пары диаметрально противоположных штифтов определяет положение каретки

относительно оси шпинделя. На два штифта надевают упоры для автоматического выключения вращения распределительного вала в конце цикла обработки. Диск делает один оборот на весь цикл обработки.

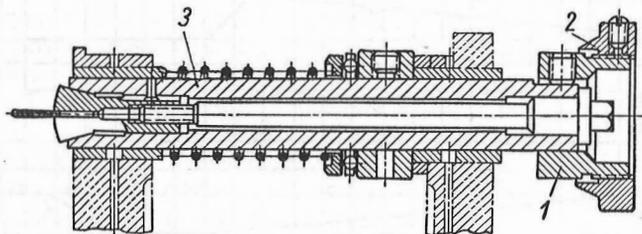
В шпиндельный барабан установлено 10 одинаковых сверлильных шпинделей. На заднем конце каждого шпинделя 3 установлена втулка 1 с накрученным на нее лимбом 2, который передает вращение на шпиндель от фрикционной муфты приводного вала и регулирует глубину сверления с точностью 0,01 мм (фиг. 46).

Механизм движения каретки показан на фиг. 47. Каретка 1 прикреплена к правому рычагу 2 неподвижно; левый рычаг 3 соединен с ней шарнирно. Вторые концы обоих рычагов соединены с ползунами 4, 5 шарнирно.

Ползуны скользят по колонкам. В ползунах укреплены упорные стержни 6, которые под действием веса всей системы каретки, а также под действием пружины 7 опираются на штифты диска, причем левый стержень опирается на наружный штифт, а правый — на внутренний штифт. Изменяя высоту штифтов, получаем перемещение каретки в плоскости XV.



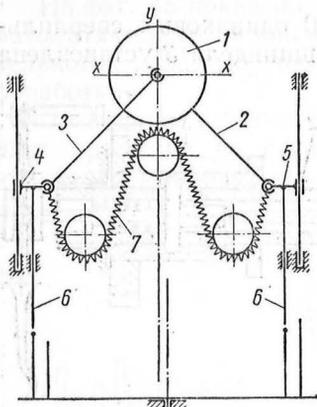
Фиг. 45. Устройство для автоматического останова распределительного вала.



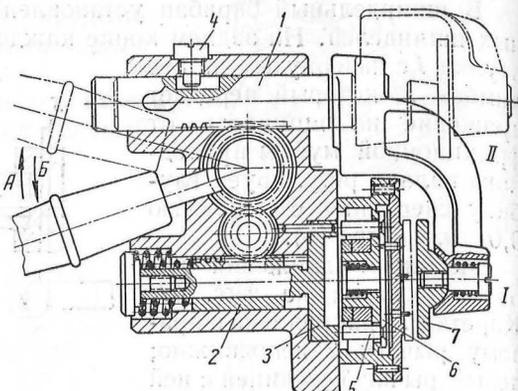
Фиг. 46. Сверлильный шпиндель.

На фиг. 48 показано устройство для съема обработанной детали и прижима последующей детали к установочной пластине. Поворотом рукоятки по стрелке А реечному валу 1, рейке 2 и толкателю 3 сообщается перемещение вправо. Реечный валик, перемещаясь вправо, одновременно, под действием винта 4 и спиральной канавки, поворачивается и занимает положение II. Толкатель 3, нажимая на штифты 5, заставляет пластинку 6 перемещаться вправо и снимать деталь с установочных штифтов. После того как рабочий установит на штифты последующую деталь, поворотом рукоятки по стрелке Б прижимная планка 7 возвращается из положения II в положение I и

прижимает деталь к установочной пластине. Под действием пружины реечный валик и прижимная планка несколько отходят вправо и дают возможность каретке опускаться вниз в рабочее положение.

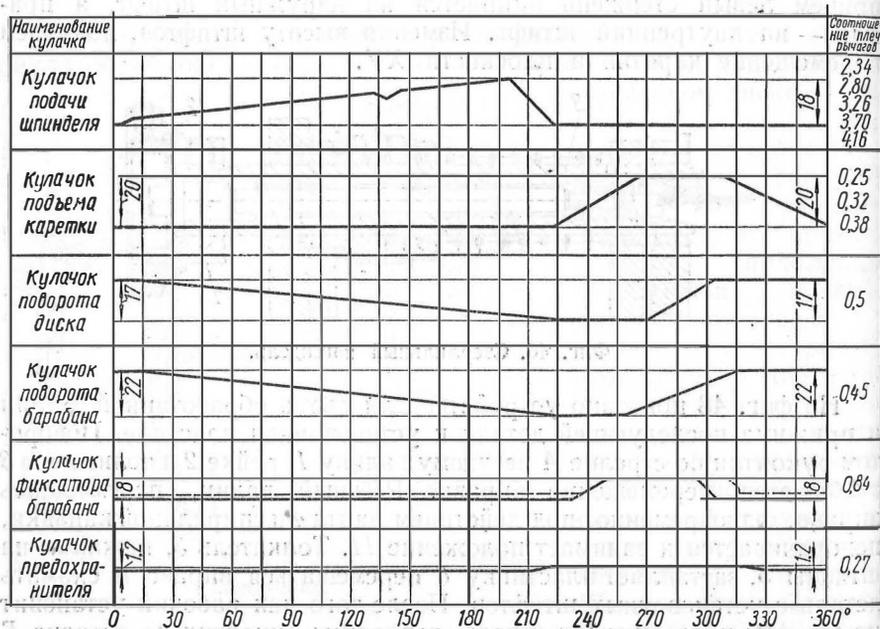


Фиг. 47. Механизм движения каретки.



Фиг. 48. Устройство для прижима и съема деталей.

Циклограмма кулачков распределительного вала приведена на фиг. 49. Необходимо отметить, что у данного полуавтомата на холостые ходы затрачивается 47%, и несмотря на это полуавтомат очень



Фиг. 49. Циклограмма кулачков распределительного вала станка С-44А.

производителей. За 1 мин. на нем можно просверлить 56 отверстий. Один рабочий может обслуживать от 4 до 5 станков.

Техническая характеристика станка С-44А

Наибольший диаметр сверления в мм	3
Наименьший	0,3
Наибольшая глубина сверления в мм:	
по латуни	5
по стали	3
Точность сверления по диаметру в мм	0,01
Точность межосевых расстояний в мм	0,02—0,03
Число оборотов сверлильного шпинделя в минуту	10 500
Число скоростей распределительного вала	6
Продолжительность одного оборота в сек.	От 2,85 до 0,92
Подачи сверлильного шпинделя в мм/об	От 0,015 до 0,090
Электродвигатель	$N = 0,65$ квт; $n = 2800$ об/мин.

Сверлильный полуавтомат С-212. Боковые отверстия в платине сверлят на полуавтомате С-212 (фиг. 50).

Полуавтомат С-212 имеет двухпозиционную пластину, на которой во время обработки одной детали, устанавливают ручную фиксирующую штифты другую. Отверстия под заводной ключ в платине часов на этом станке центруют, сверлят и растачивают последовательно тремя инструментами.

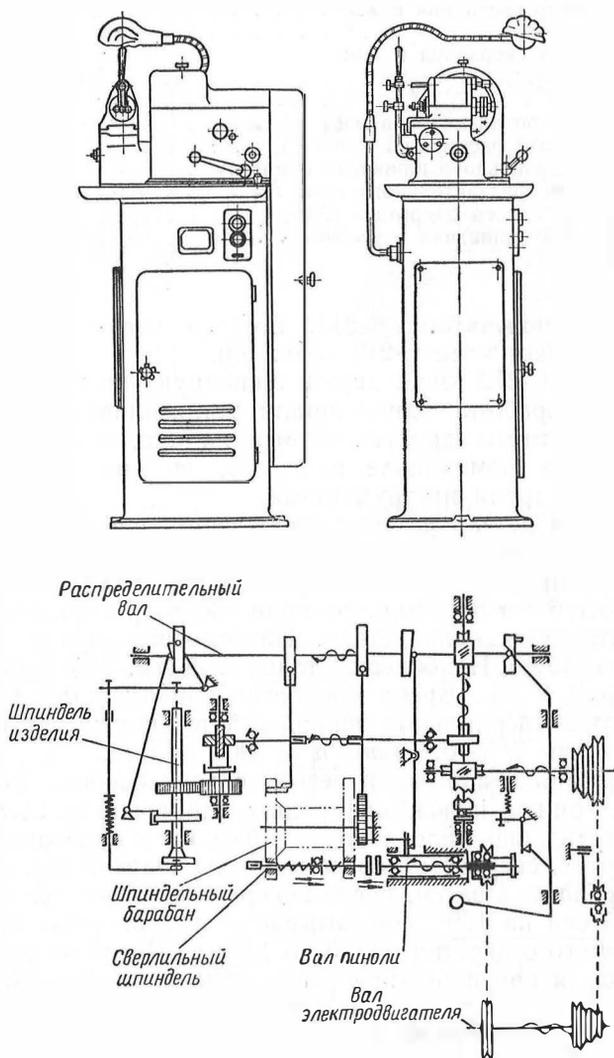
Обработанная деталь автоматически снимается с фиксирующих штифтов. Движениями полуавтомата управляют кулачки, закрепленные на распределительном валу, который может вращаться со скоростями 5,1; 6,4 и 8 об/мин. За один оборот распределительного вала обрабатывается одна деталь. Наибольший размер обрабатываемой детали 45 мм. Наибольшая толщина 5 мм. Наибольший диаметр сверления 2 мм. Время обработки одной детали 8—12 сек. Число оборотов сверлильных шпинделей в минуту равно 10 300. Электродвигатель $N = 0,6$ квт, $n = 3000$ об/мин.

Для сверления и нарезания резьбы в двух боковых отверстиях платины под винты ножек циферблата применяется полуавтомат А-224, конструктивно мало отличающийся от полуавтомата С-212. Станок центрует, сверлит и нарезает резьбы сначала под один винт ножки циферблата, а затем, после поворота загрузочной пластинки вокруг своей оси на 180° , обрабатывается второе отверстие. Диаметр нарезаемого отверстия от 0,3 до 1,2 мм. Число оборотов резьбового шпинделя при нарезании равно 3260, а сбega — 5450.

Калибровка отверстий штампами

Высокая точность обработки отверстий в платинах и мостах в настоящее время достигается калиброванием штампами. Отверстия после сверления или пробивки имеют припуск под калибровку (табл. 7). Этот припуск должен компенсировать возникшие при предыдущих операциях отклонения межосевых расстояний, диаметров и глубин сверления.

При глухих отверстиях припуск уменьшается на 25—30%.



Фиг. 50. Общий вид и кинематическая схема сверлильного полуавтомата С-212.

Калибрование является окончательной операцией обработки отверстий, и поэтому другие операции должны быть произведены до калибровки.

Размеры отверстий, получаемые при калибровке, весьма стабильны, а сам процесс калибрования очень производительен. За один ход пресса могут быть откалиброваны все отверстия на детали как глухие, так и сквозные. В платине карманных и наручных часов одним штампом калибруется до 24 отверстий.

Процесс калибровки отверстий есть процесс зачистки поверхности, процесс снятия стружки пуансоном (фиг. 51). Пуансон должен иметь хорошо доведенную торцевую плоскость. Если на грани будут зазубрины или вырывы, то при калибровке образуется нарост металла и на поверхности отверстия появятся глубокие продольные риски. Нарост металла на пуансон происходит даже при хорошей отделке поверхности. Чтобы избежать нароста, в некоторых калибровочных штампах применяется принудительная смазка пуансонов (см. ниже).

Диаметр пуансона должен быть больше диаметра калибруемого отверстия на величину усадки отверстия.

Усадка отверстия происходит вследствие притупления края пуансона, который в этом случае не только срезает, но и изгибает волокна металла: Если отверстие пробивается пуансоном, то изгиб волокон металла проникает на значительную глубину и частично остается после калибрования.

Усадка отверстия зависит также и от неравномерности зачищаемого слоя по окружности.

Усадка отверстия определяется по формуле

$$D_{\text{пуан}} = D_{\text{отв}} + A.$$

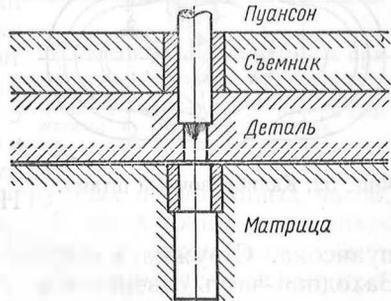
Для латуни A принимают $0,005 \div 0,015$ мм.

Конструкция калибровочных штампов. В калибровочном штампе (фиг. 52) пуансон и базирующие штифты расположены вместе со съемником в верхней плите, а калибруемая платина или мост устанавливается на матрицу в нижней плите с предварительной фиксацией по ловителю 2. При опускании ползуна 1 штифты 3 занимают место ловителей 2.

Таблица 7

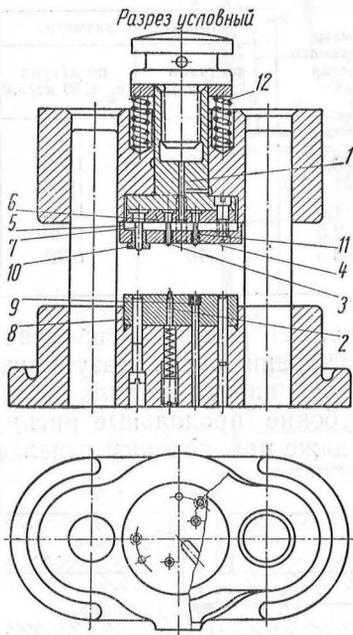
Припуски под калибровку отверстий в платинах и мостах

Диаметр калибруемого отверстия в мм	Припуск на диаметр	
	по стали $\sigma_b \geq 80 \text{ кг/мм}^2$	по латуни $\sigma_b \leq 50 \text{ кг/мм}^2$
0,25—0,50	0,08	0,05
0,50—1	0,12	0,08
1—1,5	0,18	0,12
1,5—2,5	0,25	0,20
2,5—3,5	0,40	0,30



Фиг. 51. Схема калибровки отверстий.

Преимущества этой конструкции состоят в том, что пуансоны 4 и базирующие штифты 3 расположены в съемнике 5 и пуансонодержателе 6, и тем самым соблюдена единая система базирования и калибрования. Такая конструкция обеспечивает не только получение межосевых расстояний с высокой степенью точности, но и равномерный съем припуска по окружности.



Фиг. 52. Калибровочный штамп.

В некоторых конструкциях калибровочных штампов штифты 3 располагаются в матрице нижней плиты вместо ловителей 2. В этом случае происходит отрыв установочной базы от пуансонов, что приводит к смещению всей системы пуансонов по отношению просверленных отверстий в детали и во многих случаях, ввиду малых припусков под калибровку, зачистка отверстий оказывается несовершенной.

В нижней плите штампа укреплена матрица 8 со втулками 9, служащими направлением для пуансонов, а также для отвода стружки в углубление нижней плиты. Иногда втулка 9 выступает из матрицы на высоту, равную глубине выточки в детали. Делается это для того, чтобы избежать прогиба деталей малой толщины (фиг. 53). Матрицы с лунками вместо втулок применяют в случаях, когда калибруемое отверстие имеет на выходе глубокую зенковку. Наличие стружки в лунке служит доказательством исправного действия пуансона. Стружка из лунок удаляется струей сжатого воздуха. Заходная часть отверстия во всех случаях калибрования не должна иметь зенковки. Ползун 1 (фиг. 52) направляется в неподвижном съемнике 5 колонками 7. В съемнике закреплены втулки 11, которые служат направлением для пуансонов. С применением втулок уменьшается расход самих съемников и, кроме того, повышается точность изготовления.

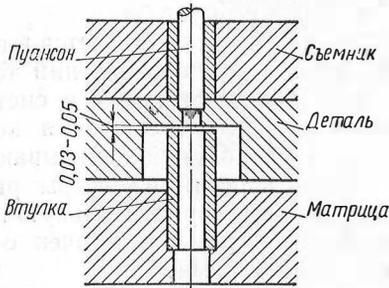
Когда диаметры отверстий малы, точность обработки их на координатно-разметочной машине на значительную глубину оказывается меньше точности отверстий под втулки. Если втулки изготовлять точно по биению и диаметрам, то износившиеся втулки удобно заменять, а съемник, как наиболее ответственная часть штампа, остается неизменной.

Для калибровки деталь надевается вручную на ловитель 2. Верхняя плита под действием пружины 12 вместе с ползуном 1, опускаясь вниз, перебазирует деталь с ловителя 2 на штифты 3. На следующем этапе опускается вниз один ползун по направляю-

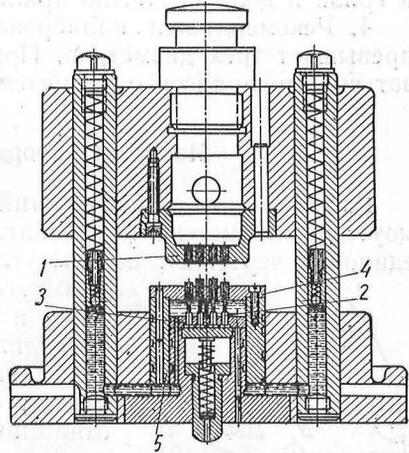
щим втулкам 10. Пуансоны обнажаются и входят в калибруемые отверстия. Съемник 5 прижимает в это время деталь к матрице.

На фиг. 54 показана конструкция калибровочного штампа с принудительной смазкой пуансонов, что уменьшает износ последних и предохраняет их от налипания стружки. В этой конструкции также соблюдена единая система базирования и калибрования.

Конструкция этого штампа несколько сложнее описанной выше, но в работе такой штамп более устойчив.



Фиг. 53. Направляющая втулка калибровочного штампа.



Фиг. 54. Калибровочный штамп с принудительной смазкой пуансонов:

1— матрица; 2— пуансоны; 3— пуансонодержатель; 4— съемник; 5— кольцо.

При калибровке платин и мостов наручных и карманных часов, когда отклонения межосевых расстояний не должны превышать 0,007 мм, а диаметров отверстий — 0,005 мм, пуансон должен быть так хорошо припасован по втулке съемника, что масло может протекать между ними лишь вследствие избыточного давления, создаваемого съемником в момент опускания верхней плиты. В штампе избыточное давление создается пружинами, установленными в масляном резервуаре колонок.

Чтобы повысить точность калибровки и увеличить стойкость штампа, в настоящее время платины и мосты калибруют 2 раза, а в отдельных случаях — 3 раза. Припуск на последнюю операцию назначается 0,01—0,015 мм на диаметр. Стойкость такого штампа до переточки достигает 80 000 ударов. Пуансоны и матрицы калибровочных штампов затачиваются установленными в верхней или нижней плите (без разборки).

Калибровочные штампы являются дорогим инструментом, и поэтому для эксплуатации их установлены следующие основные правила:

1. Детали, подлежащие калибровке, должны быть проверены на наличие в них всех калибруемых отверстий. Отверстия прове-

ряются калибром, состоящим из пластины и штифтов, на которые свободно надевается деталь. Если в детали окажется хотя бы одно отверстие непросверленным, деталь не может быть надета на штифты. Проверку также можно производить на проекторе.

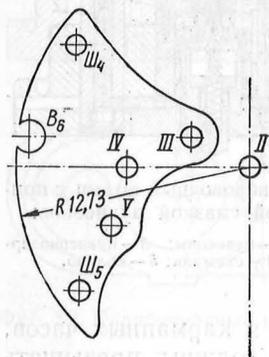
2. Детали устанавливаются на рабочие отверстия или по контуру, но без «качки».

3. Деталь должна быть тщательно очищена и промыта от стружки и грязи и должна плотно прилегать к матрице или съемнику.

4. Рекомендуется калибровать отверстия, высота которых не превышает трех диаметров. При большем соотношении может оказаться, что пуансон отклонится в сторону.

Измерение координат осей отверстий

Расположение осей отверстий в платинах и мостах задается в прямоугольной системе координат. Чтобы система обозначений была единой в чертежах, центры углублений задаются также в системе прямоугольных координат. Значения координат и радиусов углублений записываются в таблицу. Оси отверстий и центры радиусов, как проекции на горизонтальную плоскость, обозначаются номерами точек с соответствующими индексами.



Фиг. 55. Координаты отверстий ангренажного моста часов «Победа».

№№ точек	Координаты точек	
	X	Y
II	100	100
III	96,565	101,394
IV	93,500	100
V	92,825	96,804
Ш ₄	90,640	106,5
Ш ₅	90,750	93,400
B ₆	87,845	101,500

натно-измерительной машине модели P-324 фирмы Гаузер.

Цена деления отсчетных устройств перечисленных машин составляет 0,001 мм.

Универсальный измерительный микроскоп УИМ-1 для измерения координат применяется сравнительно редко. Объясняется это тем, что у этого микроскопа отсутствуют круглый поворотный стол и головка двойного изображения.

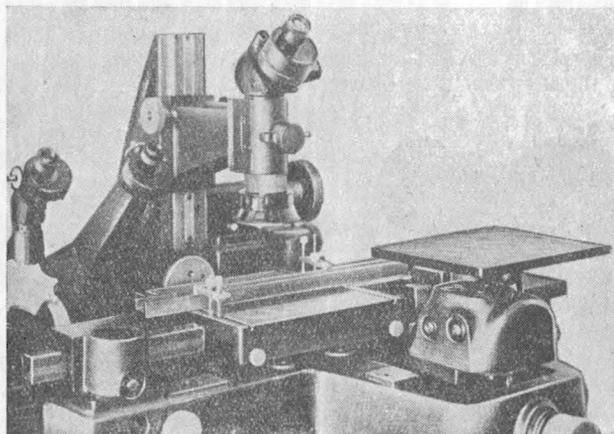
Значения $x = 100$ мм, $y = 100$ мм приняты в часах для оси центрального колеса или для осей минутной и часовой стрелок. При этом значения x и y любой точки измеряемой детали часов всегда будут положительными, т. е. деталь часов всегда располагается в первой четверти координат.

На фиг. 55 показано положение ангренажного моста часов с таблицей значений координат основных точек. Диаметры отверстий мостов и платин измеряют гладкими калибрами-пробками или на инструментальных микроскопах. Координаты осей отверстий измеряют на универсальном измерительном микроскопе УИМ-1 (фиг. 56), координатно-расточной машине модели 1 и 2А фирмы Гаузер (Швейцария) и на координатно-измерительной машине модели P-324 фирмы Гаузер.

Координаты на деталях часов измеряются преимущественно на координатно-разметочной машине модели 1 фирмы Гаузер, Швейцария (фиг. 57).

Предел перемещения по этой машине $100 \text{ мм} \times 100 \text{ мм}$.

На нижнем шпинделе машины сверху закреплена трехрулачковая планшайба диаметром 120 мм , а внизу диск с угловыми делениями и нониусом, позволяющим отсчитывать угловые перемещения с



Фиг. 56. Универсальный микроскоп УИМ-1.

точностью $2'$. Детали на этой машине устанавливаются с точностью $0,002 \text{ мм}$. В последних моделях машины № 1 точность отсчета повышена до $5''$.

В приборе для измерения координат модели Р-324 (фиг. 58) салазки перемещаются посредством зубчатой передачи и рейки. Микрометрические пары отсутствуют. Координаты измеряются двумя боковыми микроскопами с сетками (фиг. 59). Центральный микроскоп сменный, с увеличением $35\times$ и $45\times$.

Деталь устанавливается или на плоском столе, имеющем независимые координатные перемещения, или на поворотном столе с ценой деления по нониусу $5''$ (фиг. 60).

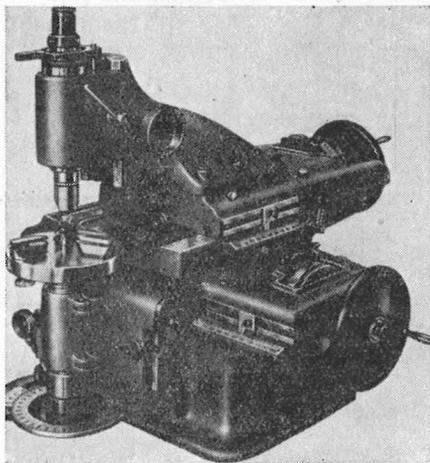
Точность установки детали на этой машине лежит в пределах $0,002 \text{ мм}$.

Измерение координат точек детали на машинах № 1 и приборе Р-324 состоит из установки детали на столе машины, наводки (визирования) на центр измеряемого отверстия, записи значений измеренных координат и вычисления отклонений координат точек.

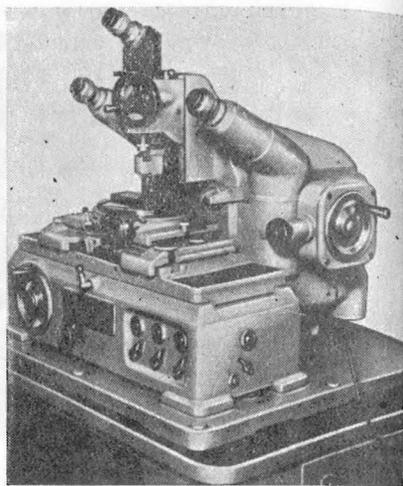
На столе прибора деталь устанавливается в позицию измерения или центрированием и последующим фиксированием или установкой по двум отверстиям.

По первому методу ось одного отверстия 1 (центрирующего) детали совмещают с центром перекрестия сетки микроскопа и закрепляют деталь на предметном столике. Центр этого столика должен быть совмещен с центром перекрестия сетки микроскопа, а салазки машины установлены в среднее положение.

Ось второго отверстия 2 (фиксирующего) совмещают с центром перекрестия сетки микроскопа перемещением салазок соответственно



Фиг. 57. Координатно-разметочная машина модели 1 фирмы Гаузер.



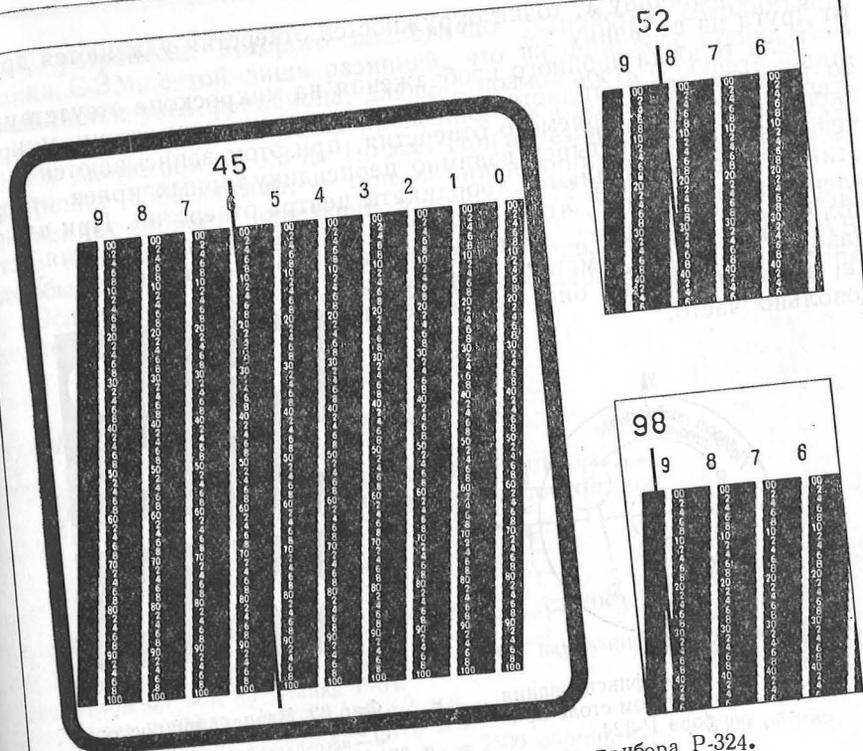
Фиг. 58. Прибор для измерения координат модели P-324 фирмы Гаузер.

координатам x_2y_2 фиксирующей точки и поворотом предметного столика, из положения 1' в положение 2. В таком положении столик закрепляется (фиг. 61).

Наводка (визирование) на центр измеряемого отверстия может осуществляться несколькими методами в зависимости от устройства микроскопа. Более производительным и точным является метод совмещения двух изображений, выполняемый при помощи окулярной головки двойного изображения.

Метод состоит в следующем. Если оптическая ось микроскопа не совпадает с осью отверстия в детали, то при наведении поля микроскопа головки на отверстие в поле зрения микроскопа будут видны два одинаковых по величине отверстия (фиг. 62, а).

В таком случае салазки машины перемещают до тех пор, пока оба круглые отверстия совместятся, а треугольные примут форму звездочки (фиг. 62, б.) Это означает, что оптическая ось микроскопа совмещена с осью измеряемого отверстия. Наводка на центр по такому методу получается более точной, чем наводка по другим методам, потому что исключается влияние толщины штриха сетки микроскопа и, при смещении оси отверстия от оптической оси микро-



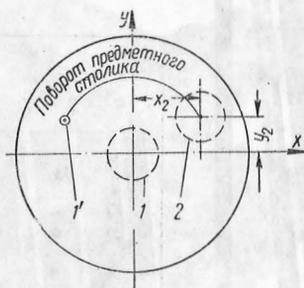
Фиг. 59. Сетки боковых микроскопов прибора Р-324.



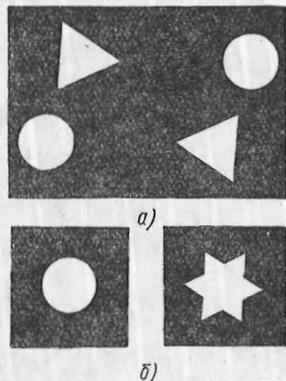
Фиг. 60. Круглый стол для установки деталей при измерении на приборе Р-324.

скопа на величину x , точки окружностей отверстия удаляются друг от друга на величину $2x$.

Если головка двойного изображения на микроскопе отсутствует, то наводка осуществляется наведением перекрестия сетки микроскопа на край измеряемого отверстия, при этом записываются значения координат четырех взаимно перпендикулярных краев отверстий, а затем вычисляются координаты центра отверстия. При вычислении предполагают, что каждая координата центра отверстия есть полусумма координат соответствующих краев отверстия. Хотя наводка по такому методу и трудоемка, но на практике она применяется довольно часто.



Фиг. 61. Схема фиксирования точки на круглом столе прибора Р-324.



Фиг. 62. Наводка микроскопа;

а — несовпадение оптической оси микроскопа с осью отверстия;
б — совпадение оптической оси микроскопа с осью отверстия.

После записей значений фактических координат вычисляют отклонения (Δx ; Δy) по формуле

$$\Delta x = x_{\text{ном}} - x_{\text{факт}}; \quad \Delta y = y_{\text{ном}} - y_{\text{факт}}$$

где $x_{\text{ном}}$, $y_{\text{ном}}$ — номинальные значения координат точек.

Точность измерения координат зависит от точности машины, точности установки и точности отсчета. Можно считать, что погрешность измерения с помощью головки двойного изображения на одной из упомянутых машин не превышает 2 мк.

Нарезание резьбы

В платине часов имеется несколько отверстий с резьбой под винты для крепления механизма часов к корпусу, циферблата к платине и в некоторых конструкциях часов для крепления мостов к платине.

Обычно резьбы нарезают на последних операциях обработки платины для того, чтобы предохранить резьбовые отверстия от засорения на промежуточных операциях. Резьбы нарезают на станке

Р-54, устройство которого аналогично устройству сверлильного станка С-3М, с той лишь разницей, что на шпинделе станка Р-54 добавляется узел фрикциона, дающий возможность сообщать шпинделю станка правое и левое вращение. На станке можно нарезать резьбу диаметром от 0,3 до 1,5 мм. При нарезании резьбы шпиндель совершает 2500 об/мин, а при вывинчивании — 3600 об/мин, что составляет скорость нарезания v от 2,5 до 12,5 м/мин.

В приложении 5 дана таблица скоростей резания при нарезке резьбы метчиками по латуни ЛС63-3 и плашками по стали У7АВ.

Основное технологическое время при нарезании резьбы определяется по формуле

$$T_o = \frac{L}{s \cdot n_p},$$

где L — длина прохода метчика в мм;

s — шаг резьбы в мм;

n_p — число оборотов шпинделя в минуту.

Время на вывинчивание или на холостой ход

$$T_{x.x} = T_o \cdot \frac{n_p}{n_{x.x}},$$

где n_p , $n_{x.x}$ — по паспортным данным станка.

Пример. Подсчитаем машинное время нарезания в платине отверстия диаметром 0,7 мм на станке Р-54.

Длина прохода метчика $L = 3,2$ мм.

По нормали на резьбу $s = 0,175$ мм.

По паспортным данным станка $n_p = 2500$ об/мин; $n_{x.x} = 3600$ об/мин.

$$T_o = \frac{3,2}{2500 \cdot 0,175} = 0,007 \text{ мин.};$$

$$T_{x.x} = T_o \frac{2500}{3600} = 0,005 \text{ мин.};$$

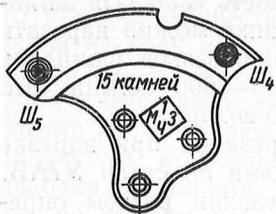
$$T_{\text{маш}} = T_o + T_{x.x} = 0,007 + 0,005 = 0,012 \text{ мин.}$$

Припуск под нарезание резьбы в платине принимают равным 20—30% номинального диаметра резьбы. Так, например, для нарезания резьбы М0,5 отверстия сверлят диаметром 0,4 мм, для резьбы М0,7 отверстия сверлят диаметром 0,55 мм, для резьбы М1 отверстие сверлят диаметром 0,70 мм.

КЛЕЙМЕНИЕ И АЖУРОВАНИЕ

Клеймение или нанесение цифр, надписей и товарных знаков на мостах часов (фиг. 63) производится гравированием на пантографе или на другом каком-либо станке или (чеканкой) штампом на прессе. Наиболее производительным методом является чеканка, но грани чеканных знаков или цифр нечетки, а детали с ослабленным сечением во время чеканки деформируются. В мелкосерийном производстве цифры и надписи наносятся на пантографе. В массовом

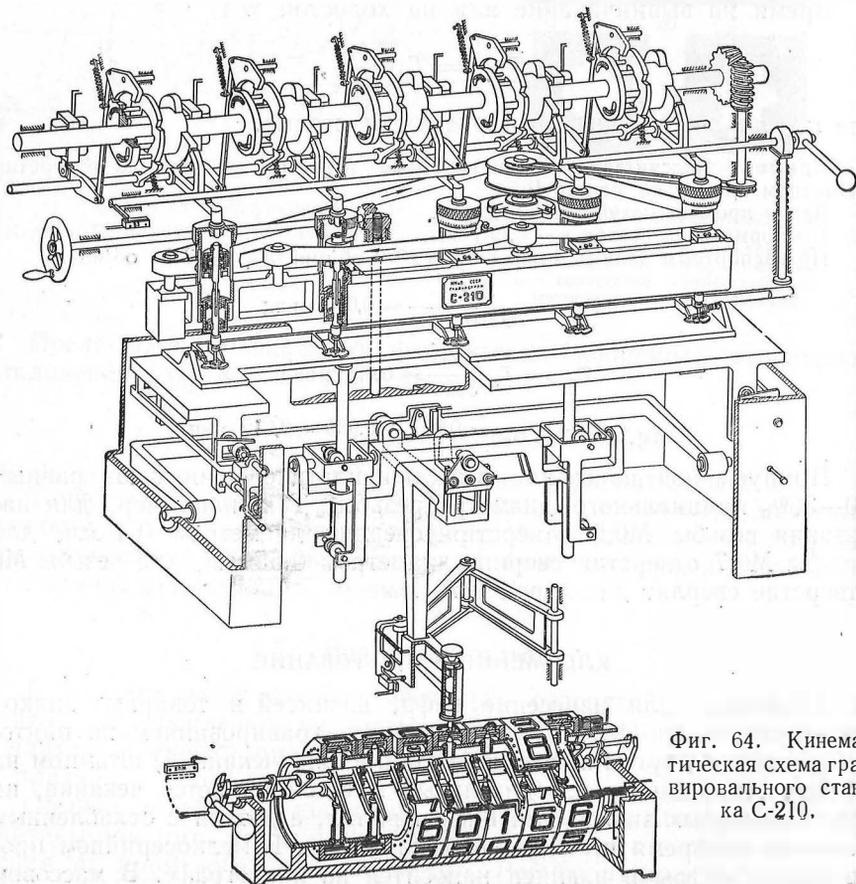
производстве для этой цели применяют станки С-50 (описание дано выше) и С-210. На станке С-50 автоматически гравироваются постоянные надписи и знаки. На станке С-210 (Фиг. 64) можно гравировать как постоянные, так и переменные знаки и не только на плоскости, но и на цилиндрической поверхности.



Фиг. 63. Гравированные знаки на ангренажном мосте часов «Победа».

На станке установлено пять высокоскоростных шпинделей, в нижней части которых закреплены гравировальные штихели. Шпиндели расположены фронтально. Шпиндельный блок прикреплен неподвижно к тумбе станка. Столу станка с заготовками сообщают движения в горизонтальной плоскости,

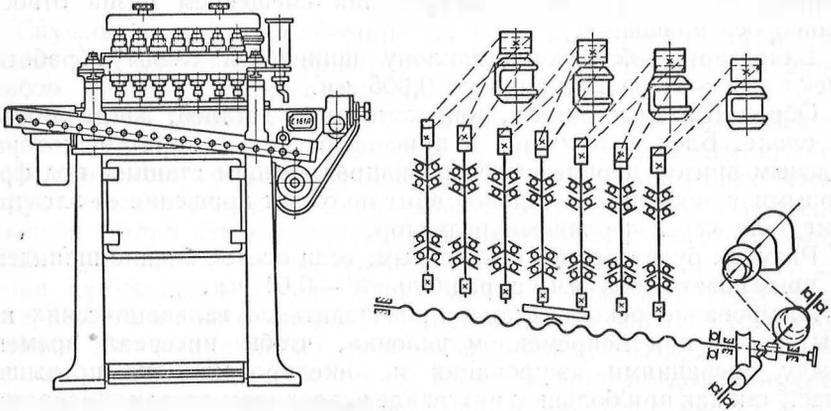
Штихели врезаются опусканием шпинделей. Ниже стола размещен копировальный шаблон и шуп. На деталях гравировются надписи



Фиг. 64. Кинематическая схема гравировального станка С-210.

в 5 и до 50 раз меньше надписей шаблона. Щуп передвигается вручную по пазам шаблона. Размер поля шаблона постоянен; изменяются плечи рычагов. Штихели врезаются в деталь автоматически в конце опускания щупа в паз шаблона. Выход штихелей происходит вслед за подъемом щупа из шаблона.

Постоянные знаки, цифры и буквы гравировать на пяти деталях одновременно, а переменные — последовательно. Например, требуется выгравировать на пяти деталях очередные номера 21253, 21254, 21255, 21256, 21257. Постоянными будут первые четыре



Фиг. 65. Общий вид и кинематическая схема ажуровочного полуавтомата С-161А.

цифры 2125, а переменными последние — 3, 4, 5, 6, 7. Первые четыре постоянные цифры выгравировать одновременно на пяти деталях, а пятые цифры будут гравировать последовательно, на каждой детали. Для последовательного гравирования на станке вместо шаблона устанавливают семизначный копир-нумератор.

Техническая характеристика станка С-210

Число шпинделей	5
Число одновременно обрабатываемых деталей	5
Число оборотов шпинделя в минуту	15 000
Наибольший диаметр режущего инструмента в мм	2,5
Наибольшая глубина резания в мм	1
Наибольшее поле шаблона в мм	170 × 65
Масштабы копирования	От 1:5 до 1:50
Наибольшие размеры обрабатываемого изделия (диаметр × высота) в мм	60 × 60
Примерная производительность шт. в смену	2500

А ж у р о в а н и е или наведение рисунка на латунные детали часов производится на специальных станках до или после гальванических покрытий.

На фиг. 65 показан семишпиндельный ажуровочный полуавтомат С-161А для нанесения прямолинейных полос рисунка. На нижних концах шпинделей этого станка, вращающихся со скоростью

12 000 об/мин, укреплены резцы. Деталь закреплена на каретке, которая перемещается под резцами.

Направление движения детали в плане составляет угол с направлением ряда шпинделей. Резцы вступают в работу последовательно. Каждый резец оставляет на детали полосу ажуровки.

Один электродвигатель посредством ременной передачи вращает два фрезерных шпинделя. Подача шпинделя равна $0,007—0,05$ мм/об или $200—600$ мм/мин.

Ширина ажурования определяется смещением шпинделей, а ширина отдельной полосы ажурования смещением резца относительно оси вращения.

Благодаря небольшому наклону шпинделей следы обработки имеют вид желоба глубиной до $0,005$ мм.

Обрабатываемые детали, или комплекты деталей, закрепляются на блоке. Блок зажимается в приспособлении — каретке, которая ходовым винтом перемещается по направляющим станины под фрезерными шпинделями. Ходовой винт получает вращение от электродвигателя через червячный редуктор.

Рисунок будет четким и красивым, если осевое биение шпинделя не превышает $0,005$ мм, а радиальное — $0,01$ мм.

Ажурование рекомендуется производить до гальванических покрытий, но при обязательном условии, чтобы интервал времени между операциями ажурования и никелирования не превышал 2 час., так как при большем интервале поверхность детали окисляется, темнеет и теряет свой красивый вид.

Ажурование после гальванического покрытия нередко приводит к разрыву пленки никеля и появлению желтых полос, которые служат очагом коррозии. Иногда разрыв пленки никеля незаметен невооруженным глазом, тем не менее деталь через некоторое время покрывается налетом коррозии.

ГЛАВА VII

ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ СПУСКОВОГО РЕГУЛЯТОРА

Спусковой регулятор состоит из узла анкерного хода и узла баланса. К деталям анкерного хода относятся анкерное колесо с трибом, анкерная вилка с палетами, копьем и осью.

К деталям баланса относятся баланс с осью и винтами, волосок с колодкой и колонкой и двойной ролик с импульсным камнем.

В современных конструкциях карманных и наручных часов, выпускаемых отечественной промышленностью, анкерное колесо и анкерная вилка изготавливаются из высокоуглеродистой стали марки У10А, а палеты — из синтетического темнокрасного рубина, для копья применяется латунь марки ЛС63-3; анкерный триб и ось анкерной вилки изготавливаются также из стали марки У10А. Обод баланса изготавливается из нейзильбера марки МНЦС 63-17-18-2, так как обод баланса из латуни с течением времени деформируется в большей степени, чем из нейзильбера, и тем самым вносит дополнительную погрешность в точность хода часов.

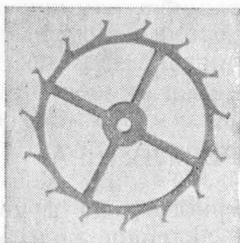
Волосок изготавливается из специального никелевого сплава, с очень малым температурным коэффициентом. Температурный коэффициент характеризует способность волоска сохранять стабильность момента при изменении температуры. Температурный коэффициент применяемого сплава равен 0,3—0,5 сек. на 1°C , т. е. при изменении температуры окружающей среды на 1°C точность хода часов, вследствие изменения момента волоска, может изменяться на 0,3—0,5 сек. в сутки.

АНКЕРНОЕ КОЛЕСО

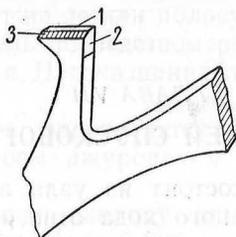
К анкерному колесу (фиг. 1) предъявляются высокие требования к чистоте обработки рабочих поверхностей зуба, соблюдению геометрии зуба и минимальному биению по наружному диаметру. Профиль зуба получен при графическом построении хода. Наружная плоскость зуба 1 называется плоскостью импульса, а внутренняя плоскость зуба 2 — плоскостью покоя (фиг. 2).

Плоскость импульса и плоскость покоя являются рабочими плоскостями колеса, взаимодействующими с плоскостями палет того же наименования. Чистота поверхности этих плоскостей должна соответствовать 11—12-му классу. Чтобы облегчить процесс доводки плоскости 1, а также улучшить условия взаимодействия колеса с палетами, с боковой стороны зуба снимают фаску 3, равную 0,6 толщины колеса.

По условиям работы анкерного хода окружной шаг зуба и длина импульсной плоскости должны быть обработаны с допуском

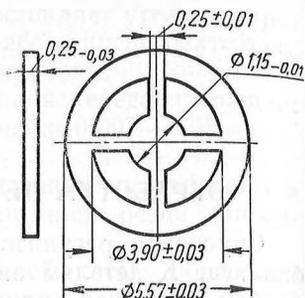


Фиг. 1. Анкерное колесо.



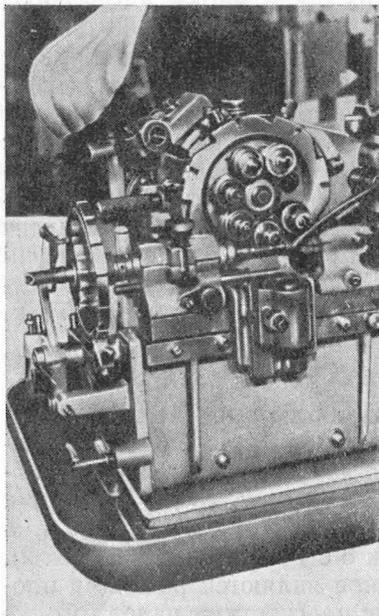
Фиг. 2. Зуб анкерного колеса:

1 — плоскость импульса;
2 — плоскость покоя;
3 — фаска.



Фиг. 3. Заготовка анкерного колеса.

0,005—0,01 мм, а биение зуба по наружному диаметру относительно цапф триба не должно превышать 0,01 мм.



Фиг. 4. Станок С-109 для фрезерования зубьев анкерных колес.

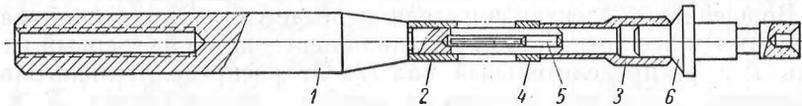
Технология обработки анкерных колес состоит из вырубki заготовки, фрезерования зубьев, пробивки центрального отверстия, закалки и отпуска, шлифования и полировки плоскости и, наконец, шлифования и доводки плоскостей импульса и покоя.

Заготовку колеса вырубают из полированной стальной ленты (фиг. 3) штампом (см. фиг. 21, глава третья). Зубья колес фрезеруют на семишпиндельном фрезерном полуавтомате С-109 (фиг. 4).

Перед фрезерованием зубьев заготовки колес омедняют. Слой меди на двух поверхностях служит как бы прокладкой между колесами и улучшает условия резания. Практически установлено, что после омеднения чистота поверхности фрезерованных колес повышается на один класс и соответствует 7-му классу, а стойкость фрезы повышается в 1,5—2 раза и равна в среднем 350 мин. машинного времени. Заготовки набираются на секторную оправку (фиг. 5) по 50 шт. и закрепляются

в центрах делительного механизма станка.

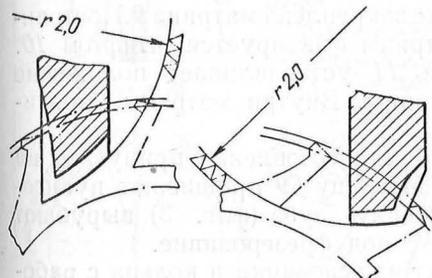
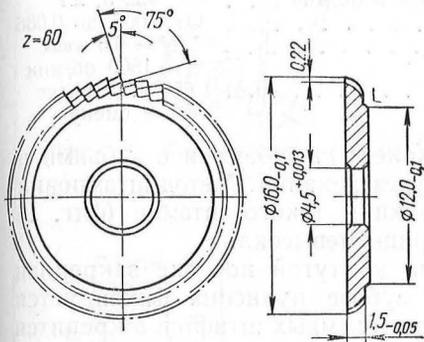
На каждом шпинделе станка С-109 укреплен мелкозубая фасонная фреза, габариты и профиль зуба которой приведены на фиг. 6. Порядок образования профиля зуба колеса показан на фиг. 7.



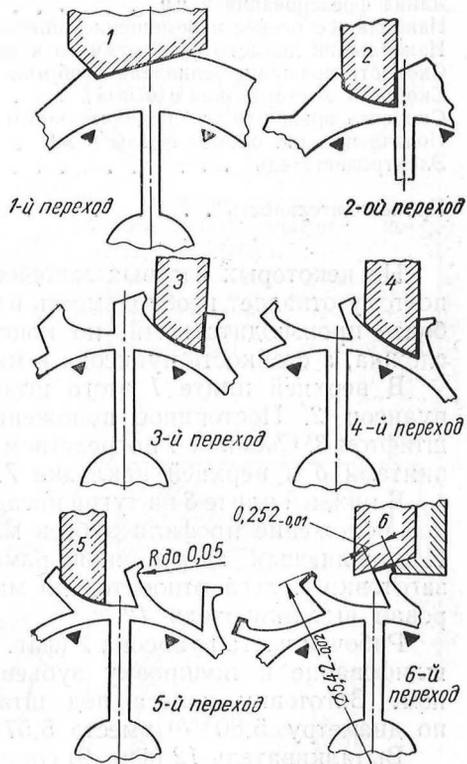
Фиг. 5. Оправка для фрезерования зубьев анкерного колеса:

1 — оправка; 2 — кольцо; 3 — прижим; 4 — шайба; 5 — вкладыш; 6 — державка.

Припуск под фрезерование анкерного колеса часов «Победа» равен 0,15 мм на диаметр, а допуск 0,02—0,03 мм. За 1-й, 2-й и 3-й переходы производится черновое фрезерование профиля зуба



Фиг. 6. Мелкозубая дисковая фреза фасонного профиля.



Фиг. 7. Последовательность переходов фрезерования зубьев анкерного колеса.

и за 4-й, 5-й, 6-й — чистовое¹. За 6-й переход составной фрезой на чисто фрезеруются профиль плоскости импульса и пятки зуба.

¹ 7-й шпиндель станка свободен.

Такое фрезерование происходит без заусенцев на пятке зуба. За каждый переход одной фрезой нарезаются все зубья колеса, после чего барабан поворачивается.

Кинематическая схема станка С-109 приведена на фиг. 8.

Вращение от электродвигателя передается на приводной вал I (фиг. 8) и далее посредством ременной передачи на фрезерный шпиндель I и распределительный вал II. От распределительного вала движения передаются на делительный механизм станка 2 и на каретку 3. Станок имеет устройство для переключения шпиндельного барабана. Каждый шпиндель имеет регулировочное устройство для установки фрезы в определенное положение относительно оправки с заготовками.

Техническая характеристика станка С-109

Длина фрезерования в мм	От 5 до 30
Наибольшее осевое перемещение шпинделя в мм	10
Наибольший диаметр фрезеруемого колеса в мм	15
Скорость вращения шпинделя в об/мин	1770
Скорость фрезерования в м/мин	90
Скорость вращения распределительного вала в об/мин	4,2; 3; 2,1
Подача на один оборот фрезы в мм	От 0,008 до 0,086
Электродвигатель	$N = 0,5$ квт; $n = 1500$ об/мин
Производительность	650—750 колес в смену

На некоторых часовых заводах колеса вырубаются с зубьями и поэтому отпадает необходимость их фрезерования. Метод штамповки более производительный, но конструкция такого штампа (фиг. 9) сложна, а стойкость пуансона и матрицы невысока.

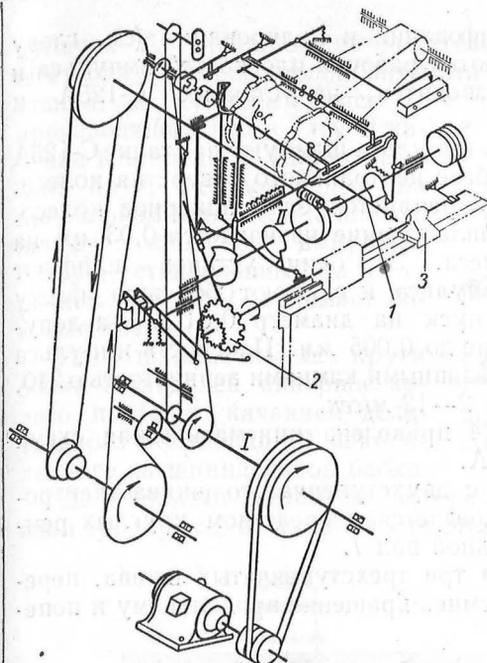
В верхней плите 1 этого штампа на тугой посадке закреплен пуансон 2. Постоянное положение зубьев пуансона фиксируется штифтом 3. Съемник 4 посредством трех съемных штифтов 5 крепится винтами 6 к верхней накладке 7.

В нижней плите 8 на тугой посадке закреплена матрица 9. Постоянное положение профиля зубьев матрицы фиксируется штифтом 10. Направляющая загрузочная рамка 11 устанавливает положение заготовки колеса относительно матрицы. Внутри матрицы смонтирован выталкиватель 12.

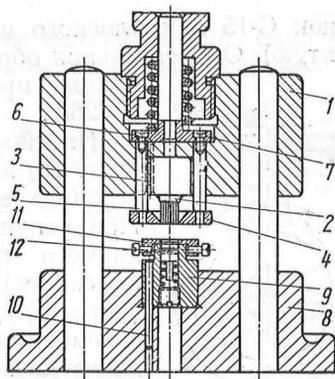
Рабочая часть пуансона 2 (фиг. 10, а) изготовлена с припуском на шлифование и полировку зубьев. Матрицу 9 прошивают пуансоном. Заготовку колеса под штамповку зуба (фиг. 3) вырубает по диаметру $5,80 \pm 0,03$ вместо $5,57 \pm 0,03$ под фрезерование.

Выталкиватель 12 (фиг. 9) состоит из основания и кольца с рабочим контуром, пригнанным по скользящей посадке с контуром матрицы (фиг. 10, б).

Центральное отверстие у анкерного колеса (фиг. 11) пробивается штампом. Базой служит наружный диаметр зубьев. Допуск по диаметру отверстия равен $0,005$ мм. Биение по наружному диаметру допускается до $0,015$ мм. После пробивки отверстия колесо проходит закалку и отпуск на твердость $R_C = 53 \div 55$, а затем поступает на

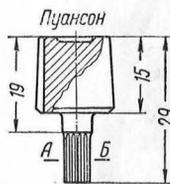
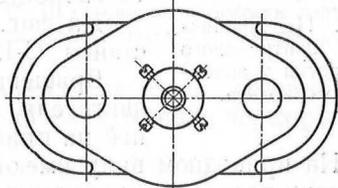


Фиг. 8. Кинематическая схема станка С-109.

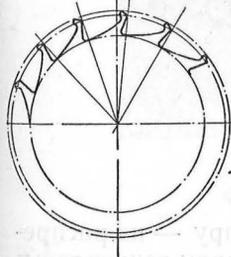


Фиг. 9: Общий вид штампа для обрубки зубьев анкерного колеса:

1 — верхняя плита; 2 — пуансон; 3 — штифт; 4 — съёмник; 5 — штифт; 6 — винт; 7 — накладка; 8 — нижняя плита; 9 — матрица; 10 — штифт; 11 — направляющая рама; 12 — выталкиватель.

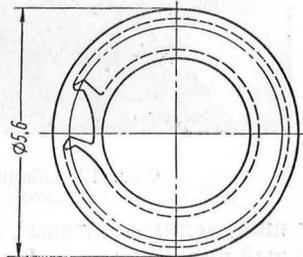
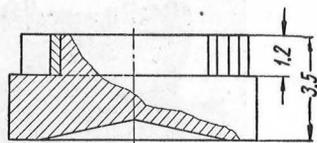
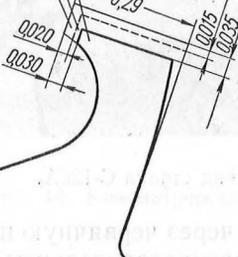


Разрез по АБ



а)

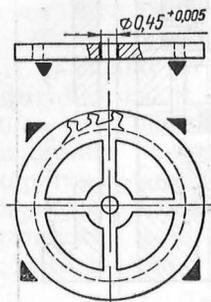
Допуск
Припуск на шлифовку
Окантательный профиль зуба



б)

Фиг. 10. Детали штампа для обрубки анкерного колеса:
а — пуансон; б — выталкиватель (составной).

станок С-15 для плоского шлифования и полирования (см. главу девятую). Окончательная обработка рабочих плоскостей импульса и покоя производится на станках С-125А и С-126А.



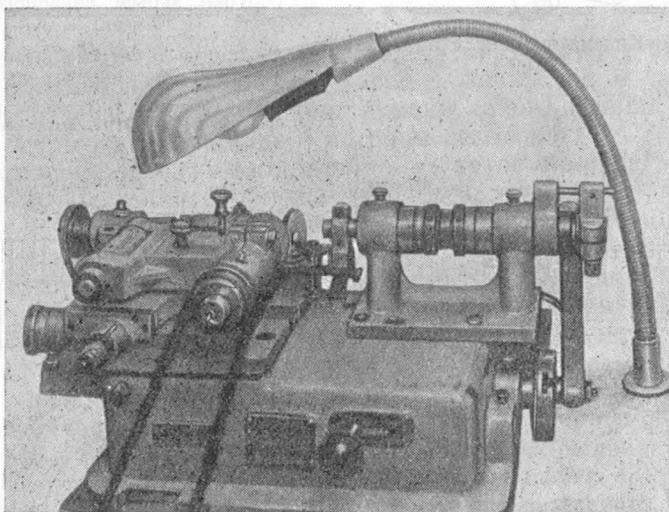
Фиг. 11. Пробивка центрального отверстия у анкерного колеса.

Плоскость импульса шлифуют на станке С-125А (фиг. 12) на базе центрального отверстия колеса. В оправке закрепляется одно анкерное колесо. Припуск на шлифование назначается 0,03 мм на диаметр колеса. За один установ шлифуют плоскость импульса и снимают боковую фаску (фиг. 13). Допуск на диаметр 0,01 мм, а допускаемое биение до 0,005 мм. Плоскость импульса шлифуют абразивными камнями зернистостью 240, со скоростью 2—12 м/сек.

На фиг. 14 приведена кинематическая схема станка С-125А.

Вращение с двухступенчатого шкива электродвигателя передается посредством круглых ремней на приводной вал I.

На приводном валу имеются три трехступенчатых шкива, передающих посредством круглых ремней вращение продольному и попе-



Фиг. 12. Общий вид станка С-125А.

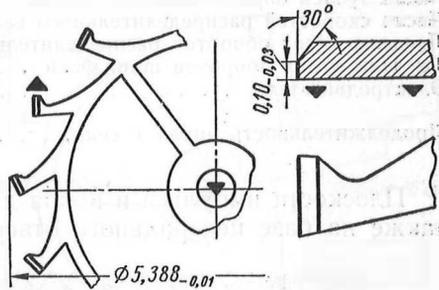
речному шпинделям-квиллам¹, а через червячную пару — на распределительный вал II станка. На распределительном валу закреплены:

¹ Квилл — широко применяемый в часовом производстве переносной шпindelъ, смонтированный в тмсте с подшипниками скольжения во втулке, вращение которому сообщается с торца.

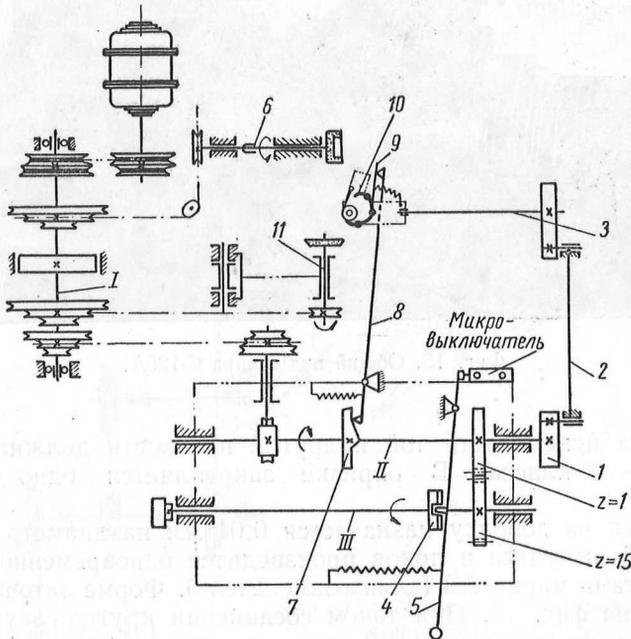
кулачок 7, управляющий делительным механизмом 10, однозубая шестерня z_1 , управляющая автоматическим выключением (остановом) станка, и кулисный диск 1, производящий через тягу 2 качание шпинделя 3. Шлифовальный круг, установленный на продольном шпинделе-квилле 6, шлифует плоскости импульса, а круг, установленный на поперечном квилле 11, снимает боковые фаски.

Под шлифовальные круги обоих шпинделей анкерное колесо подается качанием делительного механизма 10, закрепленного на шпиндельной бабке.

Делительный механизм поворачивается на одно деление (на один зуб колеса) от кулачка 7 распределительного вала через рычаги



Фиг. 13. Шлифование плоскости импульса зуба анкерного колеса и снятие фаски.



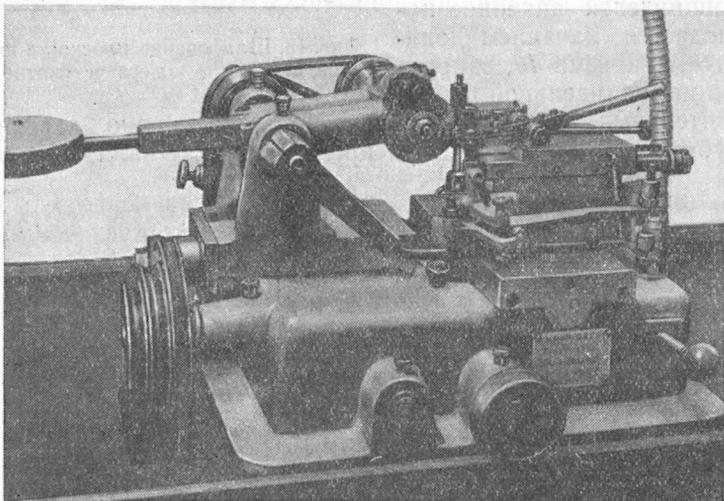
Фиг. 14. Кинематическая схема станка С-125А.

8 и 9. По окончании цикла обработки, т. е. когда однозубое колесо z_1 повернет колесо z_{15} на один оборот, муфта 4, посаженная на валу III, отведет рукоятку 5 вправо и микровыключатель выключает электродвигатель. Станок останавливается.

Техническая характеристика станка С-125А

Наибольший диаметр обрабатываемого колеса в мм	15
Число зубьев обрабатываемого колеса	15
Число скоростей распределительного вала	6
Пределы чисел оборотов распределительного вала в минуту	24,7 - 32
Пределы чисел оборотов шпинделей	1150—4420
Электродвигатель	$N = 0,25$ квт; $n = 1500$ об/мин
Продолжительность цикла в сек.	6,8 - 36,4

Плоскости импульса и покоя доводят на станке С-126А (фиг. 15) также на базе центрального отверстия колеса.



Фиг. 15. Общий вид станка С-126А.

Чистота поверхности той и другой плоскости должна быть не ниже 12-го класса. В оправке закрепляется одно анкерное колесо.

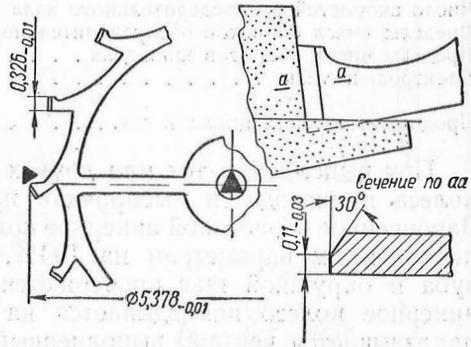
Припуск на доводку назначается 0,01 мм на диаметр. Доводка плоскостей импульса и покоя производится одновременно абразивными кругами марки АЗ (алмазозамениТЕЛЬ). Форма заточки кругов показана на фиг. 16. При таком соединении кругов заусенцы на грани зуба не образуются. Допуск на диаметр равен 0,01 мм, а биение не должно превышать 0,005 мм.

Кинематическая схема станка С-126А приведена на фиг. 17. Вращение с двухступенчатого шкива электродвигателя передается посредством круглых ремней на приводной вал I. На приводном валу установлены трехступенчатые шкивы, передающие посредством круглых ремней вращение на шпиндель (квилл) и через чер-

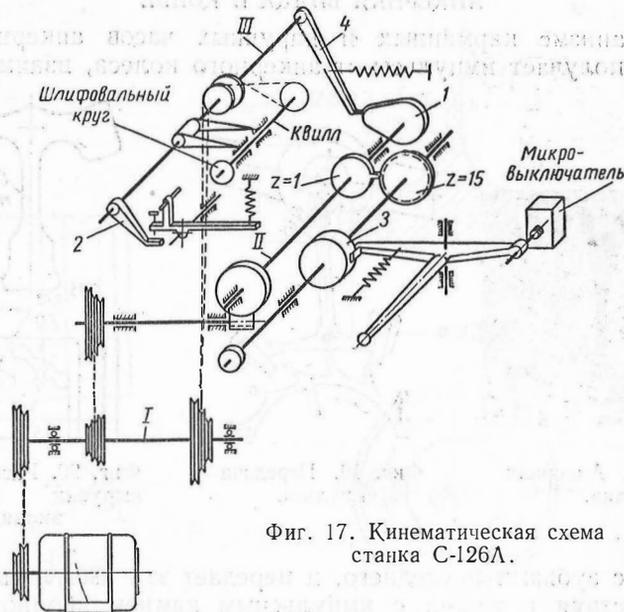
вячную пару на распределительный вал станка *II*. На распределительном валу закреплены: однозубое колесо z_1 , управляющее автоматическим остановом станка, и кулачок *1*, производящий качание шпинделя-квилла, т. е. подвод и отвод круга от обрабатываемого колеса.

Шпиндель-квилл, несущий доводочные круги АЗ, под действием качающихся рычагов, закрепленных на вспомогательном валу *III*, периодически опускается вниз и осуществляет одновременно доводку плоскостей импульса и покоя (фиг. 16).

Рычаг *2*, закрепленный на вспомогательном валу, управляет делительным механизмом. Поворот вспомогательного вала на угол происходит от рычага *4* и



Фиг. 16. Доводка плоскостей импульса и покоя зуба анкерного колеса.



Фиг. 17. Кинематическая схема станка С-126А.

кулачка *1*, сидящего на распределительном валу. Как и в станке С-125А, однозубое колесо z_1 по окончании цикла обработки поворачивает зубчатое колесо z_{15} на полный оборот, и муфта *3* выключает станок.

Техническая характеристика станка С-126А

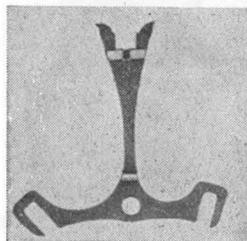
Наибольший диаметр обрабатываемого колеса	15
Число зубьев обрабатываемого колеса	15
Число скоростей распределительного вала	6
Пределы чисел оборотов распределительного вала в минуту	18,2—85,5
Пределы чисел оборотов шпинделя	1150—4420
Электродвигатель	$N = 0,25$ квт; $n = 1500$ об/мин
Продолжительность цикла в сек.	10,5—49,5

При выполнении тех или других операций обработки анкерного колеса производится выборочная проверка по каждой операции. Законченное обработкой анкерное колесо дополнительно проверяется по основным параметрам на 100%. Наружный диаметр, профиль зуба и окружной шаг проверяются на проекторе. Для проверки анкерное колесо накладывается на стол проектора, а на экран накладывается чертеж, выполненный на стекле.

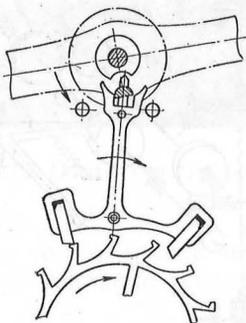
Биение колеса проверяется по аналогии с проверкой модульных колес на индикаторном приборе. Чистота поверхности в цеховых условиях проверяется визуально лупой 5× и 10× или на микроскопе с увеличением 16—32×.

АНКЕРНАЯ ВИЛКА И КОПЬЕ

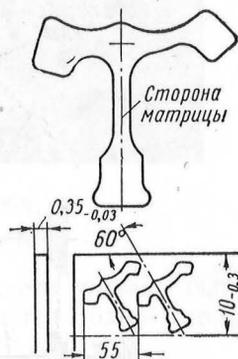
В механизме карманных и наручных часов анкерная вилка (фиг. 18) получает импульсы от анкерного колеса, взаимодействуя



Фиг. 18. Анкерная вилка.



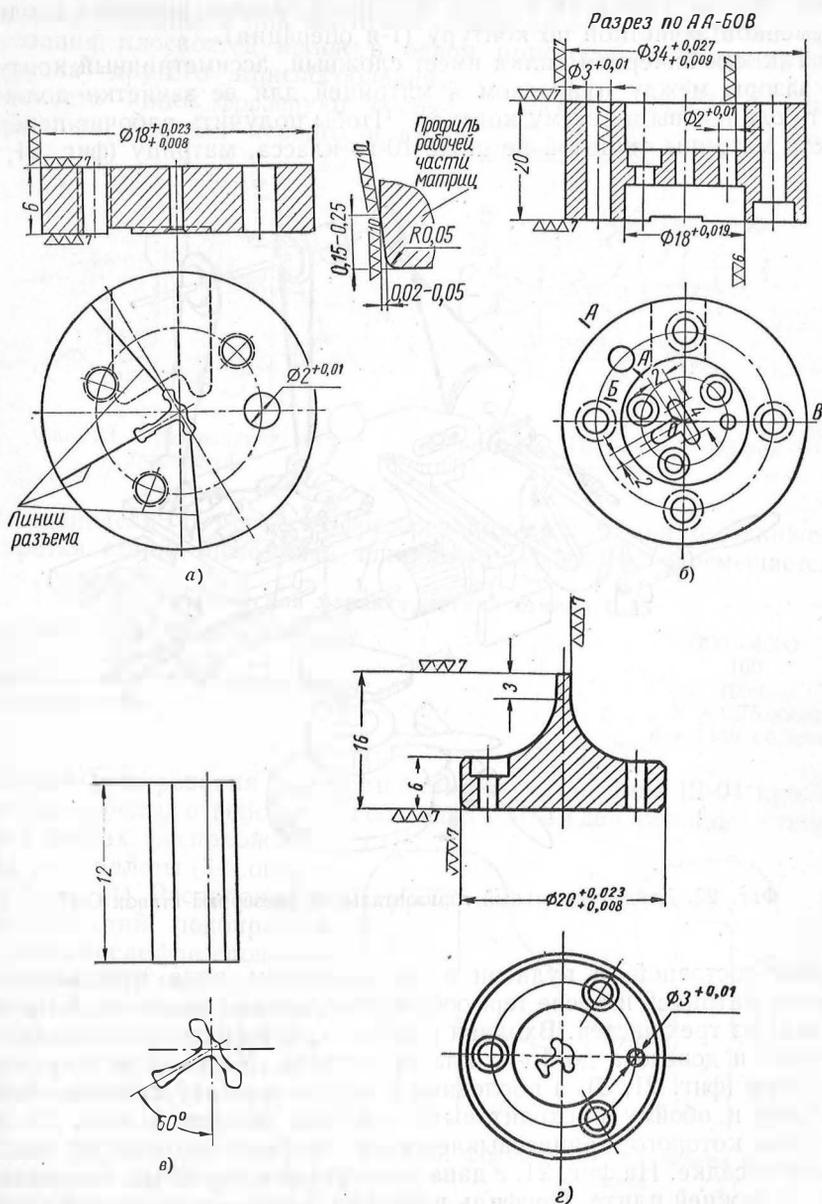
Фиг. 19. Передача импульса.



Фиг. 20. Раскрой для вырубki анкерной вилки.

палетами с зубьями последнего, и передает эти импульсы балансу, взаимодействуя рожками с импульсным камнем двойного ролика баланса (фиг. 19).

Чтобы взаимодействие хода и баланса было правильным, пазы под палеты и под импульсный камень должны быть не только точны по ширине, но и должны быть точно расположены относительно оси отверстия вилки.

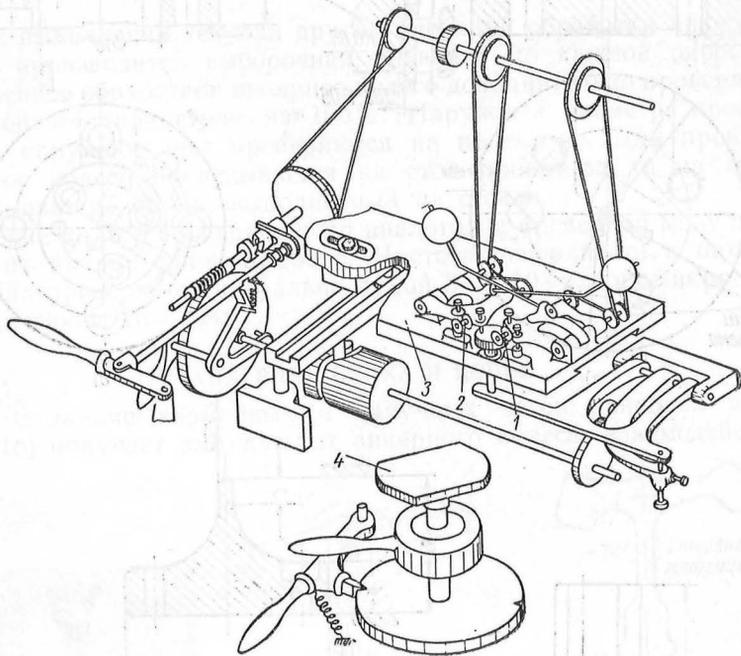


Фиг. 21. Детали штампа для вырубki и зачистки анкерной вилки:

a — матрица (составная); *б* — обойма для крепления матрицы; *в* — съемник верхний; *г* — пуансон контура.

— Эти пазы обрабатывают на специальных станках. Заготовку (фиг. 20) вырубает комбинированным штампом с одно-временной зачисткой по контуру (1-я операция).

Так как анкерная вилка имеет сложный, ассиметричный контур, то зазоры между пуансоном и матрицей для ее зачистки должны быть одинаковы по всему контуру. Чтобы получить рабочие поверхности матрицы чистотой не ниже 10-го класса, матрицу (фиг. 21, а)

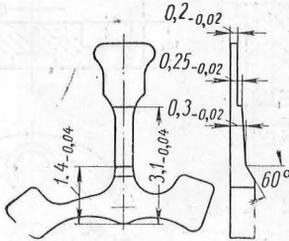


Фиг. 22. Двухшпindelный горизонтальный фрезерный станок С-45.

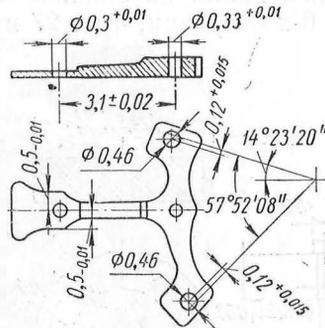
делают составной, а пуансон в незакаленном виде прошивают в штампе матрицей и после термообработки доводят по месту. Матрица состоит из трех частей. Входная рабочая грань притуплена радиусом 0,05 мм и доведена до 10-го класса чистоты. Матрица монтируется в обойму (фиг. 21, б), а последняя в верхнюю плиту штампа. Через матрицу и обойму проходит выталкиватель (съемник) (фиг. 21, в), профиль которого припасовывается по профилю матрицы по скользящей посадке. На фиг. 21, г дана конструкция пуансона, закрепляемого в нижней плите. Профиль пуансона доводится по размеру профиля матрицы с зазором 0,01 мм на обе стороны за счет пуансона.

У вырубленной заготовки вилки на двухшпindelном станке С-45 (фиг. 22) фрезеруют две плоскости (2-я операция) (фиг. 23). Станок снабжен поворотным столом 4 (фиг. 22), на котором монти-

руются два пятиместных приспособления с контурными пластинками для закладывания в них заготовок анкерной вилки. Во время фрезерования плоскостей вилок в одном приспособлении происходит загрузка другого приспособления. Плоскости вилок фрезеруют последовательно фрезами первого и вто-



Фиг. 23. Фрезерование двух плоскостей.



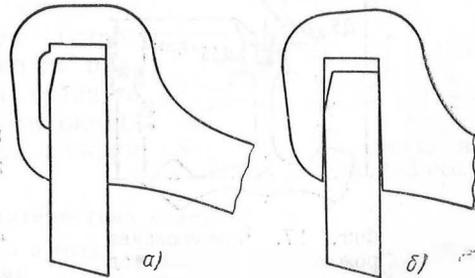
Фиг. 24. Пробивка четырех отверстий.

рого шпинделя. В процессе фрезерования стол станка неподвижен, а каретка станка 3, несущая шпиндели с фрезами, перемещается.

Техническая характеристика станка С-45

Число оборотов шпинделя в минуту	2200—4000
Диаметр стола в мм	160
Производительность деталей в смену	4000
Электродвигатель	$N = 0,75 \text{ кВт}$, $n = 1440 \text{ об/мин}$

После фрезерования плоскостей вилки на штампе Ш-04 пробивают два круглых отверстия под ось и под копьё и два фасонных отверстия в местах расположения пазов под палеты (3-я операция) (фиг. 24). Расположение этих отверстий подбирается так, чтобы после фрезерования пазов, на внешней стороне каждого паза остались выемки, глубиной 0,03—0,05 мм. При таких выемках палета плотно прилегает к внутренней стороне паза (фиг. 25, а). На фиг. 25, б показано положение палеты в пазу без выемки. Одновременной пробивкой четырех отверстий достигается правильное расположение их относительно контура вилки.

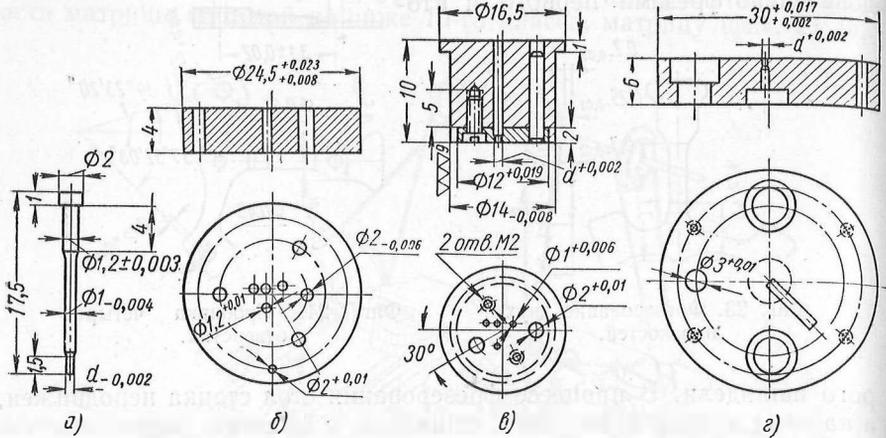


Фиг. 25. Форма пазов под палеты в анкерной вилке.

Матрица (фиг. 26, г) штампа для пробивки этих отверстий должна быть точной.

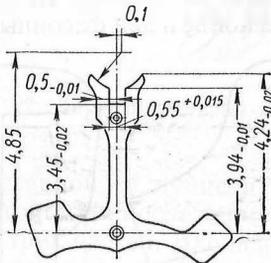
Пуансон (фиг. 26, а), пуансонодержатель и съемник (фиг. 26, б и в) монтируются в обойме.

После зенкования отверстий на станке С-3 м (4-я операция) у анкерной вилки на станках С-47 и С-48 фрезеруют рожки и пазы 5-я и 6-я операции, фиг. 27 и 28).

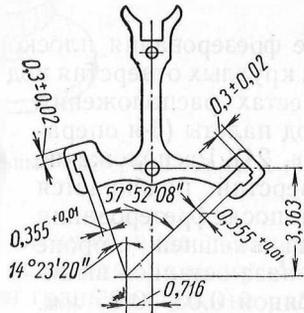


Фиг. 26. Штмп для калибрования четырех отверстий в анкерной вилке:
а — пуансон; б — пуансонодержатель; в — съемник со вставкой; г — матрица.

На станке С-48 (фиг. 29) шлицевой фрезой фрезеруют пазы под палеты, производительность — 3000 деталей в смену.



Фиг. 27. Фрезерование рожков и паза под импульсный камень.

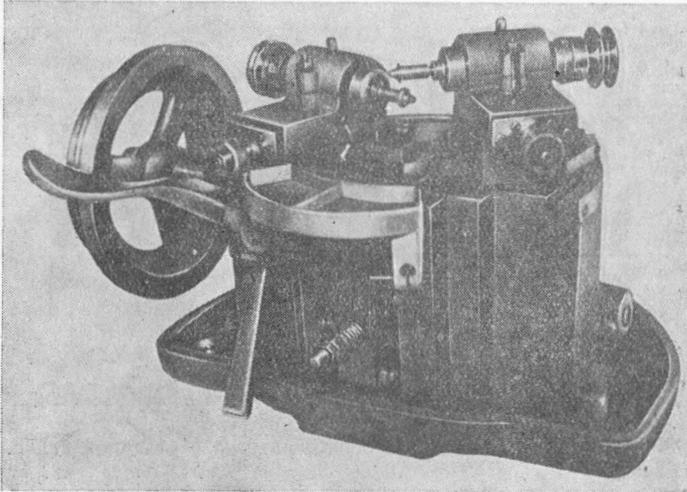


Фиг. 28. Фрезерование пазов под палеты.

Затем пуансоном на ручном прессе калибруют конусное отверстие (фиг. 30) под посадку на конусный уступ оси (7-я операция).

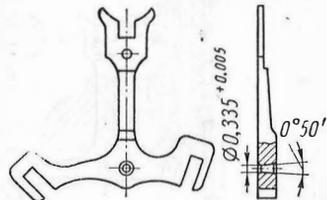
Обработанную таким образом анкерную вилку закаливают и отпускают на твердость $R_C = 53 \div 55$ (8-я операция) и потом на станке С-131 (фиг. 31) полируют закругления паза (9-я операция) (фиг. 32).

Овальную форму стенкам паза придают для того, чтобы уменьшить поверхность соприкосновения с импульсным камнем и повысить чистоту обработки с 7-го до 10—11-го класса.



Фиг. 29. Станок С-48 для фрезерования пазов под палеты в анкерной вилке.

Для полировки пазов вилку вместе с приспособлением крепят на планшайбе 1 (фиг. 31). Шпиндель с полировальным кругом марки АЗ закрепляют на суппорте 2 станка. Планшайба с полируемой вилкой совершает колебательное движение от кулисного привода 3. Круг входит в отверстие паза и скругляет острые грани. Одновременно скругляются правая верхняя и левая нижняя грани, в следующее качение одновременно округляется левая верхняя и правая нижняя грани.



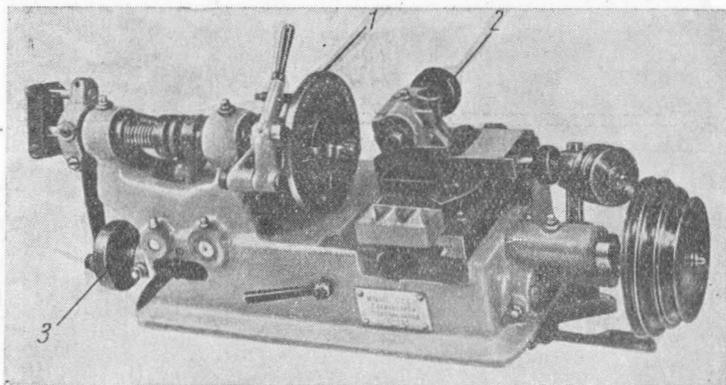
Фиг. 30. Калибровка на штампе отверстия под ось.

Техническая характеристика станка С-131

Наибольший угол качения планшайбы в град.	60
Наибольший радиус полирования в мм	1
Осевое перемещение шпинделя изделия в мм	8
Диаметр полировального круга в мм	40—50
Число оборотов полировального круга в минуту	3500
Поперечный ход бабки полировального круга в мм	0,18
Продольный ход бабки полировального круга в мм	10
Производительность деталей в смену	2500

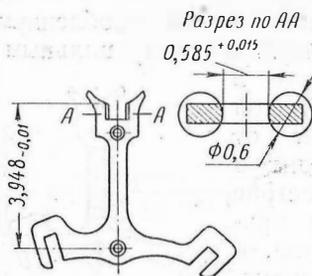
Вилку с полированными пазами шлифуют и полируют по плоскости на станке С-15 (10-я операция, фиг. 33).

Помимо описанных десяти основных операций, анкерные вилки проходят операции снятия заусенцев, блокировки для плоского шлифования и полирования и разблокировки после этих операций, операции промывки и др. Всего окло 40 операций.

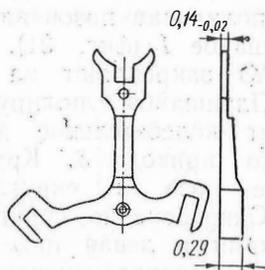


Фиг. 31. Станок С-131 для обработки паза в анкерной вилке.

После каждой операции анкерные вилки контролируют выборочно, а по окончании последней операции каждую анкерную вилку проверяют по основным параметрам. Взаимное расположение пазов,



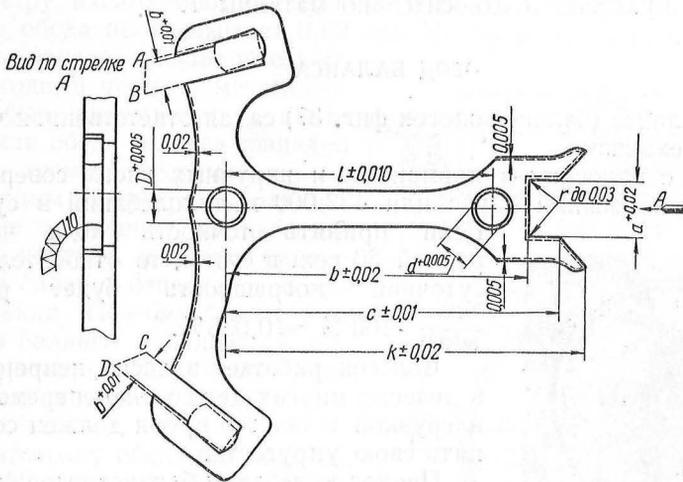
Фиг. 32. Полировка паза под импульсный камень.



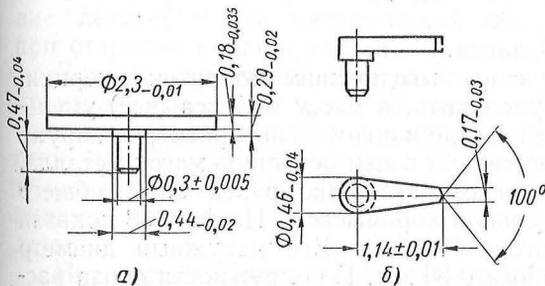
Фиг. 33. Шлифование и полировка верхней плоскости.

отверстий и контура проверяют на проекторе. Для проверки анкерную вилку накладывают на стол, а на экран накладывают выполненный на стекле чертеж вилки. На фиг. 34 показан чертеж вилки наручных часов с допусками по рабочим размерам. Чистота поверхности проверяется визуально с помощью лупы $5\times-10\times$, а в сомнительных случаях — на микроскопе с увеличением $16\times-32\times$.

Копье (фиг. 35) имеет сложную конфигурацию. Технологический процесс его изготовления состоит из точения на автоматах 1А10П и обрубки по контуру на настольном ручном прессе. На

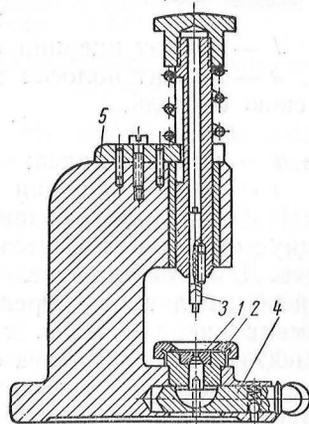


Фиг. 34. Проекторный чертёж анкерной вилки наручных часов.



Фиг. 35. Копье:

а — заготовка; б — после обрубки.



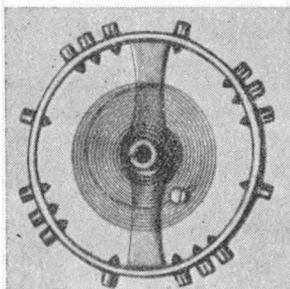
Фиг. 36. Настольный пресс для обрубки копья.

матрицу 1 (фиг. 36) надето кольцо 2, служащее для закладки заготовки. При опускании пуансон 3 вырубает копые, которое пройдя через матрицу, падает вниз в лоточек 4. Стружка и отходы удаляются с пресса воздушной струей. Направляющая планка 5 фиксирует положение пуансона 3 относительно матрицы 1.

ОБОД БАЛАНСА

Узел баланса (баланс-волосок фиг. 37) самая ответственная часть часового механизма.

Баланс с волоском в карманных и наручных часах совершает 18 000 полуколебаний в час или 432 000 полуколебаний в сутки. Если принять точность хода часов, равной 30 сек. в сутки, то относительная суточная погрешность будет равна $\frac{30}{86400} \cdot 100\% = 0,035\%$.



Фиг. 37. Баланс с волоском.

Волосок работает в часах непрерывно в течение многих лет со знакопеременной нагрузкой и все это время должен сохранять свою упругость.

Период колебания баланса выражается формулой

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{k}},$$

где T — период в сек.;

J — момент инерции баланса в $г. мм сек^2$;

k — момент волоска на один радиан закручивания в $гр. мм.$

В свою очередь,

$$J = mr^2,$$

где m — масса баланса;

r — радиус инерции баланса.

Чтобы получить баланс с наивыгоднейшим моментом инерции, радиус инерции стремятся увеличить, а массу баланса (вес) уменьшить. Для этой цели увеличивают до максимальных размеров наружный обод баланса и сосредоточивают в нем основную массу металла. Момент инерции обода с винтами примерно равен 90% общего момента инерции баланса с осью и коромыслом. На фиг. 38 показан обод баланса наручных часов «Победа». Его наружный диаметр равен 9,52 мм, а толщина обода 0,36 мм. По окружности обода расположены 16 винтов, служащие для уравнивания баланса. В наручных часах других марок количество винтов бывает 12 и до 18. Чем больше винтов в обode, тем выше его регулировочная способность, но с увеличением количества винтов возрастают трудовые затраты на изготовление баланса, поэтому баланс с большим количеством винтов (16—18) применяют в часах высокой точности (суточный ход 10—30 сек.).

В будильниках, где суточный ход составляет 1,5—2,5 мин., меняется баланс без винтов. Чтобы момент инерции J баланса был постоянным, радиус r инерции следует выдерживать в жестких пределах. Для этого обод баланса по наружному и внутреннему диаметру изготавливают с допуском 0,01—0,02 мм, причем разность обода не превышает 0,02 мм. Чтобы регулировочная способность баланса была высокой, необходимо чтобы момент инерции был постоянным, а центр тяжести обода баланса совпадал с его геометрическим центром. Основным фактором, отрицательно влияющим на несовпадение центров, является биение обода баланса относительно оси вращения. Поэтому биение для обода баланса и баланса в целом по наружному и внутреннему диаметрам не должно быть более 0,02 мм.

Заготовку обода баланса часов «Победа» вырубают из полосы комбинированным штампом (1-я операция, фиг. 39).

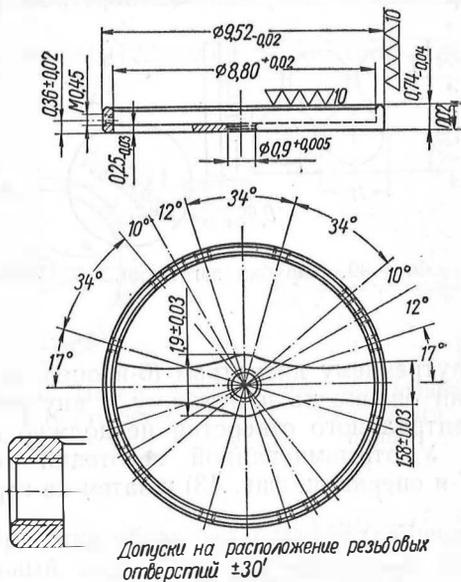
Заготовки после вырубки и зачистки подвергают старению (2-я операция). Старением называется термическая обработка (в часовом производстве — латуни и нейзильбера) для снятия внутренних напряжений с тем, чтобы исключить коробление деталей после механической обработки. Твердость металла при старении не понижается.

Для старения часовых деталей применяют шахтные печи ПН-316 производительностью до 100 кг/час. Максимальная температура печи 650° С. Потребляемая мощность 24 квт. Внутренний диаметр печи 400 мм. Высота 500 мм. Режимы старения для нейзильбера: температура 340—360°, время выдержки 2 часа, охлаждение воздушное. В печь загружают одновременно от 5000 до 20 000 деталей.

Некоторые шахтные печи имеют принудительную циркуляцию воздуха, чем достигается более равномерный прогрев деталей.

При отсутствии шахтных печей старение можно производить в масляных ваннах. Процесс старения в них более дорогой, так как расходуется значительное количество масла и промывочного состава. Емкость ванн обычно в 2—3 раза меньше, чем шахтных печей.

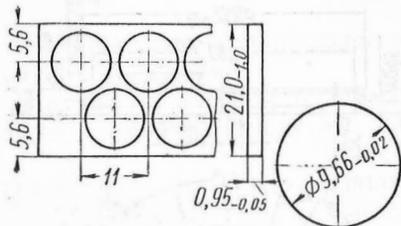
После старения заготовки баланса промывают по нормали (3-я операция).



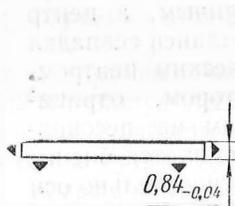
Фиг. 38. Обод баланса наручных часов «Победа».

После промывки заготовку подрезают (4-я операция, фиг. 40) на автоматах с магазинной загрузкой, затем растачивают (5-я операция, фиг. 41.) На этой операции не только удаляется слой металла, но и создается установочная база для выполнения следующей операции.

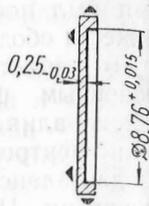
Далее на гидравлическом прессе штампом Ш-06 вырубают окна, пробивают центральное отверстие и зачищают обод по наружному и



Фиг. 39. Вырубка заготовки.



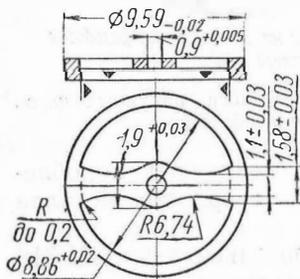
Фиг. 40. Проточка торца.



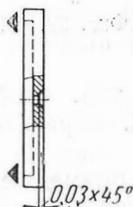
Фиг. 41. Расточка со стороны матрицы.

внутреннему диаметрам (6-я операция, фиг. 42). После этой операции биение по наружному и внутреннему диаметрам относительно центрального отверстия не должно превышать 0,02 мм.

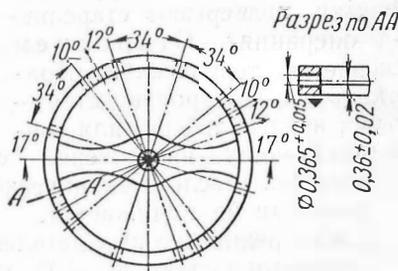
У отштампованной заготовки зенкуют центральное отверстие (7-я операция, фиг. 43) и затем на горизонтально-сверлильном полу-



Фиг. 42. Пробивка секторов окон и центрального отверстия с зачисткой обода.



Фиг. 43. Зенковка центрального отверстия.



Фиг. 44. Сверление 16 отверстий.

автомате сверлят 16 радиально-направленных отверстий диаметром 0,365 мм (8-я операция, фиг. 44).

Отверстия должны быть просверлены на одном расстоянии от нижней плоскости.

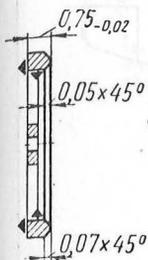
После сверления отверстий на специальном полуавтомате обрабатывают верхний торец обода и снимают фаски (9-я операция, фиг. 45).

Непараллельность торцев не должна превышать 0,015 мм.

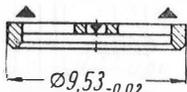
Чтобы устранить биение и удалить с поверхности заусенцы, образовавшиеся после сверления отверстий под винты, обод баланса обрабатывают на специальных полуавтоматах по наружному диаметру (10-я операция, фиг. 46). Возможное биение не должно быть более 0,015 мм.

Затем на специальных станках С-72 с ручной подачей шпindelной бабки метчиком нарезают резьбу в отверстиях обода (11-я операция, фиг. 47).

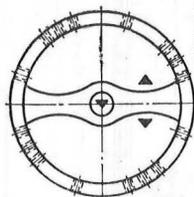
И, наконец, на специальном станке С-122 полируют верхний торец баланса (12-я операция, фиг. 48).



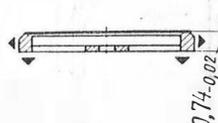
Фиг. 45. Проточка верхнего торца и снятие фасок.



Фиг. 46. Обточка по наружному диаметру.



Фиг. 47. Нарезка резьбы в 16 отверстиях.



Фиг. 48. Полировка верхнего торца.

Для повышения точности обработки обода баланса и сокращения операций изготовлен специальный полуавтомат Т-229 (фиг. 49).

На станке, имеющем пять суппортов с инструментами, за один установ баланс обрабатывают по наружному и внутреннему диаметрам, по торцу, снимают две фаски и растачивают отверстие.

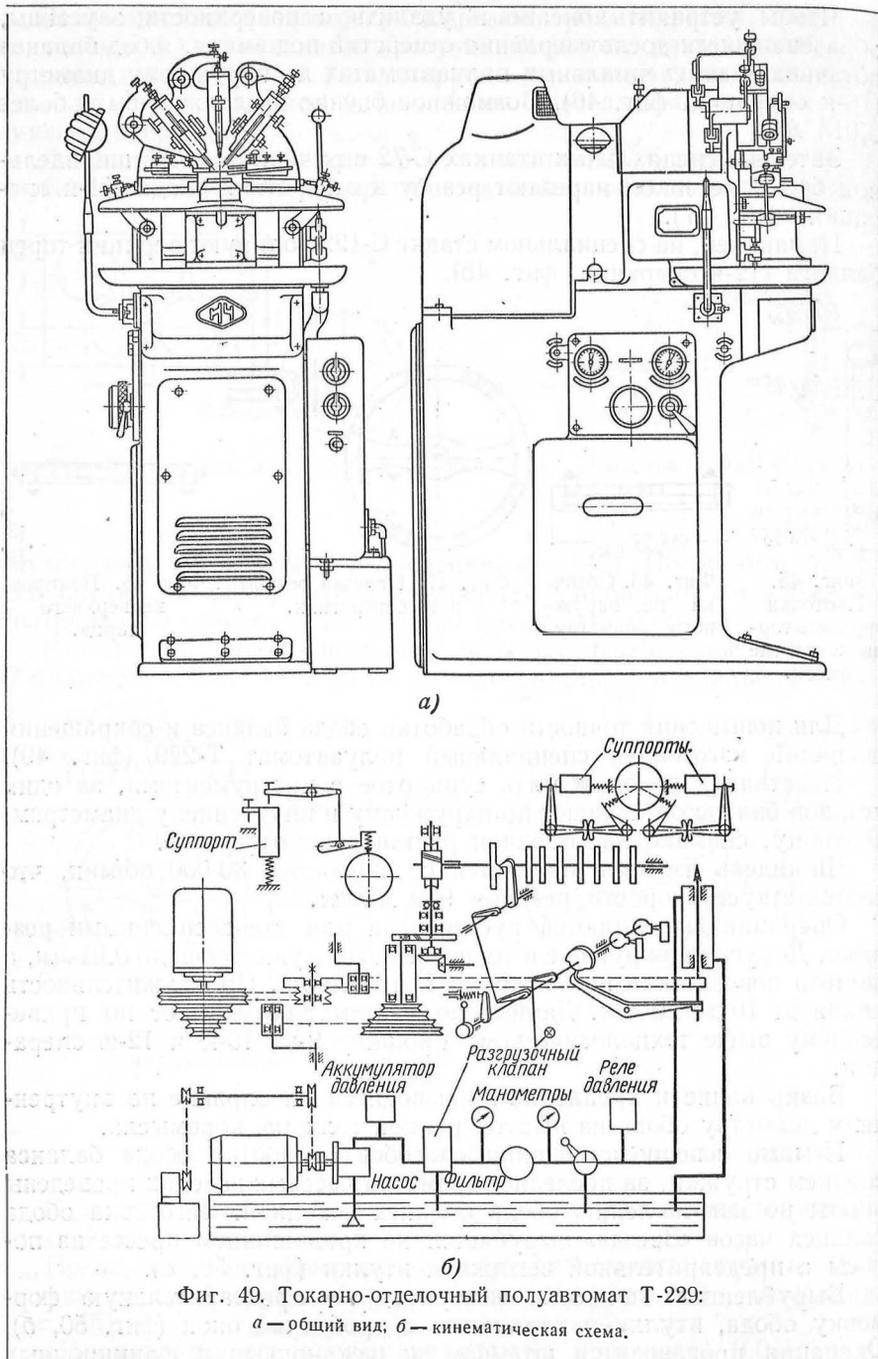
Шпиндель изделия вращается со скоростью 30 000 об/мин, что соответствует скорости резания 900 м/мин.

Операции выполняются рубиновыми или твердосплавными резцами. Допуск на окружное и торцевое биение ужесточен до 0,01 мм, а чистота поверхности повышена до 11-го класса. Продолжительность цикла от 10 до 20 сек. Данный полуавтомат объединяет по приведенному выше технологическому процессу 9-ю, 10-ю и 12-ю операции.

Базирование и крепление производится на оправке по внутреннему диаметру обода на высоте, равной толщине коромысла.

Помимо совершенствования способов обработки обода баланса снятием стружки, за последнее время на часовых заводах проведены опыты по изготовлению обода баланса чеканкой. Заготовка обода баланса часов «Звезда» вырубается на кривошипном прессе из полосу с предварительной вытяжкой втулки (фиг. 50, а).

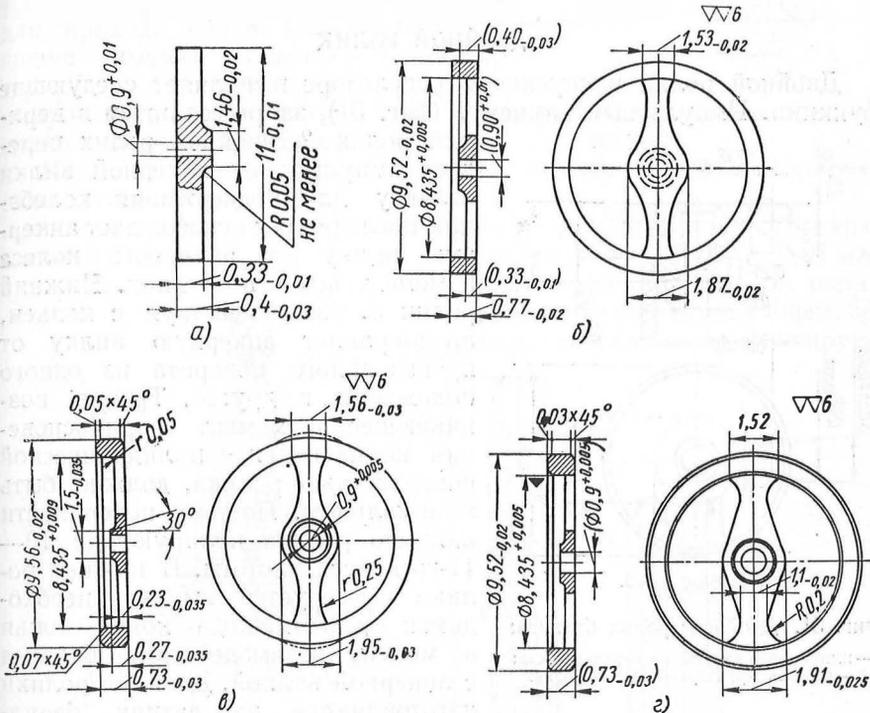
Вырубленная заготовка поступает на предварительную формовку обода, втулки и коромысла с пробивкой окон (фиг. 50, б). Операция производится штампом на чеканочных и фрикционных



Фиг. 49. Токарно-отделочный полуавтомат Т-229:

а — общий вид; б — кинематическая схема.

прессах и при отсутствии таковых — на кривошипных. Образование втулки высотой 0,4 мм есть неизбежный результат течения материала при формовке. После предварительной формовки производится окончательная формовка обода и нагартовка коромысла (фиг. 50, в). Отверстие калибруется под окончательный размер. Часть металла в зоне, показанной пунктиром, дает местный нарост толщины обода на 0,15 мм, который на последующей операции снимается шлифованием на наждачном круге.



Фиг. 50. Операционные чертежи технологического процесса на обод баланса (объемной формовкой).

Полученный методом чеканки обод проходит операцию зачистки штампом по наружному и внутреннему диаметрам и по контуру коромысла (фиг. 50, г), а затем подвергается старению для снятия внутренних напряжений.

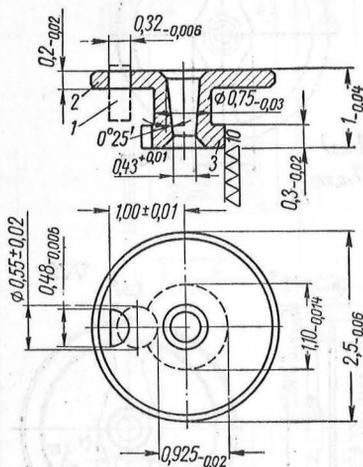
Последующие операции — сверление, зенкование и нарезание резьбы — производятся по технологическому процессу, описанному выше.

Метод чеканки более производительный способ обработки, чем резание. Если при чеканке общее число операций сокращается и незначительно, то на выполнение чеканочных операций затрачивается в 3—4 раза меньше времени, чем на механическую обработку.

После механической обработки баланс поступает на узловую сборку: в его обод ввинчивают винты, в отверстия вставляют ось и уравнивают. Поскольку механические операции по обработке обода баланса (за исключением прессовых) выполняются на специальных станках, то режимы обработки и производительность по операциям не рассчитываются, а устанавливаются в соответствии с кинематикой станков. После каждой механической операции производится выборочный или 100%-ный контроль.

ДВОЙНОЙ РОЛИК

Двойной ролик в спусковом регуляторе выполняет следующие функции. Импульсным камнем 1 (фиг. 51), запрессованным в верхний ролик 2, двойной ролик передает импульсы от анкерной вилки балансу для поддержания колебаний последнего и освобождает анкерную вилку от анкерного колеса в момент покоя последних. Нижний ролик 3, взаимодействуя с копьем, предохраняет анкерную вилку от произвольного поворота из одного положения в другое. Трение, возникающее в момент соприкосновения конца копия с цилиндрической поверхностью ролика, должно быть минимальным. Поэтому поверхности нижнего ролика полируют до 10—11-го класса чистоты. В нижнем ролике фрезеруется выемка, необходимая для прохода конца копия в момент взаимодействия баланса с анкерной вилкой. Двойные ролики изготавливаются из латуни, бериллиевой бронзы и стали. Удовлетворительные результаты работы получают от латунных роликов, наилучшие — от стальных закаленных роликов с полированной цилиндрической поверхностью.



Фиг. 51. Двойной ролик баланса:

1 — импульсный камень; 2 — верхний ролик;
3 — нижний предохранительный ролик.

Импульсный камень двойного ролика работает на удар. Поэтому его крепление в верхнем ролике должно быть прочным. Отверстие под импульсный камень должно быть симметрично расположено относительно нижней выемки и быть на одном радиусе с ней.

Латунные заготовки двойного ролика с чистотой поверхности 7—8-го класса обтачивают на автоматах продольно-фасонного точения (фиг. 52, а). У обточенных заготовок на сверлильном станке С-3М зенкуют центральное отверстие со стороны большого ролика.

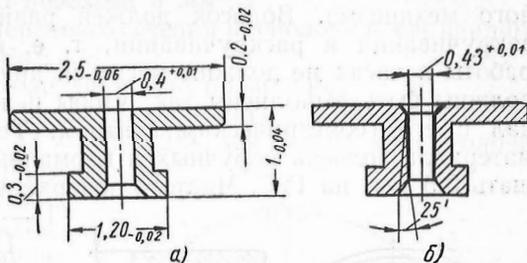
Латунные заготовки двойного ролика с чистотой поверхности 7—8-го класса обтачивают на автоматах продольно-фасонного точения (фиг. 52, а). У обточенных заготовок на сверлильном станке С-3М зенкуют центральное отверстие со стороны большого ролика.

Латунные заготовки двойного ролика с чистотой поверхности 7—8-го класса обтачивают на автоматах продольно-фасонного точения (фиг. 52, а). У обточенных заготовок на сверлильном станке С-3М зенкуют центральное отверстие со стороны большого ролика.

Затем штампом на настольном приводном прессе С-10 калибруют центральное конусное отверстие (уклон $0^\circ 25'$) под размер $0,43^{+0,01}$ (фиг. 52, б).

Потом комбинированным штампом на прессе С-10 в верхнем ролике пробивают отверстие под импульсный камень и в нижнем ролике выемку для прохода копыя. Смещение выемки относительно оси симметрии импульсного камня допускается не более $0,015$ мм.

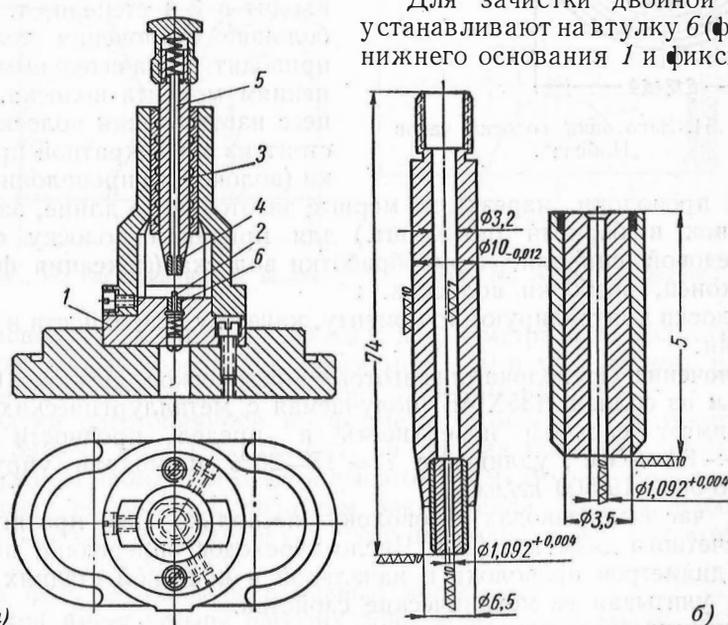
После этого специальным штампом защищают предохранительную поверхность ролика до $\nabla\nabla\nabla\nabla 10$. Биение поверхности относительно центрального отверстия допускается до $0,01$ мм.



Фиг. 52. Операционные чертежи двойного ролика:

а — автоматная заготовка; б — калиброванное отверстие.

Для зачистки двойной ролик устанавливают на втулку 6 (фиг. 53) нижнего основания 1 и фиксируют



Фиг. 53. Штамп для зачистки цилиндрической поверхности двойного ролика:

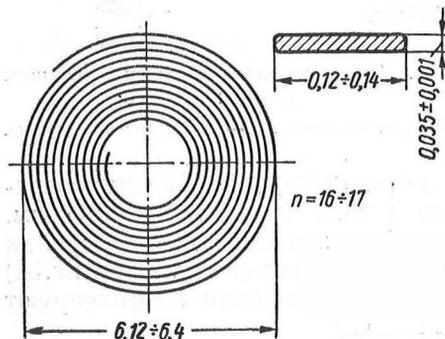
а — общий вид; б — матрица.

по отверстию ловителем 2. Верхняя матрица 3, с запрессованной втулкой 4 зачищает поверхность, выталкиватель (съемник) 5 при отходе втулки 4 вверх снимает ролик с матрицы.

На фиг. 53, б показана конструкция матрицы 3 и втулки 4.

СПИРАЛИ (ВОЛОСКИ)

Баланс и волосок являются самым ответственным узлом часового механизма. Волосок должен равномерно пульсировать при закручивании и раскручивании, т. е. витки спирали в процессе работы в часах не должны касаться друг друга. Концевые кривые должны быть выполнены так, чтобы центр тяжести волоска совпал с его геометрическим центром. Температурный коэффициент материала волоска наручных и карманных часов не должен превышать 0,5 сек. на 1° С. Чистота поверхности должна соответствовать 11—12-му классу.



Фиг. 54. Заготовка волоска часов «Победа».

На фиг. 54 показана заготовка волоска наручных часов «Победа». Толщина спирали $h = 0,035 \pm 0,001$ мм. Такой жесткий допуск обусловлен тем, что в расчетную формулу момента волоска ($k = \frac{Ebh^3}{12L}$) толщина h входит в 3-й степени, т. е. небольшие отклонения толщины приводят к значительным изменениям момента волоска. Процесс изготовления волосков состоит из многократной протяжки (волочения) проволоки, плю-

щения проволоки, нарезки на мерные заготовки по длине, завивки заготовок в барабан (по 4 шт.) для придания проволоке формы архимедовой спирали, термообработки волоска (фиксация формы) и, наконец, разборки волосков.

Волоски контролируют по моменту, качеству поверхности и форме спирали.

Волочение. Проволока для изготовления волосков диаметром 0,26—0,30 мм из сплава Н35ХМВ, получаемая с металлургических заводов, имеет светлую поверхность и предел прочности $\sigma_s = 78 \div 88$ кг/мм², удлинение $i = 17\text{—}20\%$ и модуль упругости $E = 18\,500\text{—}19\,500$ кг/мм².

На часовых заводах проволоку несколько раз протягивают до расчетного диаметра (D_n). Число переходов определяют по разности диаметров проволоки в начальной и конечной стадиях волочения, учитывая ее механические свойства.

Каждому переходу или нескольким переходам устанавливается определенный коэффициент обжатия h , определяемый по формуле

$$h = \frac{F_{n-1} - F_n}{F_{n-1}} \cdot 100\%$$

или

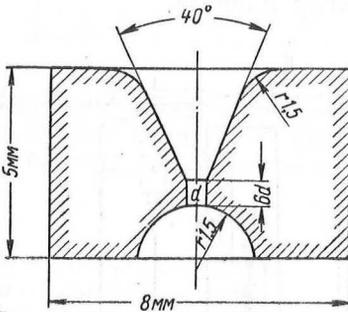
$$h = \frac{D_{n-1}^2 - D_n^2}{D_{n-1}^2} \cdot 100\%$$

где h — коэффициент обжатия в %;
 F_{n-1} — площадь поперечного сечения проволоки после предшествующего перехода в $мм^2$;
 F_n — площадь поперечного сечения проволоки после данного перехода в $мм^2$;

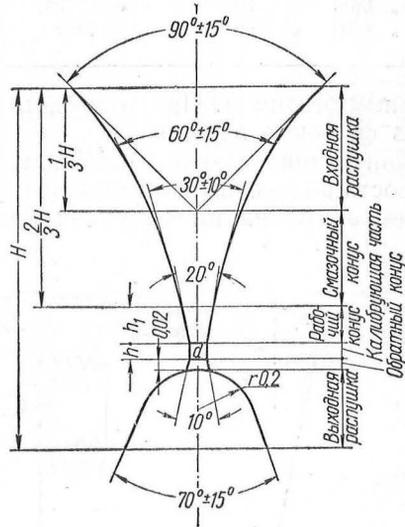
D_{n-1} и D_n — соответствующие диаметры проволоки.

Коэффициент обжатия для начальной стадии волочения равен 19—20%, а в конечной стадии — 10—12%, так как по мере волочения проволока нагартовывается и σ_b повышается до 125 кг/мм². Снижая коэффициент обжатия, скорость волочения увеличивают, но не намного.

В начале скорость волочения равна 15—18 м/мин, а в конце — 22—26 м/мин.



Фиг. 55. Твердосплавный волок.



Фиг. 56. Алмазный волок.

Проволоку диаметром 0,30 мм и до диаметра 0,20 волочат через твердосплавные волокни, а от диаметра 0,20 и до конечного размера 0,08—0,075 мм или до 0,055 через алмазные волокни.

Волоки изготовляются по форме и размерам в соответствии с ГОСТ 3919-47 и 6271-52. На фиг. 55 показан твердосплавный волок с наружным диаметром 8 мм и высотой 5 мм. Волок имеет три рабочие зоны: заходную с радиусом закругления $r = 1,5$, рабочую с углом конуса 40° и калибрующую с цилиндрическим пояском высотой $\delta = 6d$ волочения.

На фиг. 56 показан алмазный волок.

Волок имеет четыре рабочих зоны и выходной конус. Заходная часть с углом конуса 90° и 60° называется распушкой. Смазочный конус имеет угол 30° , рабочий конус — 20° и калибрующая часть — цилиндрический пояс, равный диаметру волочения.

Каждому интервалу диаметров волочения соответствуют и значения H , n , n_1 (см. фиг. 56 и табл. 1).

Проволоку волочат на станке С-64М, смазывая вазелиновым маслом или мыльной эмульсией, а на последних переходах — авиа-

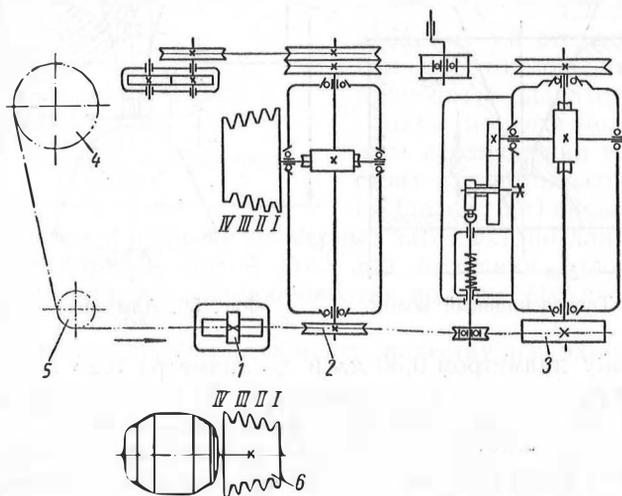
Таблица 1

Габаритные размеры алмазного волокна

Диаметр волочения d в мм		H	h	h_1
Номинал	Допуск			
До 0,003	-0,001	1	1d	2d
От 0,003 до 0,06	+0,0015	1,2		
„ 0,06 „ 0,10	+0,0025	1,4		
„ 0,10 „ 0,30	+0,005	1,6		

ционным бензином. При волочении проволока для очистки проходит через фетровые зажимы.

Кинематика станка С-64М для волочения показана на фиг. 57. Скорость волочения изменяют (от 15 до 26 м/мин) перебрасыванием клинового ремня на 4-ступенчатом шкиву привода.



Фиг. 57. Кинематическая схема станка С-64М:

1—волок; 2—тянущий ролик; 3—наматывающая катушка; 4—сматывающая катушка; 5—направляющий ролик.

Техническая характеристика станка С-64М

Наибольший диаметр волочения в мм	0,5
Число оборотов тянущего ролика в минуту	80, 96, 115, 137
Скорость волочения в м/мин	15—26
Электродвигатель	$N = 0,6$ квт; $n = 1400$ об/мин

Маршрут волочения проволоки сплава НЗ5ХМВ для волосков часов «Победа» приведен в табл. 2.

Таблица 2

Маршрут волочения			Скорость волочения в м/мин	Маршрут волочения			Скорость волочения в м/мин
Переходы в мм	Диаметр волока в мм	Обжатие за переход в %		Переходы в мм	Диаметр волока в мм	Обжатие за переход в %	
0,30—0,27	0,270	19	15—18	0,140—0,130	0,130	13,5	15—18
0,27—0,240	0,240	21	15—18	0,130—0,120	0,120	14,5	15—18
0,240—0,220	0,220	16	15—18	0,120—0,110	0,110	16	15—18
0,220—0,200	0,200	17	15—18	0,110—0,100	0,100	17	15—18
0,200—0,180	0,180	19	15—18	0,100—0,095	0,095	10	22—26
0,180—0,170	0,170	11	15—18	0,095—0,090	0,090	10	22—26
0,170—0,160	0,160	11,5	15—18	0,090—0,085	0,085	11	22—26
0,160—0,150	0,150	12	15—18	0,085—0,080	0,080	11	22—26
0,150—0,140	0,140	13	15—18	0,080—0,075	0,075	12	22—26

Допуск на размеры до 0,200 мм равен $\pm 0,002$.
 Допуск на размеры менее 0,200 мм равен $\pm 0,001$ мм.

Плющение проволоки производится на специальном прокатном двухвалковом стане Д-63 (фиг. 58). Расчетный диаметр проволоки устанавливается по эмпирической формуле

$$D_n = \frac{h + b}{2},$$

где h — толщина волоска;
 b — ширина волоска.

Для волоска часов «Победа» получим

$$D_n = \frac{0,035 + 0,12}{2} = 0,0775 \text{ мм};$$

при высоком σ_s применяется $D_n = 0,075$ мм.

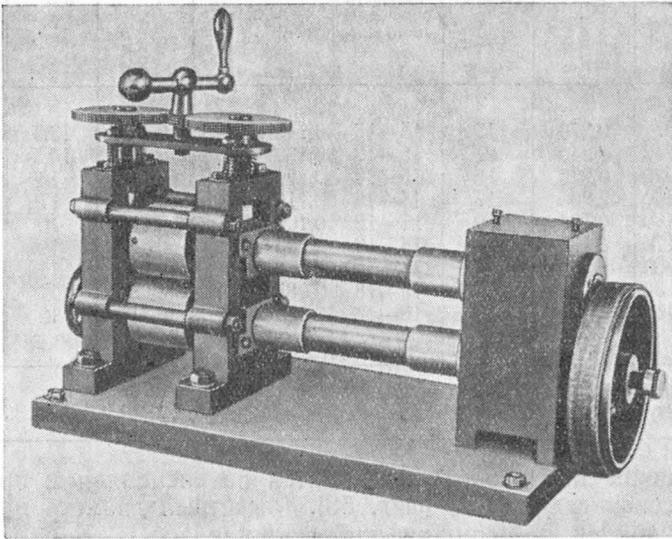
Плющение возможно при соотношении $\frac{b}{h} \leq 10$. Если это соотношение будет больше 10, то вместо плющения будет происходить подкатка ленты, т. е. уменьшение толщины будет сопровождаться только прибавлением длины, без увеличения ширины.

Для рассмотренного волоска с размерами $h = 0,035$ мм и $b = 0,12$ отношение ширины к толщине $\frac{0,12}{0,035} = 3,4$, т. е. в пределах указанного выше отношения. Чистота поверхности ленты зависит только от состояния поверхности валков.

Для предохранения волоска от коррозии чистота поверхности ленты должна соответствовать 11—12-му классу. Боковые ребра ленты имеют микротрещины как неизбежный результат плющения и по чистоте поверхности соответствуют 8—9-му классу.

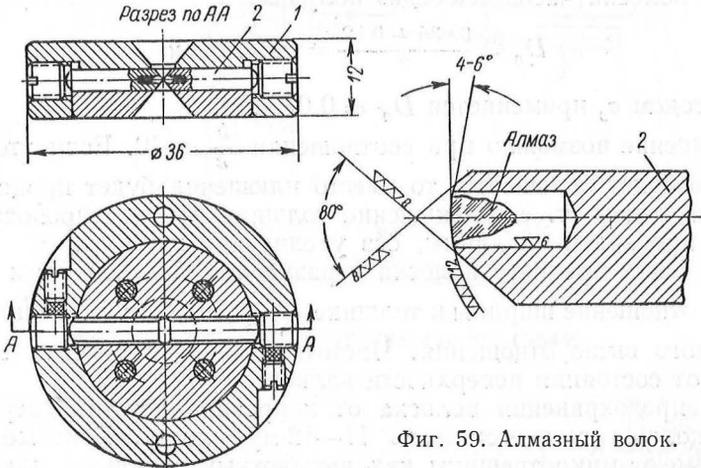
* На современных станках многократного волочения скорость волочения повышается в 4—5 раз.

Вследствие неизбежного биения валков поверхность ленты имеет в той или иной степени волнообразный вид. Длина волны равна



Фиг. 58. Прокатный двухвалковый стан Д-63.

длине окружности валка. Чтобы уменьшить колебание в толщине плочения, валки выполняют с допуском на биение 0,002 мм и,



Фиг. 59. Алмазный волок.

кроме того, дополнительно протягивают ленту через алмазный волок (фиг. 59), представляющий собой обойму 1 с двумя регулируемыми оправками 2 со впаянными в них алмазными зернами,

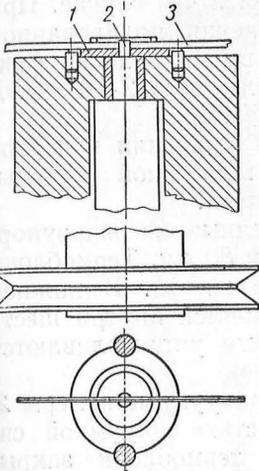
Техническая характеристика станка Д-63

Наибольший диаметр проволоки в мм	1
Нормальная толщина калибровки в мм	0,03—0,05
Точность калибрования в мм	0,001
Диаметр валков в мм	84
Ширина валков в мм	60
Средняя скорость плющения в м/мин	15
Потребная мощность в квт	0,5

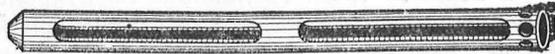
Толщина ленты контролируется рычажным микрометром с ценой деления шкалы 0,001 мм.

Завивка волосков. Плющенная лента после валков наматывается на катушки с длиной окружности, равной одинарной или удвоенной длине заготовки, и разрезается ручными ножницами, для чего на катушке имеется продольный паз. После разрезки заготовки навивают на приспособлении — в барабанчики — одновременно по 3, 4 или 5 шт.

На фиг. 60 показана схема приспособления для завивки четырех волосков одновременно. По торцевому уступу барабанчика имеются два противоположных паза. Барабанчик 1 надевается с ходовой посадкой на оправку приспособления 2. В торце оправки профрезерован паз для закладывания в него двух заготовок лент 3. Оправку



Фиг. 60. Схема приспособления для завивки волосков.



Фиг. 61. Контейнер для барабанчиков.

вращают от привода, и волоски завиваются. Барабанчик удерживается от вращения двумя внешними пазами, которыми он ориентируется в приспособлении. Завивка происходит до тех пор, пока вся внутренняя площадь барабанчика не будет заполнена заготовками. Оставшиеся концы лент обрезают ножницами. Барабанчик легко снимается с оправки и закрывается крышкой. Барабанчики укладываются в контейнер (фиг. 61) и загружаются в печь для фиксации.

Фиксацией называется термическая обработка волоска при определенной температуре и времени, закрепляющая форму спирали, которая была придана волоску в процессе завивки.

Фиксация — ответственная операция. При незначительных колебаниях режимов обработки волоска форма резко изменяется, так, например: волосок для карманных часов «Молния» при лабораторных исследованиях имел данные, приводимые в табл. 3.

Таблица 3

**Зависимость механических свойств и результатов фиксации
волоска от режимов обработки**

Температура в °С	Время выдержки в мин.	σ_b в кг/мм ²	i в %	Результаты
700	21	103	5,6	Фиксировались нормально
680	19	103	5,6	Нет фиксации
680	30	111	3,2	То же
680	45	99	5,3	Фиксировались нормально

Наилучшие результаты были получены в 1-м и 4-м случае. При нагреве и охлаждении не должно быть потемнения полированной поверхности волоска. Поэтому в последнее время волоски фиксируют в вакуумных установках при давлении $1,2 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст.

Вакуумная установка УФВ (фиг. 62) для фиксации волосков состоит из двух термоблоков, электропечи, вакуумной системы, щита управления и регулирования нагревом печи.

Термоблоки представляют собой изготовленные из жароупорной стали цилиндры длиной 800 мм и диаметром 80 мм. Термоблоки прикреплены вертикально к лицевой стороне шкафа. В нижней части термоблока 1 на длине около 400 мм имеется внутри шесть симметрично расположенных секций, в которые устанавливаются контейнеры с волосками.

В верхней части термоблока смонтированы вакуумные камеры 2, соединенные вакуумпроводом с остальной частью вакуумной системы, находящейся внутри шкафа. Сверху термоблоки закрываются крышкой с резиновой прокладкой для предохранения от подсоса воздуха во время работы установки. В крышке установлен вентиль для впуска внутрь термоблока газа — аргона (из баллона).

Снаружи на термоблоки надеты охладители 3, интенсивно обрызгивающие их водой после окончания процесса фиксации.

Инертный газ — аргон и холодная вода ускоряют процесс остывания термоблока. Конусный бак 5 служит для сбора воды от термоблока и отвода ее в сеть.

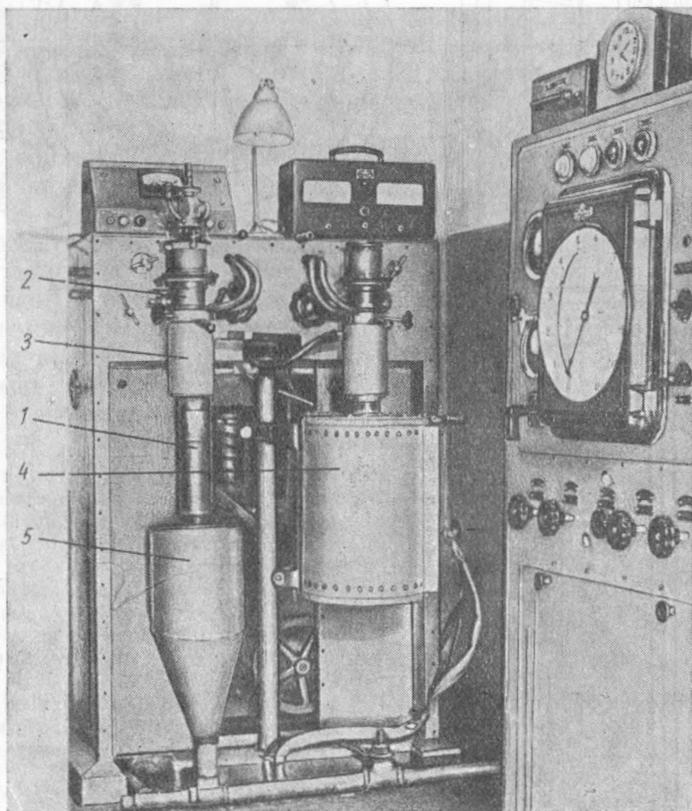
Термоблоки нагреваются электрической печью 4, которая укреплена на кронштейне и может перемещаться вертикально, отходить в сторону, вращаясь на угол $\pm 90^\circ$, последовательно нагревая то один, то другой термоблок.

Внутри щита смонтированы вакуумная система: форвакуумный насос типа ВН-461 (фиг. 63) и диффузионный насос типа ЦВЛ-100 с маслоуловителем, вакуумпровод, краны 1—7, электродвигатель и система охлаждения.

Аппаратура вакуумной системы расположена на боковой и верхней части шкафа.

Щит управления предназначен для автоматического и ручного регулирования температуры в рабочем пространстве печи. В верхней части щита установлен электронный потенциометр ЭПД-17, сигнальные лампы и другая вспомогательная аппаратура.

Электронный потенциометр показывает, записывает и регулирует температуры в рабочей зоне печи.



Фиг. 62. Вакуумная установка УФВ для фиксации волосков.

Для фиксации контейнер с волосками (800—1000 шт.) загружают в один из термоблоков, после чего камеры закрывают крышками с уплотнительной прокладкой. Включают форвакуумный насос и откачивают воздух до $5 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст. Затем подключают диффузионный насос и давление понижается до $1 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст., т. е. до заданного режима, при котором волоски при нагреве не имеют цветов побежалости или потемнения поверхности. При давлении $5 \cdot 10^{-4}$ мм поверхность волоска темнеет.

Давление $5 \cdot 10^{-3}$ мм измеряется вакууметром УТВ-49 в комплекте с манометрической лампой ЛМ-2, а вакуум до $1 \cdot 10^{-4}$ мм измеряется ионизационным вакууметром ВИ-3 в комплекте с лампой ЛТ-2.

После получения заданного вакуума электропечь подводится под термоблок и поднимается вверх настолько, чтобы вся нижняя рабочая часть термоблока вошла в печь. Охладитель отводится в верхнее положение. По достижении заданной температуры включается реле времени, которое регулирует время выдержки волосков в термоблоке при данной температуре. По истечении заданного времени подается сигнал. Электропечь отводится от термоблока. Охладитель опускается вниз на нагретую часть термоблока, наполняется водой и обильной струей охлаждает термоблок. В камеру подается из баллона газ — аргон. После охлаждения термоблок разгружается от контейнеров с волосками и загружается новой партией. В процессе охлаждения, разгрузки и загрузки первого термоблока, второй термоблок подогревается электропечью. Значительное время (до 1,5 час.) уходит на создание вакуума и на охлаждение волоска при наличии этого вакуума.

Время выдержки фиксации волосков при температуре 700°C — 21—23 мин. Время охлаждения 50 мин.

Техническая характеристика установки

Мощность, потребляемая установкой, в квт	4,5
Напряжение питающей сети в в	220
Максимальная мощность печи в квт	3,5
Максимальная температура нагрева печи в $^{\circ}\text{C}$	950
Размеры рабочего пространства печи в мм:	
диаметр	90
длина	500
Длина зоны равномерного нагрева в мм	200
Допустимый перепад температуры в зоне равномерного нагрева в $^{\circ}\text{C}$	Не более 10
Рабочая температура нагрева деталей в $^{\circ}\text{C}$	600—700
Время разогрева деталей (или термоблока) в мин.	До 75
Регулирование температуры	Автоматическое
Остаточное давление в термоблоке в мм рт. ст.	$1 \cdot 10^{-4}$
Время откачки в час.	До 1,5
При установленном режиме можно обработать на одной установке за 8 час. волосков	10 000
Охлаждение	Водяное

Контроль волосков. После фиксации волоски вынимают пинцетом из барабаничков и, встряхивая, разделяют их, после чего выборочно проверяют геометрическую форму на проекторе и крутящий момент на приборе (фиг. 64).

Внутри чугунного корпуса 1 этого прибора помещен образцовый волосок 2, наружный конец которого закреплен неподвижно на корпусе, а внутренний — на вертикальном валике 3. На этом же валике укреплен стрелка 4.

В зажиме валика крепится внутренний конец испытуемого волоска 5, а наружный — в держателе 6. Держатель вместе с вращающимся ободком 7 поворачивают на угол 360° , закручивая тем самым и испытуемый волосок. Под действием испытуемого волоска валик 3 закручивает образцовый волосок. Валик 3 при этом поворачивается на угол, пропорциональный величине крутящего момента испытуемого волоска. Величина этого угла поворота указывается стрелкой 4 на шкале прибора. Зависимость между величиной угла поворота и крутящим моментом испытуемого волоска приводится в специальной таблице.

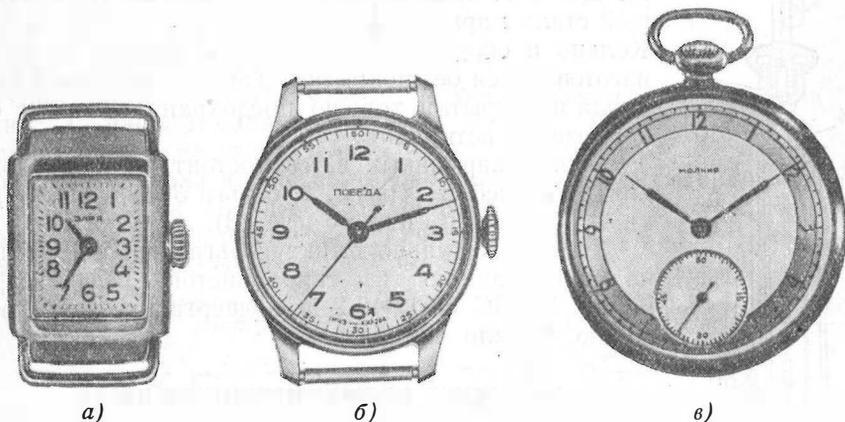
Волоски из бронзы для часов-будильников и для ряда точных приборов изготавливаются так же волочением и плющением. Термическая обработка их производится в лабораторных муфельных печах

ГЛАВА VIII

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОРПУСОВ, ЦИФЕРБЛАТОВ И СРЕЛОК

Корпусы, циферблаты и стрелки составляют детали внешнего оформления часов (фиг. 1). Для одного и того же часового механизма может быть применено несколько внешних оформлений, и чем больше такого разнообразия в оформлении будет осуществлено, тем лучше будет удовлетворяться спрос населения на часы.

К деталям внешнего оформления часов предъявляется одно основное требование — сохранять стабильным внешний вид отделки



Фиг. 1. Внешнее оформление наручных и карманных часов:

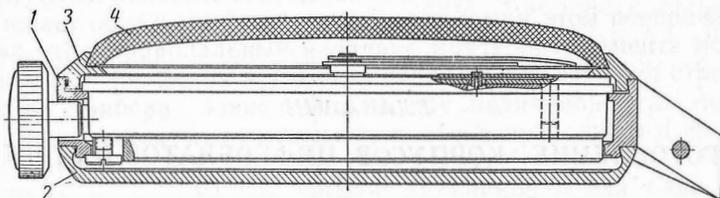
а — часы „Заря“; б — часы „Победа“; в — часы „Молния“.

в продолжение многих лет. Поэтому защитные покрытия на корпусах, стрелках и циферблатах должны быть стойкими не только к механическим воздействиям (покрытие корпусов), но и к действиям света (покрытие циферблатов). Эти требования обусловили и свои специфические способы обработки каждой детали внешнего оформления.

КОРПУСЫ

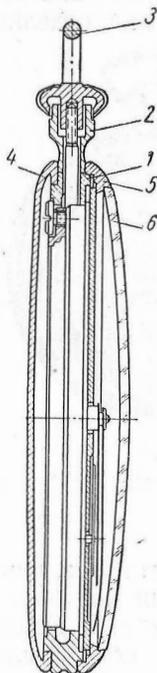
Корпусы часов должны не только сохранять внешнюю отделку, но и быть герметичными, чтобы предохранить часовой механизм от пыли, а по особым требованиям и от влаги. Формы корпусов и способы их изготовления весьма разнообразны, однако целесооб-

разно рассмотреть только способы изготовления двух корпусов наручных часов «Победа» и карманных часов «Молния», которые в известной мере являются типовыми.



Фиг. 2. Корпус наручных часов «Победа».

Корпус наручных часов состоит из корпусного кольца 1, задней крышки 2, ободка 3 и стекла 4 (фиг. 2). Корпусное кольцо и ободок изготавливаются из свинцовистого нейзильбера марки МНЦС 63-17-18-2, задняя крышка — из нержавеющей стали марки 1Х18Н9, стекло — из плексиглаза. Кольцо и ободок хромируются, а задняя крышка изготавливается без покрытий. Такое сочетание материала и покрытий хорошо предохраняет корпус от коррозии и истирания.



Фиг. 3. Корпус карманных часов «Молния».

Корпус карманных часов состоит из корпусного кольца 1, шейки 2, серьги 3, задней крышки 4, ободка 5 и стекла 6 (фиг. 3).

Корпусное кольцо, шейка, серьга, ободок и крышка изготавливаются из свинцовистого нейзильбера марки МНЦС 63-17-18-2 и подвергаются хромированию. Стекло силикатное.

КОРПУСНОЕ КОЛЬЦО НАРУЧНЫХ ЧАСОВ

Корпусное кольцо имеет сложную конфигурацию: лапки для крепления ушек под ремешки составляют одно целое с корпусным кольцом, в корпусном кольце имеется несколько уступов и углублений, строго концентричных между собой, предназначенных для крепления механизма часов, ободка и крышки (фиг. 4).

Заготовку корпусного кольца вырубают из полосы штампом совмещенного действия (Ш-04) на кривошипном прессе мощностью 35 т (1-я операция). Одновременно с вырубкой фасонный торец пуансона подгибает лапки кольца по $R = 13,8 \text{ мм}$ (фиг. 5). Вырубленную заготовку подвергают искусственному старению (2-я операция). Старение производится в шахтной электропечи ПН-316 при температуре 340—360° в течение 2 час. После этого заготовку

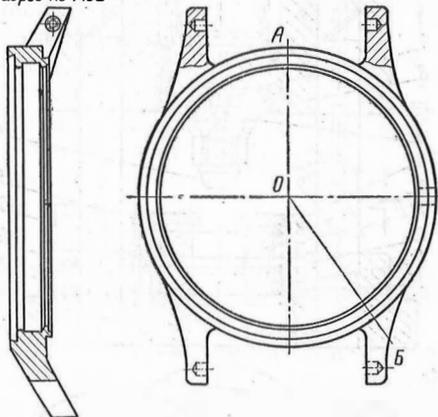
дважды зачищают по контуру (фиг. 6) зачистным штампом (Ш-03) на кривошипном прессе мощностью 35 т (3-я операция).

В нижней плите 1 зачистного штампа смонтирован съемный блок деталей, состоящий из загрузочной рамки 5 (фиг. 7), ножей 11 и 13, матрицы первой зачистки 12, матрицы второй зачистки 15, обойм матриц 19 и 6, прокладки 20, штифтов 14, 17, 18 и винтов 10 и 16.

В верхней плите 2 смонтирован съемный блок деталей, состоящий из пуансона контура 8, ловителя 4, штифтов 7 и винтов 9 и 3.

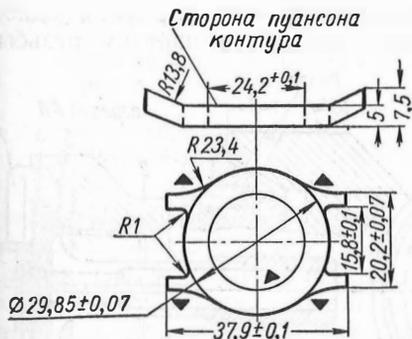
Для зачистки заготовка закладывается в загрузочную рамку 5 и контуром последней предварительно ориентируется относительно контура матрицы 12. При опускании верхней плиты 2 ловитель 4 своей конусной частью входит в отверстие заготовки и окончательно устанавливает ее относительно контура пуансона и, следовательно, контура матрицы с тем, чтобы толщина стенок кольца была одинаковой. Для удобства доводки контура лапок, матрицы изготавливаются составными из четырех частей каждая и скрепляются обоймами.

Разрез по АОБ

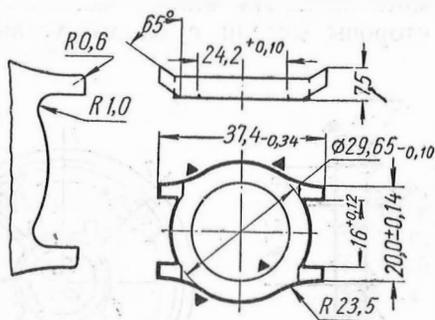


Фиг. 4. Корпусное кольцо часов «Победа».

Для зачистки заготовка закладывается в загрузочную рамку 5 и контуром последней предварительно ориентируется относительно контура матрицы 12. При опускании верхней плиты 2 ловитель 4 своей конусной частью входит в отверстие заготовки и окончательно устанавливает ее относительно контура пуансона и, следовательно, контура матрицы с тем, чтобы толщина стенок кольца была одинаковой. Для удобства доводки контура лапок, матрицы изготавливаются составными из четырех частей каждая и скрепляются обоймами.



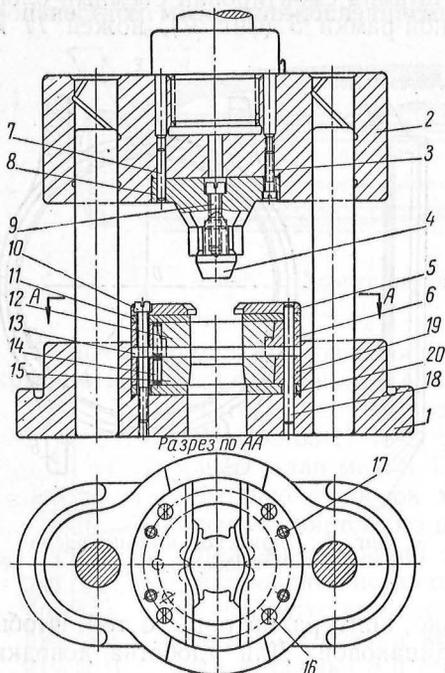
Фиг. 5. Заготовка корпусного кольца.



Фиг. 6. Зачищенная заготовка корпусного кольца.

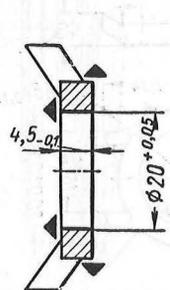
После зачистки заготовку обтачивают на специальном токарном полуавтомате по торцевой поверхности и растачивают отверстие (фиг. 8) (4-я операция). Эти поверхности для последующей обработки являются базовыми. Для выполнения этой операции заготовку зажимают в цанговом патроне (фиг. 9), который

состоит из цанги 1, стакана 2, пластины 3, прикрепленной винтом 4 к колонке 5, бобышки 6 и контурной пластины 7.

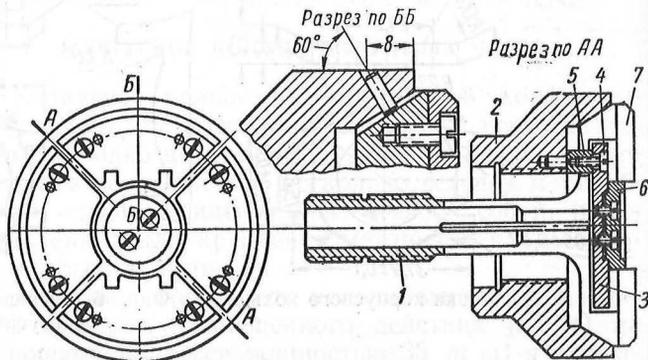


Фиг. 7. Зачистной штамп.

На станке можно обрабатывать весь профиль одной стороны детали с одного установа, включая и нарезку резьбы.



Фиг. 8. Расточка отверстия и подрезка торца кольца.



Фиг. 9. Патрон для зажима кольца при расточке.

Заготовка внутренней торцевой частью прижимается к бобышке 6 патрона. Заготовку зажимают за лапки контурной пластиной 7 во время отхода цанги 1 влево и сжатия пружинящей части. Контурная пластина состоит из четырех отдельных частей, прикрепленных к торцу цанги. При разжиме цанги деталь сбрасывается с патрона.

Для выполнения следующей операции заготовку корпусного кольца устанавливают в специальном цанговом патроне, подрезают торец и растачивают выемку по диаметру 26,5 (фиг. 10) на полуавтомате С-175 (5-я операция).

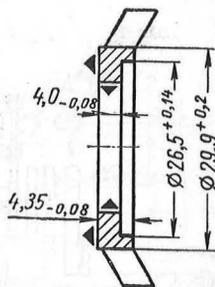
Токарный полуавтомат С-175 (фиг. 11а) специально сконструирован для токарной обработки корпусных колец, ободков и крышек, для нарезания резьбы в них в тех случаях, когда корпус изготавливается герметичным.

Станок приводится в действие от электродвигателя (фиг. 11б). Вариатор В-60 позволяет плавно изменять число оборотов на главном приводном валу I от 120 до 2250 в минуту.

Число оборотов изменяется рукояткой 1 при вращающемся шпинделе 2 станка. Для операционных работ вращение на главный приводной вал может передаваться непосредственно от электродвигателя без вариатора.

С главного приводного вала вращение передается на шкив шпинделя 2, который вращается со скоростью 175—3100 об/мин и на приводной вал подач II через промежуточный вал III с восьмиступенчатым шкивом.

Приводной вал подач через червячную пару 8 передает вращение на распределительный вал IV. Муфта 10, сидящая на скользящей шпонке, может попеременно передавать вращение на вал подач II или от четырехступенчатого шкива или от шпинделя станка через три спиральные колеса. В последнем случае передача осуществляется для нарезания резьбы.



Фиг. 10. Расточка углубления кольца.

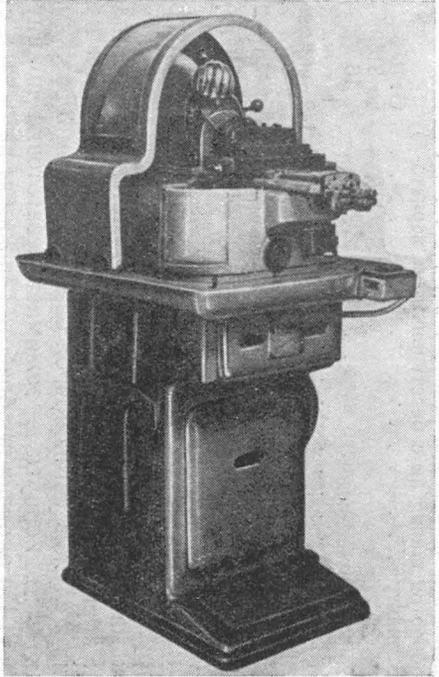
Механизм для нарезания резьбы включается рукояткой 3. На распределительном валу IV расположены кулачок продольной подачи суппорта 4, кулачок поперечной подачи суппорта 5, кулачок упоров продольной и поперечной подачи 6 и кулачок переключения станка на нарезание резьбы 7. На червячном колесе имеется палец-кулачок 9, служащий для выключения (останова) станка после одного цикла обработки, т. е. после одного оборота распределительного вала. Педаль 11 служит для разжима цанги.

Техническая характеристика станка С-175

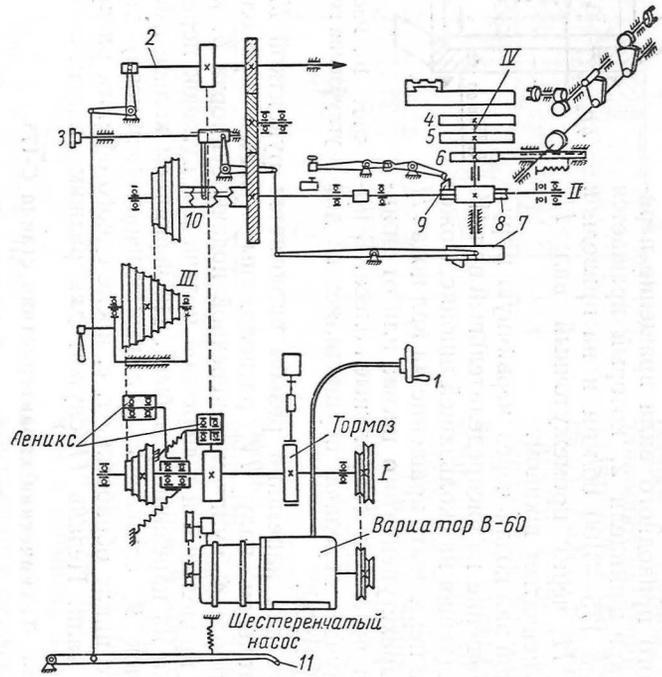
Наибольший диаметр обрабатываемой детали в мм	55
Наибольшая длина обработки в мм	25
Наибольший шаг нарезаемой резьбы в мм	0,7
Число оборотов шпинделя с бесступенчатым вариатором в минуту	От 150 до 3150
Число скоростей кулачкового вала	16
Электродвигатель	1 квт, 1425 об/мин

Станок выпускается в нескольких модификациях в зависимости от зажимного устройства и может работать с магазинной загрузкой. Станок С-175 оборудован цанговым патроном (фиг. 12), который состоит из корпуса патрона 1, стакана 2, конуса 3, сектора 4, шайбы 5, пружины 6 и поводка 7.

Для зажима заготовка цилиндрическим отверстием надевается на цилиндрический поясok корпуса 1 на глубину 3,5—3,8 мм. Торцевая поверхность стакана 2 служит установочной базой. Конусом 3 разжимается пружинящая часть корпуса и зажимается заготовка по внутреннему диаметру. По окончании обработки нажимом на педаль станка конус отходит вправо, пружинящая часть корпуса сжимается и освобождает заготовку. Сектор 4 под действием пружины 6, проходит вправо и сбрасывает заготовку с уступа.



а)
Фиг. 11а. Полуавтомат С-175.



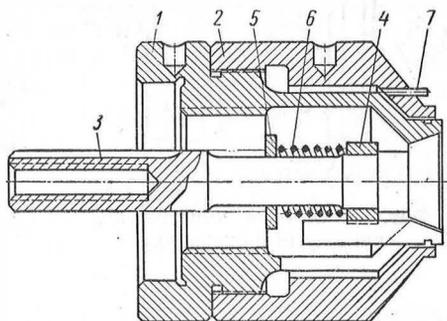
б)
Фиг. 11б. Кинематическая схема полуавтомата С-175.

После расточки углубления диаметром 26,5 мм в заготовке корпусного кольца растачивают углубление под ободок и обтачивают торцевую поверхность (фиг. 13) на станке С-175 (6-я операция). Установочной базой и базой для крепления служат поверхности, подготовленные на 4-й и 5-й операциях. Допуски на размеры по этой операции более жесткие, чем на предыдущих.

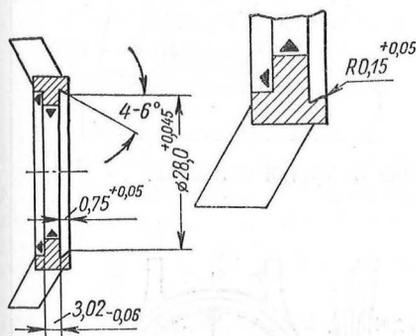
Затем, устанавливая заготовку на те же базы, что и в предыдущей операции, обтачивают лапки корпусного кольца (фиг. 14) на специальном токарном станке С-1а (7-я операция).

Далее в заготовке фасонным резцом обтачивают выступ под крышку (фиг. 15) на токарном станке С-1а (8-я операция).

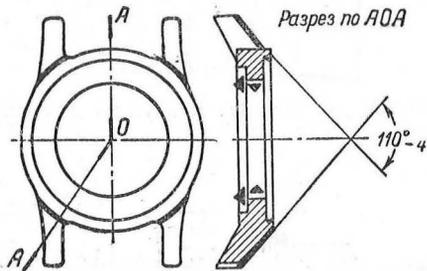
После этого сверлят четыре глухих отверстия под ушки (фиг. 16) на вертикальном сверлильном станке С-106 в кондукторе (9-я операция). Оси просверленных отверстий расположены не на одной



Фиг. 12. Разжимной патрон для обработки корпусного кольца.



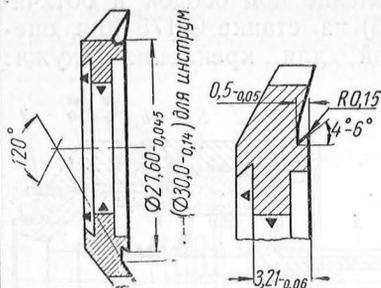
Фиг. 13. Расточка углубления под ободок (6-я операция).



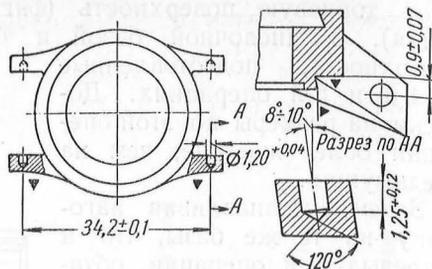
Фиг. 14. Обточка лапок (7-я операция).

прямой, а под углом 8° — 10° к ней. Такое направление сверления является вынужденным, так как сверло должно пройти мимо наружной поверхности противоположной лапки и не касаться ее. Стойка 2 кондуктора (фиг. 17) наклонена под углом 8° — 10° к основанию 1. Кондукторные втулки 5 смонтированы в планке 4. Корпусное кольцо 3 надевается на бабышку 6 и прижимается планкой 8, шарнирно закрепленной в скобе 7.

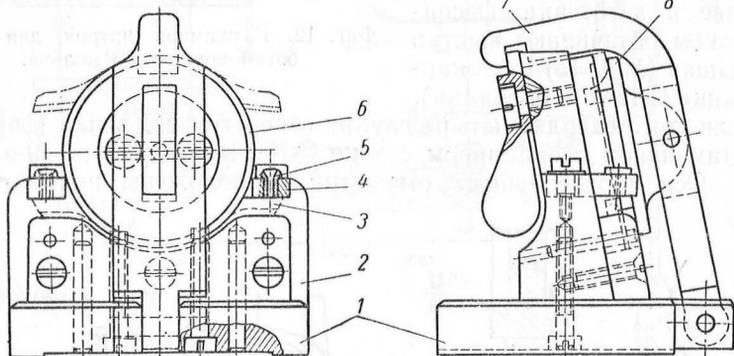
На следующей операции в заготовке фасонным резцом растачивают углубление для платины с мостами (фиг. 18) на станке С-175



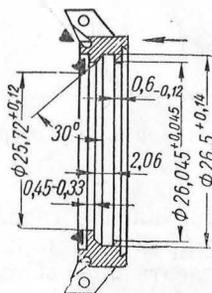
Фиг. 15. Обточка выступа под крышку (8-я операция).



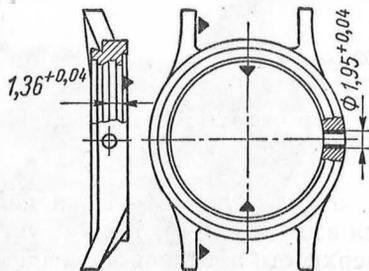
Фиг. 16. Сверление отверстий под ушки в лапках (9-я операция).



Фиг. 17. Кондуктор для сверления отверстий в лапках.



Фиг. 18. Расточка углублений для пластины с мостами (10-я операция).



Фиг. 19. Сверление отверстий под заводной ключ (11-я операция).

или С-81А (10-я операция). После этого сверлят отверстия под заводной ключ (фиг. 19) на специальном горизонтальном сверлильном полуавтомате (11-я операция). И, наконец, корпусное кольцо полируют (12-я операция), наводя продольный штрих, и затем направляют на гальванические покрытия (13-я операция).

Режимы резания. При obtачивании торцевых поверхностей и растачивании углублений в корпусном кольце режимы резания назначаются в зависимости от диаметра обработки, глубины резания, заданной чистоты поверхности и материала реза.

Скорость резания рассчитывается по наибольшему диаметру обработки. Принимая в среднем наибольший диаметр обработки $d = 30$ мм и для станка С-175 $n = 3150$ об/мин, получим

$$v_{\max} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 3150}{1000} \approx 300 \text{ м/мин.}$$

Подачи назначаются в зависимости от заданной чистоты поверхности и радиуса закругления вершины реза. В большинстве случаев поверхность обрабатывается по 6-му и 7-му классам чистоты (см. табл. 1).

Основное технологическое время T_o определяется по формуле:

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot s},$$

где

l — длина obtачиваемой поверхности в мм;

l_1 — величина врезания реза в мм;

l_2 — перебег реза в мм;

s — подача в мм/об;

n — число оборотов в минуту.

При работе на полуавтоматах для расчета машинного времени к T_o прибавляется T холостых ходов, которое рассчитывается по формуле

$$T_{x.x} = T_o \cdot \frac{n_{x.x}}{360^\circ - n_{x.x}},$$

где $n_{x.x}$ — число градусов холостого хода по карте наладки или по паспортным данным станка.

Штучное время определяется как сумма $T_o + T_{x.x} + T_{всп}$. $T_{всп}$ подсчитывается по нормативным таблицам.

Контроль по операциям осуществляется выборочно. Универсальными измерительными средствами являются проектор, индикатор, штангенциркуль, микрометр, специальными — пробки и шаблоны.

Недостатком описанного технологического процесса обработки корпусного кольца является то, что коэффициент использования металла при раскрое полосы равен 33%. На Втором Московском часовом заводе предложена и опробована в производстве одновременная вырубка заготовок корпусного кольца и ободка¹ (фиг. 20).

¹ Предложение гг. М. И. Петецкого, М. А. Нестерова и А. В. Горского.

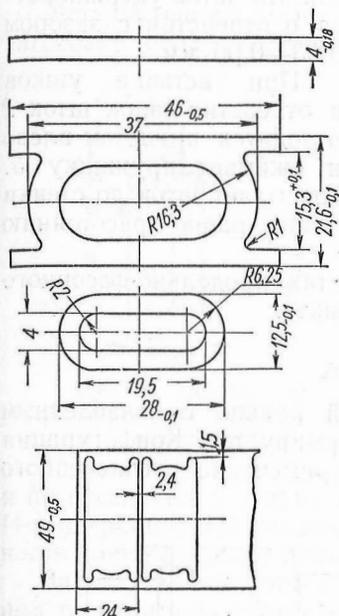
Таблица 1

Подачи в зависимости от скорости резания и заданной чистоты поверхности при обработке нейзильбера марки НМЦС 63-17-18-2 (в сокращенном виде)

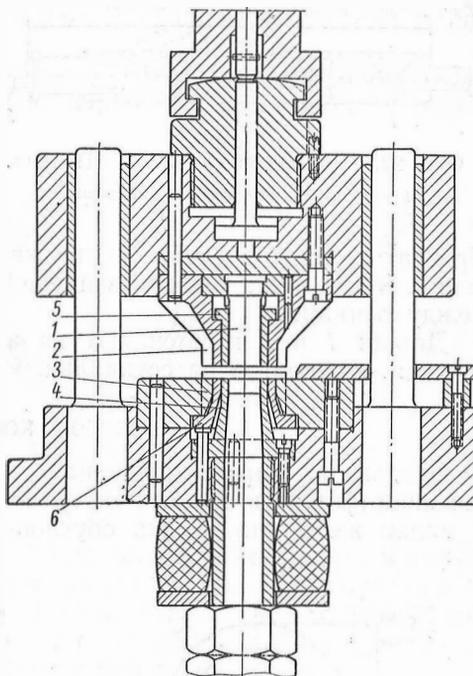
v в м/мин	r _{прит.} в мм	Резцы Р9 и Р18		Резцы ВК6 и ВК8			
		Классы чистоты обработанной поверхности					
		▽▽ 6	▽▽▽ 7	▽▽▽ 8	▽▽ 6	▽▽▽ 7	▽▽▽ 8
Подачи s ₀ в мм/об							
Продольное точение							
30—70	0	0,018	0,013	0,009	0,020	0,015	0,01
	0,3	0,019	0,014	0,010	0,021	0,016	0,011
	0,5	0,020	0,015	0,011	0,023	0,018	0,013
	0,8	0,022	0,017	0,013	0,025	0,020	0,015
Свыше 70	0	0,019	0,014	0,010	0,022	0,017	0,012
	0,3	0,020	0,015	0,011	0,023	0,018	0,013
	0,5	0,022	0,017	0,012	0,025	0,020	0,015
	0,8	0,024	0,019	0,014	0,027	0,022	0,017
Поперечное точение							
30—70	0	0,016	0,012	0,007	0,017	0,013	0,008
	0,3	0,017	0,013	0,008	0,018	0,014	0,009
	0,5	0,018	0,014	0,010	0,019	0,018	0,012
	0,8	0,019	0,015	0,011	0,021	0,016	0,012
Свыше 70	0	0,016	0,012	0,008	0,018	0,013	0,009
	0,3	0,017	0,013	0,009	0,019	0,014	0,010
	0,5	0,018	0,014	0,011	0,021	0,016	0,012
	0,8	0,019	0,015	0,012	0,023	0,018	0,014
Растачивание							
30—70	0	0,010	0,007	0,005	0,012	0,009	0,006
	0,3	0,011	0,008	0,006	0,013	0,010	0,008
	0,5	0,013	0,010	0,008	0,015	0,012	0,010
	0,8	0,015	0,012	0,010	0,017	0,015	0,012
Свыше 70	0	0,011	0,008	0,006	0,013	0,010	0,007
	0,3	0,012	0,009	0,007	0,014	0,012	0,009
	0,5	0,014	0,012	0,010	0,016	0,014	0,011
	0,8	0,017	0,014	0,012	0,019	0,017	0,014

По этому процессу коэффициент использования металла повышается до 70%, потому что дополнительно вырубается заготовка ободка и раскрой полосы имеет уменьшенную, по сравнению с данными графика фиг. 11, глава 3, перемычку a_1 между деталями и перемычку a_2 по краям полосы.

Пуансон 1 (фиг. 21) и матрица 4 предложенного штампа пробивают центральное отверстие. Пуансон 2 и матрицы 3 и 4 вырубают



Фиг. 20. Форма кольца и ободка.



Фиг. 21. Штамп для одновременной вырубки кольца и ободка.

заготовку корпусного кольца. Пуансон 2 и матрица 4 вырубает заготовку ободка. Вырубленная заготовка ободка запрессовывается выталкивателями 5 и 6 обратно в заготовку кольца. В отходы идет высека от пробивки центрального отверстия, высека от пространства между лапками кольца и перемычки a_1 и a_2 .

В дальнейшем заготовка корпусного кольца проходит две операции растяжки по диаметру на штампе. Пуансон штампа имеет конусную форму.

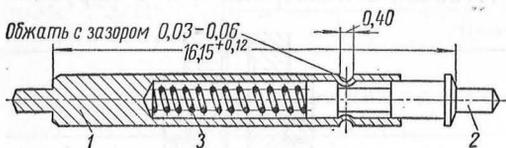
После растяжки по диаметру подгибают лапки и тогда кольцо имеет такую же форму и размеры заготовки как и в ранее описанном процессе.

Значительная экономия цветного металла от введения нового метода получения заготовки корпусного кольца с избытком компен-

сирует дополнительные операции гибки лапок и выбивки заготовки ободка.

Неотъемлемой частью корпусного кольца являются ушки. Конструкция и форма крепления ушков весьма разнообразны.

На фиг. 22 приведена конструкция съемного ушка к корпусам часов «Победа». В засверленную часть ушка 1 вставляется пружинка 3, которая сжимается штоком 2 (фиг. 22). Полая часть ушка обжимается так, что шток удерживается в отверстии с зазором 0,03—0,06 мм.



Фиг. 22. Ушко корпуса часов «Победа».

1 — основание; 2 — шток; 3 — пружина.

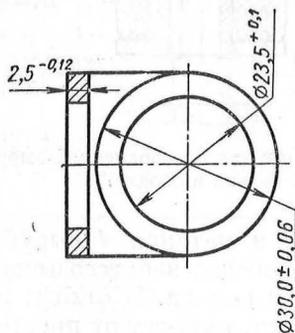
При вставке ушков в отверстие лапок шток 2 отводится пинцетом влево и сжимает пружинку 3.

При заходе цапф в отверстия пружинка 3 досылает шток до стенки лапки. Расстояние между заплечиками цапф равно расстоянию между лапками.

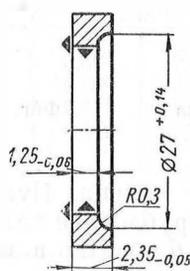
Детали 1 и 2 изготовляют на автоматах продольно-фасонного точения, а деталь 3 на специальном автомате.

ОБОДОК КОРПУСА

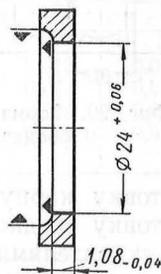
Ободок по форме представляет собой кольцо с ослабленным сечением (фиг. 2) и поэтому он легко деформируется. Конфигурация и малая жесткость ободка обусловили применение расчлененного



Фиг. 23. Заготовка ободка.



Фиг. 24. Подрезка торца и расточка (2-я операция).



Фиг. 25. Подрезка торца и расточка (3-я операция).

технологического процесса, т. е. введение ряда черновых операций обработки. Ниже дан перечень основных операций обработки.

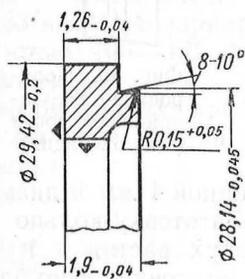
Заготовка вырубается штампом совмещенного действия типа Ш-04 из полосы в виде кольца (фиг. 23) на кривошипном прессе мощностью 20 т (1-я операция). Раскрой полосы двухрядный в

шахматном порядке. Деформация вырубленной заготовки по плоскости не должна превышать 0,05 мм, а эллиптичность отверстия 0,05 мм. После вырубki заготовка проходит старение, промывку, голтовку для снятия заусенцев и вторичную промывку.

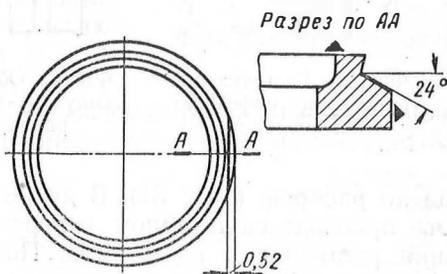
После промывки у заготовки, зажатой в патроне, подрезают торец с одной стороны и растачивают углубление диаметром 27 мм (фиг. 24) на специальном токарном станке (2-я операция).

Затем подрезают торец с другой стороны и растачивают отверстие диаметром 24 мм (фиг. 25) на специальном станке (3-я операция).

Установленную по расточенному отверстию и обточенному торцу заготовку ободка обтачивают по наружному диаметру, по торцу



Фиг. 26. Обточка по наружному диаметру (4-я операция).



Фиг. 27. Фрезерование лыски (5-я операция).

и по посадочному уступу (фиг. 26) на специальном токарном станке (4-я операция). По техническим условиям на сборку корпуса овальность по посадочному диаметру 28 мм не должна быть более 0,02 мм.

Затем угловой фрезой фрезеруют лыску (фиг. 27) на специальном горизонтально-фрезерном станке (5-я операция).

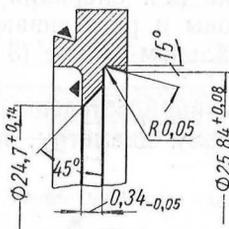
После этого растачивают углубление под стекло и циферблат и снимают фаску (фиг. 28) на специальном токарном станке (6-я операция).

Углубления под стекло и циферблат должны быть концентричными относительно посадочного уступа под корпусное кольцо. Биение одной расточки по отношению к другой не должно быть более 0,03 мм. Далее устанавливают ободок по выточке и обтачивают конус (фиг. 29) на специальном токарном станке (7-я операция). Обточенный ободок полируют и гляncуют по наружной поверхности (под гальванические покрытия) (фиг. 30) на полировальном станке С-42 (8-я операция).

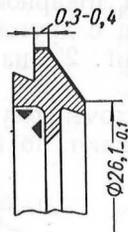
Посадочные размеры уступа ободка и расточки в корпусном кольце выполняются с допуском 0,045 мм. Следовательно, колебание натяга при сборке ободка с корпусным кольцом возможно в пределах 0,09 мм. Такое большое колебание не гарантирует требуемой посадки. По техническим условиям на корпус натяг в этом

соединении может колебаться в пределах 0,05 мм, поэтому ободки и кольца сортируют на две группы.

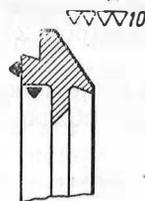
Количество заготовок ободка, вырубаемых из полосы, в виде кольца составляет 3—5% программы. Основную часть этой программы составляют заготовки в виде овального кольца (фиг. 20) или же в виде дисков, полученных из отходов при вырубке корпусного



Фиг. 28. Расточка под стекло и циферблат (6-я операция).

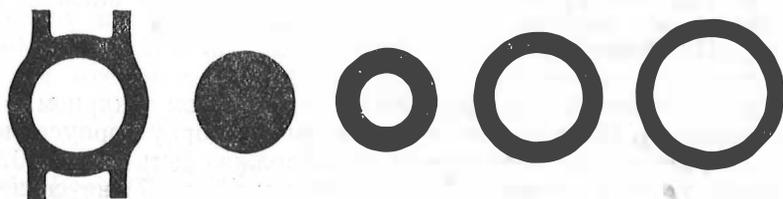


Фиг. 29. Обточка конуса (7-я операция).



Фиг. 30. Полирование наружной поверхности (8-я операция).

кольца по раскрою (фиг. 31). В диске толщиной 4 мм и диаметром 23,5 мм пробивается штампом отверстие. Заготовку-кольцо после старения растягивают на штампе. После двух растяжек и старения заготовка получает форму и размеры заготовки, вырубленной



Фиг. 31. Заготовка ободка из отходов при штамповке корпусного кольца.

из полосы. В процессе растяжки уменьшается не только ширина стенок кольца, но и толщина. Первоначальные размеры заготовки-кольца подбираются опытным путем.

После гальванических покрытий ободок поступает на сборку со стеклом. Стекло вырубает из полосы плексиглаза толщиной 0,8—1 мм в виде круглой заготовки, а затем обтачивают по диаметру и снимают фаски. Выпуклую форму стеклу придают в приспособлении с электроподогревом матрицы до 110—120° С. Стекло запрессовывается в ободок на прессе.

КРЫШКА КОРПУСА

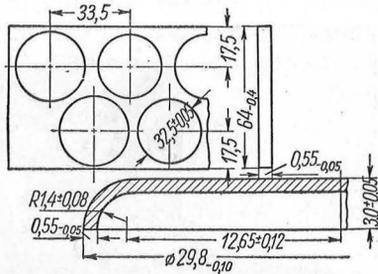
Утолщенный борт крышки корпуса необходим для плотного соединения с корпусным кольцом (см. фиг. 2). Крышка при ее надевании на корпусное кольцо пружинит вследствие прогиба.

Крышки вырубают из полосы и одновременно вытягивают. Затем формируют профиль борта под посадочные размеры и полируют и гляncуют внутреннюю и наружную поверхности.

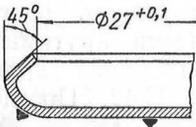
Заготовку (фиг. 32) вырубает на кривошипном прессе штампом совмещенного действия (1-я операция). Раскрой полосы — двухрядный в шахматном порядке. Размеры вытяжного пуансона и матрицы уточняют при опробовании штампа.

Борт крышки формируют в два приема чеканочными штампами (фиг. 33 и 34) на шарнирных прессах мощностью 100—125 т (2-я и 3-я операции).

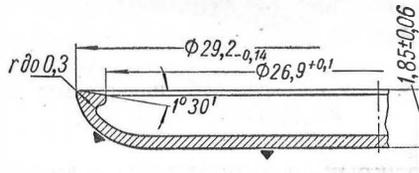
Отформованную крышку подрезают и растачивают по диаметру 27,46 мм (фиг. 35) на двухшпиндельном полуавтомате С-81А (4-я операция).



Фиг. 32. Заготовка крышки.

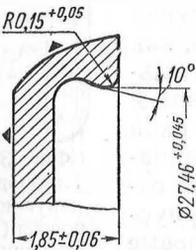


Фиг. 33. Первая предварительная формовка борта крышки (2-я операция).

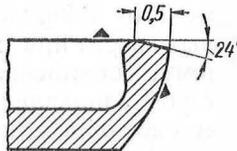


Фиг. 34. Окончательная формовка борта крышки (3-я операция).

У расточенной крышки угловой фрезой фрезеруют лыски (фиг. 36) на горизонтально-фрезерном станке (5-я операция). Крышка крепится в приспособлении. В последнее время на некоторых заводах эта лыска шлифуется кругом на специальном автомате. Произво-



Фиг. 35. Подрезка и расточка борта (4-я операция).



Фиг. 36. Фрезерованные лыски (5-я операция).

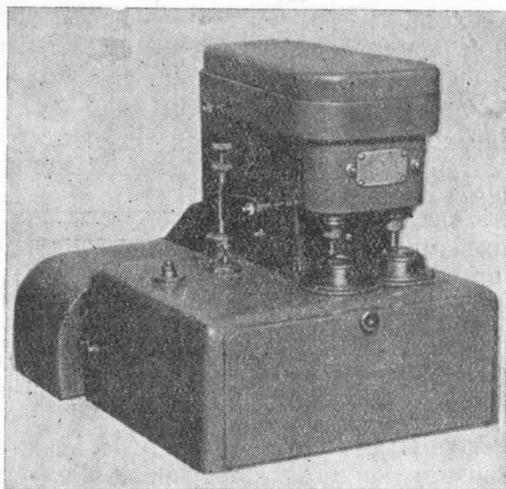


Фиг. 37. Ажурование внутренней стороны (6-я операция).

дительность автомата в 5 раз выше производительности фрезерного станка.

Ажурование рисунка на внутренней стороне крышки (6-я операция) (фиг. 37) выполняется на специальном двухшпиндельном

полуавтомате (фиг. 38). Крышка закрепляется в цанге в нижнем шпинделе станка. В верхнем шпинделе в цанге закреплена оправка с абразивоносителем. Вследствие вращательного движения ниж-



Фиг. 38. Двухшпindelный полуавтомат для ажуровки крышки.

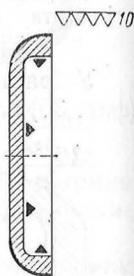
него шпинделя зерна абразива оставляют на крышке следы в виде кольца кру- говых бороздок. Радиальное перемещение верхнего шпинделя соответствует переносу оправки на соседний участок крышки. В качестве абразива применяется наждак зернистостью 180—220. Шпиндели работают одновременно. Загрузка и снятие крышки занимают несколько секунд. Производительность такого полуавтомата равна 2500 крышек в смену. Наружный пояс глянцуют (фиг. 39)

фетровыми кругами с пастой из окиси хрома на станке С-42. Посадочный размер крышки выполняется с допуском 0,045 мм. Перед сборкой крышки сортируются по посадочному размеру на две группы. Для корпусов, герметичных против влаги, крышка имеет более жесткий профиль сечения и соединяется с корпусным кольцом на резьбе, а в местах соединения бортиков прокладывается кольцо из полихлорвинилового пластика.

Описанный технологический процесс изготовления корпуса наручных часов можно охарактеризовать, как процесс, требующий для своего выполнения значительной номенклатуры механического оборудования и сравнительно высоких трудовых затрат при невысокой точности изготовления. Поэтому, естественно, внимание технологов и конструкторов направлено на создание более совершенных методов обработки корпусных деталей, значительно снижающих как трудовые затраты, так и расход металла.

К числу прогрессивных методов обработки, могущих найти применение при изготовлении деталей корпуса, следует отнести: литье под давлением, прецизионное литье, объемную формовку в нагретом и холодном состоянии. Заготовки должны быть получены в таком виде, чтобы на долю механической обработки остались лишь чистовые операции под посадочные размеры, имеющие жесткие допуски.

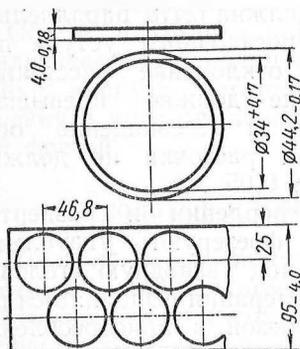
него шпинделя зерна абразива оставляют на крышке следы в виде кольца кру- говых бороздок. Радиальное перемещение верхнего шпинделя соответствует переносу оправки на соседний участок крышки. В качестве абразива применяется наждак зернистостью 180—220. Шпиндели работают одновременно. Загрузка и снятие крышки занимают несколько секунд. Производительность такого полуавтомата равна 2500 крышек в смену. Наружный пояс глянцуют (фиг. 39)



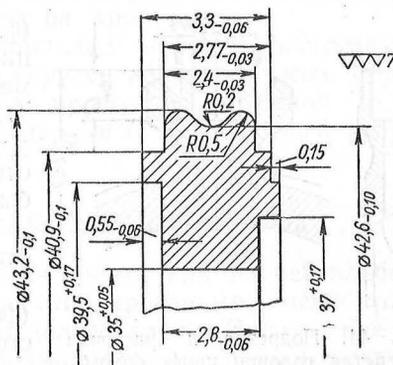
Фиг. 39. Глянцовка наружного пояса (7-я операция).

КОРПУСНОЕ КОЛЬЦО КАРМАННЫХ ЧАСОВ

Корпусное кольцо карманных часов имеет концентричные уступы и углубления, предназначенные для крепления механизма часов, ободка и крышки.

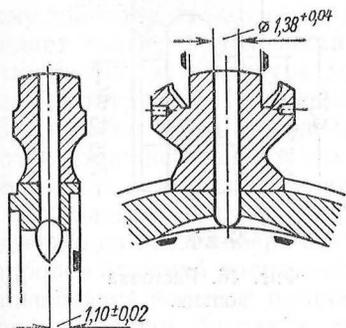


Фиг. 40. Заготовка корпусного кольца карманных часов.

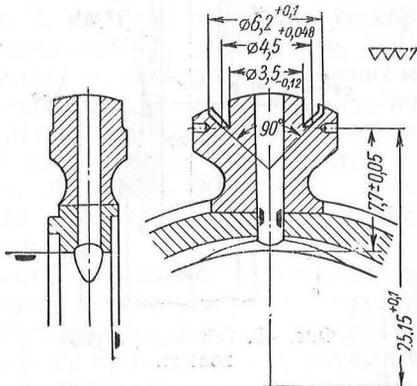


Фиг. 41. Корпусное кольцо после предварительной механической операции.

Нейзильбер марки НМЦ 63-18-2, из которого изготовляют корпусное кольцо, для вытяжных операций недостаточно пластичен, а поэтому заготовки вырубают из полосы толщиной 4 мм в виде кольца (фиг. 40). Вырубленные заготовки обезжиривают, под-



Фиг. 42. Сверление отверстия $\varnothing 1,38$ мм.

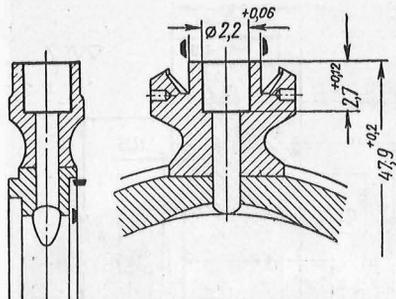


Фиг. 43. Фрезерование углубления в шейке.

вергают старению и промывают, затем предварительно обрабатывают на металлорежущих станках, после чего корпусное кольцо имеет форму, показанную на фиг. 41.

Отверстие под заводной ключ в отличие от обработки корпусного кольца наручных часов, где такое отверстие получается за одну операцию, в корпусном кольце карманных часов выполняется

за 18 операций. Эти операции составляют: обработка посадочного места в кольце под шейку корпуса, пайка шейки, зачистка мест пайки и правка кольца и шейки и обработка самого отверстия и уступов под заводную головку и серьгу.

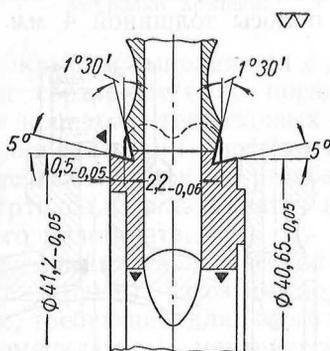


Фиг. 44. Подрезка и расточка отверстия головки цапфенбором.

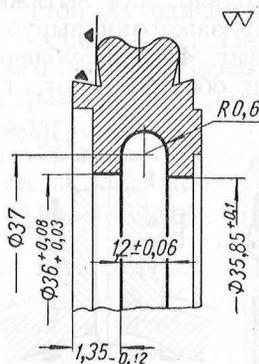
Ось отверстия диаметром $1,38 \pm 0,04$ (фиг. 42) должна быть параллельна плоскости посадочного уступа под механизм, отклонение расстояния $1,10$ мм не должно превышать $\pm 0,02$ мм, а несовпадение осей отверстия и расточки не должны быть более $0,05$ мм.

После сверления и развертки отверстия фрезеруют углубление в шейке под заводную головку (фиг. 43). Операция выполняется пустотелой фрезой в приспособлении на вертикально-фрезерном станке типа С-2.

Затем цапфенбором отверстие растачивают до диаметра $2,2$ мм на глубину $2,7$ мм (фиг. 44), и комбинированной фрезой снимают заусенцы с торца шейки и контура фрезерования.



Фиг. 45. Обточка уступов кольца.



Фиг. 46. Расточка кольца.

Подготовленное таким образом корпусное кольцо поступает на окончательные операции — обтачивание посадочных уступов под ободок и крышку и растачивание внутренних выемок под часовой механизм.

Посадочные уступы под ободок и крышку обтачивают на полуавтомате С-81А за две операции: сначала под ободок, а затем под крышку (фиг. 45).

Внутренние посадочные поверхности диаметром $36 \pm 0,08$ и $35,85 \pm 0,10$ растачивают также на полуавтомате С-81А, базирясь

по посадочному уступу под ободок (фиг. 46). Биение уступа под обод (41,2 мм) относительно посадочного отверстия под механизм диаметром 36 мм допускается не более 0,05 мм.

После растачивания под механизм у отверстия заводного ключа вручную снимают заусенцы. Обработанное в такой последовательности корпусное кольцо поступает на хромирование.

Ободок и крышка корпуса карманных часов обрабатываются аналогично с ободком и крышкой корпуса наручных часов. Серьга шейки корпуса изготавливается из проволоки навивкой ее на оправку в виде плотной винтовой спирали с последующей разрезкой фрезой.

ЗОЛОТЫЕ И ПЛАКИРОВАННЫЕ ЗОЛОТОМ КОРПУСЫ

Корпусы часов, изготовленные из золота или из нейзильбера, плакированного золотом, и хорошо отполированные, имеют красивый внешний вид и сохраняют его долгое время. Золото, как известно, не теряет своего блеска от воздействия атмосферного воздуха, хорошо противостоит коррозионному действию воды, щелочей и кислот (кроме царской водки). Обычно корпусы из золота имеют красивую форму, особенно для женских наручных часов, когда форма корпуса гармонически сочетается с формой золотого браслета.

Корпусы обычно изготавливаются из золота 583-й или 750-й пробы. Проба или титр обозначает, что на тысячу весовых частей золотого сплава приходится 583 или 750 частей чистого золота, а остальное составляет лигатуру, т. е. сплав из меди и серебра в различных пропорциях. Увеличение серебра в лигатуре придает всему золотому сплаву светлый оттенок и, наоборот, увеличение меди придает сплаву красноватый оттенок. Золото в чистом виде очень мягко и тягуче. Лигатура добавляется для придания сплаву необходимой твердости. Применяемый для корпусов часов золотой сплав 583-й пробы имеет твердость по $R_B = 87 \div 90$ единиц, хорошо противостоит истиранию, что весьма важно, как в смысле сохранения блеска, так и сохранения веса корпуса.

Технология изготовления корпуса из золота аналогична изготовлению из нейзильбера с некоторым изменением режимов резания. Наиболее сложной операцией является пайка лапок корпуса. Пайка производится золотым припоем той же пробы, что и корпус, и температура пайки близка к температуре плавления золота. Деталь при пайке может покоробиться и вообще потерять размеры. Поэтому применяют местный нагрев, т. е. только в местах пайки. С целью сохранения однородности цвета корпуса пайку производят в защитной среде.

В технической документации на изготовление золотых корпусов четко регламентирована сборка отходов золота по каждой операции. Для этой цели станки дополнительно оборудуются предохранительными колпаками из плексиглаза. Промывочные и охлаждающие жидкости пропускаются через специальные фильтры и т. п.

Корпусы полируют на станках обычной конструкции (типа С-42) пастой из окиси хрома, нанесенной на фетровый круг.

Чтобы снизить расход золота на стружку, корпусам придают такую форму, которую можно получить выдавливанием.

Такие формы, как правило, имеют корпуса женских малогабаритных часов. Вес золотого корпуса женских наручных часов составляет от 3 до 8 г. Вес золотого корпуса мужских наручных часов составляет от 11 до 20 г, а мужских карманных часов с одной или двумя крышками от 25 до 40 г, а иногда и до 50 г.

Чтобы экономить золото и снизить цены на часы, за последнее время за границей широко распространены корпуса, плакированные (покрытые) золотом. В качестве основы берется нейзильбер или специальная латунь. Различают термическое, гальваническое и механическое покрытия.

Больше распространено термическое покрытие, потому что этим способом золотой сплав прочно соединяется с основным металлом. Термическое плакирование состоит в следующем. Пластину нейзильбера или специальной латуни размером $300 \times 60 \times 20$ мм обкладывают двумя пластинами золотого сплава не ниже 583-й пробы, такой же длины и ширины, но толщиной 3 мм и 1,5 мм. Между пластинами закладывают слой специальной пасты. Сверху накладывают стальные пластины размером каждая $300 \times 60 \times 20$ мм и весь пакет сжимают 4—5 струбцинками, а затем закладывают в газовую камерную печь для нагрева до определенной температуры. В процессе нагрева струбцинки несколько раз поджимают — происходит поверхностная диффузия одного металла в другой. Нагрев продолжается 35—40 мин., после чего биметаллическую полосу прокатывают на вальцах за несколько переходов с промежуточным отжигом. Концы полосы присоединяют к клеммам и, пропуская электрический ток, нагревают полосу до красного каления. Чтобы предохранить полосу от окисления, поверхность ее покрывают пастой из охры.

Прокатанная полоса или лента состоит из трех крепко соединенных слоев: наружных золотых толщиной 20 и 10 мк и сердцевины 0,35—0,5 мм. Далее полоса поступает на штамповочные и другие механические операции, сходные с операциями для золотых корпусов. После штамповки заготовки отжигаются в печах с нейтральной средой.

На выпуклых и острых углах и переходах, в результате вытяжных и формовочных операций, толщина слоя золота с 20 мк уменьшается до 10 мк, а иногда до 3—4 мк, что соответствует 3—4 годам ношения часов. В этих местах появляются светлые точки (просвечивает нейзильбер). Чтобы придать один оттенок цвета корпус покрывают гальваническим слоем золота толщиной в 1—2 мк. Однако гальванический слой быстро истирается и корпус получает разнотонность по цвету. Поэтому корпусам, плакированным золотом, также следует придавать округлые обтекаемые формы, без резких переходов.

Расход золота на плакированный термическим путем корпус во много раз (8—10) меньше, чем на золотой. В плакированном

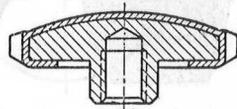
таким способом корпусе трудно определить вес золотого покрытия. В отдельных случаях корпуса наручных часов имеют заднюю крышку из нержавеющей стали. Форма ободка такого корпуса проектируется так, чтобы с боковой стороны крышка не была видна. Расход золота на такой корпус снижается до 0,4 г. Как разновидность термического покрытия применяют процесс отдельной вырубki заготовок из нейзильбера и золота. Заготовки спаиваются оловом или соединяются при помощи специального состава и идут на последующие операции. Положительным моментом при этом способе является то, что отходы ленты получают раздельно для золота и для нейзильбера. Отходы биметаллической полосы неудобны именно тем, что для сбора золота необходимо производить травление нейзильбера.

Гальванический способ покрытия корпусов золотом не нашел широкого применения потому, что гальванические ванны для золочения хорошо работают при растворении в них только чистого золота, но такое покрытие очень непрочно.

Ванны, работающие с электролитами, содержащими сплавы золота 583-й или 750-й пробы, неустойчивы в работе и нет гарантии за качественное покрытие, кроме того, толщина слоя гальванического покрытия, сохраняющего блеск, не превышает 5—7 мк.

Для получения слоя толщиной 20 мк необходимо производить многократное золочение.

К механическому способу плакирования относится обтяжка золотой фольгой корпуса и заводной головки. Расход золота при этом способе больше, чем при термическом и гальваническом. В последнее время этот способ применяют только для обтяжки заводных головок. Заводные головки обтягивают золотой фольгой толщиной 0,05—0,10 мм того же цвета и пробы, что и основной корпус (фиг. 47).



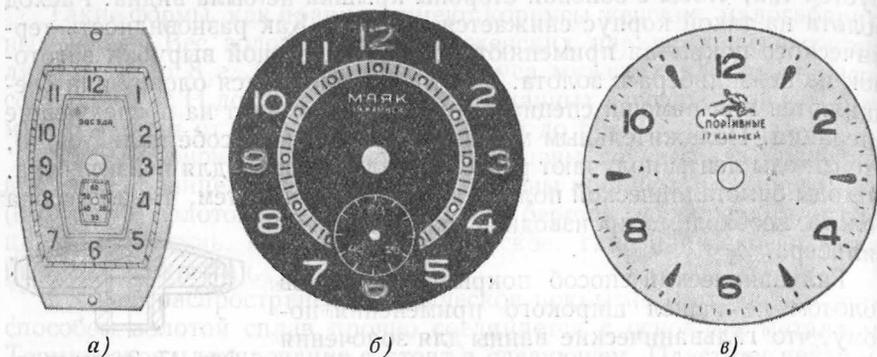
Фиг. 47. Заводная головка с золотым капсулем.

ЦИФЕРБЛАТЫ И СТРЕЛКИ

Циферблаты наручных и карманных часов изготавливаются из латуни Л-62 и из томпака Л-90. Рисунки и отделка выпускаемых циферблатов весьма разнообразны. Поле циферблата бывает белым (серебрение), розовым (лигатурное золочение) и черным (оксидирование или черное никелирование). Рисунок циферблата делают гладким или рельефным. На поле циферблата наносят цифры часовой шкалы и заменяющие их знаки, деления минутной и секундной шкал с неполной оцифровкой или совсем без оцифровки (фиг. 48). Цифры печатают типографской краской, светящейся массой или выдвигают штампом (рельефные циферблаты).

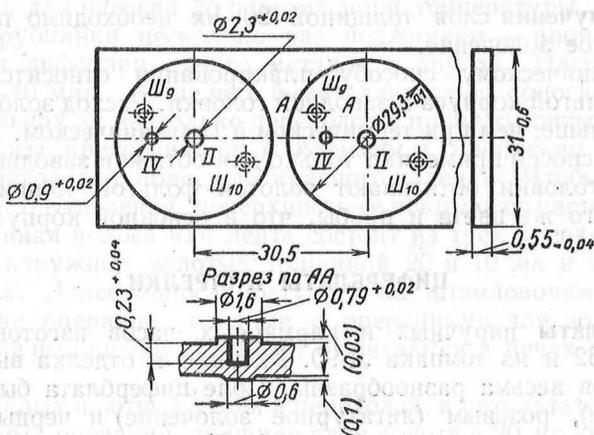
Процесс изготовления циферблатов в основном состоит из вырубki заготовки, пайки ножек, расточки, подготовки поверхности под покрытия (обезжиривание и травление), серебрения или золочения, лакировки, печатания и сушки.

Например, заготовка циферблата для наручных часов калибра К-26 вырубается с двумя сквозными отверстиями под оси стрелок и двумя несквозными отверстиями под ножки (фиг. 49). Операция



Фиг. 48. Циферблаты часов:
а — „Звезда“, б — „Маяк“, в — „Спортивные“.

выполняется на кривошипном прессе мощностью 15 т штампом совмещенного действия (Ш-04). Биение наружного диаметра относительно центрального отверстия допускается до 0,02 мм.



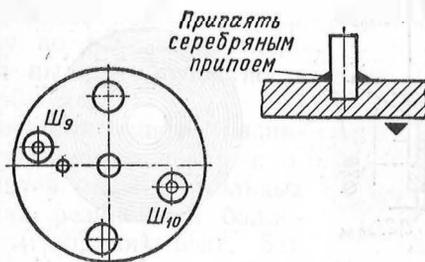
Фиг. 49. Заготовка циферблата (1-я операция).

Чтобы выровнять лицевую поверхность, заготовку шлифуют на станке С-29, после чего обезжиривают в органическом растворителе.

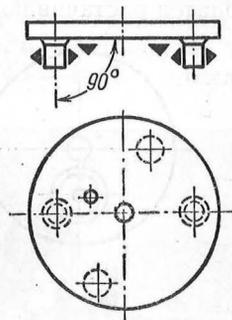
В подготовленную таким образом заготовку запрессовывают две ножки и припаивают их серебряным припоем ПСР-45 (фиг. 50). Припой, в виде колечка, надевают на ножку циферблата; место пайки смачивают бурой и припаивают ножку на газовом агрегате. На неко-

торых заводах ножки приваривают на электросварочном аппарате.

После пайки припой зачищают и правят ножки и поле циферблата (фиг. 51). Зачищают припой пустотелой фрезой на вертикально-свер-



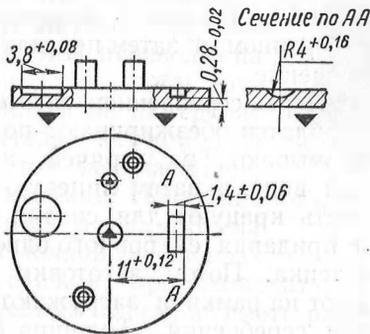
Фиг. 50. Пайка ножек.



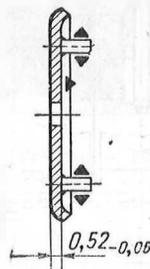
Фиг. 51. Правка ножек.

ильном станке. Правка ножек и поля циферблата выполняется на специальном полуавтомате. Плоскость поля проверяется по линейке.

Дальнейшие операции, фрезерование паза под заводной триб и расточка углубления под накладку баланса, выполняются на гори-



Фиг. 52. Получение углублений под заводной триб и накладку баланса.



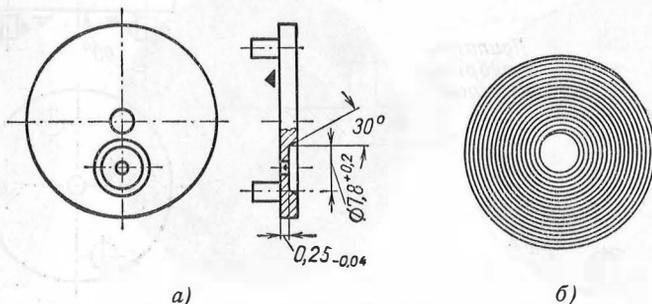
Фиг. 53. Полировка лицевой стороны циферблата.

зонтальном и вертикальном фрезерных станках (фиг. 52). Станки налаживают по установочным шаблонам, базой служат два отверстия под стрелки.

После подгибки краев на станке С-42А шлифуют и полируют лицевую сторону циферблата (фиг. 53) фетровыми кругами с наждачной пастой зернистостью 280—320 и спастой из окиси хрома. Поверхность должна быть обработана под $\nabla\nabla\nabla\nabla$ 10, риски, вмятины и другие дефекты, видимые в лупу 5 \times , не допускаются.

Для контроля циферблаты предварительно промываются в четырех ваннах с бензином марки «Галоша» ГОСТ 443-41 и протираются мягкой волосяной щеткой.

Признанные годными для дальнейшей обработки заготовки циферблатов растачивают под секундную стрелку (фиг. 54). Операция

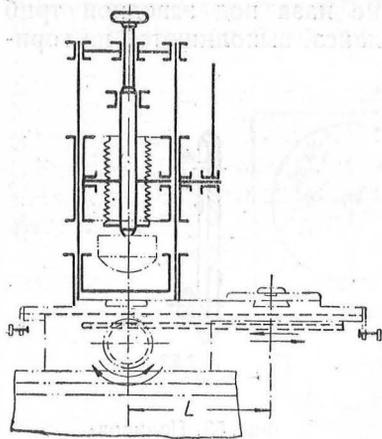


Фиг. 54. Расточка под секундную стрелку.

выполняется с большой подачей резца 0,10—0,15 мм/об, чтобы на поверхности получалась резко очерченная кривая — архимедова спираль (фиг. 54, б). Иногда для получения красивого рисунка с такой же подачей растачивают центральную часть поля циферблата.

После этой операции заготовки вновь промывают в четырех ваннах с бензином, а затем передают на серебрение.

Перед серебрением заготовки циферблатов обезжиривают под током, промывают в горячей и холодной воде, а затем лицевую поверхность крацуют для снятия окислов и придания ей ровного однотонного оттенка. Потом заготовки навешивают на рамки и загружают в ванну для серебрения. Толщина серебряного слоя 1,5—2 мк. После серебрения циферблат промывают в трех ваннах для улавливания остатка электролита, а затем в холодной про-



Фиг. 55. Станок для печатания циферблатов.

точной воде. Для удаления влаги циферблаты раскладываются лицевой поверхностью на папиросную бумагу.

Лакировка является весьма ответственной операцией, потому что она должна предохранить серебряную поверхность циферблата от действия воздуха и тем самым в течение многих лет сохранить его красивый вид. Лак должен быть стойким против действия лучей солнца и других источников света. Лак должен быть бесцветным, не искажать фон поля циферблата и не придавать ему никаких дру-

гих оттенков. И, наконец, толщина пленки должна быть 5—6 мк, чтобы пленка не воспринималась глазом.

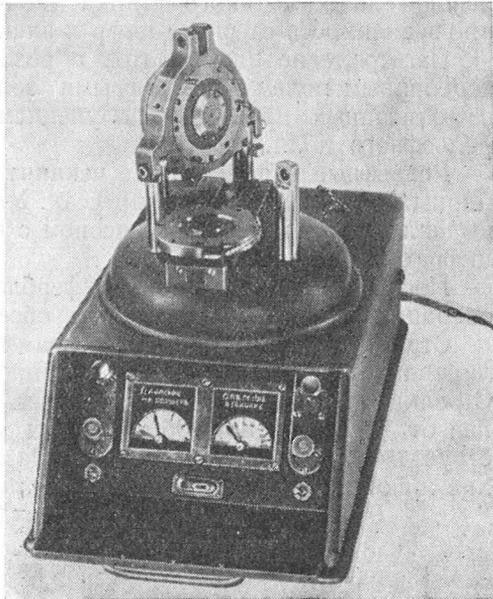
Такому требованию отвечает в известной мере смола БМК-5, которая растворяется в амилцитате и ацетоне. Перед лакировкой циферблаты обезжириваются последовательным погружением в три ванны с ацетоном. Лакируют циферблаты в центрифуге. Сушка циферблатов происходит при температуре 40°—45°С в стеклянном шкафу во избежание попадания пыли на поверхность циферблатов.

Печатание цифр, надписей, знаков и делений производится на настольных станках резиновыми баллонами (грушами) (фиг. 55).

На столе станка закрепляется матрица, в углублении которой наносится типографская краска. На расстоянии l от матрицы закрепляется на подставке циферблат. Сначала грушу станка опускают на матрицу и получают на ней отпечаток (негативный) шкалы циферблата. Затем стол переводят на расстояние l так, чтобы груша опустилась на циферблат и отпечатала на нем всю шкалу в том же масштабе, как и на матрице. Печатание производится в два приема с промежуточной и окончательной сушкой, при температуре 40—45°. Краска должна ложиться ровным слоем, не иметь разрывов и подтеков. Толщина слоя краски 4—5 мк. Печать контролируют лупой 5×. После вторичной печати циферблаты вновь лакируют той же смолой БМК-5 и сушат. Готовые циферблаты укладывают в мерную тару, предохраняющую их от повреждения при транспортировке и хранении.

Изготовление циферблатов с черным глянцевым полем и белыми или светящимися знаками отличается от описанного тем, что циферблаты погружают в ванну различных составов (см. главу девятую).

Печатание цифр и знаков светомассой производится на печатном агрегате пневматического действия (фиг. 56). В верхний баллон этого агрегата заливают густо разведенную светомассу. Баллон закрывают крышкой на резьбе с резиновой прокладкой. С боковой стороны подводится воздух. В нижней части баллона закреплена



Фиг. 56. Станок для печатания светомассы на циферблатах.

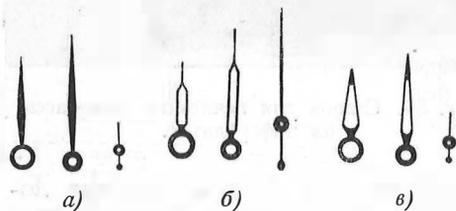
матрица с 7—10 мелкими сквозными отверстиями в каждом контуре цифры и знака. На нижний столик накладывают циферблат с предварительно отпечатанными белой краской цифрами и знаками. Стол вручную подают под матрицу. Стол пневматически поднимается вверх и прижимается к матрице. Одновременно в баллон подается давление воздуха на светомассу. Светомасса через отверстия матрицы заполняет цифры и знаки циферблата. После выдержки в течение нескольких секунд давление снимают и стол опускается вниз. Производительность такого станка 1200—1500 циферблатов в смену, вне зависимости от числа цифр и знаков, покрываемых светомассой.

Изготовление циферблатов с розовым матовым или рельефным серебряным полем и рельефными золочеными цифрами отличается от описанных процессов получением рельефных цифр, знаков и рельефного поля.

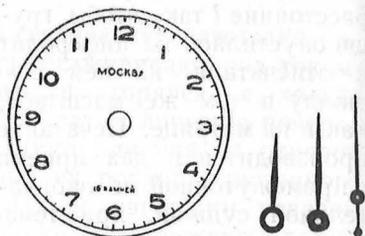
Рельефные цифры и поле чеканят за один ход ползуна на шарнирных или фрикционных прессах. Углубления для цифр и знаков выдавливают в матрице пуансоном с гладкой поверхностью. Высота цифр от 0,25 до 0,35 мм.

После чеканки заготовки циферблатов проходят дополнительные операции отжига, травления и обесчки по наружному контуру.

Стрелки часов изготавливаются из низкоуглеродистой стальной полированной ленты 10 М или из латунной полированной ленты ЛС63-3. Стрелки, как и циферблаты, очень разнообразны по форме и внешней отделке (фиг. 57). Обычно каждому виду циферблатов соответствует и свой вид стрелок (фиг. 58). Различают два вида стрелок — глухие и с окнами (скелетные). По отделке поверхности стрелки бывают



Фиг. 57. Стрелки различной формы.

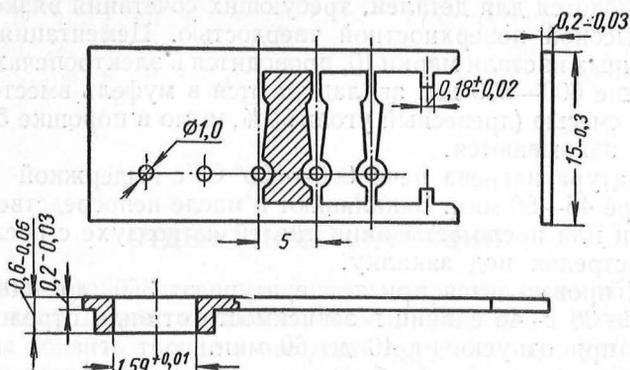


Фиг. 58. Циферблат и стрелки.

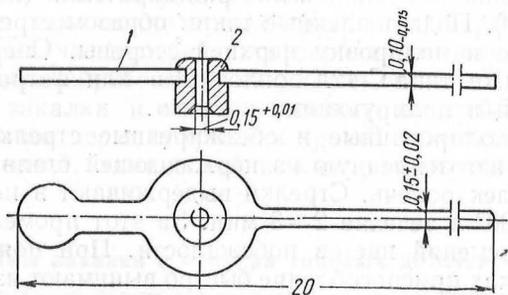
синие и окрашенные краской разных цветов. Скелетные стрелки в большинстве случаев покрывают светомассой. Процесс изготовления стрелок (глухих и скелетных) состоит из 8—10 операций.

Стрелки с вытянутой муфтой для посадки вырубают на штампе методом обесчки (фиг. 59). Вырубка производится на прессе-автомате. Минутные стрелки без муфты вырубуются на штампе прямым методом (на провал). В остальном процессы изготовления часовых и минутных стрелок одинаковы.

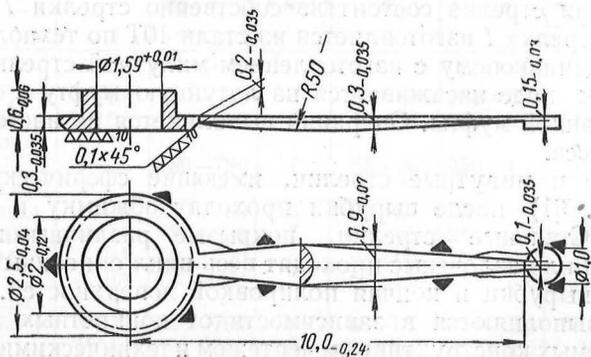
После вырубки стрелки рихтуют на стальной плите, а затем цементируют, закаливают и отпускают для придания им поверхностной твердости и пружинящих свойств.



Фиг. 59. Штампование стрелок методом обесчки.



Фиг. 60. Секундная стрелка.



Фиг. 61. Стрелка со сферической поверхностью.

Цементация или насыщение поверхности металла углеродом производится для деталей, требующих сочетания вязкой сердцевины с высокой поверхностной твердостью. Цементация стрелок, изготовленных из стали марки 10, проводится в электропечах. Стрелки в количестве 600—800 шт. закладываются в муфель вместе с цементирующей смесью (древесный уголь 95 %, мыло в порошке 5 %) и герметически закрываются.

Температура нагрева печи 800—820° С с выдержкой при этой температуре 45—50 мин. Закачивают в масле непосредственно после цементации или после остывания тиглей на воздухе с последующим нагревом стрелок под закалку.

Отпуск производится при температуре от 350° до 480° на твердость $R_C = 36 \div 46$ единиц в зависимости от вида стрелок. Время выдержки при отпуске от 40 до 60 мин.

После термической обработки стрелки контролируются (выборочно) на изгиб и излом для определения пружинящих свойств и структуры, а затем галтуют в барабанах с абразивами и обрезками кожи и промывают в органических растворителях (нормаль Н-3418, приложение 10). Подготовленные таким образом стрелки поступают на шлифование и полировку верхней стороны. Операция выполняется на станке типа С-42А войлочными или фетровыми кругами с шлифующими и полирующими пастами.

Хорошо отполированные и обезжиренные стрелки укладывают на подставку, изготовленную из нержавеющей стали, и загружают в тигельную электропечь. Стрелки выдерживают в печи при температуре 370—390° в течение 2—3 мин. За этот промежуток времени наблюдают за сменой цветов побежалости. При появлении синего цвета на стрелках приспособление быстро вынимают из печи, стрелки стряхивают на бумагу и охлаждают на воздухе. После синения и охлаждения стрелки промывают в мыльном растворе, проточной холодной воде, спирте и сушат в шкафу.

Секундная стрелка состоит из собственно стрелки 1 и муфты 2 (фиг. 60). Стрелка 1 изготавливается из стали 10Т по технологическому процессу, одинаковому с изготовлением минутной стрелки, и в подготовленном виде насаживается на латунную муфту с одновременной расчеканкой муфты. Операция выполняется на настольном гидравлическом прессе.

Часовые и минутные стрелки, имеющие сферическую поверхность (фиг. 61) после вырубki проходят обжимку и обсеку по контуру. Стальные стрелки, покрытые различными красками, светомассой или золоченые проходят весь цикл описанных операций, начиная с вырубki и кончая полировкой поверхностей. Остальные операции выполняются в зависимости от конкретных требований, предъявляемых конструктивным чертежом и техническими условиями.

ГЛАВА IX

ОТДЕЛОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ

В часовом производстве отделочные операции занимают большой удельный вес. Детали механизма часов шлифуют и полируют для того, чтобы снизить трение и повысить коррозионную устойчивость. Детали внешнего оформления часов (корпусы, циферблаты, стрелки) подвергают отделочным операциям для придания им красивого внешнего вида, устойчивого против истирания, действия света и коррозии. В комплекс отделочных операций входят шлифование и полирование, гальванические, химические и лако-красочные покрытия. Стальные детали механизма часов перед шлифованием и полированием проходят термическую обработку — закалку и отпуск. В табл. 1 приведены режимы закалки и отпуска типовых деталей часов. Детали из цветных сплавов перед покрытием проходят дополнительные операции механической, химической и электрохимической обработки.

Таблица 1

Режимы закалки и отпуска типовых деталей часов

Наименование деталей	Марка стали	Закалка			Отпуск		
		Температура в °C	Время в мин.	Твердость H_{RC}	Температура в °C	Время в мин.	Твердость H_{RC}
Ось баланса . . .	У10А	780—790	7	63—65	180—190	12	59—61
Вал барабана . . .	У10А	780—790	8	63—65	200—210	12	56—58
Триб минутной стрелки	У10А	780—790	7	63—65	350—400	10	49—52
Барабанные и заводные колеса	У10А	780—790	8	63—65	200—210	20	56—58
Анкерное колесо	У10А	780—790	7	63—65	280—290	10	53—55
Анкерная вилка	У10А	780—790	6	63—65	280—290	7	53—55
Регулятор	У10А	780—790	7	63—65	280—290	10	54—56
Заводной и переводной рычаги	У10А	780—790	7	63—65	200—220	10	56—58
Трибы	У7АВ	800—820	6	62—64	280—300	8	52—55
Винты	У7АВ	800—820	5	62—64	330—340	8	47—50
Ось анкерной вилки	У7АВ	800—820	5	62—64	200—210	10	56—58

ШЛИФОВАНИЕ И ПОЛИРОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Для того чтобы трение в работающем механизме часов было минимальным, чистота трущихся поверхностей стальных деталей, например цапф трибов и осей, должна быть не ниже 12-го класса. Чтобы детали были коррозионноустойчивыми и имели красивый вид, чистота их поверхности (торцев головок винтов, верхних плоскостей заводных и анкерных колес, градусников и т. п.) должна быть не ниже 11—12-го класса.

Для получения такой чистоты поверхности детали после закалки и отпуска шлифуют и полируют. После шлифования — подготовительной операции перед полированием чистота поверхности соответствует 8—9-му классу.

Обточенные на автоматах трибы и оси имеют чистоту поверхности 8—9-го класса, поэтому их не шлифуют, а сразу после термической обработки направляют на полирование.

Некоторые плоские детали, например заводные колеса, переводные и заводные рычаги, шлифуют для того, чтобы выровнять плоскости и устранить завалы, полученные при штамповке.

Полированием называется процесс снятия с обрабатываемых поверхностей микронеровностей высотой 0,25—3,2 мк.

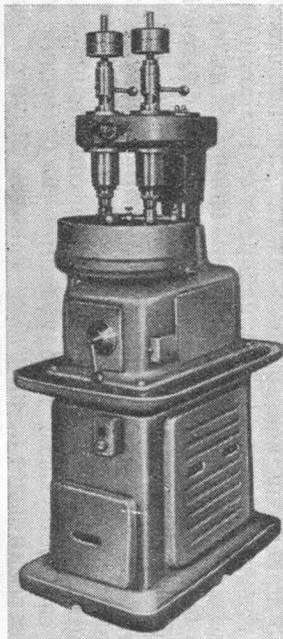
Различают два вида полирования: размерное и декоративное. Размерным называется полирование, после которого детали имеют не только чистоту поверхности 11—13-го класса, но и размер в пределах заданного допуска. Декоративным полированием или глянецванием деталям придают красивый внешний вид, а размеры и допуски не задаются. Толщина снимаемого слоя при глянецвании должна, однако, лежать в пределах допуска на размеры детали.

Способы шлифования и полирования, применяемые в часовом производстве, весьма разнообразны и специфичны и зависят как от размера и формы обрабатываемой детали, так и от требований, предъявляемых к отделке поверхности. Весьма разнообразны также шлифующие и полирующие абразивы.

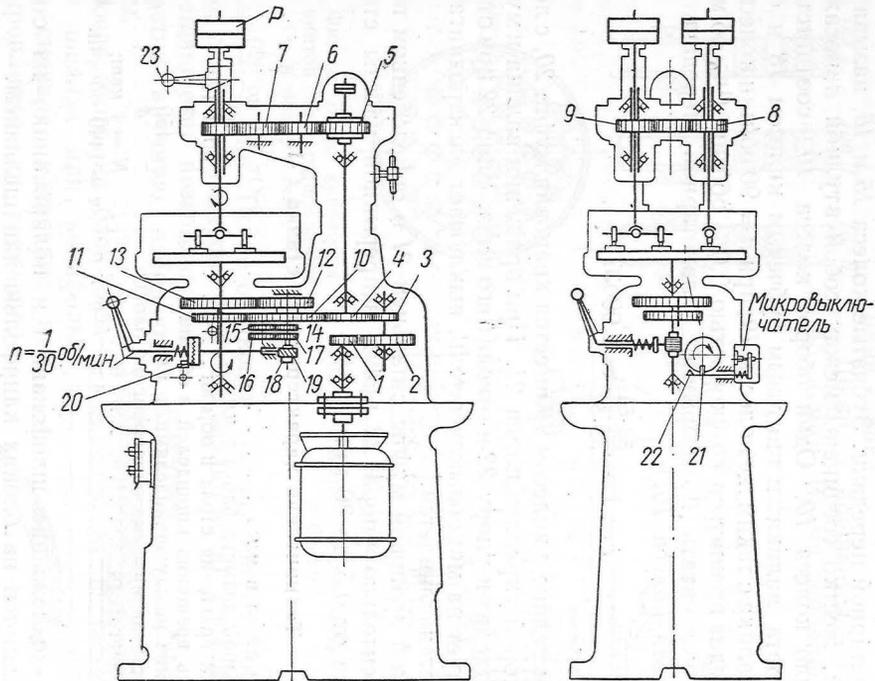
Шлифование и полирование плоских стальных деталей. Плоские детали шлифуют и полируют на двухшпиндельном вертикальном станке С-15 (фиг. 1).

Станок состоит из основания, внутри которого смонтирован электродвигатель, станины с круглым столом и с механизмом управления, смонтированным внутри станины, и стойки, несущей на себе кронштейн с двумя шпинделями. Вращение от электродвигателя передается круглому столу и шпинделям станка (фиг. 2). Шпиндель станка вращение передается через зубчатые колеса: 1—2—3—4—5—6—7—8—9, а круглому столу — через зубчатые колеса 1—2—3—4—10—11—12—13.

Свободно сидящие на валу зубчатые колеса 11—13 передают вращение столу через передвижную шпонку, что позволяет сообщать столу станка две скорости вращения.



Фиг. 1. Двухшпindelный плоскошлифовальный станок С-15.



Фиг. 2. Кинематическая схема станка С-15.

Продолжительность операции регулируется особым устройством. На одной оси с зубчатым колесом 10 смонтированы зубчатые колеса 14—17 планетарной передачи. Зубчатые колеса 15 и 16, называемые сателлитами, жестко соединены между собой втулкой и посажены на ось-водило колеса 10. Один оборот колеса 10 соответствует 0,00037 оборота валика с винтовым зубчатым колесом 18 и соответственно валика с таким же колесом 19; при $n = 90$ об/мин колеса 10, колесо 19 будет вращаться со скоростью 0,033 об/мин ($1/30$ об/мин), что можно подсчитать по формуле планетарной передачи для одного оборота колеса 10:

$$i = 1 - \frac{53 \cdot 51}{52 \cdot 52} = 0,00037.$$

На одном валике с колесом 19 имеется храповая муфта 20, с левой стороны которой укреплен палец 21. При вращении валика и муфты палец 21 подходит к упору 22 и отводит его вниз. Упор 22 при отходе вниз, действует на микровыключатель, выключает электродвигатель и станок останавливается.

Установкой храповой муфты с пальцем 21 в определенном положении относительно упора 22 время непрерывной работы станка регулируется от 0,5 до 30 мин.

Техническая характеристика станка С-15

Диаметр стола в мм	От 240 до 320
Наибольший диаметр блока в мм	50
Скорости вращения стола в об/мин	60 и 120
Скорость вращения шпинделей в об/мин	192
Расстояние между шпинделями в мм	150
Число устанавливаемых одновременно блоков	4
Электродвигатель	$N = 1$ квт; $n = 1440$ об/мин.

Детали, подлежащие шлифованию и полированию, на станке С-15 закрепляются на блоках канифолью или шеллаком.

Блоки представляют собой чугунные диски диаметром 40—50 мм и толщиной 2,5—6 мм с углублениями разной формы, в которые закладываются детали, подлежащие обработке.

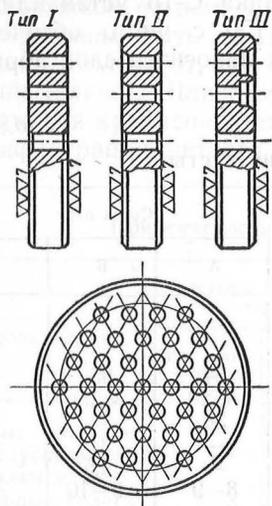
На фиг. 3 приведена конструкция блока для шлифования и полирования головок винтов. На блок набирают от 100 до 500 винтов. Тело винта входит в отверстие блока, головка опирается на торцевую, плоскую или коническую поверхность отверстия в блоке. Винты набирают в блоки на станке С-14 (фиг. 4).

В воронку 1 этого станка закладывают блок, а сверху насыпают винты, которые вследствие вибрации воронки своими стеблями попадают в отверстия блока. Под блоком вентилятором создается разрежение, способствующее набору винтов в отверстия блока.

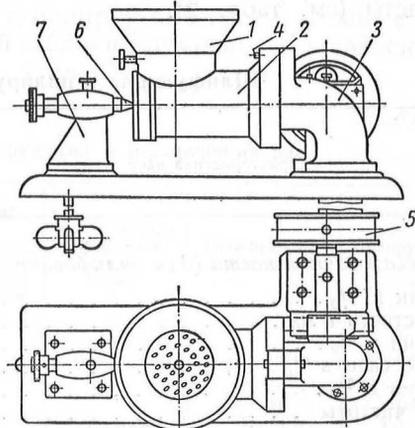
Корпус 2 воронки надет на патрубок 3 и фиксируется на нем в вертикальном положении штифтом 4. Корпус воронки получает возвратно-поступательное движение от эксцентрикового вала, вра-

щаемого шкивом 5, и от пружины поддерживающего центра 6, находящейся внутри бабки 7. Бабка 7 и патрубок 3 закреплены на станине станка.

Шкив 5 вращается со скоростью 145 об/мин. Время заполнения одного



Фиг. 3. Блок крепления винтов для шлифования и полирования.

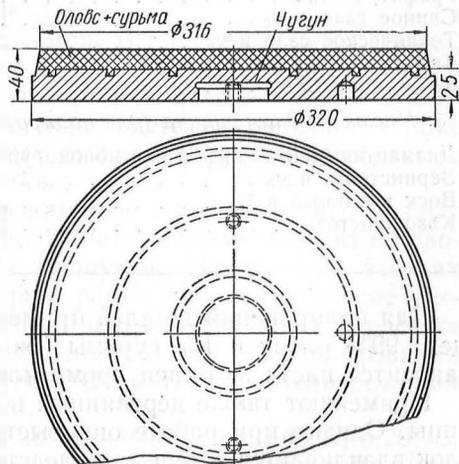


Фиг. 4. Станок С-14 для набора винтов в блоки.

блока 0,5—2 мин. После остановки станка корпус воронки отводят влево, снимают со штифта 4, поворачивают на 90° и вынимают блок. В оставшиеся незаполненные отверстия вручную набирают винты.

После этого на блок насыпают шеллак или канифоль. Блок сначала нагревают на электроплитке для расплавления шеллака (канифоли), а затем на винтовом прессе прижимают винты к пластине. После остывания блоки устанавливают на станке С-15. Крепление деталей с помощью шеллака или канифоли не вызывает деформации деталей.

Блоки устанавливают на круглом столе станка С-15 и прижимают к нему грузами, надетыми на верхние концы шпинделей. На нижнем конце каждого шпинделя закреплен поводок с двумя штифтами. Конусные концы штифтов поводка входят в центральные отверстия



Фиг. 5. Диск для полирования к станку С-15.

блоков и прижимают их к столу. Относительно плоскости стола станка блоки устанавливаются автоматически.

Для шлифования деталей на стол станка С-15 устанавливают чугунный диск твердостью $H_B = 120 \div 150$ с чисто обточенной торцевой поверхностью. На чугунный диск наносится слой абразивной пасты (см. табл. 2).

Таблица 2

Шлифующие и полирующие пасты

Характеристика паст	Сорта паст		
	А	Б	В
<i>1. Наждачная паста (для шлифования)</i>			
Наждак в %	64	95	—
Зернистость в мк	М-28	М-20	—
Стеарин в %	36	—	—
Свиное сало в %	—	2,5	—
Керосин в %	—	2,5	—
Класс чистоты	8—9	9—10	—
<i>2. Паста из окиси хрома (для полирования)</i>			
Окись хрома в %	67	60	66
Зернистость в мк	М-3,5	М-3,5	М-3,5
Стеарин в %	13	—	29
Парафин в %	13	—	—
Олеиновая кислота в %	5	—	5
Графит в %	0,2	—	—
Свиное сало в %	—	—	—
Техническое сало в %	1,8	—	—
Керосин в %	—	20	—
Класс чистоты	11—12	12—13	13
<i>3. Паста из диамантина (для полирования)</i>			
Диамантин (лейко-сапфир или монокорунд) в %	—	—	75
Зернистость в мк	—	—	М-3,5
Воск пчелиный в %	—	—	25
Класс чистоты	—	—	13—14

Для полирования деталей применяется диск из сплава, содержащего 99% олова и 1% сурьмы (фиг. 5). При полировании на диск наносится паста из окиси хрома или из диамантина.

Применяют также деревянные полировальные диски из бука или липы. Однако при работе они быстро теряют ровную поверхность, блок вдавливается в дерево, вследствие чего на полируемых деталях по краям получаются завалы.

Необходимое давление на блок при шлифовании передается от грузов, которые накладывают на верхний конец шпинделя. При полировании достаточно иметь один груз или работать без груза, используя вес шпинделя и поводка.

Чтобы зерна шлифующего абразива не попадали на полировальный диск, детали шлифуют на одном станке, а полируют на другом, расположенном от него на расстоянии 1—1,5 м. После шлифования блоки должны быть тщательно очищены от абразива и промыты в бензине. Полируют, как правило, за две операции (предварительно и окончательно). Шлифующие и полирующие пасты, а также и материалы для крепления деталей в блоки применяются в зависимости от конфигурации деталей (см. табл. 3).

Таблица 3

Применяемость шлифующих и полирующих паст

Группа деталей	Удельное давление в $кг/мм^2$		Материал для крепления деталей в блоке	Шлифующие пасты	Полирующие пасты
	при шли- фовании	при поли- ровании			
Винты, собачки, градусники, на- кладки и др.	1—2	0,5	Канифоль	Наждачная паста Сорт А То же Сорт Б	Паста из оксида хрома Сорт Б То же
Анкерные колеса, анкерные вилки и др.	2—3	0,5	Шеллак		

Крепление деталей в блоке шеллаком более прочное, чем канифолью. Поэтому при удельном давлении $2,0 кг/мм^2$ и выше для крепления деталей применяют шеллак.

Режимы шлифования и полирования. В процессе работы станка, т. е. при одновременном вращении стола и шпинделей, блок с деталями описывает сложные относительные движения, чем и достигается равномерный съем металла, как с деталей, лежащих ближе к центру блока, так и с удаленных от него. Скорость шлифования при этом изменяется от 0 до 3 м/сек.

Режимы шлифования и полирования деталей из сталей разных марок одинаковы. Основное технологическое время зависит от площади обрабатываемых деталей и припуска. На часовых заводах разработаны нормативы, по которым рассчитывается основное технологическое время. В приложении 6 приведена таблица для расчета основного технологического времени, необходимого для шлифования стальных деталей, имеющих припуск 0,02 мм. Вспомогательное время также назначается по нормативам.

Припуск на плоское шлифование назначается от 0,05 до 0,20 мм и на полирование предварительное и окончательное от 0,01 до 0,02 мм.

Отклонения размеров деталей, полируемых на станке С-15, не превышают 0,01—0,02 мм, поэтому в некоторых случаях особого припуска на полирование не назначают, а уменьшение размера происходит за счет допуска на окончательный размер.

Приступая к работе на станке С-15 поворотом рукоятки 23 (см. фиг. 2) опускают шпиндели так, чтобы концы штифтов поводка вошли в конические углубления блоков с полируемыми деталями и прижимали блоки к столу. После этого включают электродвигатель, шпиндель и стол начинают вращаться. В процессе вращения на стол станка периодически вручную наносится паста.

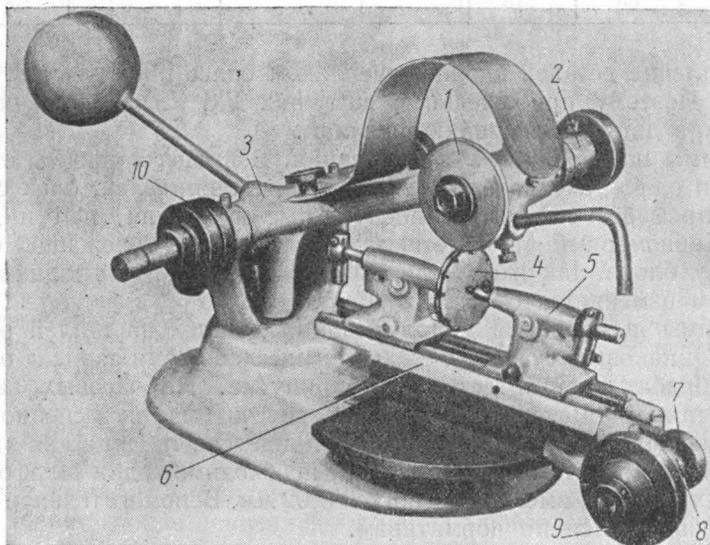
По окончании цикла шлифования шпиндели поднимают вверх, блоки снимают, очищают от абразива и индикатором измеряют высоту деталей. Если размер окажется большим заданного, то блоки вновь устанавливают на станок и шлифуют дополнительно.

Чистота поверхности после шлифования и полирования контролируется визуально лупой с увеличением $5\times$, а в отдельных случаях на микроскопе с увеличением до $16\times$.

После полирования блок с годными деталями поступает на разблокировку.

Полирование зубьев трибов

Чистота поверхности зубьев трибов после фрезерования соответствует 8—9-му классу, после полирования — 11—12-му классу. Зубья трибов, имеющие после закалки твердость $H_{RC} = 52 \div 55$,



Фиг. 6. Станок С-5 для полирования зубьев трибов.

полируются на станках С-5 (фиг. 6) или С-83 окисью хрома сорта А, нанесенной на буквый диск станка.

Полировальный диск 1 станка С-5 крепится на шпинделе 2 качающегося рычага 3. Триб свободно укладывается цапфами или уступами

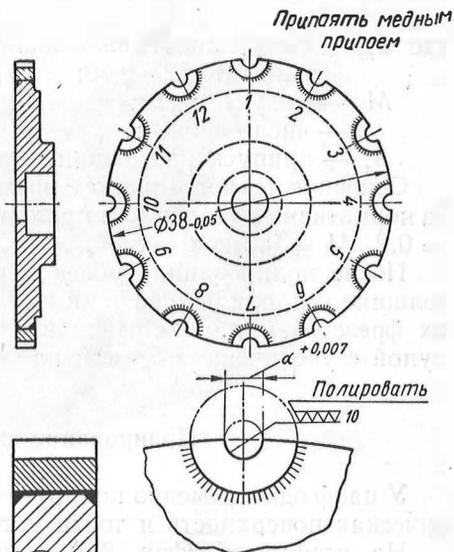
на люнетный держатель 4, который укреплен в центрах бабок 5, закрепленных на суппорте 6.

Полировальный диск имеет по окружности винтовую канавку. При опускании рычага винтовая канавка диска входит в зацепление с зубьями триба, вследствие чего при вращении диска триб вращается вокруг своей оси. Если длина зубьев более 2 мм, то суппорту 6 сообщают возвратно-поступательное движение от шатуна 7 и кривошипного валика 8. В этом случае на шкивы 9 и 10 надевается ремень.

Вставки к люнетному держателю изготовлены из твердого сплава и припаяны к держателю медным припоем (фиг. 7).

Полировальный буковый диск быстро срабатывается. Винтовые канавки нарезают непосредственно на станке. Для этой цели суппорт вместе со столом поворачивается на 5—6°. Диски изготавливаются из цельного дерева без сучков или каких-либо других пороков.

Более устойчивым против износа является диск из сплава, содержащего около 87% свинца, 4% олова и 9% сурьмы. Кроме того, полирование на таких дисках оказывается более качественным.



Фиг. 7. Люнетный держатель к станку С-5.

Техническая характеристика станка С-5

Скорость полирования в м/сек	От 7 до 4
Наибольший диаметр триба в мм	30
Наибольший модуль в мм	1
Диаметр полировального круга в мм	150—70
Скорость шпинделя полировального круга в об/мин	750
Число двойных ходов суппорта изделия в минуту	113
Наибольшая величина перемещения суппорта в мм	22

В процессе полирования слой металла быстрее снимается на головке зуба и медленнее во впадине зуба. Происходит это потому, что вершина нитки полировального диска быстро притупляется. Чтобы избежать искажений формы зуба триба, припуск на полирование уменьшают до 2—3 мк на сторону, а класс чистоты поверхности после фрезерования увеличивают так, что при полировании снимают только микронеровности высотой 1,6—0,25 мк.

Обычно припуск на полирование принимают равным 0,005 на сторону или 0,01—0,02 мм на диаметр. Основное технологическое

время полирования зависит от числа зубьев, модуля и припуска и рассчитывается по формуле

$$T_o = C_m \cdot M^{0,42} \cdot z^{0,7} \cdot \delta_s^{0,5} *$$

где C_m — коэффициент, зависящий от чистоты поверхности, берется равным 0,12—0,20;

M — модуль в мм;

z — число зубьев;

δ_s — припуск на толщину зуба.

Основное технологическое время может быть определено также из нормативных таблиц (см. приложение 7). Так, например, при $C_m = 0,2$, $M = 0,2$ и $z = 8$, $\delta_s = 0,01$ мм, $T_o = 0,044$ мин.

После полирования зубьев контролируются наружный диаметр, толщина и профиль зуба теми же методами и средствами, что и после их фрезерования. Чистота поверхности контролируется визуально лупой с увеличением 5× или на микроскопе с увеличением 16×.

Полирование цапф и уступов

У цапф одновременно полируются на станке С-8а (фиг. 8) цилиндрическая поверхность и торец уступа до чистоты 12—13-го класса.

На станине 1 (фиг. 8,а) смонтированы шпиндельная бабка 2, люнетная стойка 3 и суппорт 4 с качающимся рычагом 5. На правом конце качающегося рычага крепится шпиндель с полировальным диском 6. На левом конце рычага крепится груз-противовес 7 (фиг. 8, б). Для наладки станка суппорт может перемещаться вместе с рычагом и диском в осевом и радиальном направлениях. Шпиндельная бабка изделия при наладке станка также может перемещаться в осевом направлении. Шпиндельная бабка предназначена для закрепления детали в неподвижном центре 8 (фиг. 8, а). Вращение деталь получает от шкива 10 через ролик 11 и поводок 9 (фиг. 8, б), в этом случае на деталь надевается хомутик. При полировании крупных трибов поводок заводится непосредственно между зубьями. Для закрепления деталей при помощи цапги имеется сменная шпиндельная бабка.

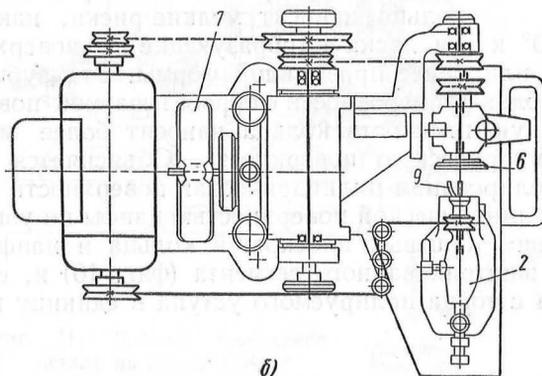
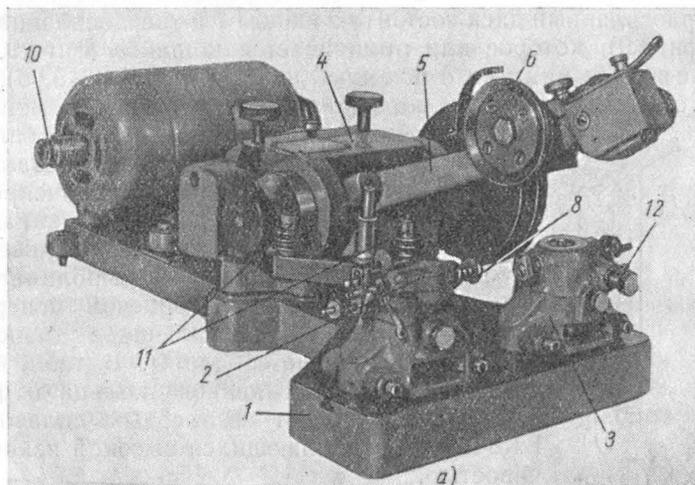
Качающийся рычаг может быть наклонен в горизонтальной плоскости под углом до 10° с целью полирования конусных поверхностей осей. Вращение шпиндели изделия и диска получают от электродвигателя.

Станок имеет упор 12, ограничивающий опускание полировального диска.

Люнет, служащий опорой для полируемой цапфы, изготавливается из твердого сплава и по конструкции аналогичен люнету, применяе-

* Нормативы института Оргмашприбор, 1954.

мому при полировании зубьев (см. фиг. 7). По мере износа одной канавки лунет поворачивают и под цапфу устанавливают вторую



Фиг. 8. Станок С-8а для полирования цапф и уступов.

канавку. Число канавок делают от 4 до 12 в зависимости от размеров диска и самих канавок.

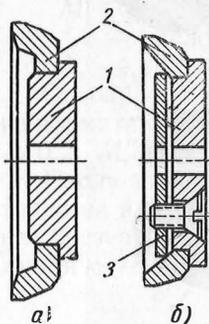
Канавки заправляют и доводят алмазными кругами или пилами.

Техническая характеристика станка С-8а

Диаметр полируемых цапф в мм	От 0,05 до 3
Наибольшая длина цапф в мм	8
Наибольшая длина обрабатываемых деталей в мм	50
Скорость вращения полировального диска в об/мин	860—1150
Скорость вращения поводковой шайбы в об/мин	3500
Диаметр полировального диска в мм	36—75
Угол поворота каретки в град.	10
Электродвигатель	0,125 квт и $n = 1400$ об/мин

Полировальные твердосплавные диски. Цапфы и уступы полируют твердосплавным диском, который во время работы смазывают минеральным маслом.

Твердосплавный диск состоит из шайбы 1 и твердосплавного кольца 2 (фиг. 9), которое или припаивается к шайбе (фиг. 9, а) или привертывается винтами с помощью пластины 3 (фиг. 9, б). Расход твердого сплава на такие кольца меньше расхода на монолитные диски. Кроме того, такой диск легче балансировать, что весьма важно при полировании цапф малого размера, так как плохо отбалансированный диск может выбрасывать цапфу из канавки люнета. Длина рабочей цилиндрической поверхности A у всех твердосплавных колец выполняется большей, чем длина рабочей торцевой поверхности, так как обычно высота заплечиков у цапфы в несколько раз меньше ее длины. В табл. 4 приведена форма твердосплавного кольца и размеры. Кольца изготовляют из твердых сплавов ВК6, ВК8 и ВК10, отличающихся высокой износоустойчивостью.



Фиг. 9. Твердосплавный диск.

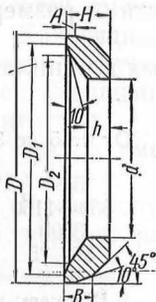
На цилиндрической и торцевой поверхностях кольца наносят мелкие риски, наклоненные под углом $10-20^\circ$ к оси диска и образующие на поверхности кольца зубцы более или менее правильной формы. Эти зубцы в процессе работы соскабливают неровности с обрабатываемой поверхности.

На торцевую плоскость кольца наносят более мелкие риски, чем на цилиндрическую поверхность. Объясняется это тем, что в процессе полирования цилиндрическая поверхность кольца соприкасается с цилиндрической поверхностью цапфы по узкой площадке, а соприкосновение торцевых плоскостей кольца и цапфы происходит на площади заштрихованного сегмента (фиг. 10) и, следовательно, съем металла с торца полируемого уступа в единицу времени будет

Таблица 4

Габаритные размеры твердосплавного полировального кольца

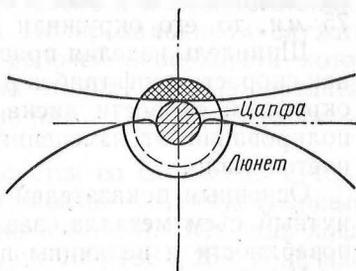
№ по пор.	D	D_1	D_2	d	H	h	B	A
1	36	34	34	24	6	3	6	1,5
2	51	49	49	34	7	3,5	4	2
3	65	63	57	42	11	5,5	6	2,5
4	75	73	67	42	11	5,5	6	2,5



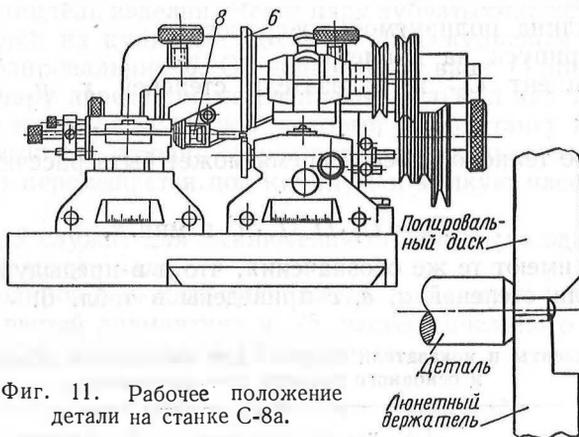
значительно большим, чем с цилиндрической поверхности. Так как припуск на полирование торца уступа назначается лишь немного большим, чем на цилиндрическую поверхность, то для одновременного окончания полирования той и другой поверхностей торцевую плоскость диска затачивают алмазным порошком более мелкого зерна, чем и понижают ее режущую способность.

В зависимости от требуемой чистоты поверхности применяют диски или с крупной или со средней или с мелкой заточкой. В табл. 5 приведены соотношения между классами чистоты и видом заточки диска.

Для полирования деталь одним концом крепят в передней бабке станка С-8а, а другим опирают на люнетный держатель (фиг. 11). Перед началом работы полиро-



Фиг. 10. Поверхности соприкосновения полировального кольца и детали.



Фиг. 11. Рабочее положение детали на станке С-8а.

Таблица 5

Виды заточки диска в зависимости от класса чистоты поверхности

Класс чистоты поверхности после полирования	Припуск на полирование (на диаметр) в мм	Заточка диска	Зернистость алмаза по ГОСТ 3647-47	
			для заточки цилиндрической поверхности	для заточки торцевой поверхности
10	0,02—0,05	Крупная	46	120
11	0,01—0,02	Средняя	60	180
12—13	0,005—0,015	Мелкая	90	220

важный диск накладывают на цапфу; диск и детали сообщают вращение в одном или в разных направлениях. Диск вращается со скоростью 860 или 1150 об/мин. Если диаметр диска равен 75 мм, то его окружная скорость равна 200 или 270 м/мин.

Шпиндель изделия вращается со скоростью 3500 об/мин. Окружная скорость цапф трибков равна 2—6 м/мин, т. е. во много раз меньше окружной скорости диска. Поэтому результирующая скорость при полировании от изменения направления вращения изделия изменяется мало.

Основным показателем производительности станка является минутный съём металла, зависящий от диаметра, длины полируемой поверхности и величины припуска.

Чем больше диаметр и длина полируемой поверхности, тем больше площадь соприкосновения твердосплавного кольца с поверхностью детали и тем, следовательно, больше съём металла в единицу времени (минуту). Минутный съём металла рассчитывают по следующей формуле:

$$W = C_W \cdot D^x \cdot l^y \cdot h^z \text{ мм}^3/\text{мин}^*,$$

где D — диаметр;

l — длина полируемой поверхности;

h — припуск на диаметр.

Коэффициент C_W и показатели степеней x , y , z приведены в табл. 6.

Основное технологическое время может быть рассчитано по формуле

$$T_o = C_T \cdot D^a \cdot l^b \cdot h^c \text{ в мин.}^*,$$

где D , l , h имеют те же обозначения, что и в предыдущей формуле, а показатели степеней a , b , c приведены в табл. 6.

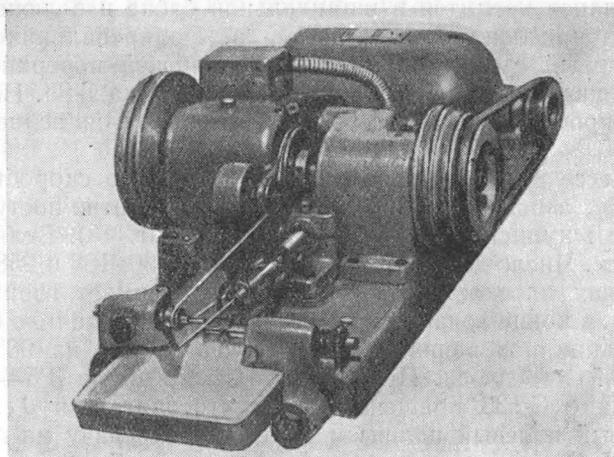
Таблица 6

Коэффициенты и показатели степеней для определения объема металла и основного времени при полировании

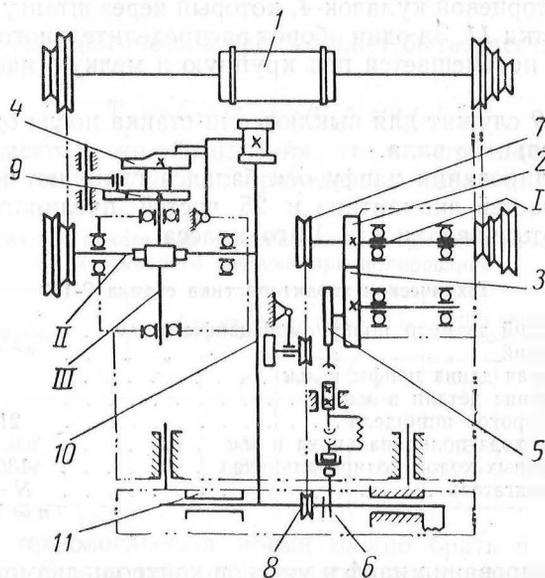
Длина полируемой поверхности	Для минутного съема				Для расчета основного технологического времени			
	C_W	x	y	z	C_T	a	b	c
$l \leq 0,7 \text{ мм}$	7,5	0,65	1	0,5	0,20	0,35	0,4	0,5
$l > 0,7 \text{ мм}$	6	0,65	0,4	0,5	0,25	0,35	0,6	0,5

Основное технологическое время можно брать по нормативам. В приложении 8 дана таблица основного технологического времени при полировании цапф с припуском 0,01 мм и чистотой поверхности $\nabla\nabla\nabla\nabla$ 12. Цапфы оси баланса после полирования цилиндрической

* Нормативы института Оргмашприбор, 1954.



Фиг. 12. Станок С-133 для закругления цапф.



Фиг. 13. Кинематическая схема станка С-133.

чением от $16\times$ до $70\times$ в зависимости от размеров и формы проверяемой поверхности и класса чистоты.

Заточка полировальных дисков производится на станке С-196 (фиг. 14) с помощью двух алмазных кругов.

Полировальный диск вместе со шпинделем закрепляется в суппортной стойке 3. Суппорт имеет возможность перемещать (для установки) полировальный диск в трех направлениях. Два алмазных круга производят за один установ последовательную заточку обеих рабочих поверхностей полировального диска.

Кинематическая схема станка приведена на фиг. 15. От электродвигателя вращение передается посредством круглых ремней на шпиндели алмазных кругов 1 и 2 и затачиваемого диска. Суппорт имеет возможность поворачиваться на угол до 110° для заточки полировальных дисков по торцевой и цилиндрической поверхности под различными углами.

Шпиндели алмазных кругов также имеют возможность перемещаться в осевом направлении.

Техническая характеристика станка С-196

Диаметр затачиваемого диска в мм	От 30 до 120
Ширина затачиваемого диска в мм	До 10
Диаметр алмазного круга в мм	75
Число алмазных кругов	2
Скорость вращения алмазного круга в об/мин	6000
Скорость вращения шпинделя затачиваемого диска в об/мин	900
Угол поворота суппорта в град.	110
Электродвигатель	$N=0,35$ квт; $n=3000$ об/мин

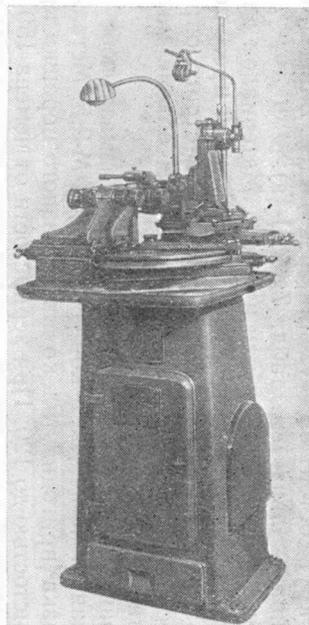
В часовом производстве алмазные круги широко применяются для заточки, шлифования и доводки твердосплавных резцов, полировальных дисков, пуансонов, матриц, шаблонов, калибров и др.

В табл. 7 приведена применяемость алмазных кругов.

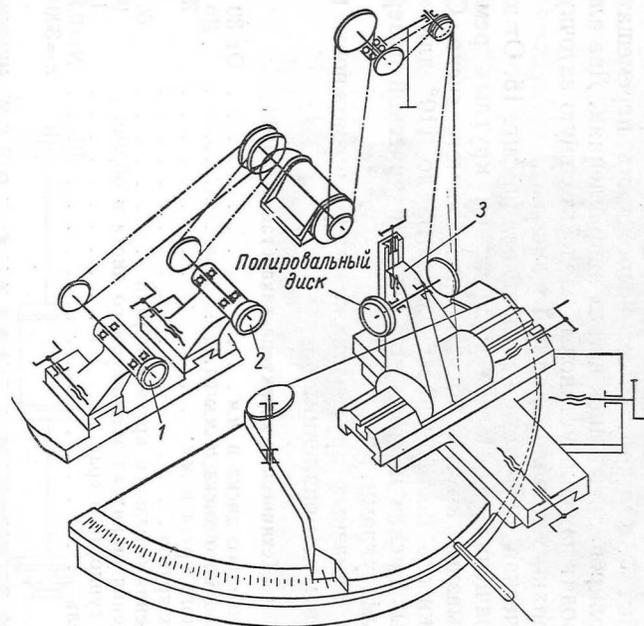
Алмазный круг состоит из двух или трех частей: оправы, основания и алмазного кольца (см. табл. 7, АШ-1а).

Оправы делают из алюминия или из стали. Материалом для основания и связки алмазных зерен служат бакелитовый пресс-порошок и металлокерамические сплавы. Алмазные зерна строго определенной зернистости распределяются равномерно в объеме материала связки (см. табл. 7).

Бакелитовая связка пригодна для порошка алмаза любой зернистости, начиная от номера 46 и кончая номером М-3,5. Металлокерамическая связка пригодна только для алмазного порошка крупных номеров зернистостью до 120. При зернистости от номера 150 и выше металлокерамический круг быстро теряет свою абразивную способность вследствие засаливания. Металлическую стружку, вызывающую засаливание, удаляют травлением. В бакелитовых кругах такого явления не наблюдается. Однако стойкость бакелитовых кругов несколько меньшая, чем металлокерамических.



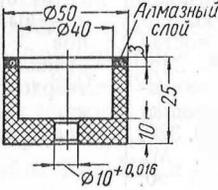
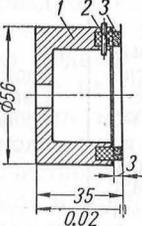
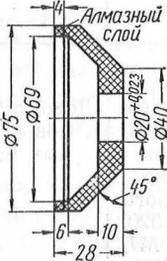
Фиг. 14. Станок С-196 для заточки твердосплавных дисков.



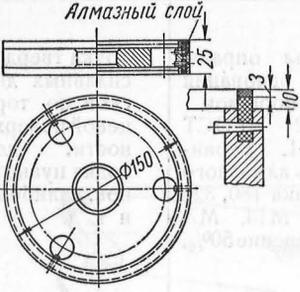
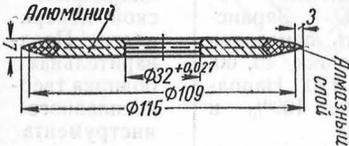
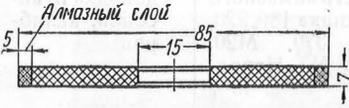
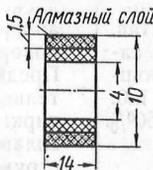
Фиг. 15. Кинематическая схема станка С-196.

Таблица 7

Применяемость алмазных кругов

Эскизы	Индекс	Характеристика	Применяемость
	ЛШ-1	<p>Материал оправы и основания — пресс-порошок К-18-2 ГОСТ 5689-51. Зернистость алмазного порошка 180, 320 М20, М14, М7. Наполнение 500%, 400%</p>	Заточка твердосплавных дисков по торцевой поверхности, доводка пуансонов, калибров и т. д.
	АШ-1а	<p>Материал оправы — алюминий, основания — компонентный состав. Зернистость алмазного порошка 46, 60, 90, 120. Наполнение 1000% и 500%</p>	Заточка твердосплавных дисков по цилиндрической поверхности. Предварительная обдирка твердосплавного инструмента
	АШ-3	<p>Материал оправы и основания — пресс-порошок К-18-2 ГОСТ 5689-51. Зернистость алмазного порошка 180, 220, 280, 320, М20, М14, М7. Наполнение 500%, 400%</p>	Заточка твердосплавных дисков по торцевой поверхности, доводка пуансонов, калибров
	АШ-3а	<p>Материал оправы — алюминий, основания — компонентный состав. Зернистость алмазного порошка 46, 60, 90, 120. Наполнение 500%, 400%</p>	Заточка твердосплавных дисков по цилиндрической поверхности. Предварительная обдирка твердосплавного инструмента

Продолжение табл. 7

Эскизы	Индекс	Характеристика	Применяемость
 <p>Алмазный слой</p> <p>25</p> <p>150</p> <p>3</p> <p>10</p>	АШ-4 и АШ-4а	Материал оправы—алюминий, основания—пресс-порошок К-18-2 для АШ-4, компонентный состав для АШ-4а. Зернистость алмазного порошка д/АШ-4 280, 320, М20, М14, М7 д/АШ-4а 46, 90, 120. Наполнение 100%, 50%	Предварительная и окончательная заточка правых и левых резцов с пластинами из твердого сплава, доводка калибров
 <p>Алюминий</p> <p>3</p> <p>Алмазный слой</p> <p>115</p> <p>109</p> <p>$\varnothing 32^{+0.027}$</p>	АШ-5	Материал оправы — алюминий, основания — пресс-порошок К-18-2. Зернистость алмазного порошка 280, 320, М20, М14, М7. Наполнение 100%	Для доводки профильных шаблонов и профильного инструмента
 <p>Алмазный слой</p> <p>5</p> <p>85</p> <p>15</p>	АШ-6	Материал оправы и основания пресс порошок К-18-2. Зернистость алмазного порошка 280, 320, М20, М14, М7. Наполнение 50%, 40%	Доводка кернов и эталонных мер
 <p>Алмазный слой</p> <p>15</p> <p>14</p> <p>10</p> <p>4</p>	АШ-7	Материал оправы и основания пресс-порошок К-18-2. Зернистость алмазного порошка 120, 180, 220, 280, 320. Наполнение 100%, 50%	Доводка отверстий в твердосплавном инструменте: матрицах, втулках и т. д.

Бакелитовый алмазный круг изготавливается методом горячего прессования. В прессформу засыпают сначала бакелитовую смесь с алмазными зернами, а затем чистый бакелитовый порошок.

Металлокерамическое алмазное кольцо изготавливается следующим способом. В прессформу сначала засыпают металлокерамический порошок, затем производится его выравнивание и подпрессовка, после чего засыпают смесь металлокерамического порошка с алмазными зернами и вновь производится подпрессовка. Чтобы алмаз не выгорал, в прессформу сверху алмазного слоя насыпают слой графита. Спрессованное кольцо поступает в печь на спекание при температуре $800-820^{\circ}$ и выдержке 20—25 мин.

Полученное таким образом кольцо вставляется в оправу и на месте производится засверливание и крепление кольца штифтами (см. табл. 7) АШ-1а и АШ-3а.

Для алмазных кругов используются низшие сорта алмаза под названием «борт». Алмаз «борт» добывается в виде крошки с затупленными гранями и для придания ему абразивной способности, крошку раздробляют в ступках (фарфоровых или металлических) на мелкие части, т. е. получают зерна с острыми гранями. В дальнейшем зерна подвергаются классификации в масляном или желатиновом составе на шлифовальные и полировальные порошки.

Насыщенность алмазных кругов различна и зависит от характера выполняемой ими работы. Насыщенность или наполнение обозначает количество алмаза в каратах, приходящееся на 1 см^3 связки и исчисляемое в процентах.

Принято считать наполнение 100%, если на 1 см^3 связки с удельным весом $1,25 \text{ г/см}^3$ приходится 4,6 карата алмаза (один карат = 0,2 г).

Алмазные круги изготавливают с наполнением в 100; 50, 40 и 25%.

При малых скоростях и подачах применяют круги с меньшей насыщенностью (40 и 25%). Насыщенность должна быть больше в случаях, когда требуется сохранить стабильность формы (профиля) изделия.

Алмаз, как известно, самое твердое вещество из всех известных в природе. По шкале твердости, предложенной проф. М. М. Хрущевым для минералов, алмаз имеет 10,060 единиц (в кг/мм^2), а следующий за ним по твердости минерал корунд имеет всего лишь 2,060 единиц. Алмаз далеко превосходит абразивы всех видов по скорости, точности и чистоте обработки. Так, при заточке твердосплавного инструмента абразивная способность одного карата алмаза эквивалентна 200 г карбида бора. По химическому составу алмаз — чистый кристаллический углерод с удельным весом 3,5.

В табл. 8 приведена зависимость чистоты поверхности от зернового состава алмаза.

Круги должны быть хорошо отбалансированы и работать с водяным охлаждением. На чертежах алмазных кругов указываются допуски на биение рабочих поверхностей кругов. Станки, предназначенные для работы с алмазными кругами, не должны иметь вибрации.

Зависимость чистоты обработки от зернового состава алмаза

Зернистость алмаза по ГОСТ 3647-47	Величина зерна в мк	Класс чистоты ГОСТ 2789-51	Применение
46	420--355	7	Предварительное шлифование. Заточка цилиндрических поверхностей твердосплавных полировальных дисков
90	180—150	8	Шлифование. Заточка цилиндрической поверхности твердосплавных полировальных дисков и предварительная обработка твердосплавного инструмента
120	125—105	9	Шлифование. Заточка торцевой поверхности твердосплавных полировальных дисков и предварительная заточка резцов
180	85—63	10	Тонкое шлифование. Заточка торцевой поверхности твердосплавных дисков и доводка резцов для токарных автоматов
220	75—53	10	
280	53—28	11	Притирка. Доводка резцов для автоматов, шаблонов, калибров
320	42—20	12	
Микропорошки			
М-28	28—20	12	Полирование. Доводка профильного инструмента, шаблонов, калибров
М-20	20—14	12	
М-14	14—10	13	Тонкое полирование
М-7	7—5	13	
М-3,5	3,5—1,5	14	Доводка эталонных мер

Круги на бакелитовой связке заправляют куском пемзы или резцом на токарном станке. Круги на металлокерамической связке заправляют кругами из корунда или карборунда с водой.

Скорость шлифования алмазонасными кругами назначается от 12 до 20 м/сек, а подачи от 0,001 до 0,01 мм. В качестве заменителей алмаза для заточки резцов применяют карбид бора в виде паст. Применение его в виде кругов затруднено тем, что в бакелитовой связке он плохо держится, а в металлокерамической связке в процессе спекания быстро окисляется и покрывается оксидной пленкой (при температуре 500°), снижающей его абразивную способность.

Внедрение твердосплавных дисков на операциях шлифования и полирования позволило отказаться от распространенного ранее шлифования и полирования изделий абразивными кругами, порошками и пастами (в свободном состоянии).

Шлифование и полирование заводных колес

Поверхности заводных колес в карманных и наручных часах подвергаются разнообразной декоративной отделке шлифованием и полированием.

На фиг. 16 показаны заводные колеса с различной отделкой. На фиг. 16, а показано заводное колесо карманных часов, имеющее

на торцевой поверхности отполированный пояс 2 сферической формы и центральный пояс 1, отделанный радиальными лучами. Поверхность зубьев колеса имеет полированную фаску 3.

Отделка поверхности таких колес состоит из трех операций: лучевания центрального пояса 1, полирования сферического пояса 2 и полирования фаски 3.

Лучевание состоит из нанесения мелких рисок на наружной поверхности колес с помощью наждачной пасты или пасты из окиси хрома.

Плоскости колес предварительно шлифуются. Нанесение рисок в виде луча, узора производится на станке С-34 (фиг. 17).

Барабанное или заводное колесо устанавливается на вращающемся столике 1. Инструмент в форме чашечного круга (грибок) закрепляется на нижнем конце шпинделя 2. Бабка 3 шпинделя 2 может быть установлена с наклоном в вертикальной плоскости. Грибок изготавливается из дуралюминия марки Д-1 или из сплава — олово 9%, сурьма 12% и остальное — свинец. На торец грибка наносится наждачная паста сорта Б, а в случаях повышенной отделки, паста из окиси хрома сорта А. Грибок устанавливается по отношению детали так, чтобы окружность его проходила через центр изделия. При одновременном вращении обоих шпинделей и соприкосновения торца грибка с плоскостью изделия, на последнем будет получаться рисунок. В зависимости от соотношения окружных скоростей грибка и изделия будут получаться лучи различного направления. Наклон грибка к плоскости детали позволяет получать более четкий рисунок.

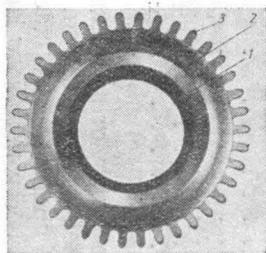
Припуск на лучевание не предусматривается, деталь сохраняет размеры предыдущей операции. Толщина снимаемого слоя равна 5—7 мк.

Техническая характеристика станка С-34

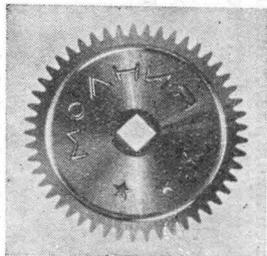
Скорость вращения столика изделия в об/мин	1300
" " грибка в об/мин	1800
Наибольший диаметр изделия, зажимаемого в цангу, в мм	12
Размеры грибка в мм:	
диаметр наружный	46
" внутренний	37
высота	45
Угол поворота горизонтальных салазок	$\pm 5^{\circ}40'$
Угол наклона шпиндельной бабки	$\pm 3^{\circ}40'$

Кольцевые канавки у заводных колес шлифуют на специальном станке наждачной пастой сорт Б, наносимой по окружности чугуного или медного диска. Полирование производится пастой из окиси хрома сорт Б, наносимой по окружности кожного диска.

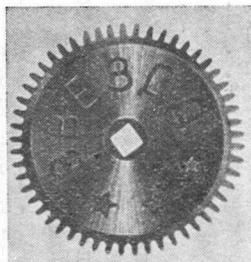
Фаски полируют на станке С-172 (фиг. 18). Заводное колесо зажимают в цанге шпинделя 1 суппортной бабки. Абразивные диски 2 торцевой плоскостью последовательно шлифуют фаски. Шпиндель изделия подают вручную.



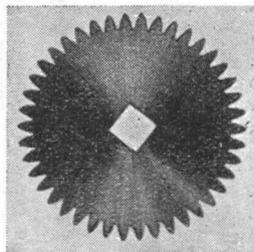
а)



б)

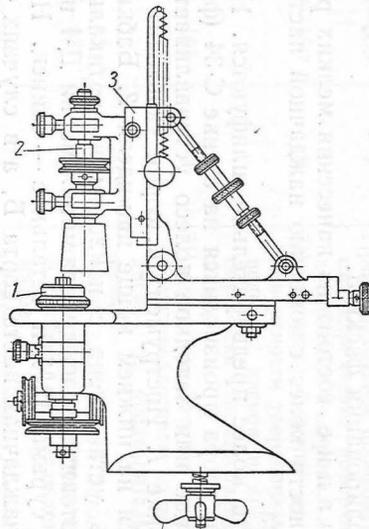


в)



г)

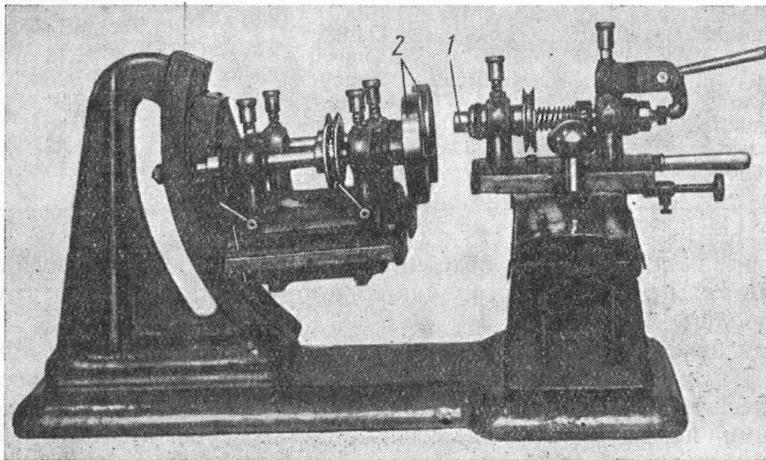
Фиг. 16. Виды отделки поверхностей заводных колес.



Фиг. 17. Станок С-34 для лучевания заводных колес.

На фиг. 16, б показано колесо, у которого отсутствуют фаски, а кольцевая канавка дана очень небольшой ширины и глубины.

На фиг. 16, в, показано колесо, у которого отсутствует кольцевая канавка, а имеется только окружная фаска.



Фиг. 18. Станок С-172 для полирования фасок заводных колес.

На фиг. 16, г показано колесо, у которого отсутствует кольцевая канавка и фаска. Такое колесо проходит только операцию лучевания.

Чистоту поверхности контролируют визуально с помощью лупы с увеличением до $5\times$.

ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ПОД ПОКРЫТИЯ

Воздух окружающей нас среды всегда содержит некоторое количество влаги. Кислород воздуха и влага вредно действуют на металл, постепенно разрушая его. Это явление называется *к о р р о з и е й*. Коррозия возникает на поверхности металла, портит его внешний вид и со временем проникает внутрь металла, понижая его механическую прочность. Различные металлы неодинаково сопротивляются коррозии. Установлено, что способность металла сопротивляться коррозии обусловлена величиной его электродного потенциала. Чем выше этот потенциал, тем лучше металл сопротивляется коррозии. В табл. 9 приведены значения электродных потенциалов некоторых металлов.

За нулевой потенциал принят потенциал водорода. Металлы, которые по величине своего электродного потенциала размещаются в таблице выше водорода, называются электроотрицательными; к ним относятся цинк, хром, никель и др. Металлы, расположенные ниже водорода, называются электроположительными. Нап-

Таблица 9

Электродные потенциалы металлов

Металл	Потенциал	Металл	Потенциал
Алюминий	-1,84	Олово	-0,14
Цинк	-0,76	Свинец	-0,13
Хром	-0,56	Водород	0,000
Железо	-0,44	Медь	+0,34
Кадмий	-0,40	Серебро	+0,80
Кобальт	-0,255	Ртуть	+0,85
Никель	-0,250	Золото	+1,50

больший положительный потенциал имеют серебро, ртуть и золото. Эти металлы хорошо сопротивляются коррозии и относятся к группе благородных металлов.

Для защиты металлов от коррозии применяют защитные покрытия. В часовом производстве защитные покрытия: гальванические, химические и лако-красочные — в то же время являются и декоративными покрытиями, придающими деталям и, в целом, изделию красивый внешний вид.

Одним из основных условий получения хорошего покрытия — это надлежащая подготовка поверхности изделия под покрытие. Поверхность под покрытие должна быть свободной от всяких загрязнений, окислов, жиров и масел. Достаточно иметь тонкую пленку жиров или масел на поверхности и покрытие не будет иметь с ней плотного сцепления. Покрытия на поверхностях, загрязненных песком, пылью и т. п., получаются неплотные, неровные. Перед покрытием поверхности деталей очищают от грязи, жиров и окислов. Детали галтуют в барабанах, шлифуют, полируют, крацуют, обезжиривают, травят и декапируют.

Выбор способа обработки и назначение последовательности операций зависят от состояния поверхности, полученной в результате выполнения предыдущих механических операций, от металла и от вида покрытия.

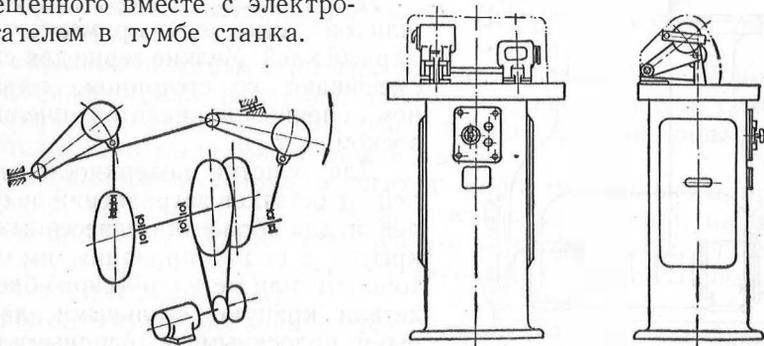
Голтовка

Голтовкой называется процесс очистки поверхностей деталей от заусенцев, ржавчины, окислов, загрязнений во вращающихся барабанах. Детали загружаются в барабан партиями вместе с наждаком, битым стеклом, опилками твердолиственных пород дерева, кварцевым песком, гравием и др. При более тщательной очистке в барабан добавляются обрезки кожи, мыльный раствор. Барабаны изготавливаются круглыми, многогранными и иногда, для более интенсивного перемешивания, устанавливаются наклонно. Голтовка продолжается несколько часов. Когда барабан вращается, детали трутся между собой, вследствие чего острые углы их притупляются,

заусенцы сглаживаются, а поверхности очищаются от загрязнений. Скорость вращения барабанов 15—60 об/мин.

Для загрузки и выгрузки барабаны имеют герметически закрывающиеся крышки.

Голтовку мелких деталей наручных и карманных часов производят на станке С-205 (фиг. 19), у которого два сдвоенных барабана приводятся в качательное движение от кривошипного механизма, помещенного вместе с электродвигателем в тумбе станка.



Фиг. 19. Станок 205 для голтовки мелких деталей.

Барабаны при загрузке вынимаются из своих кожухов. Диаметр барабанов 75 мм. Емкость 1 л. Число двойных ходов от 355 до 500 в минуту. Время голтовки от 10 до 30 мин. Для установки на время имеется реле времени.

Голтовке подвергают большинство штампованных заготовок для снятия заусенцев и ряд других деталей, например, серьга карманных часов для получения глянца, так как шлифование и полирование таких деталей на станках, из-за сложной конфигурации их затруднено.

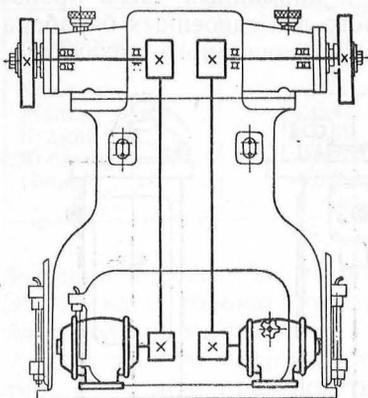
Шлифование и полирование деталей из латуни и нейзильбера

Шлифование и полирование, как подготовительные операции под гальванические покрытия, производятся, в основном, над деталями наручных и карманных часов — корпусами и циферблатами, изготовленными из цветных сплавов. Шлифование производится на станках С-42А фетровыми или войлочными кругами, диаметром до 400 мм и толщиной 40—50 мм (фиг. 20). На поверхность кругов наклеен абразивный порошок.

Полирование является последней механической подготовительной операцией под гальванические и химические покрытия. Полирование придает поверхностям блеск, необходимый при защитно-декоративных покрытиях. Полирование производится на станках С-42А. Для полирования применяются круги из текстиля. В качестве абразива на круги наносится в процессе работы паста из окиси хрома. Окружная скорость при шлифовании равна в среднем 25—35 м/сек, при полировании — 30—40 м/сек.

Для шлифования и полирования применяются наждак различной зернистости и паста из окиси хрома (см. табл. 2).

По степени зернистости абразивные материалы согласно ГОСТ 3238-46 и 3647-47 делятся на три группы: шлифовальные зерна, шлифовальные порошки и микропорошки. Размеры зерен приведены в табл. 10.



Фиг. 20. Станок С-42А для шлифования и полирования деталей из цветных сплавов.

Для наклейки на круги крупных шлифовальных зерен применяют столлярный клей. Мелкие зерна для связи смешивают со стеарином, парафином, олеиновой кислотой, пчелиным воском и т. п.

Для очистки поверхности деталей от остатков загрязнений и окислов и для обработки нанесенных покрытий с целью придания им однородности или металлического блеска, детали крацуют стальными, латунными, волосяными и травяными щетками на станках типа С-42А.

Процесс крацевания состоит в царапании поверхности изделия проволочной щеткой. Проволочки должны быть упругими. Для этой цели им придают гофрированную форму. Чем тоньше проволока, тем лучше получается поверхность. Обычно диаметр металлической проволоки берется от 0,08 до 0,10 мм. Крацевание производится с применением какой-либо жидкости: мыльной воды, раствора венской извести, мела и др.

Таблица 10

Шлифовальные зерна				Шлифовальные порошки		Микропорошки	
№ зернистости	Величина зерна в мк	№ зернистости	Величина зерна в мк	№ зернистости	Величина зерна в мк	№ зернистости	Величина зерна в мк
10	2300—2000	36	600—500	100	150—125	М-28	28—20
12	2000—1700	46	420—355	120	125—105	М-20	20—14
14	1700—1400	54	355—300	150	105—85	М-14	14—10
16	1400—1200	60	300—250	180	85—75	М-10	10—7
20	1200—1000	70	250—210	220	75—63	М-7	7—5
24	850—700	80	210—180	240	63—53	М-5	5—3,5
30	700—600	90	180—150	280	53—42	М-3,5	3,5—1,5
				320	42—28		

Крацеванию подвергают поверхности циферблатов до и после серебрения для придания им ровного оттенка (взамен пескоструйной обработки).

Химическое обезжиривание и травление

Детали, поступающие в гальванический цех, в большинстве случаев оказываются загрязненными жирами. Поэтому в первую очередь их обезжиривают химическим или электрохимическим способами. При химическом обезжиривании применяют растворы щелочей, щелочных солей и специальные органические растворители.

Все жировые вещества, загрязняющие детали, делятся на омыляемые и неомыляемые жиры.

К омыляемым жирам относятся жиры растительного и животного происхождения, как, например: льняное и сурепное масло, стеарин, сало говяжье, олеин и др. Под действием щелочей эти жиры расщепляются и дают мыла, растворимые в воде.

К неомыляемым жирам относятся жиры минерального происхождения, как, например: минеральные масла, вазелин, парафин, тавот и др. Под действием щелочей эти жиры не расщепляются, а лишь эмульгируют, т. е. образуют эмульсии (смеси нерастворимых одна в другой жидкостей).

Процесс эмульгирования состоит в том, что щелочи разрывают жировые пленки на поверхности металла, образуя мельчайшие жировые капельки. Эти капельки находятся в жидкости во взвешенном состоянии. Получающиеся в результате химического обезжиривания мыла и эмульсии легко удаляются с поверхности холодной или горячей водой. Процессы обезжиривания происходят быстрее при подогреве состава ванны (до 90°) и его периодическом перемешивании. Чтобы ускорить процесс обезжиривания, в ванну добавляют жидкое стекло, мыло и другие эмульгаторы. В растворителях обезжиривают как омыляемые, так и неомыляемые жиры. Для этой цели применяют керосин, бензин, толуол, четыреххлористый углерод, дихлорэтан и трихлорэтилен.

В отличие от керосина, бензина и толуола, четыреххлористый углерод, дихлорэтан и трихлорэтилен не воспламеняются, позволяют производить обезжиривание с подогревом и хорошо растворяют жиры и масла. Недостаток этих растворителей — ядовитость, поэтому при работе с ними необходима хорошая вентиляция. Для химического обезжиривания стальных и латунных деталей с неполированной поверхностью применяют щелочные растворы следующего состава: едкий натр 20—30 г/л, фосфорнокислый натрий или углекислый натрий 25—30 г/л, жидкое стекло или мыло 3—10 г/л, при температуре 70— 90° С. Продолжительность обезжиривания равна 20—30 мин. После обезжиривания изделия промывают в горячей воде и сушат. Качество очистки изделий от жировых и масляных загрязнений определяют смачиванием поверхности водой. Смоченную водой деталь ставят вертикально и наблюдают за разрывом водяной пленки. При хорошем обезжиривании пленка не разорвется, т. е. поверхность будет все смочена. Если в некоторых местах остались жировые или масляные пятна, то в этих местах произойдет разрыв водяной пленки.

Травление является последующей операцией после обезжиривания и состоит в удалении окислов с поверхности металла погружением изделия в растворы кислот, щелочей или кислых солей. Травление бывает химическим или электрохимическим.

Для химического травления черных металлов применяют серную, соляную, фосфорную и азотную кислоты или их смеси. Процесс травления черных металлов в соляной кислоте протекает более интенсивно, чем в серной. Травление в кислоте можно ускорить подогревом ванны до 30—40° С. После травления фосфорной или азотной кислотой на поверхности изделий образуются нерастворимые фосфаты железа, способствующие хорошему приставанию краски. Травление в фосфорной кислоте протекает медленнее, чем в серной и в соляной. Азотная кислота для травления черных металлов применяется редко и употребляется в смеси с соляной.

Стали, содержащие хром, устойчивы против серной кислоты и хорошо растворяются в соляной кислоте или в смеси ее с другими кислотами.

Для травления латуни и других цветных металлов применяется смесь азотной, соляной и серной кислот в разных пропорциях. Под покрытие изделия предварительно травят в растворе азотной (50% по объему) и серной кислот (50% по объему) с небольшим количеством поваренной соли (20 г на 1 л смеси кислот). Так как поверхность цветных металлов после такого травления оказывается глянцевой, то иногда эту операцию считают окончательной. После предварительного травления изделия несколько секунд травят в ванне следующего состава:

HNO ₃ (уд. вес 1,38)	1 л
H ₂ SO ₄ (уд. вес 1,84)	1 л
HCl (уд. вес 1,17)	2 см ³
Голландская сажа	10 г
Температура раствора	50—60° С

После травления изделия промывают в холодной и горячей воде или только в холодной.

Электрохимическое обезжиривание и травление

Обезжиривание производится в щелочном растворе электрическим током. Электрохимический метод обезжиривания более эффективный, чем химический. В качестве электролитов применяют едкий натр, углекислый натрий, углекислый калий, фосфорнокислый натрий и др. Иногда добавляются эмульгаторы — мыло, жидкое стекло. Процесс электрохимического обезжиривания состоит в эмульгировании жиров и масел выделяющимися на катоде пузырьками водорода. Пузырьки газа, выделяясь под жировой пленкой, разрывают ее, в результате чего образуются мелкие жировые капельки.

Электрохимическое обезжиривание при подогреве (до 60°—70° С) и перемешивании электролита протекает быстрее. При электро-

химическом обезжиривании пружин, пластин и т. п. стальные изделия насыщаются водородом, который, выделяясь на катоде в большом количестве, проникает внутрь металла и вызывает его хрупкость. Насыщенный водородом металл плохо соединяется с гальваническими покрытиями, поэтому для изделий из высокоуглеродистых сталей применяют анодное обезжиривание.

Щелочные растворы и режимы электрохимического обезжиривания

Для стали и чугуна (на катоде и аноде)

Едкий натр	10—20 г/л
Фосфорнокислый натрий или углекислый натрий	25—50 г/л
Жидкое стекло	3—5 г/л
Температура раствора в °С	70—80
Плотность тока в $a/dиc^2$	3—10
Продолжительность обезжиривания в мин:	
на катоде	2—3
на аноде после катода	1—2

Для латуни (на катоде)

Фосфорнокислый натрий	25—30 г/л
Углекислый натрий	25—30 г/л
Мыло или декстрин (факультативно)	3—5 г/л
Температура раствора в °С	50—70
Плотность тока в $a/dиc^2$	3—10
Продолжительность обезжиривания в мин	1—2

Для никеля (только на катоде)

Едкий натр	10—20 г/л
Углекислый натрий	15—30 г/л
Температура раствора в °С	70—80
Плотность тока в $a/dиc^2$	3—10
Продолжительность обезжиривания в мин	До 3

Электрохимическое травление производится как на аноде, так и на катоде. При анодном травлении в качестве электролита применяют растворы кислот или растворы солей соответствующего металла. Анодом служит изделие, подлежащее травлению, катодом — свинец, медь, железо и др. Плотность тока 5—10 $a/dиc^2$. Напряжение 3—10 в.

При катодном травлении в качестве электролита применяют смесь серной и соляной кислоты. Анодом служит свинец, сплав свинца с сурьмой (6—10% Sb) или кремнистый чугун (20—24% Si), катодом — изделие. Плотность тока при катодном травлении применяют такую же, как и при анодном.

Электрохимическое травление происходит быстрее, чем химическое, а кислоты расходуются меньше. Электрохимический процесс менее вреден, чем химический, так как в первом случае пользуются более слабыми растворами кислот.

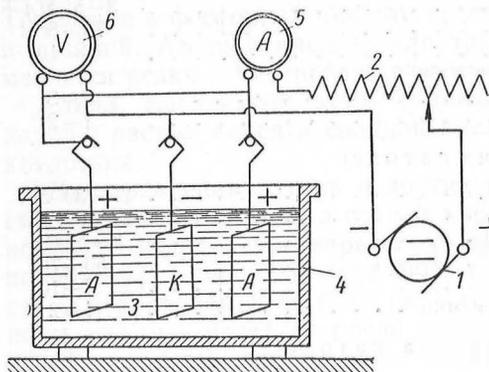
После травления детали промывают в горячей и холодной воде.

Детали из меди и медных сплавов перед нанесением гальванических покрытий обрабатывают в растворе соляной кислоты (40—60 г/л) или в растворе цианистого калия (40—60 г/л). Этот процесс называют декапированием. Декапированием удаляется налет окиси

на поверхности металла и обнажается структура металла для лучшего сцепления покрытия. Температура раствора комнатная. Время выдержки деталей в растворе 20—30 сек. После декапирования детали промывают в холодной проточной воде.

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ

Гальванические покрытия представляют собой металлический покров толщиной от 0,5 мк до 0,1 мм, осажденный из электролита на металлическую деталь. Электролитами называются растворы солей металлов, способные проводить электрический ток. Электролит



Фиг. 21. Схема установки для гальванического покрытия металла:

1 — динамомашина; 2 — реостат; 3 — электролит; 4 — ванна; 5 — амперметр, 6 — вольтметр; А — аноды; К — катоды.

лит включается в электрическую цепь постоянного тока посредством проводников, называемых электродами. Электроды, соединяемые с положительным полюсом источника тока, называются а н о д а м и, а электроды, соединяемые с отрицательным полюсом источника тока, — к а т о д а м и.

В гальванических процессах катодами всегда являются детали, на которых осаждается металл, а анодами — пластины из того металла, который осаждается на деталь (фиг. 21). По мере осаждения металла на катоде,

аноды растворяются, вес их уменьшается и через некоторое время они заменяются новыми. Для некоторых покрытий применяются нерастворимые аноды, например свинцовые для хромирования.

Величину поверхности анодов стремятся подобрать так, чтобы она равнялась катодной поверхности или была в 1,5 раза больше ее. Когда через электролит проходит электрический ток, состав его около электродов непрерывно изменяется. Металлы и водород отлагаются на катоде, а неметаллы и кислотные остатки выделяются на аноде. Такой процесс называется э л е к т р о л и з о м.

При электролизе и осаждении металлов часть тока расходуется на так называемые побочные явления (выделение водорода и др.). Поэтому количество фактически осажденного металла всегда будет меньше подсчитанного теоретически, что определяется коэффициентом использования тока или в ы х о д о м п о т о к у.

Выход по току выражается в процентах. Для медных ванн выход по току составляет 94—99%, для цинковых 75—85%, для хромовых 12—15% и т. д. Процесс электролиза характеризуется также плотностью тока (сила тока, отнесенная к единице поверхности по-

крываемых деталей); плотность тока измеряется в амперах на квадратный дециметр ($D_k = a/d\zeta^2$).

Анодными¹ называют такие покрытия, у которых металл покрытия имеет более отрицательный потенциал, чем у основного металла (см. табл. 9), например, покрытие железа цинком будет анодным покрытием, так как электродный потенциал цинка более отрицательный, чем у железа.

Катодными называют такие покрытия, у которых металл покрытия имеет более положительный потенциал, чем у основного металла, например покрытие железа никелем, медью.

Анодные покрытия лучше защищают металл изделия от коррозии, чем катодные. При анодных покрытиях разрушается только металл покрытия, как имеющий более отрицательный потенциал, а основной металл остается нетронутым. Поэтому, например, оцинкованное железо (анодное покрытие) будет более стойким против коррозии, чем луженое железо (катодное покрытие).

Исключение составляет хромовое покрытие железа. Хотя хром имеет более отрицательный потенциал, чем железо, все же коррозии подвергается через открытые поры железо, а не хром. Объясняется это способностью хрома быстро пассивироваться и тем самым приобретать свойство сопротивляться коррозии наравне с благородными металлами. Анодные покрытия не имеют красивого, нетускнеющего вида. Катодные покрытия защищают металл изделия от коррозии лишь механически, закрывая его от действия влаги или химических реагентов. При наличии в покрытии пор основной металл, имеющий более отрицательный потенциал, чем покрытие, будет разрушаться и даже быстрее, чем в свободном состоянии. Чем больше разность потенциалов в паре, тем быстрее разрушается один из металлов. Чтобы покрытие было беспористым, особенно хромовое, применяют многослойное покрытие разными металлами, например медь — никель — хром.

Гальваническое покрытие должно прочно сцепляться с основным металлом, не должно отслаиваться при механическом воздействии и должно составлять как бы одно целое с ним.

Покрытие должно быть сплошным, с минимальным количеством пор, иметь заданную толщину слоя, по возможности равномерную по всей поверхности, и обладать достаточным сопротивлением механическому истиранию.

Декоративное покрытие, как правило, должно получаться блестящим или непосредственно в ванне или после полирования.

Применяя гальванические покрытия, стремятся получить мелкокристаллические, плотные, гладкие, блестящие и светлые осадки.

Основными факторами, определяющими качество покрытия, кроме подготовки поверхности изделия, являются: состав электролита,

¹ Термины анодные и катодные покрытия обозначают лишь взаимоотношения металла основания и металла покрытия, но не сам процесс гальванического покрытия.

перемешивание, температура, плотность тока, кислотность раствора. Различают кислые и цианистые электролиты.

Кислые электролиты состоят из растворов простых солей кислот: серной, соляной и азотной, например: сернокислая медь, сернокислый никель, хлористый никель, хлористый натрий и др. Из кислых электролитов чаще, чем из цианистых, получают крупнокристаллические осадки.

Цианистые электролиты представляют собой раствор сложных комплексных соединений цианистого натрия или цианистого калия с медью или с другими металлами. Из цианистых электролитов образуется осадок мелкокристаллической структуры, равномерно покрывающий поверхность. В электролите цианистый калий или цианистый натрий разлагаются с выделением весьма ядовитой синильной кислоты. Работать на таких ваннах возможно только при наличии вентиляции, отсасывающей пары синильной кислоты. Цианистые электролиты дороже кислых. Для получения в кислой ванне мелкокристаллических осадков увеличивают концентрацию простых солей и повышают плотность тока.

В некоторых случаях в электролит вводят так называемые буферные добавки, регулирующие кислотность ванн. К таким добавкам относятся борная и лимонная кислоты, применяемые при никелировании. Иногда в электролит вводятся в небольших количествах посторонние соли и органические вещества для получения мелкозернистого и блестящего покрытия, так, например, вводится хлористый кадмий при цинковании или сульфонафталиновая кислота при никелировании. Блестящие покрытия экономичнее матовых. Обычно матовые покрытия полируются, на что требуются дополнительные затраты, к тому же и качество покрытия от полировки ухудшается. Блестящий никель в часовом производстве применяется для покрытия платин и мостов часовых механизмов и некоторых стальных деталей.

Для получения доброкачественного покрытия необходимо, чтобы электролит был чистым, т. е. свободным от загрязнений, попадающих в ванну различными путями. В хромовых ваннах, например, примеси азотной кислоты до 1% делают невозможным осаждение металла. Поэтому для достижения качественных покрытий электролит ванны систематически фильтруют.

Перемешивание электролита необходимо для выравнивания его концентрации, так как в работающей ванне на катоде непрерывно выделяются ионы металла и поэтому прикатодный слой оказывается обедненным. Перемешиванием электролита достигается возможность работать на ваннах с повышенной плотностью тока, что ускоряет процесс осаждения.

Повышение температуры имеет то же значение для электролита, что и перемешивание. С повышением температуры усиливается движение раствора и, как следствие, повышается концентрация частиц металла у катода. Чрезмерное повышение температуры может привести к отрицательным результатам. Например,

ускоряется процесс разложения некоторых составных частей растворов, особенно цианистых, происходит парообразование и др. Поэтому температура электролитов, работающих с повышенной плотностью тока, не должна превышать 40—55° С, а при пониженной плотности тока температура должна быть в пределах 18—25°.

Структура осадка зависит также от плотности тока. Если плотность тока мала, то осадки оказываются пористыми. При нормальной плотности тока осадки получаются сплошные, плотные и мелкозернистые. Но повышать плотность тока можно лишь до известных пределов, так как с увеличением плотности тока выше установленного предела электролит у катода быстро обедняется и покрытие получается некачественным. Чтобы избежать подобного явления увеличивают концентрацию солей в ванне и производят перемешивание электролита. В целом же повышение плотности тока ускоряет процесс осаждения металла. Для различных электролитов плотность тока колеблется в значительных пределах, так, например, при золочении плотность составляет 0,1—0,3 $a/d\text{ц}^2$, а при хромировании до 50 $a/d\text{ц}^2$ и выше.

Пористость является одним из серьезных недостатков гальванических покрытий, так как наличие пор способствует коррозии. Пористость зависит в основном от толщины слоя. Чем толще слой, тем меньше количество пор. Пористость зависит от подготовки поверхности под покрытие и от наличия на поверхности пузырьков газа, чаще водорода. Чтобы получить плотное покрытие, следует применять многослойные покрытия. Толщина гальванического покрытия имеет решающее значение для защиты изделий от коррозии и механического износа. Толщина покрытий рассчитывается по формуле

$$a = \frac{D_{\kappa} \cdot C \cdot n \cdot t}{d \cdot 1000},$$

где a — толщина покрытия в мм;

D_{κ} — плотность тока в $a/d\text{ц}^2$;

C — электрический эквивалент в $g/a\text{-ч}$ (по справочнику);

n — выход по току в %;

t — время осаждения в часах;

d — удельный вес осажденного металла в g/cm^3 .

Расчетом определяют среднюю толщину покрытия. Фактическая толщина на краях и выступах будет больше, чем в середине и в углублениях. Объясняется это различной рассеивающей способностью электролитов. По разности толщины покрытия на одном завесе деталей судят о рассеивающей способности ванны. Чем выше рассеивающая способность электролита, тем равномернее осаждается металл по поверхности. Цианистые ванны обладают лучшей рассеивающей способностью, чем кислые. Для устранения недостатков, вызываемых низкой рассеивающей способностью, применяют дополнительные катоды, экраны, фигурные аноды и т. д.

Качество осадка зависит также от кислотности электролита. Кислотность (и щелочность) электролитов характеризуется так называемым водородным числом и обозначается рН (табл. 11).

Значения рН определяют потенциометрами или индикаторами. Последние меняют свою окраску в точном соответствии с концентрацией водородных ионов. Когда назначают режим и состав ванн, особенно при никелировании и цинковании, указывают и величину рН. Для никелевых ванн рН рекомендуется принимать равным 5—5,5.

Таблица 11
Значения рН для различных растворов

Реакция раствора	Водородное число (концентрация ионов водорода)
Сильнокислая	рН- 1÷3
Слабокислая	рН- 4÷6
Нейтральная	рН- 7
Слабощелочная	рН- 8÷10
Сильнощелочная	рН-11÷14

В часовом производстве широко применяются меднение, никелирование, хромирование, цинкование, серебрение и золочение.

Меднение применяется как подслоя под никель, хром и серебро. Толщина слоя меднения под защитно-декоративные покрытия не превышает 15 мк.

Меднение как наружное защитное и декоративное покрытие целесообразно применять, так как медь имеет высокий положительный потенциал и не может защищать железо от коррозии. Кроме того, медь сравнительно легко окисляется на воздухе, теряет блеск и темнеет.

Различают два основных вида электролитов ванн меднения: кислый и цианистый.

Кислые медные электролиты состоят из двух компонентов: сернокислой меди ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 200—250 г/л и серной кислоты (H_2SO_4) 50—60 г/л. Температура 18—25° С, плотность тока 1—3 а/дц².

Кислые электролиты устойчивы в работе, менее чувствительны к загрязнениям и дают возможность применять высокие плотности тока (до 20—30 а/дц²). Выход по току — около 100%. Недостатком их является слабая рассеивающая способность, т. е. получается покрытие неодинаковой толщины и сравнительно грубая структура осадка.

Пористый осадок плохо сцепляется с основным металлом; поэтому в большинстве случаев для первого слоя покрытия (толщиной 2—3 мк) применяют цианистые электролиты, а слой толщиной до 20 мк наращивают в кислых электролитах.

Цианистые медные электролиты в противоположность кислым позволяют получать мелкозернистую структуру, хорошее сцепление покрытия с основным металлом, имеют лучшую рассеивающую способность, работают с меньшей плотностью тока. Недостатком их является ядовитость. Состав медных цианистых

электролитов очень разнообразен. Для меднения латунных и стальных деталей широко применяют электролит следующего состава:

Цианистая медь CuCN	12—18 г/л
Цианистый натрий NaCN своб.	4—6 г/л
Гипосульфит $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	1—2 г/л

Время выдержки 1—2 мин. при 30—40° С. Плотность тока 0,5—0,8 а/дц^2 . Хорошие результаты получаются применением реверсивного постоянного тока (периодическая смена полюсов).

Н и к е л и р о в а н и е применяется как подслоя под хромирование и как наружное защитно-декоративное покрытие. Широкое применение никелевых покрытий объясняется физико-химическими свойствами осажденного никеля. Никель подобно хрому имеет свойство пассивироваться, и потому он сравнительно стоек против коррозии в воздушной среде и долго сохраняет свой блеск. Никель хорошо полируется и хорошо сцепляется с основным металлом. Структура осадка чрезвычайно тонкая, и ее трудно выявить даже при сильном увеличении. Никелевые покрытия весьма тверды и хорошо работают на истирание. По отношению к железу никелевое покрытие является катодным покрытием, и при наличии пор основной металл будет разъедаться коррозией. Толщина никелевых покрытий по латуни и меди составляет от 2 до 5 мк . При многослойных покрытиях для деталей, работающих на открытом воздухе, толщина покрытия составляет от 5 до 10 мк .

По составу никелевые электролиты весьма разнообразны. Для декоративного покрытия по латуни можно рекомендовать следующий состав электролита, применяемый на некоторых часовых заводах.

Никель сернокислый ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 200—300 г/л содержит 21,4% металлического никеля.

Поваренная соль (NaCl) 5—25 г/л. Вводится для устранения пассивирования анодов.

Борная кислота H_3BO_3 25—30 г/л. Вводится для поддержания кислотности ванны в определенных пределах. Температура ванны 20°—40° С. Плотность тока 1—3 а/дц^2 . Время выдержки 12—20 мин.

При блестящем никелировании, кроме указанных компонентов, добавляется дисульфонафталиновая кислота (2—4 г/л) и фтористый натрий или калий (4—6 г/л). Содержание поваренной соли снижается до 5—15 г/л. Блестящее никелирование толщиной покрытия 1—2 мк применяют для защиты от коррозии стальных деталей наручных и карманных часов: собачка, регулятор и др.

Для получения на циферблатах черного глянцевого поля применяют т. наз. ч е р н о е н и к е л и р о в а н и е. Циферблаты предварительно обезжиривают электрохимически, дважды декапируют, а затем погружают в электролит следующего состава:

$\text{NiSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ — 60 г/л; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 7,5 г/л; NH_4CNS — 15 г/л. $D_k = 0,10 \text{ а/дц}^2$.

Температура — комнатная, время выдержки 20 мин., промывка в холодной воде.

Никелевые электролиты в большей степени, чем какие-либо другие, чувствительны к загрязнениям. Вредными примесями являются железо, цинк и медь, вместе с никелем они переходят на катод, отчего поверхность покрытия получается темной, с точечной коррозией (питтинг), а само покрытие — хрупким, способным к отслаиванию.

Некачественное никелирование часто объясняется изменением кислотности электролита, а следовательно, выходом по току, что связано с газовыделением. Обычно кислотность рН в никелевых ваннах поддерживается равной 4,5—6.

Осадки, полученные в электролите с низким значением рН (относительно высокой кислотностью), имеют более тонкую структуру, более тверды и более хрупки, чем осадки, полученные при низкой кислотности.

Никелевые электролиты следует регулярно перемешивать и фильтровать.

Хромирование является одним из основных видов покрытий в часовом производстве. Хром — твердый, хрупкий металл, серебристо-стального цвета, хорошо сопротивляется механическому износу, действию органических кислот, азотной кислоты, щелочей, аммиака и растворов многих солей. Хром растворяется в соляной и серной кислоте. Электродный потенциал хрома более отрицательный, чем железа, но хром быстро пассивируется, т. е. покрытие становится катодным по отношению к железу. На воздухе хром долго сохраняет свой блеск даже при температуре 450—500° С, и этим он выгодно отличается от никеля и серебра. Большим преимуществом хромовых покрытий перед никелевыми и медными является то, что они могут быть получены с зеркальным блеском непосредственно из ванны, без последующей полировки на станках.

Недостаток хромовых покрытий — пористость. Поэтому для декоративных целей детали сначала покрывают подслоями меди и никеля, полируют их до зеркального блеска, а затем уже наносят слой хрома. Толщина слоя не превышает 1—2 мк. В отдельных случаях толщина слоя равна 4—6 мк (корпусы наручных и карманных часов).

Кроме декоративного хромирования, применяют твердое хромирование для увеличения стойкости штампов, калибров и других инструментов. Срок службы хромированных инструментов увеличивается в 5—8 раз. Твердое покрытие наносится без подслоев меди или никеля. Толщина слоя хрома в этих случаях составляет 5—10 мк, а иногда достигает 80 мк.

Процесс хромирования значительно отличается от других гальванических процессов как по составу электролита, так и по режимам работы ванн. Электролиты состоят, в основном, из хромовой кислоты — хромового ангидрида и серной кислоты. Минимальная плотность тока 5—7 а/дц². Выход по току составляет 12—15%. Хром осаждается с обильным выделением водорода, который увлекает с собой капельки ядовитой хромовой кислоты. Для удаления паров

хромовой кислоты хромовые ванны оборудованы отсасывающими бортовыми устройствами.

Недостатком хромирования является низкая рассеивающая способность электролита. Поэтому профилированные детали хромируются с дополнительными анодами и экранами. Кроме того, хромовая ванна работает с нерастворимыми анодами (свинцовыми), и, следовательно, чаще приходится корректировать состав электролита. Хром имеет весьма низкий электрохимический эквивалент (0,323 г/а-ч), т. е. в единицу времени осаждается мало хрома, поэтому применяется высокая плотность тока и большая выдержка по времени, чем у других видов покрытий.

Так как хромирование осуществляется при высоких плотностях тока, то контакт между изделием и подвесками и катодной штангой должен быть надежным. Поэтому подвески изготавливают пружинящими.

Для декоративного хромирования корпусов карманных и наручных часов применяют следующий состав электролита и режим работы хромовых ванн:

Хромовая кислота (CrO_3)	350—400 г/л
Серная кислота (H_2SO_4)	3—4 г/л
Плотность тока	4—5 а/дм ²
Температура	40—45° С
Выдержка	40—50 мин.

Гальваническое цинкование применяется для покрытия некоторых внутренних деталей часов-будильников и стальных часов. Цинковое покрытие хорошо защищает железо от коррозии, так как цинк имеет более отрицательный электродный потенциал, чем железо. Поэтому цинковые покрытия являются анодными покрытиями. Цинковые покрытия растворяются во всех кислотах и щелочах, сравнительно быстро разрушаются от действия влаги, и поэтому для надежной защиты основного металла от коррозии толщина покрытия должна быть 5—12 мк. Для цинкования применяют три вида электролитов: кислый, цианистый, щелочной (цинкатный).

Кислые электролиты позволяют работать с более высокой плотностью тока, чем цианистые и щелочные, дают до 100% выход по току, весьма устойчивы в работе. Цинковые покрытия, полученные в кислых электролитах, хорошо сцепляются с основным металлом. Рассеивающая способность этих электролитов невелика, структура осадка крупнокристаллическая.

Цианистые электролиты отличаются хорошей рассеивающей способностью. Покрытия из этих электролитов имеют мелкокристаллическую структуру и более устойчивы против коррозии. Выход по току составляет 50—75%. Цианистые электролиты позволяют работать с пониженной плотностью тока. Недостатком цианистых электролитов, как и при меднении, является их ядовитость.

Щелочные (цинкатные) электролиты имеют удовлетворительную рассеивающую способность, менее устойчивы

в работе, чем кислые, и требуют подогрева. Выход по току составляет 90—95 %.

Составы кислых электролитов очень разнообразны. Наиболее простой из них:

Серноокислый цинк	300—400 г/л
Серноокислый натрий	40—50 г/л
Серноокислый алюминий или алюмокалиевые квасцы	30—45 г/л

Плотность тока 0,3—1 а/дц². Температура 15—20° С, рН = 4,0 ÷ 4,5.

Для получения более светлого и блестящего покрытия в электролит добавляют соль дисульфонафталиновой кислоты.

Составы цианистых электролитов также весьма разнообразны. Для покрытия в стационарных и колокольных ваннах широко применяются следующие составы электролитов:

Окись цинка	40—45 г/л
Цианистый натрий	80—85 г/л
Едкий натр	40—60 г/л

Плотность тока^а 1,5—2 а/дц². Температура 18—25° С. Выход по току 70—85 %.

Цианистые электролиты очень чувствительны к загрязнению солями железа, свинца и другими примесями.

Состав щелочных (цинкатных) электролитов:

Окись цинка	4—12 г/л
Едкий натр	60—90 г/л
Олово (в виде хлористой или хлорной соли)	0,15—0,25 г/л
Температура ванны	50°С
Плотность тока	0,3—1,2 а/дц ²
Выход по току	95% ₀

Серебрение применяется для покрытия циферблатов карманных и наручных часов. Серебряное покрытие отличается красивым, приятным цветом и матовым оттенком. Для серебрения циферблатов применяются исключительно цианистые электролиты. Основными солями электролита служат сложная цианистая соль серебра [KAg(CN)₂] и свободный цианистый калий (KCN). Помимо этих солей, в электролит добавляют поташ (K₂CO₃) для улучшения электропроводности и получения равномерного осадка серебра на поверхности.

Состав ванны и режим серебрения:

Серебро металлическое	20—30 г/л
Цианистый калий	10—17 г/л
Поташ	8—10 г/л
Аноды	999,9 пробы
Толщина покрытия	2—3 мк
Плотность тока	0,3—0,5 а/дц ²
Выдержка	12—16 мин.
Температура	Комнатная

Циферблаты серебрят по латуни, томпаку или подслою меди (кислой). После серебрения циферблаты осветляют в аммиаке в течение $\frac{1}{2}$ — 1 мин. и покрывают бесцветным лаком типа БМК-5.

Золочение применяется для деталей наручных и карманных часов и будильников. Золочение придает деталям красивый вид и служит защитой от коррозии. Золото, как известно, обладает хорошей химической стойкостью и не теряет своего блеска от воздействия атмосферного воздуха. Золото растворяется лишь в «царской водке» (смесь соляной и азотной кислот в отношении 3 : 1).

Для золочения под током применяются исключительно цианистые электролиты, приготовленные из цианистого, хлорного или гремучего золота. Цианистое золото готовят гальваническим растворением металлического золота в растворе цианистого калия через пористый сосуд.

Хлорное золото готовится растворением металлического золота в «царской водке». Полученное трехвалентное хлорное золото (AuCl_3) переводят затем обработкой в цианистом калии в комплексную цианистую соль $[\text{KAu}(\text{CN}_2)]$.

Гремучее золото получают из хлорного золота растворением последнего в горячей воде и обработкой его аммиаком (NH_4OH). Полученный осадок гремучего золота растворяют в цианистом калии. Гремучее золото нельзя оставлять сухим, так как возможен взрыв от случайного удара.

Состав электролита и режим золочения:

Золото (в расчете на металлическое)	10—12 г/л
Цианистый калий свободный	20—25 г/л
Фосфорнокислый натрий (двузамещенный)	20 25 г/л
Плотность тока	0,10—0,25 а/дц ²
Температура	50—60° С
Выдержка	5—7 мин.

На некоторых заводах применяют электролиты с концентрацией золота 5—7 г/л и свободного цианистого калия 2—3 г/л и при плотности тока 0,1—0,2 а/дц².

Для неотвественного покрытия деталей золотом малой толщины (0,1 мк) золотят без воздействия внешнего тока погружением в раствор. Золочение погружением применяется лишь для латунных и медных деталей.

Состав ванны для золочения погружением:

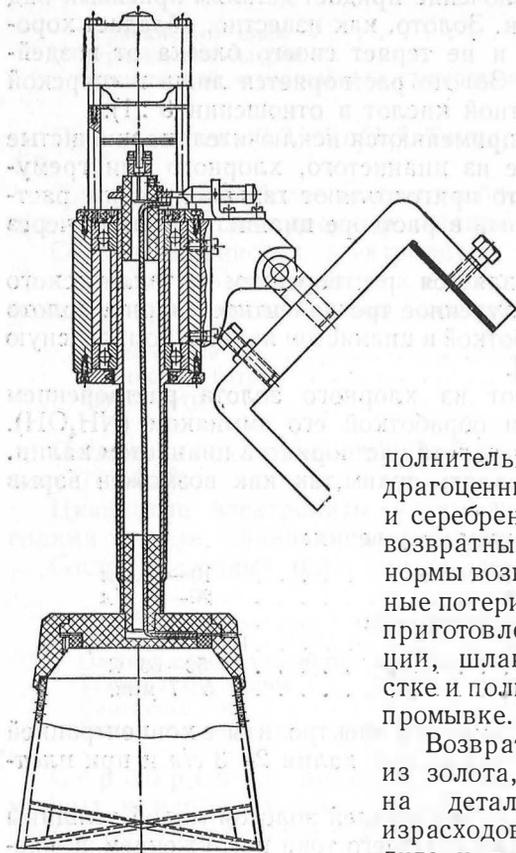
Золотохлористоводородная кислота	0,6 г/л
Фосфорнокислый натрий (двузамещенный)	6 г/л
Едкий натр	1 г/л
Углекислый натрий	3,0 г/л
Цианистый калий	10 г/л

Золочение производится с подогревом электролита до 90° С.

Для деталей часового механизма, находящихся внутри корпуса, толщина покрытия равна 0,6—0,7 мк.

Для наружных деталей толщина покрытия равна 5—7 мк и до 20 мк и наносится в несколько слоев толщиной каждой 1,5—2 мк

с последующим уплотнением и полированием каждого слоя. Чтобы получить качественное покрытие со значительной толщиной слоя, рекомендуется вести реверсивный режим работы ванны, т. е. переключать положительный полюс источника тока на катод, а отрицательный на анод и обратно.



Фиг. 22. Общий вид установки для золочения.

Золочение деталей можно производить и лигатурным золотом 583-й пробы. В таких случаях в электролит вводят раствор цианистой меди, а аноды навешивают из сплава 583-й пробы или отдельно — из чистого золота и из меди. Полученные таким способом покрытия имеют красный тон и более стойки на истирание. К золочению и серебрению предъявляются дополнительные требования по экономии драгоценных металлов. Для золочения и серебрения установлены нормы безвозвратных потерь золота и серебра и нормы возвратных отходов. Безвозвратные потери складываются из потерь при приготовлении электролита, фильтрации, шлакообразовании анодов, зачистке и полировке деталей и потери при промывке.

Возвратимые отходы складываются из золота, осажденного на подвесках, на деталях, забракованных ОТК, израсходованного на анализ электролита и др.

Безвозвратные потери составляют от 1 до 2% от общего расхода, а возвратимые отходы от 3 до 30% в зависимости от способа золочения и конфигурации детали. При золочении деталей, навешанных на проволоку подвесной рамы или засыпанных в латунную сетку, возвратимый отход золота на покрытие поверхности подвесок или сетки бывает равен и даже превышает расход на покрытие самих деталей. При золочении деталей, насыпанных в барабан или в сетки, стенки и дно которых изготовлены из плексиглаза, непроизводительный расход золота часовых деталей может отсутствовать. На фиг. 22 дан чертеж общего вида установки для золочения. В процессе работы барабан (из плексиглаза) вращается в электролите.

Возвратимые отходы складываются из золота, осажденного на подвесках, на деталях, забракованных ОТК, израсходованного на анализ электролита и др.

Безвозвратные потери составляют от 1 до 2% от общего расхода, а возвратимые отходы от 3 до 30% в зависимости от способа золочения и конфигурации детали.

При золочении деталей, навешанных на проволоку подвесной рамы или засыпанных в латунную сетку, возвратимый отход золота на покрытие поверхности подвесок или сетки бывает равен и даже превышает расход на покрытие самих деталей. При золочении деталей, насыпанных в барабан или в сетки, стенки и дно которых изготовлены из плексиглаза, непроизводительный расход золота часовых деталей может отсутствовать. На фиг. 22 дан чертеж общего вида установки для золочения. В процессе работы барабан (из плексиглаза) вращается в электролите.

В среднем при золочении часовых деталей в стационарных ваннах на подвесках или металлических сетках возвратимые отходы составляют 8—12%.

ХИМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ

В часовом производстве применяются следующие виды химических покрытий: оксидирование, фосфатирование и пассивирование.

Оксидирование поверхности стальных деталей будильников и стенных часов в горячих растворах щелочей и присутствии окислителей широко применяется как отделочная операция. Оксидированная поверхность противостоит коррозии только в благоприятной среде, так как во влажной среде оксидная пленка не отличается достаточной прочностью и быстро разрушается.

Щелочное оксидирование производится в ванне следующего состава:

Едкий натр	700—800 г/л
Азотнокислый натрий	80—120 г/л
Азотистокислый натрий	80—120 г/л
Температура	135—145° С
Время выдержки	До 60 мин.
Толщина пленки	От 0,1 до 0,8 мк

Перед оксидированием детали промывают в холодной воде, а затем кипятят в 5%-ном мыльном растворе и снова промывают в горячей и проточной воде, сушат при температуре 110—120° С и протирают маслом. Работать на ваннах следует в резиновых перчатках и фартуке, чтобы избежать попадания раствора на кожный покров.

Латунные детали оксидируют в растворах так называемой серной печени, которую готовят расплавлением смеси серы и измельченного поташа в пропорции 1:2. Для оксидирования в коричневый цвет детали погружают в раствор серной печени и хлористого аммония в пропорции 1:2.

Продолжительность оксидирования 1—2 мин.

Для оксидирования циферблатов в черный цвет применяют следующий состав электролита:

Медный купорос	98 г/л
Сода кальцинированная	48 г/л
Аммиак 25% ⁰ -ный	400 см ³
Температура	Комнатная
Выдержка	3—5 мин.

После оксидирования детали промывают в холодной воде и сушат в папиросной бумаге.

Фосфатирование — процесс создания на поверхности металла фосфатных пленок, которые обладают небольшой коррозионной стойкостью, но хорошо сцепляются с покрывными красками и лаками. Поэтому фосфатные покрытия применяются как грунтовочные покрытия под краски и лаки, в частности, фосфатированию подвергают корпуса будильников, изготовленные из низкоуглеродо-

дистой стали, перед покрытием нитроэмалью. Для фосфатирования применяется так называемая соль мажэф, представляющая собой кислую соль фосфорнокислого марганца и железа (марганец — железо — фосфор). Концентрация этой соли в ванне около 30—35 г/л. Температура ванны 95—98° С. Время выдержки около часа, после чего детали сушат, а затем механически очищают их поверхности от шлама.

П а с с и в и р о в а н и е. Если латунные детали ставятся в часовой механизм без гальванических покрытий, то их пассивируют, т. е. после глянцевого травления обрабатывают в растворе следующего состава:

$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (хромпик натриевый)	250—300 г/л
H_2SO_4 (серная кислота)	80—100 г/л

Температура раствора комнатная.

Время обработки от 30 сек. до 1 мин.

После пассивирования обязательна тщательная промывка деталей в холодной проточной воде.

ЛАКО-КРАСОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Лако-красочные покрытия применяются в часовом производстве в основном для отделки металлических корпусов будильников, автомобильных часов и корпусов других часовых механизмов. В производстве карманных и наручных часов лаковые покрытия применяются только для отделки циферблатов.

Лако-красочные покрытия предохраняют изделия от коррозии, придают ему красивый вид. Краски и лаки должны хорошо приставать к металлу, иметь хорошую механическую прочность и достаточную эластичность, т. е. сопротивляться ударам, истиранию и не иметь расслоений и разрывов при деформациях детали.

Краски и лаки должны быть светостойкими, т. е. цвет покрытия и глянец не должны заметно изменяться от действия света за определенный промежуток времени.

В зависимости от среды, в которой находится изделие, к краскам и лакам предъявляется ряд дополнительных требований по стойкости против бензина, воды, масла и колебаний температуры среды. Краски должны быть влагонепроницаемы, чтобы предохранить поверхность металла от коррозии. Применяемые для лакокрасочных покрытий материалы можно разделить на грунтово-шпатлевочные материалы, лако-масляные эмали и лаки, нитроэмали и нитроглифталевые эмали и лаки, растворители и разбавители и прочие вспомогательные материалы¹.

Г р у н т о в к а представляет собой первый слой покрытия металла. Она является как бы фундаментом (грунтом) для последующих слоев краски. Грунтовка должна хорошо сцепляться с металлом и с последующими слоями других красок. Слой грунтовки должен

¹ Институт Оргавтопром, Бюллетень № 1, 1953.

быть эластичным и не пропускать влаги. В некоторых случаях грунтовка является и покрывной краской. Толщина грунтовочного слоя равна 15—20 *мк*.

Наиболее распространенными являются следующие марки грунтовок.

Грунтовка № 138 (ГОСТ 4056-48). Цвет коричневый. Основные компоненты: сурик железный или мумия, желтый крон (свинцовый), сикатив и глифталевый лак № 154. Грунтовка наносится на металл пульверизацией или кистью при температуре 18—20° С, разбавляется сольвентом каменноугольным или ксилолом (10—20% по весу).

Грунтовка очень устойчива к температурным колебаниям (—40° до +60° С), ударам и деформациям, высыхает при температуре 100—110° С в течение 30 мин. При сушке в обычных температурных условиях, вне зависимости от продолжительности, пленка грунтовки будет непрочной.

Нитроглифталевая грунтовка № 147 (ТУ МХП 1945—1949). Цвет коричневый. Приготавливается на глифталевой основе с добавлением коллоксилиновой основы и пластификатора. Применяется для грунтовки менее ответственных деталей. Имеет те же примерно свойства, что и грунтовка № 138, но разбавляется растворителем № 646 или РДВ. Сушка производится при температуре 60—65° С не более 35 мин.

Нитроглифталевая грунтовка № 148 (ТУ МХП 2032-49). Цвет черный. Предназначается для окраски деталей, подвергающихся частому запылению и загрязнению. Приготавливается на нитрооснове с добавлением лака № 154. В качестве красителя в грунтовку добавляется сажа. В остальном грунтовка 148 аналогична грунтовке 147.

Ш п а т л е в к а наносится на поверхность для ее выравнивания. После высыхания шпатлевка зачищается (шлифуется). Шпатлевка наносится по грунту. Механическая прочность шпатлевочного слоя ниже, чем грунтовочного. Поэтому наносить его нужно толстым слоем (25—30 *мк*). Наиболее распространенные глифталевые шпатлевки № 175 и 185 (ТУМ ХП 331-48) применяются для шпатлевки загрунтованных поверхностей перед нанесением на них покрывной краски — нитроэмали. Шпатлевка наносится пульверизацией при температуре 18—20° С, разбавляется сольвентом каменноугольным (10—25% по весу).

Сушка при температуре 100—110° С в течение часа. Шпатлевки наносятся на грунтовку № 138 и отличаются от нее меньшим содержанием масла и большим содержанием красителя. По цвету шпатлевка № 175 — розовая, а шпатлевка № 185 — серая.

Л а к о - м а с л я н ы е э м а л и и л а к и. Покрывные краски, к которым относятся лако-масляные эмали, должны иметь хорошие показатели по у к р ы в и с т о с т и, т. е. способности укрывать металл или нижележащие слои грунтовки и шпатлевки так, чтобы последние не просвечивались через покрывную пленку. Лако-масляными красками вообще называют суспензию (взвесь) красителей (пигментов) в различных смолах, маслах и лаках с добавлением раст-

ворителей, а в отдельных случаях и пластификаторов (смягчителей).

Пигментами обычно являются нерастворяющиеся минеральные красящие вещества, вводимые в состав краски в мелкоизмельченном виде и находящиеся там во взвешенном состоянии. Краски обладают вязкостью и тягучестью. В любой краске следует различать твердую и жидкую часть. В процессе высыхания из краски улетучивается жидкая часть (растворитель). Оставшаяся твердая часть в виде пленки состоит из смол, масел, красителей и пластификаторов. В одних случаях пленка может вновь растворяться в растворителях и принимать все первоначальные свойства краски. Такую пленку называют обратимой. В других случаях пленка полимеризуется и из нее уже нельзя получить первоначальную краску. Такую пленку называют необратимой.

Лако-масляные краски образуют необратимую пленку. С течением времени пленки всех вообще красок постепенно разрушаются или как говорят стареют. В процессе старения, под влиянием тепла, влаги и, особенно, света ухудшаются физико-механические свойства пленки и в конечном счете пленка разрушается и отслаивается.

В сравнении с нитропленкой масляная пленка имеет ряд преимуществ: лучше сцепляется с металлом, более эластична, но менее тверда, чем нитропленка, более устойчива к действию высоких температур, выдерживает нагрев до 150° С. Масляная пленка набухает в воде.

Мочевинноформальдегидные эмали (ВТУ МХП 2531-51) представляют собой смеси пигментов, затертых на мочевинноформальдегидной смоле с добавлением алкидной смолы и растворителя РКБ-1. В последнее время эти эмали получили применение при окраске корпусов будильников и других часов, вытесняя нитроэмали, благодаря ряду преимуществ эксплуатационного и технологического характера. Эмали наносятся пульверизатором при температуре 18—20° С. Можно наносить окунанием и обливом. Детали сушат при температуре 80—90° С в течение 20 минут и при температуре 120° С в течение 40 мин.

При такой последовательности сушки бутанол растворителя медленно улетучивается из пленки и тем самым поверхность получается гладкой, свободной от мелкой пыли. Пленка эмали твердая, как стекло, и в то же время достаточно эластичная. Эмаль можно наносить непосредственно на металл в два слоя, при этом получается хорошая адгезия. Эмали выпускаются разных цветов: черная У-417 и У-418, синяя УЗ-16, салатная УЭ-11, слоновая кость УЭ-2, зеленая УЭ-13.

Лак УВЛ-1 — бесцветный (ВТУ МХН 2532-51). Представляет собой раствор мочевинноформальдегидной и алкидной смолы в органических растворителях. Применяется для лакировки поверхностей после покрытия их мочевинноформальдегидными эмалями. Методы нанесения и режимы сушки те же, что и для краски.

Нитроэмали представляют собой коллоидные растворы нитроцеллюлозы (коллоксилина) и смолы в летучих органических растворителях с добавлением пластификаторов и пигментов. Нитроэмали являются покровными красками и наносятся по грунтовке и шпатлевке и непосредственно по металлу с предварительной обработкой поверхности фосфатированием для лучшей адгезии. Основное преимущество нитроэмалей перед масляными эмалью заключается в быстром высыхании их в естественных условиях (не более 60 мин.). Сушка с подогревом (30—40°С) за 30—40 мин. Нитропенку покрытия можно шлифовать и полировать. Важным свойством нитроэмали является также хорошая «укрывистость», т. е. нитроэмаль хорошо укрывает металл или слои грунтовки и шпатлевки. Поэтому нитроэмаль наносится более тонким слоем, чем масляная эмаль. Показателем «укрывистости» служит расход нитроэмали (или вообще краски) в граммах на 1 м² поверхности (без учета веса растворителя, т. е. в пересчете на сухое вещество). Самая укрывистая нитроэмаль — черная, наносится в один слой покрытия; цветные эмали требуют 2- и 3-слойного покрытия. Для черной нитроэмали укрывистость не более 20 г/м², а для светлых тонов не более 60 г/м². Если укрывистость более 60 г/м², то такая нитроэмаль к употреблению неудобна. Нитроэмали требуют тонкого растирания пигментов. Нитроэмаль относительно светостойка, но слабо сопротивляется удару, водопроницаема, мало эластична и имеет невысокую адгезию. Наносится нитроэмаль пульверизатором при температуре 18—20°С; разбавляется растворителем № 646, 647 или РВД в соотношении от 80 до 120 частей на 100 частей нитроэмали. Растворители масляных красок для нитроэмалей не пригодны. Для декоративных покрытий корпусов будильников и автомобильных часов применяется нитроэмаль марки ДМ и ДМО (ТУМХП 1281-45 и ГОСТ 5406-50) различных цветов. Наносится в два слоя по фосфатированной поверхности без последующей глянцовки. Для покрытия циферблатов крупногабаритных часов применяется нитроэмаль белая (ТУХП 519-41); высыхание за 30 мин.

Растворители и разбавители. Для масляных красок в качестве разбавителей обычно применяют сольвент, уайт-спирит, бензол, толуол, РКБ-1, реже — скипидар. Для нитрокрасок в качестве растворителей применяют ацетон, растворители № 646, № 647, № 648 и РДВ.

Сольвент (ГОСТ 1928-50) представляет собой продукт перегонки каменноугольной смолы и является одним из лучших растворителей для масляных и глифталевых красок. Больше применяется для разбавления глифталевых красок. Иногда применяется в смеси со скипидаром. По виду сольвент — бесцветная прозрачная жидкость.

Уайт-спирит (ОСТ 3134-46) представляет собой продукт перегонки нефти. Применяется для разбавления масляных красок. Уайт-спирит по виду бесцветная и прозрачная жидкость, безопасен в пожарном отношении и сравнительно дешев.

Скипидар (ГОСТ 1571-42) представляет собой продукт сухой перегонки дерева и является одним из наилучших растворителей для масляных красок. К тому же он сообщает покрытию лучший блеск. Стоимость его высокая, чем и ограничено применение.

Бензол (ОСТ 10463-39) представляет собой продукт сухой перегонки каменного угля. Бензол — бесцветная жидкость, с характерным запахом, служит прекрасным растворителем для жиров, масел, смол, каучука.

Толуол (ОСТ 10464-39) представляет собой продукт сухой перегонки нефтяных остатков. Толуол — бесцветная, с характерным запахом жидкость. Служит растворителем для масляных красок и для приготовления лекарственных веществ, сахарина и др.

Разбавитель РКБ-1 (ТУМХП 2533-51) состоит из смеси ксилола и бутанола в соотношении 1:1; применяется для разбавления мочевиноформальдегидных эмалей и лаков.

Ацетон технический (ГОСТ 2768-44) представляет собой продукт сухой перегонки дерева, уксусно-кислых солей и многих других органических веществ. Ацетон — бесцветная жидкость с характерным запахом, применяется для разбавления нитроэмалей.

Растворители № 646, 647, 648 (по ГОСТ 6530-51, 4005-48, 4006-48) представляют собой смесь летучих органических жидкостей, сложных эфиров, спиртов, ароматических углеводов и др.

Растворители должны быть бесцветны, прозрачны и однородны. Лучшими качествами обладает растворитель № 647. Применяется для разбавления нитроэмалей, нитролаков.

Разбавитель РДВ (ГОСТ 4399-48) представляет собой смесь ароматических углеводов, эфиров, кетонов, спиртов алифатического ряда. Применяется для разбавления нитроэмалей, нитролаков и нитрошпатлевок и для смывания нитропокрытий. Может заменить растворитель № 646; по сравнению с последним более активен.

Моечные составы применяются для обезжиривания деталей и для удаления следов коррозии. Промывка является подготовительной операцией перед лако-красочными покрытиями.

Состав № 1120 (ТУМХП 271-51) представляет собой водный раствор фосфорной кислоты с добавлением спирта и гидрохинона. Состав содержит 30% фосфорной кислоты, 20% этанола, 5% бутанола, 1% гидрохинона и остальное (44%) воды. Спирты вводятся для лучшей смачиваемости поверхности и лучшего разлива состава. Применяется для удаления налетов ржавчины и остатков минеральных масел. При нанесении состава вручную щетками он должен в течение 2—5 мин. растворить налеты ржавчины и следы минеральных масел; после этого состав смывают горячей водой. Окончательно деталь промывается после горячей воды — составом № 108. Преследуется цель — удалить влагу и нейтрализовать возможные остатки фосфорной кислоты. Состав № 108 представляет собой этиловый спирт с добавкой нашатырного спирта.

Этиловый (винный) спирт (ГОСТ 5962-51) применяется для окончательной промывки или протирки деталей.

Состав № 1084 применяется для обезжиривания металлических деталей перед окраской путем разбрызгивания (в механизированных моечных машинах). Состоит из 50% каустической соды (едкого натра), 20% кальцинированной соды (углекислой) и 30% тринатрийфосфата. Состав имеет хорошие моечные свойства. Тринатрийфосфат способствует лучшему эмульгированию масел и смыванию их с деталей.

Протирачные материалы. Для протирки глянцевых поверхностей применяют: замшу, губки морские и искусственные, полотенце, марлю, фланель.

Протирачные материалы должны быть чистыми, т. е. не иметь механических загрязнений, в противном случае на поверхности детали могут появиться царапины и волосовины. Полотенце лучше применять льняное, а не хлопчатобумажное, последнее оставляет на протираемой поверхности ворс.

Лучшим протирачным материалом является замша. Замша выделяется преимущественно из оленьей кожи. Замша хорошо впитывает в себя влагу, промывается от загрязнений в мыльной воде и просушивается. Фланель также является хорошим протирачным материалом. Как замша, так и фланель, не должны иметь твердых включений. Поэтому после промывки и сушки должны быть хорошо очищены от них.

Для протирки можно применять губки морские и искусственные — резиновые. К губкам предъявляются те же требования, что и к остальным протирачным материалам — не иметь твердых включений, могущих попортить протираемую поверхность. Необходимо следить за чистотой состава и не допускать присутствия хлористого натрия (поваренной соли), способствующего появлению коррозии.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ЛАКО-КРАСОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Все лако-красочные материалы в той или иной степени опасны как в пожарном отношении, так и в отношении токсичности — вредного действия на организм человека.

Лако-красочные материалы, во-первых, горючи и сравнительно легко воспламеняются и, во-вторых, пары летучих растворителей могут образовывать с воздухом взрывчатые смеси, могущие взрываться от зажженной спички, искры электродвигателя рубильника, и, в-третьих, краски, содержащие высыхающие масла, скипидар, способны при известных условиях самовоспламеняться, например: тряпки, пропитанные олифой и сваленные в кучу, через определенное время воспламеняются.

Воспламенение происходит вследствие энергичного окисления олифы кислородом воздуха на большой поверхности, причем тепло не успевает уходить в окружающую среду и постепенно повышает

температуру кучи тряпок, где при достижении определенной температуры тряпки загораются. Отсюда вытекает требование — строго следить за хранением обтирочных материалов, за состоянием оборудования.

Растворители в обычных условиях не самовоспламеняются. Температура вспышки их равна 150—400° С. Смесь паров растворителей с воздухом образует взрывчатую смесь лишь при определенных концентрациях паров для каждого вида смеси, наиболее опасными являются растворители: ацетон, бензол, толуол и легкий бензин.

Во избежание концентрации паров растворителей и образования взрывчатых смесей следует правильно рассчитать и организовать работу вентиляционных устройств и вести надлежащее обращение с порожней тарой, могущей содержать остатки растворителей. Для максимального обезвреживания применяемых материалов, необходимо на всех участках, где работают с лако-красочными материалами, иметь хорошую вентиляцию, т. е. всегда иметь достаточный приток свежего воздуха, а на пульверизационных кабинах при работе с особо вредными растворителями — рабочие должны работать в респираторах.

Помещения для хранения лако-красочных материалов должны отвечать всем требованиям пожарной безопасности.

ГЛАВА X

СБОРКА И РЕГУЛИРОВКА ЧАСОВ

Сборка является последним этапом производственного процесса. Собранные часы должны отвечать определенным техническим требованиям, изложенным в Государственных Общесоюзных стандартах (ГОСТ) и в ведомственных технических условиях.

Для сборочных операций, так же как и для механических, разрабатывается технологический процесс сборки. При проектировании технологического процесса технолог должен определить какие детали поступают на сборку отдельно и в узлах, установить последовательность операций сборки, методы и средства выполнения каждой операции.

Исходными данными для разработки технологических процессов сборки служат чертежи изделия и технические условия на детали, узлы, а также руководящие заводские материалы.

Высокая производительность сборки достигается оснащением сборочных операций специальными приборами и приспособлениями и обеспечением сборки взаимозаменяемыми деталями и узлами.

Только при условии полной взаимозаменяемости возможна сборка часов на конвейере с принудительным ритмом.

Взаимозаменяемость означает возможность заменить любую деталь или узел без дополнительной обработки, сохраняя заданные требования к работе данного узла или механизма в целом.

Взаимозаменяемость не исключает, однако, дополнительной регулировки деталей при сборке, т. е. придания сопрягаемым деталям такого взаимного положения, при котором достигается правильное их функционирование в механизме. Например, применение градусника в часах дает возможность регулировать в определенных пределах точность хода часов, не изменяя размеров баланса и волоска.

При взаимозаменяемости деталей и узлов исключается время на их подгонку, выполнение операций можно подчинить определенному ритму, сборку можно производить рабочими средней квалификации.

Взаимозаменяемость в деталях и узлах необходима также и для последующего ремонта часов. Заменить сломанную деталь или узел без подгонки на равноценную гораздо проще, чем производить подгонку; работа часов после замены, как правило, будет качествен-

нее, особенно при замене таких узлов, как баланс с осью и волоском и анкерная вилка с палетами и копьём.

Взаимозаменяемость деталей и узлов достигается точной механической и термической обработкой. Принято различать взаимозаменяемость по геометрическим размерам и по физическим свойствам. Например, заводная пружина в часах при одних и тех же размерах может иметь пониженный крутящий момент из-за неправильной термической обработки и оказаться непригодной для постановки в часы.

Для проверки обеспечения в производстве размерной взаимозаменяемости деталей и узлов проводят размерные расчеты. Результаты этих расчетов показывают, какие зазоры или натяги в соединениях будут фактически иметь место. Результаты поверочных расчетов дают возможность судить о правильности взаимодействия отдельных частей и механизма в целом и вносить в чертежи те или другие изменения.

Размерные расчеты могут осуществляться по предельным значениям отклонений размеров и тогда они называются *р а с ч е т а м и н а м а к с и м у м - м и н и м у м*.

Если при размерных расчетах учитывается вероятность отклонений размеров, то они называются *т е о р е т и к о в е р о я т н о с т н ы м и р а с ч е т а м и*.

В часовом производстве преобладают расчеты на максимум-минимум, а теоретико-вероятностные расчеты применяют лишь в отдельных случаях. При размерных расчетах, сводящихся в конечном счете к рациональной простановке размеров и допусков в чертежах, необходимо соблюдать принцип кратчайшей размерной цепи и совмещение конструктивных, технологических и измерительных баз.

РАЗМЕРНЫЕ ЦЕПИ ¹

Размеры, последовательно примыкающие один к другому и связывающие поверхности деталей, образуют цепь размеров, или размерную цепь.

Цепь превращается в замкнутую при наличии замыкающего (результатирующего) размера. Задача размерного расчета сводится к отысканию значений замыкающего размера.

Размерные цепи (или схемы) могут иметь различный вид и состоять из любого числа размеров (от 2 и более). Размерные цепи принято делить на *л и н е й н ы е*, *п л о с к и е* и *п р о с т р а н с т в е н н ы е*.

Линейная размерная цепь состоит только из линейных (не угловых) размеров, параллельных между собой.

Плоская размерная цепь образуется непараллельными линейными размерами или линейными и угловыми размерами при условии, что все они могут быть спроектированы в натуральную величину на плоскость, т. е. лежать в одной плоскости.

¹ Безменов А. Е., Расчет размерных цепей. НИИЧАСПРОМ, 1950.

Пространственная размерная цепь (схема) образуется тоже непараллельными линейными размерами или линейными и угловыми размерами, но они не могут быть спроектированы в натуральную величину ни на одну из трех плоскостей.

Линейные размерные цепи могут быть образованы из размеров одной детали и из размеров нескольких деталей.

На фиг. 1 показана ось баланса карманных часов с размерами (фиг. 1, а), образующими линейную размерную цепь, и схема размерной цепи (фиг. 1, б). Размер x на схеме является замыкающим звеном. Размерные схемы принято изображать векторами в виде следующих один за другим размеров в произвольном масштабе. Для удобства чтения схемы размеры по отношению друг к другу располагаются уступами. Направление вектора замыкающего звена и его положение в размерной цепи могут быть выбраны произвольно.

Обозначив положительные размеры заглавными буквами латинского алфавита ABC и т. д., а отрицательные — строчными буквами a, b, c и т. д., можно составить следующее уравнение:

$$x = (A + B + C + \dots + M) - (a + b + c + \dots + m).$$

Предельные значения замыкающего звена x будут

$$\begin{aligned} x_{\max} &= (A_{\max} + B_{\max} + C_{\max}) - (a_{\min} + b_{\min} + c_{\min}), \\ x_{\min} &= (A_{\min} + B_{\min} + C_{\min}) - (a_{\max} + b_{\max} + c_{\max}). \end{aligned} \quad (1)$$

Вычитая из верхнего выражения нижнее, получим

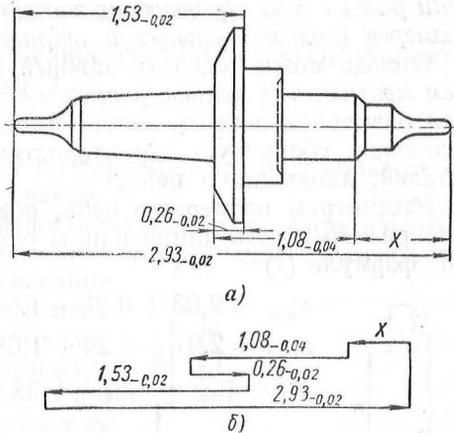
$$\begin{aligned} x_{\max} - x_{\min} &= (A_{\max} - A_{\min}) + (B_{\max} - B_{\min}) + (C_{\max} - C_{\min}) + \\ &+ (a_{\max} - a_{\min}) + (b_{\max} - b_{\min}) + (c_{\max} - c_{\min}). \end{aligned}$$

Так как разность предельных значений размеров есть допуск δ , то предыдущее выражение можно заменить

$$\delta_x = \delta_A + \delta_B + \delta_C + \dots + \delta_a + \delta_b + \delta_c \quad (2)$$

или в окончательном виде

$$\delta_x = \sum_{i=1}^{i=n} \delta_i,$$



Фиг. 1. Ось баланса карманных часов:
а — чертеж; б — схема линейной размерной цепи.

δ_x — допуск замыкающего звена;
 δ_i — допуск размера, входящего в размерную цепь;
 n — число размеров цепи.

Таким образом, допуск замыкающего звена δ_x линейной размерной цепи равен сумме абсолютных значений допусков всех входящих в цепь размеров (положительных и отрицательных).

Отсюда можно сделать важный практический вывод: допуск δ_x тем меньше, чем меньше размеров входит в цепь. Принцип кратчайшей размерной цепи и состоит в том, чтобы число размеров, определяющих сборочную характеристику изделия, было равно числу деталей, входящих в цепь.

Рассмотрим размерную цепь, показанную на фиг. 1. Замыкающий размер x есть длина цапфы оси баланса.

По формуле (1)

$$x_{\max} = 2,93 + 0,26 - 1,04 - 1,51 = 0,64 \text{ мм};$$

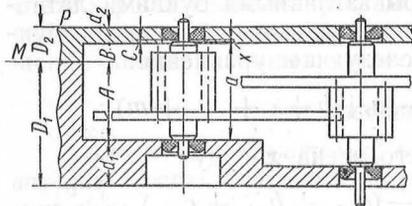
$$x_{\min} = 2,91 + 0,24 - 1,08 - 1,53 = 0,54 \text{ мм};$$

$$\delta_x = x_{\max} - x_{\min} = 0,64 - 0,54 = 0,10 \text{ мм}.$$

Результат можно проверить по формуле (2)

$$\delta_x = 0,02 + 0,02 + 0,04 + 0,02 = 0,10 \text{ мм}.$$

Заметим кстати, что допуск на замыкающий размер x на чертеже не проставляется. Линейные размеры на фиг. 1 расположены так, что измерительная база совмещена с конструкторской и размеры легко могут быть измерены часовым микрометром или индикатором.



Фиг. 2. Схема разреза часового механизма.

Расположение размеров в сборочных соединениях обуславливает назначение тех или других методов обработки деталей.

На фиг. 2 изображен продольный разрез часового механизма по осям промежуточного и секундного колес, а на фиг. 3 (а и б) даны две схемы линейных размерных цепей, обуславливающих два варианта обработки.

Для того чтобы промежуточный триб мог свободно вращаться, необходимо, кроме радиального зазора в камнях иметь осевой зазор x между торцом цапфы триба и плоскостью камня.

Рассчитаем размерную цепь по первому варианту обработки (фиг. 3, а), т. е. когда платина и мосты обрабатываются на имеющемся в часовом производстве оборудовании. Плоскости по размерам D (1, 2) обрабатывают на станке С-188 с точностью 0,010 мм. На станке С-50 обрабатывают углубления от базы P по размерам d (1, 2) с точностью 0,015 мм.

По формуле (1) находим предельные значения x :

$$x_{\max} = (2,7 + 1,2 + 0,16) - (0,485 + 2,11 + 1,385) = 0,08 \text{ мм.}$$

$$x_{\min} = (2,69 + 1,19 + 0,15) - (1,40 + 0,5 + 2,13) = 0;$$

$$\delta_x = x_{\max} - x_{\min} = 0,08 - 0 = 0,08 \text{ мм.}$$

По техническим условиям на данное соединение зазор должен быть в пределах от 0,02 до 0,07 мм, т. е.

$$x_{\max} = 0,07 \text{ мм и } x_{\min} = 0,02 \text{ мм и } \delta_x = 0,05 \text{ мм.}$$

Приведенный размерный расчет по первому варианту обработки показал, что часть изделий будет браком.

Определим по теоретико-вероятностному методу ту часть изготовленных по первому варианту изделий, которая может оказаться браком. Предположим, что рассеивание размеров каждого звена размерной цепи происходит по закону нормального распределения, тогда по теории вероятностей и рассеивание размеров замыкающего звена будет также происходить по закону нормального распределения и поле рассеивания или допуск δ_x будет равен $6\sigma_x$, откуда среднее квадратическое отклонение

$$\sigma_x = \frac{\delta_x}{6} = \frac{0,08}{6} = 0,013 \text{ мм.}$$

Построим кривую нормального распределения для данного случая (фиг. 4). Площадь, характеризующая вероятность получения годных соединений, может быть разбита на две части (A и B). Заштрихованные участки площади характеризуют вероятность бракованных соединений. Вероятность получения годных соединений может быть определена по формуле

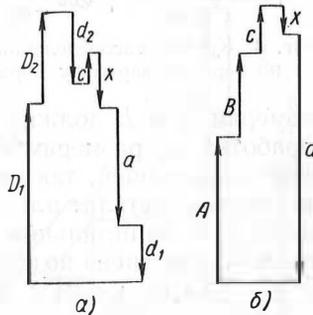
$$\omega = 0,5 [\Phi(z_A) + \Phi(z_B)], \quad (3)$$

где значение $\Phi(z)$ берется по таблице (приложение 1) и обозначается $z = \frac{x_0}{\sigma}$. При $x_A = 0,02 \text{ мм}$ и $x_B = 0,03 \text{ мм}$ и $\sigma_x = 0,013 \text{ мм}$ будем иметь

$$z_A = \frac{x_A}{\sigma_x} = \frac{0,020}{0,013} = 1,54;$$

$$z_B = \frac{x_B}{\sigma_x} = \frac{0,03}{0,013} = 2,30,$$

по той же таблице находим значение $\Phi(z_A) = 0,8764$ и $\Phi(z_B) = 0,9786$. По формуле (3) определяем значение $\omega = 0,5(0,8764 + 0,9786) = 0,9275$.



Фиг. 3. Схема линейной размерной цепи:

а — 1-й вариант обработки б — 2-й вариант обработки

$$D_1 = 2,7_{-0,01}$$

$$D_2 = 1,2_{-0,01}$$

$$d_2 = 0,50_{-0,015}$$

$$c = 0,15_{+0,01}$$

$$a = 2,13_{-0,02}$$

$$d_1 = 1,40_{-0,015}$$

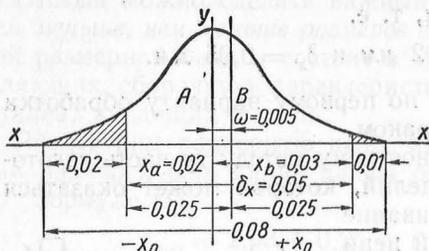
$$A = 1,3_{+0,01}$$

$$B = 0,7_{+0,01}$$

$$C = 0,15_{+0,01}$$

$$a = 2,13_{-0,02}$$

Вероятность получения годных соединений составит 92,75%. Остальные 7,25% деталей необходимо регулировать, т. е. размер C изменять передвижением камня вниз, что практически и делается в сборочных цехах часовых заводов. Такая регулировка происходит без снятия стружки или изменения формы детали, как это бывает при подгоночных операциях и ее целесообразно применять при неполной взаимозаменяемости.



Фиг. 4. Кривая распределения размеров по первому варианту обработки.

размерам A и B должна быть повышена по сравнению с точностью обработки по размерам $d_1 d_2$. Размерная цепь по второму варианту будет кратчайшей, так как состоит из четырех размеров, связывающих четыре детали: платину, мост, камень и триб. Находим максимальное и минимальное значение замыкающего звена по формуле (1):

$$x_{\max} = 1,31 + 0,71 + 0,16 - 2,11 = 0,07 \text{ мм};$$

$$x_{\min} = 1,30 + 0,70 + 0,15 - 2,13 = 0,02 \text{ мм}.$$

Отсюда

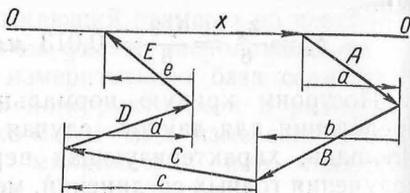
$$\delta_x = 0,07 - 0,02 = 0,05 \text{ мм}.$$

Расчет на максимум-минимум показывает, что все соединения, обработанные по второму варианту, будут годными. Создание станков, обеспечивающих указанную выше обработку платин и мостов, дело ближайшего будущего.

Значительное число случаев размерного расчета в часовых механизмах относится к расчету плоской размерной цепи. Плоская размерная цепь может быть решена транспарацией, т. е. проектированием на выбранное направление или смешанным способом, или при помощи системы координат, или аналитически.

В часовом производстве пользуются первыми двумя способами — транспарацией и смешанным.

Транспарацией плоской размерной цепи называется проектирование ее размеров на направление замыкающего звена (x) или какое-либо другое направление, при котором проекция любого размера не обращается в нуль, а транспарированная цепь будет состоять только из взаимосвязанных параллельных размеров, замы-

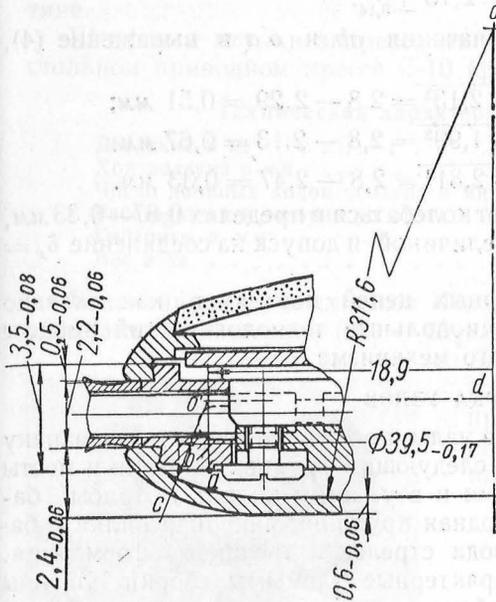


Фиг. 5. Схема плоской размерной цепи.

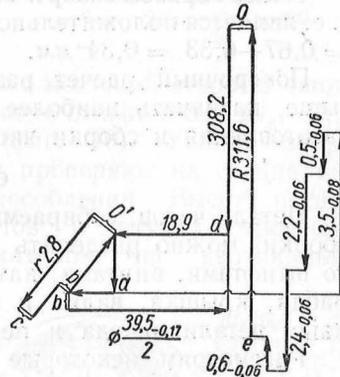
каемых искомой величиной. Таким образом, транспарация есть преобразование плоской размерной цепи в линейную размерную цепь. На фиг. 5 показана транспарация плоской размерной цепи $ABCDEH$ в линейную размерную цепь $abcdex$.

Случаи транспарации в размерных расчетах часовых механизмов сравнительно редки. В большинстве случаев плоские размерные цепи решаются смешанным способом, т. е. применением графо-аналитического метода.

В качестве примера рассмотрим соединение кольца и крышки корпуса



Фиг. 6. Разрез карманных часов К-36 по валу заводного ключа.



Фиг. 7. Схема плоской размерной цепи по фиг. 6.

карманных часов К-36. На фиг. 6 показан разрез часов по оси заводного ключа. При всех условиях сборки зазор в зоне точек bc должен быть положительной величиной, т. е. больше нуля. Построим размерную цепь (фиг. 7). Как видим, цепь состоит из вертикальных, горизонтальных и наклонных размеров. Из фиг. 7 видно, что зазор

$$x = o'c - o'b = 2,8 - \sqrt{ab^2 + o'a^2}. \quad (4)$$

Расстояние $o'o = 311,6 - 2,8 = 308,8$ мм. Тогда

$$od = \sqrt{o'o^2 - d^2} = \sqrt{308,8^2 - 18,9^2} = 308,2 \text{ мм.}$$

Величины ab и $o'a$ определяются из двух линейных размерных цепей. Величина ab определяется из горизонтально расположенной линейной цепи

$$ab = \frac{39,5-0,17}{2} - 18,9 = 0,85_{-0,085}$$

Величина $o'a$ определяется из вертикально расположенной линейной цепи:

$$o'a_{\text{номин}} = (311,6 + 0,6 + 3,5) - (308,2 + 2,4 + 2,2 + 0,5) = 2,13 \text{ мм};$$

$$o'a_{\text{max}} = (311,6 + 0,6 + 3,5) - (308,2 + 2,34 + 2,14 + 0,44) = 2,31 \text{ мм};$$

$$o'a_{\text{min}} = (311,6 + 0,54 + 3,42) - (308,2 + 2,4 + 2,2 + 0,5) = 1,99 \text{ мм};$$

$$o'a = 2,13 \pm_{0,14}^{0,18}$$

Подставляя полученные значения ab и $o'a$ в выражение (4), будем иметь

$$x_{\text{ном}} = 2,8 - \sqrt{0,85^2 + 2,13^2} = 2,8 - 2,29 = 0,51 \text{ мм};$$

$$x_{\text{max}} = 2,8 - \sqrt{0,76^2 + 1,99^2} = 2,8 - 2,13 = 0,67 \text{ мм};$$

$$x_{\text{min}} = 2,8 - \sqrt{0,85^2 + 2,31^2} = 2,8 - 2,47 = 0,33 \text{ мм}.$$

Таким образом зазор x может колебаться в пределах $0,67-0,33$ мм, т. е. является положительной величиной, и допуск на соединение $\delta_x = = 0,67-0,33 = 0,34$ мм.

Поверочный расчет размерных цепей позволяет, как сказано выше, назначать наиболее рациональный технологический процесс изготовления и сборки часового механизма.

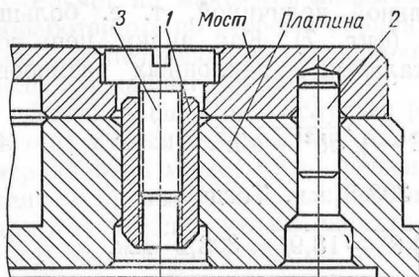
СБОРКА УЗЛОВ

Детали часов, собираемые в узлы, по технологическому признаку сборки можно разделить на следующие группы: платина и мосты со штифтами, винтами, камнями и втулками; колеса и трибы; барабан, крышка, валик и заводная пружина; анкерная вилка и баланс; детали завода и перевода стрелок и внешнего оформления.

Рассмотрим некоторые характерные элементы сборки платины и мостов, зубчатых пар, барабана и спускового регулятора.

Запрессовка втулок, штифтов и камней в платины и мосты

Конструктивное оформление разъемного соединения платины с мостами показано на фиг. 8. Мосты надеваются на штифты 2 с зазором от 0,01 до 0,015 мм и на втулку 1



Фиг. 8. Крепление мостов к платине.

с зазором от 0,1 до 0,15 мм. Штифты диаметром до 1 мм посажены в платину с натягом от 0,01 до 0,02 мм, что соответствует четвертой и третьей прессовым посадкам по ГОСТ 3047-47. Штифты служат для фиксации положения мостов на платине в горизонтальной плоскости, т. е. они должны фиксировать такое положение мостов, при котором одноименные отверстия в платине и в мостах были бы соосны. Поэтому посадка штифтов должна быть выполнена без перекосов, а мосты на них надеваются без качки. Мосты крепятся винтом 3, который ввинчивают во втулку 1.

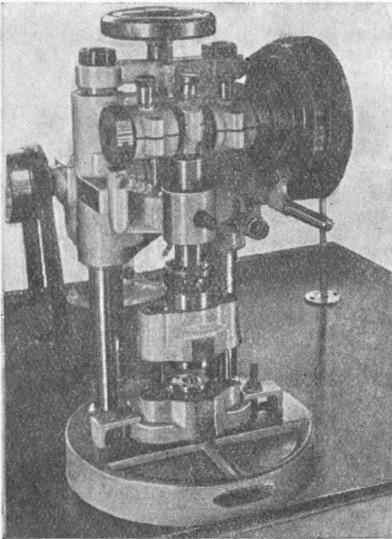
Последняя запрессовывается в платину с натягом от 0,010 до 0,015 мм, что соответствует глухой посадке 2-го класса по ОСТ 1012. Такое крепление моста сделано для того, чтобы сохранить дорогостоящую платину в случае срыва резьбы. Усилие, с которым втулка запрессована в платину, достаточно для того, чтобы винт, не нарушая посадки, не сдвигая втулки с места, плотно привернул мост к плате.

Штифты и втулки запрессовываются в платину штампом на настольном приводном прессе С-10 (фиг.9).

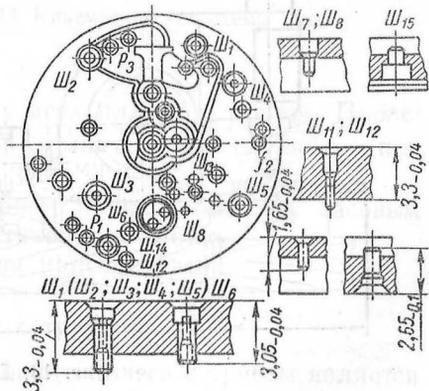
Техническая характеристика пресса С-10

Давление в кг	500
Ход ползуна в мм	15
Число двойных ходов ползуна в минуту	300—500
Расстояние от ползуна до стола в мм	40—175
Габариты в мм	250 × 280 × 450
Вес в кг	30

В платину наручных часов «Победа» с мостовой стороны запрессовывают шесть втулок (Ш_1 — Ш_6) и восемь штифтов Ш_7 , Ш_8 , Ш_{11} — Ш_{15} (фиг. 10). Усилие запрессовки проверяют на специальном приспособлении. Высоту посадки штифтов и втулок проверяют индикатором на вертикальной



Фиг. 9. Пресс С-10.

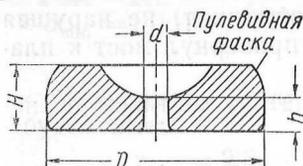


Фиг. 10. Платина с запрессованными втулками и штифтами.

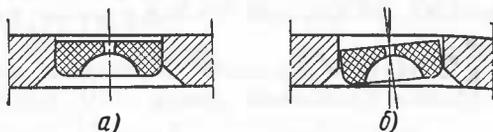
стойке. Контроль запрессовки и высоты посадки — выборочный, 5% от партии.

Камни в платину и мосты запрессовывают с натягом 0,010—0,030 мм, в зависимости от диаметра отверстия. Средний натяг на диаметр 1,2 мм равен 0,015 мм, что соответствует глухой посадке 2-го класса по ОСТ 1012.

Операция запрессовки камней весьма ответственная, посадки были установлены в результате больших экспериментальных работ. Следует иметь в виду, что камни изготавливаются из синтетического рубина, хрупкость которого, как минерала, гораздо выше хруп-



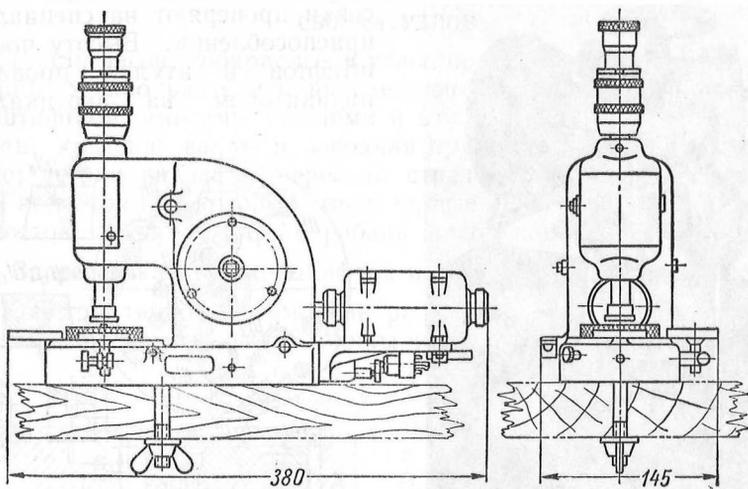
Фиг. 11. Сквозной камень.



Фиг. 12. Посадка камней в платину и мосты:
а — правильно; б — неправильно.

кости металла. Если натяг превышает 0,03 мм, то часть камней раскалывается.

Чтобы уменьшить покол при запрессовке и достигнуть надлежащего натяга камня, заходной фаске камня придают пувевидную форму (фиг. 11), благодаря чему усилие запрессовки увеличивается постепенно.



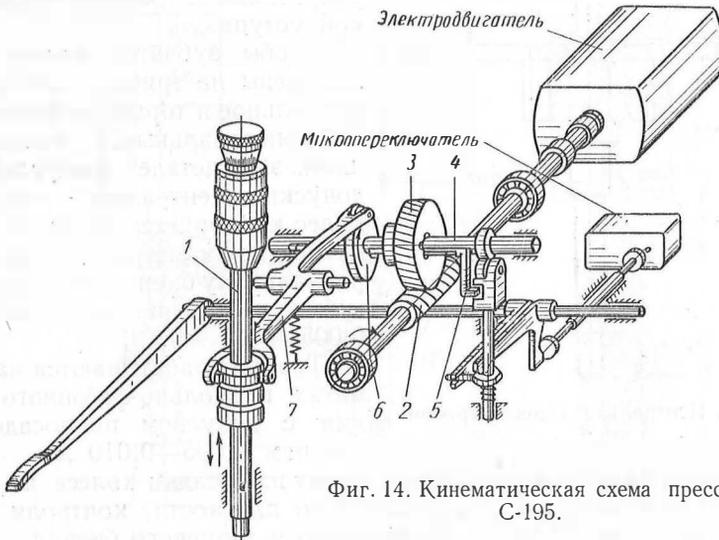
Фиг. 13. Пресс С-195.

Камень должен прочно держаться в отверстии, плотно прилегая к его стенкам всей своей цилиндрической поверхностью (фиг. 12).

Камни запрессовывают на прессах типа С-195 (фиг. 13). Привод пресса осуществляется от электродвигателя мощностью 0,07 квт, 3000 об/мин. Вращение от электродвигателя передается через червячную пару 2, 3 посредством шпонки 5 на вал 4 (фиг. 14). Сидящий на валу 4 дисковый кулачок 6, действует на рычаг 7 шпинделя 1, сообщая последнему движение вниз. Шпиндель и рычаг возвращаются в исходное положение под действием пружины.

В верхней части шпинделя имеется микрометрическая шкала с ценой деления 0,005 мм. На данном прессе можно производить посадку штифтов и втулок, требующих незначительных усилий для запрессовки.

После запрессовки проверяют целостность камней (сколы и трещины не допускаются), глубину и прочность посадки и отсутствие перекоса.



Фиг. 14. Кинематическая схема прессы С-195.

Целостность камней проверяют у всех платин и мостов. Проверяют лупой с увеличением $5\times$, а в сомнительных случаях — под микроскопом с увеличением $16\times \div 32\times$.

Глубину посадки камней проверяют индикатором или часовым микрометром, закрепленным на вертикальной стойке.

Прочность посадки проверяют на приспособлении.

Сборка колес с трибами

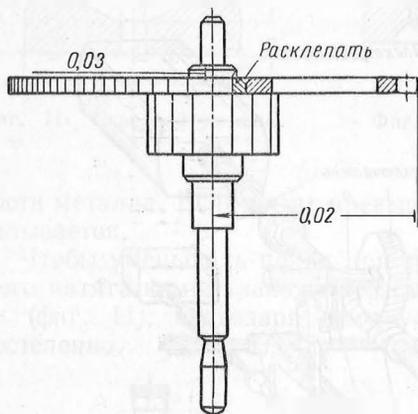
Характерной особенностью собранного колеса с трибом является малая толщина колеса по сравнению с диаметром посадочного отверстия (фиг. 15). Объясняется это тем, что в часовых механизмах передаваемые моменты очень малы и, чтобы снизить потери на трение, колеса делают минимального веса.

В узлах зубчатых пар часового механизма прочность посадки колеса на триб должна быть такой, чтобы колесо на уступе не проворачивалось, а радиальное и торцевое биение не превышали заданных допусков.

Промежуточное и секундное колеса, работающие плавно и передающие весьма малые моменты, закрепляются на трибе с натягом

(0—0,01 мм) по диаметру посадочного уступа. Более значительный натяг увеличивает радиальное и плоскостное биение.

Центральное колесо, передающее больший чем промежуточное и секундное колеса момент, дополнительно закрепляется расклепкой уступа триба, хотя расклепка и увеличивает радиальное и торцевое биения колеса (см. табл. 1). Анкерное колесо, передающее очень малые моменты, но работающее на удар, также закрепляется расклепкой уступа.



Фиг. 15. Центральное колесо с трибом.

Чтобы зубчатые колеса были посажены на трибы надежно, их радиальное и торцевое биение было минимальным, посадочные части этих деталей имеют жесткие допуски. Центральное отверстие колес калибруется штампом с допуском по диаметру 0,005 мм, а по радиальному биению относительно зубчатого венца — с допуском 0,005—0,01 мм.

Трибы обрабатываются на автоматах продольно-фасонного точения с допуском по посадочным уступам 0,005—0,010 мм.

Сборка узла колеса с трибом состоит из посадки колеса на триб, включая расклепку, правки колеса по плоскости, контроля прочности посадки и проверки радиального и торцевого биения.

Таблица 1

Допустимое радиальное и торцевое биение колес наручных часов „Победа“

Узел	Биение в мм	
	Радиальное	Торцевое
Центрального колеса	До 0,02	До 0,03
Промежуточного и секундного колеса	„ 0,015	„ 0,02
Анкерного колеса	„ 0,010	„ 0,02

Колеса прессуют на трибы на настольных ручных или педальных прессах. Более универсальным и совершенным по конструкции является педальный пресс Д-246 настольного типа.

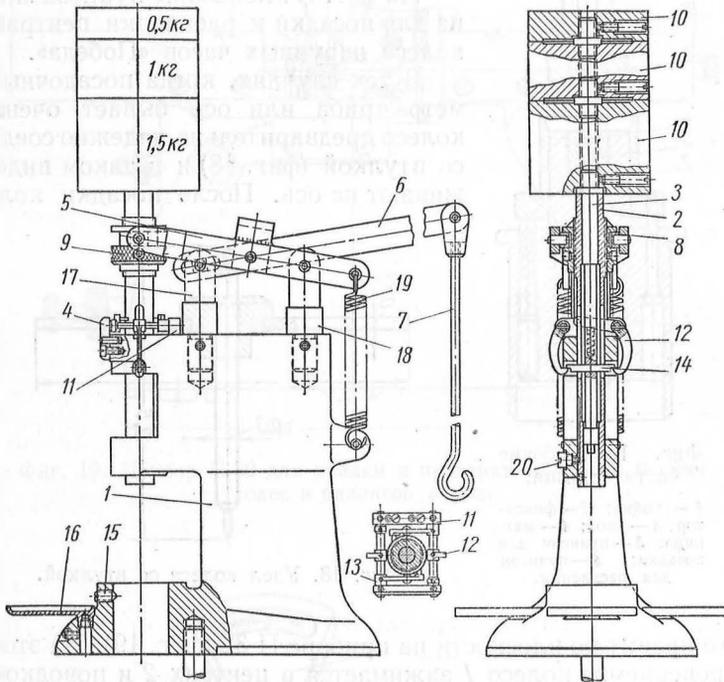
Пресс предназначен как для посадки колес на трибы, так и баланса на ось.

На прессе можно одновременно расклепывать посадочные уступы, например, при сборке узла центрального колеса.

Пресс Д-246 (фиг. 16) состоит из чугунной стойки 1, полого шпинделя 2, штока 3, вилки 5 и рычага 6, соединенных между собой шарнирно.

Рычаг 5 посредством сухарей 8 соединен с гайкой 9, навинченной на шпиндель 2. Рычаг 6 посредством тяги 7 соединен с педалью.

На верхнем конце штока 3 закрепляются сменные грузы 10. На верхней площадке стойки 1 смонтирован кронштейн 11, на двух



Фиг. 16. Пресс Д-246 с педальным включением.

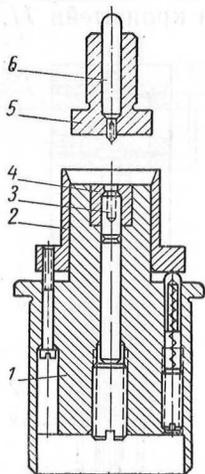
валиках которого закреплены собачки 12 и рычаги 13 со штифтами С торца стойки кронштейн укреплен пластиной 4.

Шток 3 вместе с грузами 10 удерживается в верхнем положении штифтом 14, опирающимся своими выступами на собачки 12.

В нижней части стойки в отверстие вставляется сменная матрица и крепится винтом 15. В нижней части стойки прикреплены три тарелки 16, служащие для раскладки двух деталей и собранного узла. Рычаги 5 и 6 закреплены на стойках 17 и 18. Пружина 19 служит для поддержания шпинделя 2 в верхнем положении. Сменные пуансоны крепятся в нижней части полого шпинделя и штока.

Для запрессовки устанавливают на матрице пинцетом триб (ось) и на него накладывают колесо. При нажиме на педаль рычаг 5 опускает вниз шпиндель 2, пуансон шпинделя производит посадку колеса на триб. В этот момент гайка 9 нажимает нижней торцевой поверх-

ностью на штифты рычагов 13, тем самым разъединяя собачки 12 со штифтом 14. Под действием груза 10 шток 3 падает вниз, ударяет по пуансону 6 (см. фиг. 17) и расклепывает посадочный уступ. Сила удара регулируется сменными грузами. Опускание шпинделя 2 вниз регулируется гайкой 9, а подъем вверх ограничивается винтом 20. Производительность преса 4000 узлов за смену.

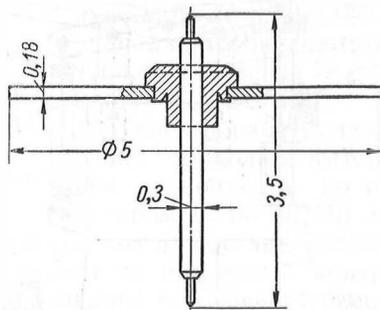


Фиг. 17. Рабочие части штампа:

1 — стойка; 2 — фиксатор; 3 — упор; 4 — матрица; 5 — пуансон для посадки; 6 — пуансон для расклепки.

На фиг. 17. показаны пуансон и матрица для посадки и расклепки центрального колеса наручных часов «Победа».

В тех случаях, когда посадочный диаметр триба или оси бывает очень мал, колесо предварительно надежно соединяют со втулкой (фиг. 18) и в таком виде насаживают на ось. После посадки колеса на



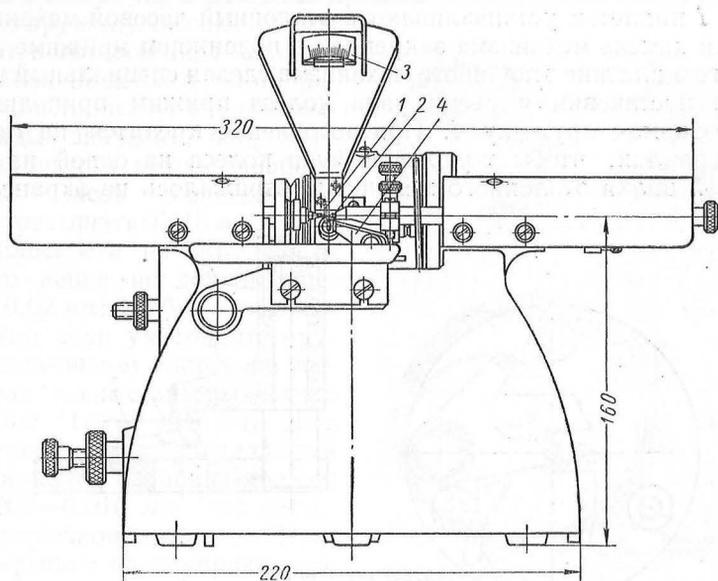
Фиг. 18. Узел колеса со втулкой.

триб его правят по плоскости на приборе П-32 (фиг. 19). На этом приборе проверяемое колесо 1 зажимается в центрах 2 и поводком приводится во вращение. Торцевое биение отмечается на шкале встроенного в прибор индикатора 3. Колесо правят молоточком 4. Индикатор и молоточек устанавливают по ободу колеса.

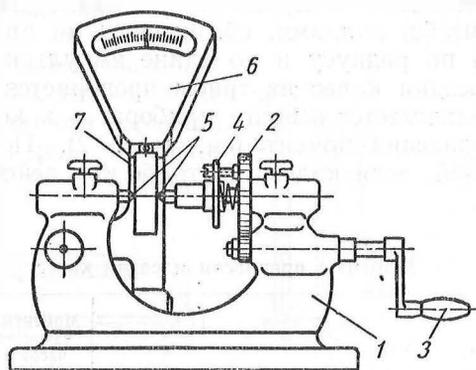
Поводок вместе со шкивом вращаются от электродвигателя через ременную передачу. На приборе П-32 можно править по плоскости колеса и балансы диаметром от 4 до 15 мм. Цена деления шкалы индикатора 0,01 мм. Число оборотов колеса в минуту—120. Число оборотов электродвигателя в минуту 1500. Производительность до 1500 узлов в смену.

Радиальное биение колеса проверяют на проекторе или на индикаторных приборах (фиг. 20).

Прибор состоит из станины 1, зубчатой пары 2 с рукояткой 3, поводкового диска 4, неподвижной пары центров 5 и индикатора 6, укрепленного на регулируемом кронштейне 7. Детали и узлы проверяют в прямых или обратных сменных центрах. Малогабаритные детали вращают от руки.



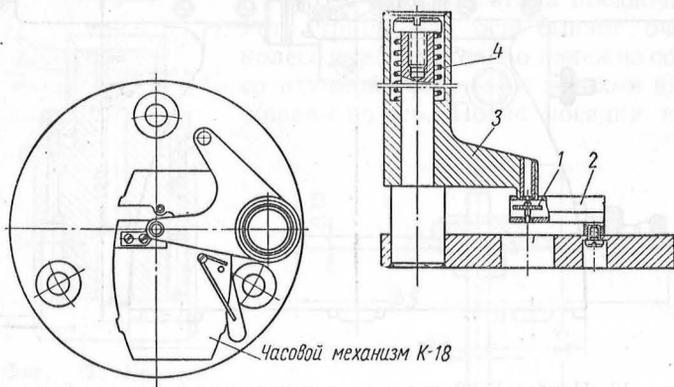
Фиг. 19. Прибор П-32 для правки и проверки торцевого биения колес и балансов в узле.



Фиг. 20. Прибор для проверки колес на радиальное биение.

Каждый узел анкерного колеса проверяют на радиальное биение наружного диаметра и одновременно на точность по шагу на проекторе с увеличением $100\times$ в приспособлении (фиг. 21). Узел анкерного колеса 1 пинцетом устанавливают в эталонный часовой механизм 2. Нижний камень механизма закреплен в подвижном прижиме 3, для которого в платине эталонного механизма сделан специальный вырез.

Для постановки и съема узла колеса прижим приподнимают вверх, сжимая пружину 4. Приспособление крепится на столике прсектора так, чтобы положение зуба колеса на одной из палет анкерной вилки эталонного механизма отражалось на экране.



Фиг. 21. Приспособление к проектору для проверки анкерного колеса на радиальное биение и точность по шагу.

На экран накладывается чертёж на кальке или на стекле с нанесенными (в масштабе) линиями, обозначающими пределы отклонения зуба колеса по радиусу и по длине импульсной плоскости.

Прочность посадки колес на трибы проверяется выборочно на приборе. Триб зажимается в цанге прибора, а к колесу подвешивается груз, создающий момент (см. табл. 2). Посадку считают удовлетворительной, если колесо на трибе под действием груза не проворачивается.

Таблица 2

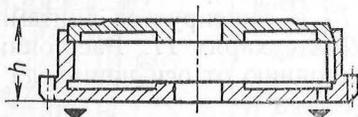
Моменты прочности посадки колес

Узлы	Моменты для узлов колес часов К-26 в г. мм	Моменты для узлов колес часов К-36 в г. мм
Центральное колесо	1650	2500
Промежуточное колесо	470	800
Секундное колесо	390	800
Анкерное колесо	150	600

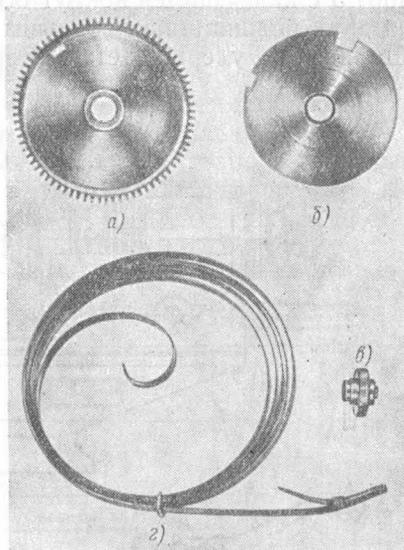
Сборка барабана

Узел барабана состоит из корпуса (фиг. 22, а), крышки (фиг. 22, б) и валика (фиг. 22, в) и заводной пружины с накладкой (фиг. 22, г). Заводную пружину часовые заводы получают в готовом виде. Собранный барабан не должен иметь радиального и торцевого биения выше заданных значений, например, биение зубчатого венца барабана наручных часов «Победа» не должно превышать $0,015 \text{ мм}$, а биение по плоскости на окружности зубчатого венца не должно превышать $0,02 \text{ мм}$. Требования весьма жесткие, если учесть, что пружина в заведенном состоянии выбирает радиальные зазоры валика в барабане. Чтобы удовлетворить таким требованиям, радиальный зазор валика в барабане должен быть $0,005—0,010 \text{ мм}$, что достигается расточкой отверстий барабана и крышки на копировально-расточном станке С-79.

Перед расточкой отверстий крышка запрессовывается в корпус барабана на прессе Д-246. Чтобы предупредить проворачивание, крышку запрессовывают с натягом $0,02—0,03 \text{ мм}$ для барабанов наручных часов «Победа» и «Звезда» и $0,04—0,05 \text{ мм}$ для барабанов карманных часов «Молния». При запрессовке должна быть выдержана высота барабана (фиг. 23), что проверяют на вертикальном индикаторе или микрометром.

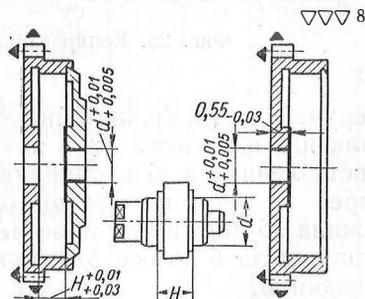


Фиг. 23. Корпус барабана с запрессованной крышкой.



Фиг. 22. Узел барабана:

а — корпус; б — крышка; в — валик; г — пружина.

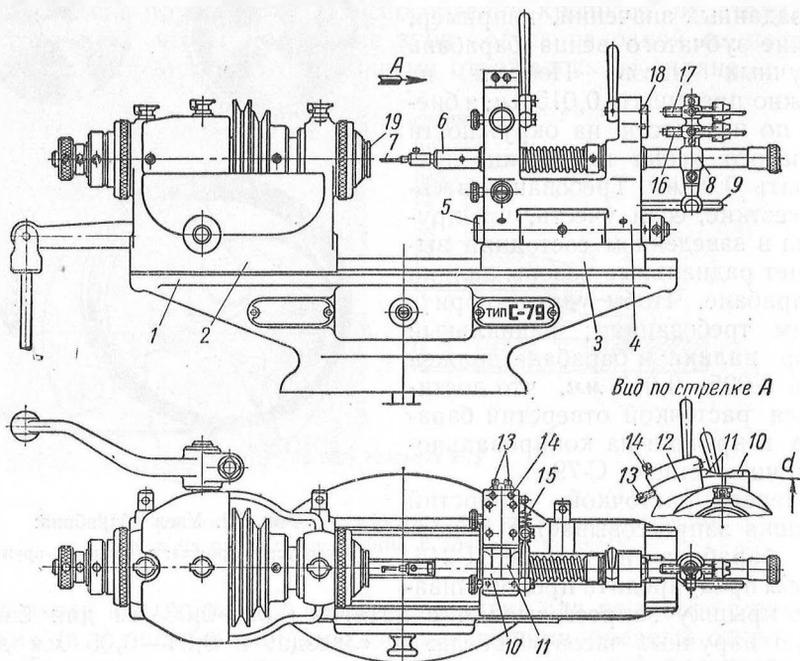


Фиг. 24. Растачивание отверстий и подрезка бобышек в крышке и корпусе барабана по размерам валика.

Расточка отверстий и подрезание торцов бобышек в крышке и в корпусе барабана (фиг. 24) производится копированием размеров валика на станке С-79.

Станок С-79 (фиг. 25) устроен и работает следующим образом. На станине 1 смонтирована передняя бабка 2, в шпинделе которой при помощи цанги 19 зажимается корпус барабана с крышкой.

Вместо задней бабки на станине закреплен специальный суппорт 3 с качающимся вокруг оси 5 кронштейном 4. В кронштейне 4 на двух подшипниках скользит шпиндель 6 с расточным резцом 7. Шпиндель 6 удерживается от вращения хомутиком 8 и штифтом 9.



Фиг. 25. Копировально-расточный станок С-79.

В верхней части кронштейна 4 неподвижно закреплена стальная закаленная пластинка 10, в которую торцом упираются два сухаря 11, вставленные в неподвижную колонку 12 суппорта. Положение сухарей 11 регулируется винтами 13 и фиксируется винтами 14. Пружина 15 поджимает пластину 10 к сухарям 11. Расстояние от оси шпинделя 6 до оси 5 равно расстоянию от оси шпинделя 6 до площадки a .

Для установки радиальных зазоров сухари 11 устанавливают так, чтобы при соприкосновении с пластиной 10 режущая кромка расточного резца была отклонена влево от оси шпинделя на расстояние, равное половине зазора на диаметр. Закрепляя в цанге 19 барабан, пускают станок. Между одним из сухарей 11 и пластиной 10 устанавливают валик, при этом пластина 10 отклоняется влево на величину диаметра валика, а резец на расстояние, равное половине

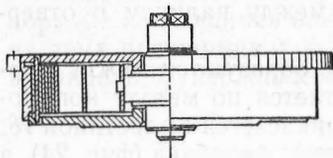
диаметра валика, что следует из соотношения плеч качания кронштейна 4.

Диаметр расточенного по такому методу отверстия равен диаметру комплектуемого валика, увеличенному на установленный зазор. Следовательно, всякий раз зазор между валиком и отверстием оказывается неизменным.

Неизменность осевых зазоров, которые образуются между корпусом, крышкой и валиком, также достигается по методу копирования размеров валика. Когда упор 16 соприкасается с пластиной 18, резец подрезает внутреннюю бобышку корпуса барабана (фиг. 24), а когда между пластиной 18 и упором 17 (фиг. 25) установят комплектуемый валик, резец подрезает внутреннюю бобышку крышки (фиг. 24).

ММиП СССР	Завод	Карта контроля				
Символ	Наименование узла	Входит в сборку	Разряд 5	Цех		
К-26-УЗ 18	Барабан крышкой и валиком	—	5	—		
Наименование операции		Проверяемый параметр (размер и допуск)	Средства контроля		№ черт. приспособления	% контроля
Контроль зазоров и прочности посадки крышки			Наименование	Цена деления и пределы измерения		
Эскиз контролируемой детали						
		1) Зазоры: 0,01—0,03 0,005—0,010	Прибор для промера зазоров Специальная ножка центра	0,001 мм ±0,03 мм — —	МС — 3415 Т-3745/54 Т-3802/11	100
		2) Биение радиальное	Специальный прибор	0,001 мм ±0,03 мм	МС-3636	100
		3) Прочность посадки крышки	Прибор для проверки прочности посадки крышки			5—7
		4) Внешний осмотр	Лупа	2,5×		100
		5) Размеры: 0,04—0,15 0,10—0,17	Индикатор с дополнительным столом с отверстием	0,01 мм 10 мм		5—7

После этих пригоночных операций барабан, крышку и валик собирают и проверяют прочность посадки крышки и сопрягаемые размеры барабана. Выше приведена карта контроля барабана наручных часов «Победа».



Фиг. 26. Собранный узел барабана.

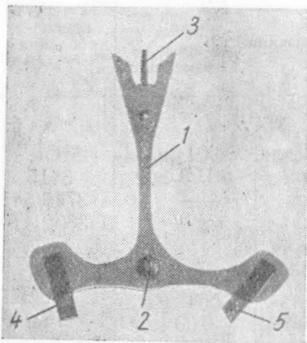
Затем барабан разбирают, а детали промывают и сушат.

Окончательная сборка барабана состоит в том, что пружину вставляют в корпус барабана и закрепляют ее наружный конец. Затем вставляют валик и закрепляют на нем внутренний конец пружины, заводят пружину за один-два оборота валика для проверки надежности крепления ее наружным и внутренним концами и после этого смазывают пружину и валик и закрывают крышку (фиг. 26).

Сборка анкерной вилки

Узел анкерной вилки состоит из анкерной вилки 1, оси 2, копы 3, входной палеты 4 и выходной палеты 5 (фиг. 27).

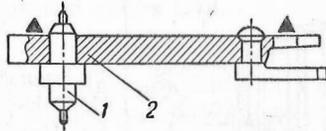
Сборка анкерной вилки начинается с того, что в анкерную вилку на ручном или педальном прессе Д-246 запрессовывают и расклепывают копы (фиг. 28).



Фиг. 27. Узел анкерной вилки:

1 — анкерная вилка; 2 — ось;
3 — копы; 4 — входная палета;
5 — выходная палета.

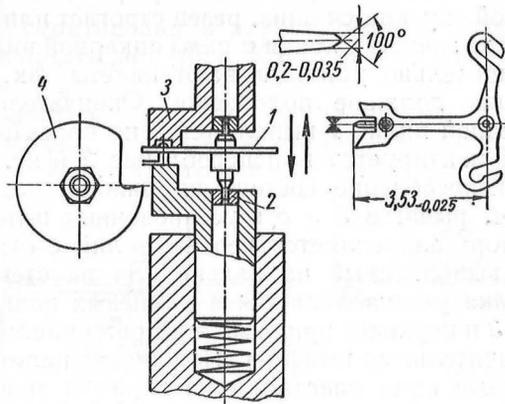
Затем вручную пинцетом правят копы по плоскости и относительно паза вилки. Отклонение конца копы относительно средней линии паза не должно превышать $\pm 0,03$ мм. Надежность запрессовки копы проверяют выборочно на специальном приборе.



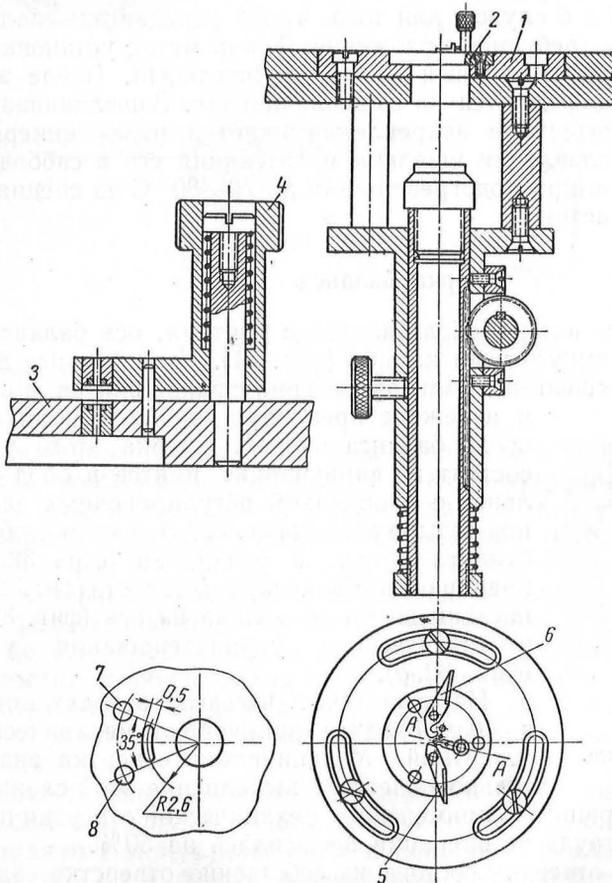
Фиг. 28. Крепление оси и копы в анкерной вилке.

После этого на ручном прессе, или на педальном прессе Д-246, в вилку 2 запрессовывают ось 1. Надежность запрессовки проверяют выборочно (5%) на специальном приборе.

Потом на настольном ручном прессе в приспособлении (фиг. 29) обрубает конец копы. Для этого анкерная вилка 1 цапфами вставляется в стальные подшипники 2, запрессованные в штоке 3 для зажима копы. Вместе с приспособлением на прессе закреплен



Фиг. 29. Приспособление для обруб-
ки конца копья.



Фиг. 30. При-
способление к
проктору для
установки палет
в анкерной
вилке.

дисковый фасонный резец 4, с профилем конца копыя. Когда шток с вилкой опускается вниз, резец строгает или зачищает конец копыя.

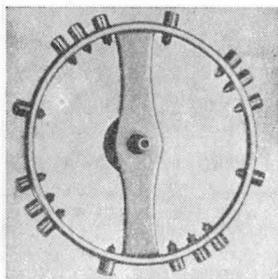
После зачистки копыя в пазы анкерной вилки (в приспособлении) предварительно устанавливают палеты так, чтобы по высоте они занимали должное положение. Окончательная установка палет в анкерной вилке 1 выполняется на проекторе. На столик 1 проектора монтируется приспособление 2 (фиг. 30).

Приспособление состоит из нижней пластины, верхнего прижима 4, рычагов 5 и 6 и установочных штифтов 7 и 8. На экране проектора закрепляется чертеж вилки с ограничительными штифтами, выполненный на кальке или на стекле.

Вилка устанавливается в камневых подшипниках нижней пластины 3 и верхнего прижима 4 и прижимается пинцетом к одному из ограничительных штифтов. Положение палеты проектируется через смотровые окна пластинки на экран и сравнивается с чертежом, на котором нанесены риски, ограничивающие пределы положения палеты. Рычаги 5 и 6 служат для того, чтобы передвигать палеты по пазам вилки в требуемое положение. Такой метод установки и проверки палет весьма точный и производительный. После этой операции палеты передаются на зашеллачивание. Зашеллачивание состоит в дополнительном закреплении палет в пазах анкерной вилки путем расплавления шеллака и затекания его в свободное пространство пазов при подогреве вилки до 70—80° С на специальной латунной пластине.

Сборка баланса

В узел баланса входят обод баланса с винтами, ось баланса и двойной ролик с импульсным камнем (фиг. 31). Узел баланса должен быть уравновешенным, иметь тугое ввинчивание винтов в обод и надежное крепление двойного ролика и обода баланса на оси. Сборка этого узла состоит из ввинчивания винтов в обод баланса с прокладкой регулировочных шайб под четыре винта (фиг. 32, а), насадки обода баланса на ось и расклепки (фиг. 32, б), правки обода баланса по плоскости (фиг. 32, в), насадки двойного ролика на ось (фиг. 32, г) и статического уравнивания узла (фиг. 32, д).



Фиг. 31. Узел баланса.

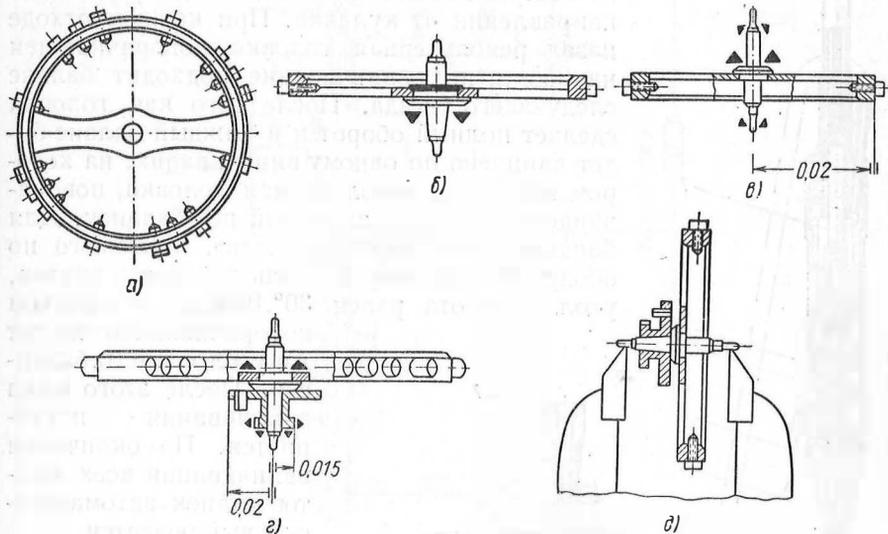
На некоторых часовых заводах винты в обод баланса ввинчивают механической отверткой. Механическая отвертка значительно облегчает выполнение этой сложной и трудоемкой операции. С применением механической отвертки производительность труда на операции повысилась на 50%.

Механическая отвертка состоит из собственно отверстки, электродвигателя ДТ-75 ($n = 2800$ об/мин) с гибким валом и вакуум-

насосом РВН-20 с общим воздуховодом на 15—20 механических отверток (фиг. 33).

Механизм отвертки смонтирован в алюминиевом корпусе. Вес отвертки с корпусом не превышает 150 г. Корпус легко разбирается для чистки механизма.

Ведущий валик отвертки 1 соединен одним концом с гибким валиком электродвигателя, а другим концом — посредством хомутика фрикциона 2, с цапгодержателем 3 и цапгой 4. Для ввин-



Фиг. 32. Сборка узла баланса:

a — ввинчивание винтов в обод баланса; *b* — насадка обода баланса на ось; *в* — правка обода баланса по плоскости; *г* — насадка двойного ролика на ось; \bullet — статическое уравновешивание.

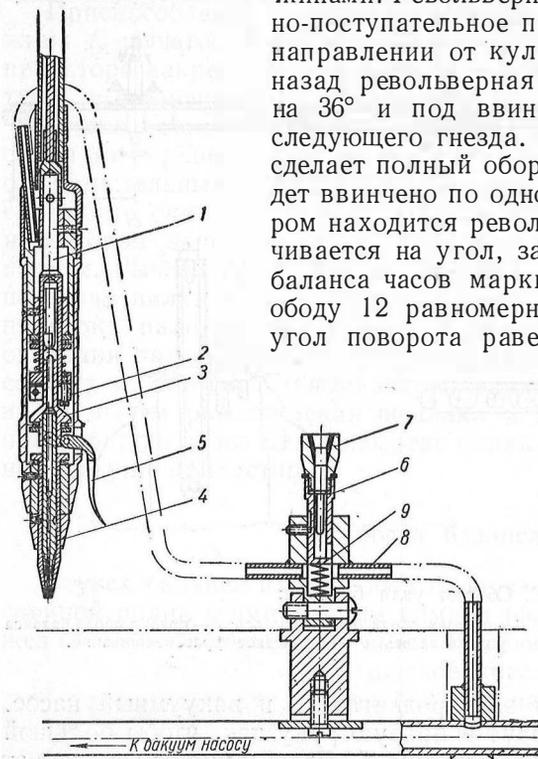
чивания винтов включают электродвигатель и вакуумный насос. Механическую отвертку берут в правую руку так, чтобы большой палец находился на лопатке рычажка 5.левой рукой удерживают баланс на столике. Подносят носик цапги к головке одного из винтов баланса, насыпанных на наклонном столике, и нажимают на рычажок 5 раскрывают цапгу 4. Благодаря созданному вакуум-насосом разрежению винт втягивается головкой в рабочее гнездо цапги. После этого освобождают рычажок 5 и подносят носик цапги к отверстию в ободу баланса. Вращающийся вместе с цапгой винт ввертывается в обод баланса. Нажимом на рычажок раскрывают цапгу и отводят отвертку. Процесс ввинчивания продолжается $\frac{1}{8}$ сек.

Для случаев, когда в цапгу попал винт без резьбы или с тугой резьбой и его нужно удалить, служит клапан 6. Носик шпинделя вставляют в конус клапана 7 и нажимают на клапан перекрывают отверстие в трубке 8. Имеющимся разрежением в трубке винт

удаляется из рабочего гнезда цанги (раскрытой) и падает на карман клапана. Под действием пружины 9 клапан возвращается в исходное положение.

На Пензенском часовом заводе винты в обод баланса часов «Звезда» ввертывают на автомате (фиг. 34 и 35).

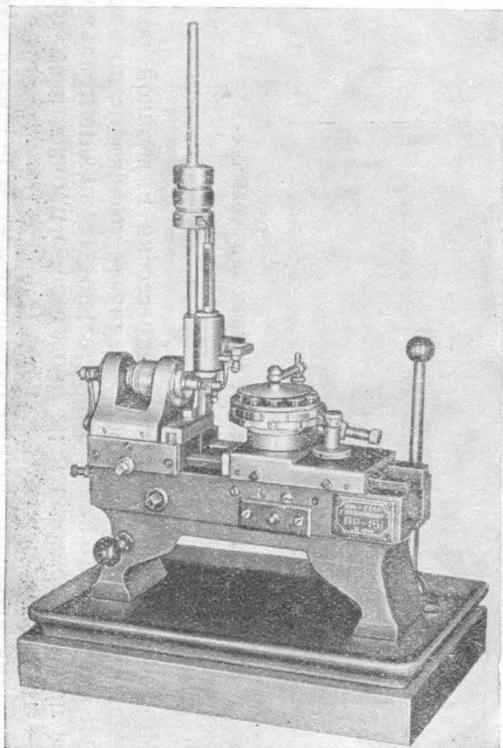
Револьверная головка этого станка имеет 10 гнезд, в которые закладываются балансы. В гнездах балансы удерживаются пружинами. Револьверная головка имеет возвратно-поступательное перемещение в продольном направлении от кулачка. При каждом отходе назад револьверная головка поворачивается на 36° и под ввинчивание подходит баланс следующего гнезда. После того как головка сделает полный оборот и в каждый баланс будет ввинчено по одному винту, валик, на котором находится револьверная головка, поворачивается на угол, заданный по балансу. Для баланса часов марки «Звезда», имеющего по ободу 12 равномерно расположенных винтов, угол поворота равен 30° . Вместе с валиком поворачиваются на тот же угол и все 10 балансов. После этого цикл ввинчивания повторяется. По окончании ввинчивания всех винтов станок автоматически выключается.



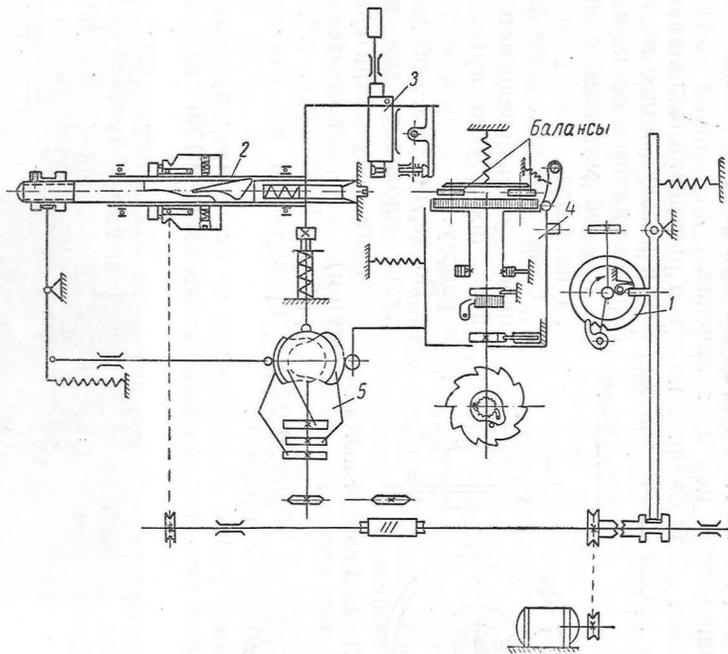
Фиг. 33. Механическая отвертка для ввинчивания винтов в обод баланса.

Магазин 3 при помощи рычага и кулачка перемещается в направляющих вертикально. При отходе револьверной головки назад магазин опускается вниз и кассета с винтом подается к цанге. При подходе револьверной головки магазин поднимается вверх и дает возможность цанге ввинчивать винт. Шпиндель 2 имеет фрикцион, предохраняющий винт от поломки в случае тугого ввинчивания. Станок имеет распределительный вал 5 с кулачками, управляющими движениями револьверной головки, магазинного устройства и зажимом цанги. Производительность станка — 10 балансов за 2 мин. Винты в кассету набираются вручную, при этом визуальнo кон-

Магазинное устройство должно хорошо устанавливать винт по отношению цанги шпинделя станка. В свою очередь, револьверная головка должна очень точно центрировать отверстие в балансе с винтом в цанге.



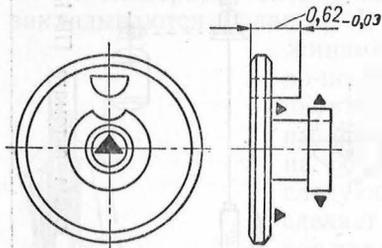
Фиг. 34. Автомат ПР-151 для винчивания винтов в обод балансы.



Фиг. 35. Кинематическая схема автомата ПР-151.

тролируется качество резьбы. Привод станка осуществляется от электродвигателя. После ввинчивания винтов баланс отправляется в гальванический цех на золочение.

Насадка обода баланса на ось и расклепка выполняются на педальном прессе Д-246 так же, как и посадка колес на трибы. Ось баланса пинцетом вставляется в гнездо нижней матрицы с опорной базой на уступ.

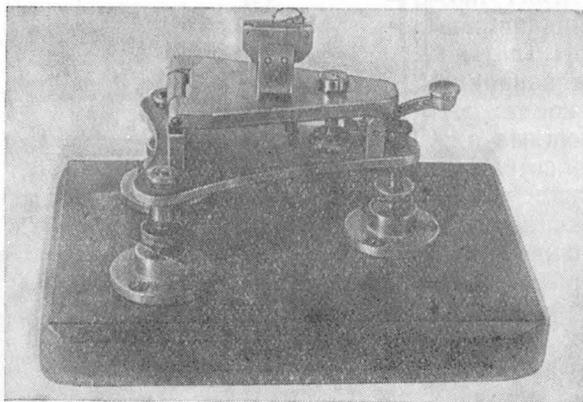


Фиг. 36. Двойной ролик с импульсным камнем.

Сверху на заходную фаску посадочного уступа надевается обод баланса, после чего пресс включают в работу.

После посадки обода на ось, баланс проходит две правки по плоскости — предварительную (пинцетом) и окончательную — на приборе П-32 (фиг. 19). Допустимое биение по торцу $0,02$ мм проверяется на том же приборе, одновременно с правкой.

Двойной ролик насаживается на ось с предварительно запрессованным в него импульсным камнем (фиг. 36) на педальном прессе



Фиг. 37. Приспособление для статического уравнивания узла баланса.

Д-246. Импульсный камень после запрессовки в двойной ролик зашеллачивается для того, чтобы увеличить прочность посадки. Положение импульсного камня относительно выемки и центрального отверстия ролика проверяется на проекторе, а прочность его крепления — в приспособлении.

Для посадки двойного ролика баланс пинцетом устанавливают в матрице на нижней плите прессы. Ролик надевают (пинцетом) на

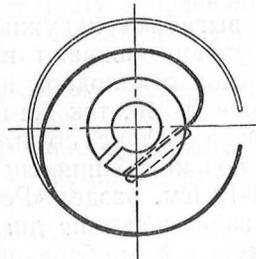
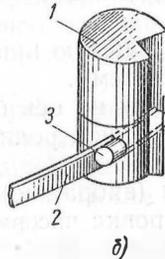
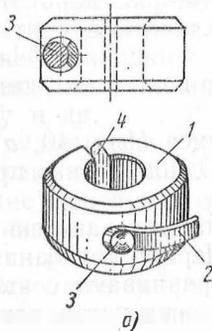
ось баланса своей заходной частью и досылают до уступа оси баланса пуансоном, закрепленным в шпинделе пресса (см. фиг. 32, *з*).

Допустимое биение предохранительной поверхности $0,015$ мм контролируется на индикаторном приборе (см. фиг. 20).

Неуравновешенность баланса, возникающая вследствие неточности изготовления деталей и сборки, устраняется до известных пределов балансировкой узла на приспособлении (фиг. 37). Баланс цапфами накладывается на острия рубиновых пластин, имеющих форму ножей (см. фиг. 32, *д*), и от руки ему сообщается качение. Если неуравновешенность баланса значительна, то он быстро останавливается (утяжеленная часть находится внизу). Тогда баланс снимают с ножей и в этой утяжеленной части облегчают вес винтов (или, наоборот, утяжеляют вес винтов с противоположной стороны баланса), снимая или подкладывая регулировочные шайбы. После этого баланс снова накладывается цапфами на ножи и вторично находится утяжеленный участок. После статического уравновешивания, определяемого визуально, баланс передается на дальнейшую обработку — посадку волоска и динамическое уравновешивание на приборе П-12.

Сборка волоска с колодкой

Волосок после термической фиксации имеет форму архимедовой спирали. Внутренний виток волоска *2* закрепляют в латунной втулке *1* (фиг. 38, *а*), называемой колодкой волоска. В боковое от-



Фиг. 38. Крепление волоска в колодке и колонке:

Фиг. 39. Форма внутренней концевой кривой.

а — крепление внутреннего витка в колодке;
б — крепление внешнего витка в колонке.

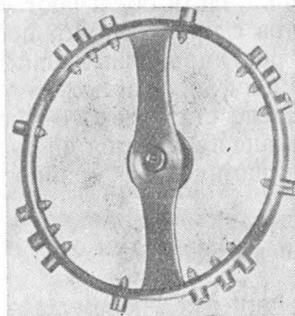
верстие колодки пинцетом заводят конец волоска и закрепляют в нем коническим штифтом *3*. Одновременно правят волосок по плоскости и выгибают внутреннюю концевую кривую, т. е. придают волоску положение, перпендикулярное наружному (и соответственно внутреннему) диаметру колодки. Внутренняя концевая кривая загибается так, чтобы начальная ее часть не касалась ко-

лодки при закручивании волоска на 330° и в то же время находилась от колодки на расстоянии, не превышающем шаг спирали (фиг. 39).

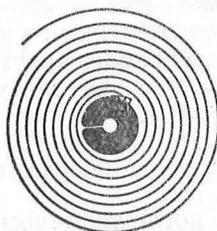
Заштифтовывают наружный конец волоска в колонку и выгибают внешнюю концевую кривую в паре с узлом баланса.

Сборка баланса с волоском

Баланс с волоском является разъемным соединением, носящим название система баланс — волосок. Сборка этой системы состоит в том, что волосок с колодкой надевают на ось баланса, устанавливают период колебания системы, закрепляют наружный конец волоска в ко-



а)



б)

Фиг. 40. Сборка баланса с волоском:

а — баланс с осью и двойным роликом; б — волосок с колодкой.

лонке, выгибают наружную концевую кривую волоска и динамически уравнивают всю систему.

Волосок с колодкой надевают на ось баланса (фиг. 40, а и б) на прессе Д-246, так же как двойной ролик. Одновременно правят волосок и баланс по плоскости.

Период колебания системы (вибрацию) устанавливают на приборе П-12 (см. раздел «Регулировка часов»). Период колебания системы записывают на диаграммную бумагу, сравнивают с эталонным периодом прибора, изменением длины волоска устанавливают соответствие обоих периодов. До вибрации волосок имеет запас длины на 1,5—2 наружных витка. Вибрация производится в горизонтальном положении баланса и волоска.

Наружный конец волоска закрепляют в колонке (см. фиг. 38, б) на том же приборе П-12 после вибрации и отрезки излишней части волоска. Конец 2 волоска заводится в отверстие колонки 1 и закрепляется в нем конусным штифтом 3.

Наружную концевую кривую выгибают в приспособлениях без снятия волоска с оси баланса. Выгибание выполняется в два приема: сначала выгибают колено, т. е. поднимают часть витка над плоскостью волоска, а затем изгибают кривую по заданной форме.

Внутренняя и наружная концевые кривые волоска необходимы для того, чтобы центр тяжести спирали волоска максимально приблизить к оси вращения баланса.

После посадки волоска на баланс производится динамическое уравнивание системы, т. е. приведение центра тяжести всей системы к оси вращения баланса. Операция выполняется на приборе П-12; система баланс — волосок работает в эталонном часовом механизме. На этой операции выявляется неуравновешенность системы в четырех вертикальных положениях. Сниманием и подкладыванием регулировочных шайб под винты баланса устраняется перевес баланса. Статическим уравниванием баланса достигается точность колебания системы с ошибкой порядка 3—5 мин. в сутки. Динамическим уравниванием системы на приборе П-12 достигается точность колебания с ошибкой порядка 5 сек. в сутки¹.

СБОРКА ЧАСОВ

Наручные и карманные часы имеют 140—150 деталей. Узлы собирают в тех же механических цехах, где изготавливаются детали. Такая организация производственного процесса по замкнутому циклу имеет ряд преимуществ: проще управление производством, снимаются повторные контрольные операции и повышается ответственность механических цехов за качество деталей и т. п. В сборочном цехе, помимо основных операций сборки, производится предварительная сборка отдельных узлов, как, например: ввинчивание в платину винтов для крепления ножек циферблата, закрепление верхней накладки с камнем на балансовом мосту и надевание градусника, закрепление заводного колеса и собачки на барабанном мосту и др.

Трудоемкость операций невелика, поэтому целесообразно их включать в цикл основных операций сборки.

Вне основных операций сборки выполняется также сборка механизма перевода стрелок. После этой операции собранный комплект промывают.

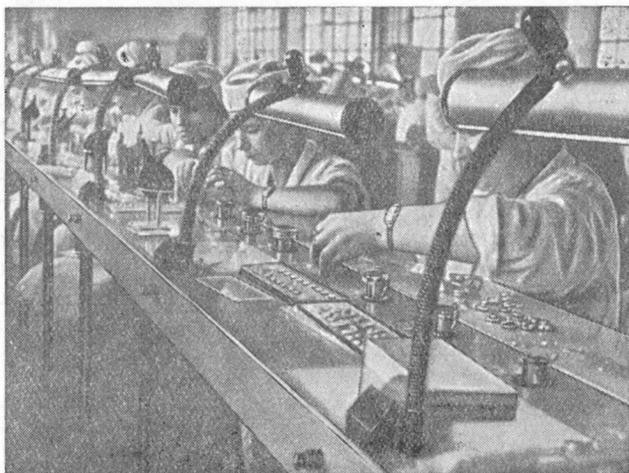
Основные операции сборки на всех отечественных часовых заводах выполняются на конвейерах. Прежний метод бригадной сборки по отдельным соединениям уступил место новому, более прогрессивному методу — замкнутому циклу сборки на конвейере с принудительным ритмом. По прежнему методу сборка состояла из 7 операций, выполняемых высококвалифицированными специалистами, а по новому методу — на пульсирующем конвейере из 11—12 операций, выполняемых сборщиками средней квалификации. При этом часть операций по узлам хода и баланса выполняется вне конвейера.

¹ Более подробно вопросы уравнивания разработаны в разделе «Регулировка часов».

Идея сборки часов на конвейере не является новой. Еще в 1930 г. на 2-ом Московском часовом заводе будильники собирались на конвейере с принудительным ритмом. Собираемые механизмы от одного рабочего места к другому передавались транспортными лентами.

В 1948 г. конвейер такого типа был применен на том же заводе для сборки карманных часов. В 1950 г. Пензенский часовой завод создал конвейер новой конструкции, названный им пульсирующим. Сборка часов на таком конвейере имеет ряд отличительных признаков. Прежде всего движение ленты является прерывистым, с определенным ритмом (пульсом), регулируемым с пульта мастера в течение рабочего дня. Отсюда и название конвейера — пульсирующий.

Устройство пульсирующего конвейера. Лента конвейера состоит из деревянных щитов 100×80 мм, на которых (через один щиток)



Фиг. 41. Пульсирующий конвейер для сборки наручных и карманных часов.

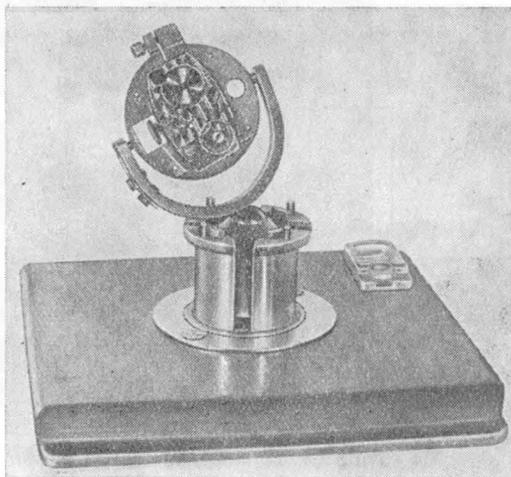
закреплены подставки для закрепления платины часов (фиг. 41). Верстак конвейера имеет глубокие вырезы, обеспечивающие более удобное положение сборщика. Подставки расположены так, чтобы сборщик мог работать на одной из двух подставок: с левой или с правой стороны. Это необходимо для случая, когда сборщик не успел закончить операцию на подставке с левой стороны в заданный ритм и вынужден заканчивать ее на той же подставке, но уже с правой стороны. Это необходимо также для некоторых сложных операций, время выполнения которых равно двум ритмам. Рабочие места расположены с одной стороны через каждые четыре подставки.

Подставка для закрепления платины часов состоит из корпуса (закрепленного основанием на деревянном щитке), шаровой опоры, вилки и рамки. Платина закрепляется в рамке так, чтобы было доступно монтировать на ней детали с той и с другой стороны. Для поворота платины на другую сторону вилку поднимают вверх и рамку вместе с платиной повертывают в шарнирах вилки на 180° , а затем вилку опускают вниз. Рамка фиксируется штифтами, укрепленными на корпусе подставки (фиг. 42). Вилка в поднятом состоянии, благодаря шаровой опоре, может вращаться в горизонтальной и вертикальной плоскости. Вращением рамки с собираемым механизмом в самой вилке в вертикальной плоскости сборщику создано удобство просмотра и выполнения операции. В рамке имеются дополнительные отверстия и штифты для установки на ней сборочных приспособлений, например, пресса для посадки стрелок и др.

Организация работы конвейера. Операции конвейерной сборки расчленены так, что каждая из них выполняется за один и тот же промежуток времени, называемый ритмом. Если выполнение опера-

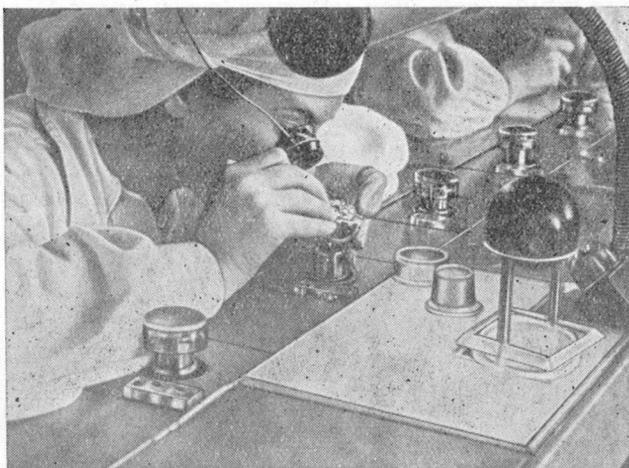
ции занимает больше времени, то она поручается двум сборщикам. Соответственно корпуса подставок на ленте окрашены поочередно в два разных цвета. Ритм сборки часов «Звезда» на Пензенском часовом заводе в среднем равен 1,5 мин. В начале и в конце работы он составляет 1,75 мин. Скорости конвейерной ленты переключают на пульте управления. Для снижения утомляемости сборщика введены два дополнительных перерыва по 10 мин. каждый.

На рабочем месте установлены три сигнальных лампы. Во время выполнения операций горит зеленая лампа; за 10 сек. до передвижения ленты загорается фиолетовая лампа, а во время движения ленты горит красная лампа. На некоторых заводах ограничиваются одной сигнальной лампой красного цвета (фиг. 43). Рабочее место сборщика, помимо общего, имеет местное освещение лампами дневного света. Такой свет дает меньше бликов (отражений) от блестящей поверхности большинства часовых деталей и, следовательно, меньше утомляет зрение сборщика. К недостатку ламп дневного света следует отнести некоторое мигание, нежелательное



Фиг. 42. Подставка для сборки часов на конвейере.

при выполнении точных работ. Лампами дневного света пользуются при наступлении вечерних часов работы. На каждом рабочем месте имеется кнопка для вызова мастера. При нажатии на кнопку на пульте мастера загорается соответствующее табло. По сигналу лампочки мастер подходит к рабочему месту. По окончании каждой операции механизм собираемых часов закрывается колпачком из плексиглаза для предохранения от пыли. По окончании дневной



Фиг. 43. Рабочее место сборщика.

работы конвейерная лента с механизмами закрывается колпаками из белой жести и пломбируется.

Перед началом общей сборки платину с собранным механизмом перевода стрелок жестко закрепляют на подставке. Затем часы собирают в следующей последовательности.

1-я операция. Сборка зубчатого зацепления

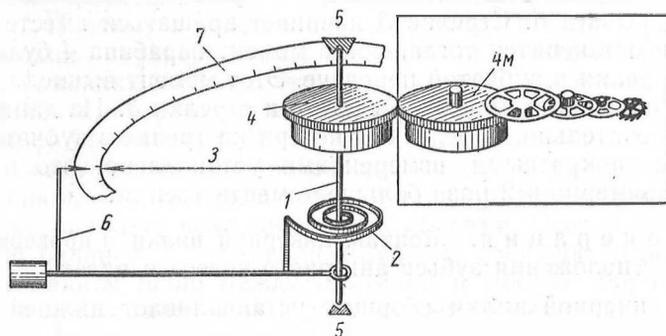
На платину устанавливают узлы центрального, промежуточного, секундного и анкерного колес. Сборщик ставит на платину центральный мост с уже смонтированным заводным колесом. Сначала он пинцетом устанавливает центральный триб, как имеющий наиболее удлиненную цапфу, а затем последовательно остальные трибы, после чего механической отверткой привинчивает двумя винтами мост к платине. После этого сборщик проверяет осевые зазоры каждой пары и торцевое биение колес. Величина осевого перемещения определяется по индикатору, а при достаточном навыке сборщика на ощупь. Если осевые зазоры окажутся больше заданных, что случается редко, то камни передвигают ручным прессом, смонтированным на подставке конвейера. Торцевое биение проверяют визуально.

После проверки осевых зазоров и торцевого биения сборщик направляет на центральное колесо струю воздуха, вследствие чего колеса начинают вращаться. По скорости вращения анкерного колеса и характеру шума судят о качестве зацепления всей передачи.

Допуски на диаметры цапф трибов и отверстий в камнях гарантируют установленные радиальные зазоры, поэтому последние не проверяются.

2-я операция. Установка барабана и барабанного колеса

Собранный барабан сборщик этой операции устанавливает на платине и закрепляет отдельным мостом, на котором собачка уже смонтирована. Сборщик проверяет радиальные и осевые зазоры и



Фиг. 44. Схема прибора для проверки качества зацепления.

качество зацепления с центральным трибом. После этого устанавливает барабанное колесо. Закрепленное на валу барабана колесо не должно иметь качки, так как при качке оно может касаться моста и иметь неправильное сцепление с заводным колесом и собачкой. После сборки узла смазывают места соединения заводного колеса с накладкой.

Качество зацепления всей кинематической цепи от барабана до анкерного колеса сборщик проверяет следующим образом. Вращая заводную головку заводит пружину до начала вращения зубчатых колес. Когда разворот заводной пружины кончится, анкерное колесо на мгновение останавливается, затем, вследствие обратного действия пружины, колесо совершает несколько оборотов в обратную сторону. Чем больше таких оборотов сделает анкерное колесо, тем качественней зацепление, тем легче «скат», как называют это сборщики. Для наручных часов «Звезда» число оборотов анкерного колеса в обратную сторону должно быть не менее 4.

В отдельных случаях качество зацепления проверяют на приборе, схема которого показана на фиг. 44. Движущей силой прибора является спиральная пружина 2 (волосок). Шкала прибора 7 градуирована в 2 мм, в соответствии с моментом, развиваемым волос-

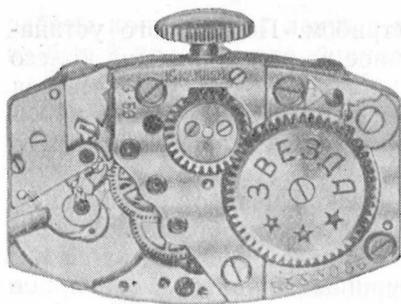
ком при закручивании его от 0° до 150° . Для наручных часов шкала градуирована от 0 до 15 г. мм. На оси 1 укреплены волосок 2 и стрелка 3. Второй конец волоска укреплен на рычаге 6. К барабану 4 присоединяется барабан испытываемого часового механизма. При отсутствии нагрузки стрелка 3 и указатель рычага 6 располагаются на шкале один против другого. Ось 1 вращается в подшипниках 5.

При испытании собранного зацепления часов закручивают волосок прибора, поворачивая рычаг 6 от нулевого положения вправо. Стрелка 3 стоит на нуле. Момент волоска, передаваемый часовому механизму через барабан 4, возрастает пропорционально углу закручивания до начала вращения испытываемых зубчатых колес.

Максимальный момент волоска фиксируется в это время на шкале индексом рычага 6. Стрелка 3 начинает вращаться вместе с барабаном 4 и остановится тогда, когда момент барабана 4 будет равен моменту трения в зубчатой передаче. Этот момент вычисляется как разность показания индекса рычага 6 и стрелки 3. На данном приборе, следовательно, определяют потери на трение в зубчатой передаче. Неоднократными измерениями установлено, что пусковой момент, примерно в 2 раза больше момента трения.

3-я операция. Монтаж анкерной вилки и проверка положения зубьев анкерного колеса и палет

Узел анкерной вилки сборщик устанавливает нижней цапфой в камень платины, фиксирует мост по двум штифтам и, заведя верхнюю цапфу в камень моста, плотно прижимает последний к платине и привертывает винтом. Осевые зазоры в камнях проверяются таким же способом, как и у колес, т. е. подъемом вилки вверх пинцетом. Радиальные зазоры не проверяются.



Фиг. 45. Механизм часов «Звезда» после 3-й операции.

После проверки осевых зазоров и устранения возможных перекосов сборщик проверяет положение каждого зуба анкерного колеса на входной и выходной палетах по высоте. Затем проверяет визуально величину углов: покоя, потерянного пути и падения. Для этого он немного заводит пружину (на $1\frac{1}{2}$ — 2 оборота заводной головки), нажимом пинцета на хвост вилки переводит ее от одного установочного штифта к другому до тех пор, пока анкерное колесо сделает полный оборот. Если анкерное колесо будет иметь большое радиальное биение, то может случиться так, что «бьющий зуб» анкерного колеса не сойдет с плоскости импульса палеты и часы остановятся. Или, наоборот, короткий зуб анкер-

ного колеса будет создавать на палете очень малый угол покоя, который не обеспечит действие предохранительных устройств хода (копья, рожков и двойного ролика с импульсным камнем).

Кроме осевых зазоров, сборщик проверяет зазор между пяткой зуба и задней плоскостью палеты. На фиг. 46 этот зазор на выходной палете равен $1^{\circ}39'30''$ (угол падения) или $0,077$ мм. Время выполнения этой операции в 2 раза больше, чем предыдущей. Поэтому выполняют ее параллельно два сборщика. На фиг. 45 показан механизм часов «Звезда» после 3-й операции сборки.

4-я операция. Привинчивание нижней накладки и монтаж баланса

Эта операция является подготовительной для выполнения 5-й операции. Платину в подставке пульсирующего конвейера сборщик этой операции переворачивает циферблатной стороной вверх. Место посадки накладки обдувает струей воздуха. Затем накладку с опорным камнем привертывает винтом и платину вновь переворачивает мостовой стороной вверх. После этого устанавливает баланс с волоском на платину, осторожно заводит цапфу в камень платины и сверху накрывает мостом, в котором предварительно смонтированы градусник, верхняя накладка и винт колонки. Осевой зазор между цапфами баланса и опорными камнями сборщик устанавливает подкладыванием шайб между платиной и мостом или небольшим подгибом моста, для чего в нем делается специальная выточка.

5-я операция. Установка предохранительных зазоров между анкерной вилкой и двойным роликом. Удаление баланса из механизма

Чтобы установить необходимый зазор между копьем вилки и предохранительной поверхностью двойного ролика, сборщик подводит пружину до тех пор, пока хвост вилки окажется прижатым к одному ограничительному штифту. После этого он пинцетом отводит хвост вилки от ограничительного штифта до соприкосновения копья с предохранительной поверхностью ролика и по величине отклонения вилки от ограничительного штифта судит о величине зазора. Затем переводит вилку к другому ограничительному штифту и прodelывает то же самое.

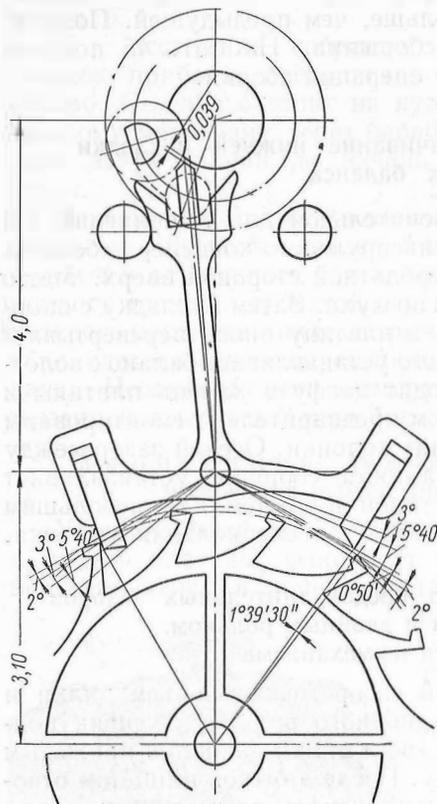
Если зазор с обеих сторон окажется велик или мал, то вилку вынимают из механизма и подпиливают или оттягивают копьё. После установления зазоров между копьем и предохранительной поверхностью двойного ролика, сборщик проверяет зазоры между рожками вилки и импульсным камнем.

Для уяснения сказанного о зазорах рассмотрим кратко работу анкерного хода. Анкерный ход (как и все другие виды ходов) выполняет в часах две функции: периодически передает импульс балансу для поддержания его колебаний и периодически освобождает колесную систему для вращения, что можно заметить по скачкообразному перемещению секундной стрелки. Секундная стрелка находится в покое

примерно 0,95 сек. и в движении 0,05 сек. Ход должен быть сложен так, чтобы при резких внешних толчках и сотрясениях не нарушалось его правильное функционирование. Для этой цели у анкерной вилки и баланса имеются специальные предохранительные устройства.

На фиг. 46 показан анкерный ход часов «Победа».

При положении зуба анкерного колеса на плоскости покоя входной палеты хвост вилки прижат к левому ограничительному штифту, а баланс совершает свободное колебание влево от положения равновесия. При правильном функционировании хода, т. е. при отсутствии резких внешних толчков, баланс, возвращаясь к равновесному положению, вводит в паз анкерной вилки импульсный камень (эллипс). Происходит удар, под действием которого вилка поворачивается на угол покоя (3°). Зуб анкерного колеса переходит с плоскости покоя входной палеты на плоскость импульса и поворачивает анкерную вилку на угол импульса, равный $7^\circ 40'$, из них $5^\circ 40'$ на палете и 2° на зубе. Вилка, в свою очередь, передает импульс балансу, который будет совершать свободные колебания вправо от положения равновесия. Под действием силы притяжки на выходной палете вилка проходит дополнительный угол ($50'$), называемый углом потерянного пути, и прижимается к правому ограничительному штифту.

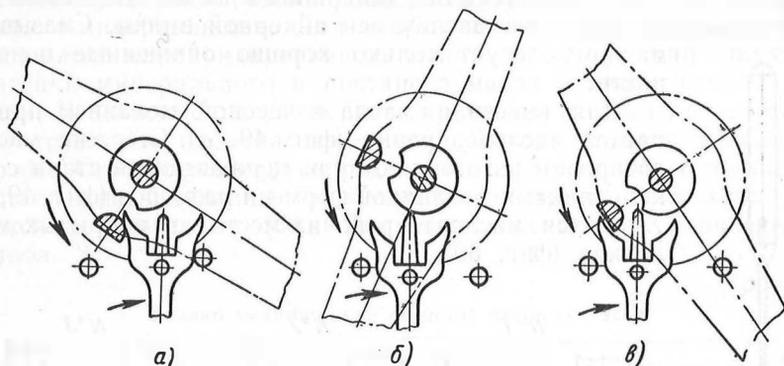


Фиг. 46. Расположение зуба анкерного колеса и входной палеты в момент покоя.

В большинстве случаев от такого жесткого удара происходит разрушение импульсного камня. Чтобы избежать остановки часов и не дать возможности анкерной вилке перейти из одного положения в другое, в хвосте анкерной вилки закрепляется соответствующей длины копые, а на двойном ролике баланса имеется предохранительная цилиндрическая поверхность с выемкой. При резких внешних толчках хвост вилки отходит от ограничительных штифтов, копые касается предохранительной поверхности ролика и не дает возможности зубу анкерного колеса перейти на плоскость импульса (фиг. 47, б). Чтобы избежать излишнего трения плоскости копыя о поверхность двойного ролика, при нормальном функционировании хода, устанавливают обязательный зазор между копыем и предохранительной поверхностью. Этот зазор в угловом измерении должен быть меньше, чем угол покоя. Практически зазор равен 0,03—0,05 мм (см. фиг. 46.).

Представим себе, что анкерная вилка имеет укороченное копые и хвост вилки под действием резкого толчка отошел от левого ограничительного штифта настолько, что зуб анкерного колеса перешел с плоскости покоя на плоскость импульса входной палеты. Тогда вилка, под действием момента, передаваемого зубом анкерного колеса, повернется на угол $8^\circ 30'$ ($5^\circ 40' + 2^\circ + 50'$) и хвост ее будет прижат к правому ограничительному штифту. Баланс, возвращаясь слева к равновесному положению, не сможет уже ввести импульсный камень в паз вилки и ударит им по наружной поверхности рожка вилки и остановится (фиг. 47, а).

Для того чтобы анкерная вилка могла совершать поворот от одного ограничительного штифта к другому при нормальном функционировании хода в предохранительной поверхности ролика сделана выемка для прохода копыя. Выемка распо-



Фиг. 47. Действие предохранительных устройств:

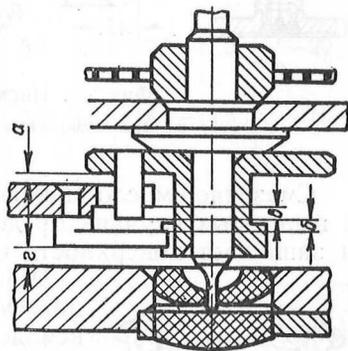
а — преждевременный переброс анкерной вилки, когда копые укорочено; *б* — копые опирается на ролик, предохраняя вилку от поворота; *в* — рожек опирается на импульсный камень.

жена на одном радиусе с импульсным камнем. Может случиться так, что резкий толчок произойдет в момент захода копыя в выемку (фиг. 47, *в*). Тогда предохранительные функции переходят к одному из рожков анкерной вилки, который будет упираться в импульсный камень и не даст зубу анкерного колеса перейти на плоскость импульса палеты. Следовательно, зазор между рожками и импульсным камнем должен быть меньше угла покоя.

В свою очередь, зазор между рожком и импульсным камнем должен быть больше зазора между копыем и предохранительным роликом. Предусмотрено это с той целью, чтобы при соприкосновении копыя с предохранительной поверхностью ролика импульсный камень мог свободно пройти около рожка и войти в паз вилки. Трение, возникающее при соприкосновении копыя с двойным роликом, должно быть минимальным, поэтому соприкасающиеся поверхности ролика и копыя обрабатываются до чистоты 10—11-го класса.

Таким образом предохранительные зазоры у копыя и в рожках устанавливаются в зависимости от угла покоя.

Одновременно с установкой предохранительных зазоров сборщик проверяет взаимное положение импульсного камня, предохранительной поверхности двойного ролика, копыя и рожков анкерной вилки в вертикальной плоскости (фиг. 48). После отладки хода баланс удаляется из механизма. Операция выполняется параллельно двумя сборщиками.



Фиг. 48. Вертикальные зазоры:

а — между вилкой и двойным роликом; *б* — копыем и импульсным камнем; *в* — рожками и импульсным камнем и *з* — копыем и палетой.

6-я операция. Смазка часов

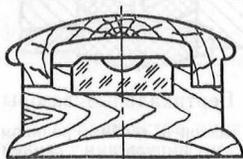
Масло вносится в подшипники оси баланса, осей зубчатых передач и на палеты. В камни оси анкерной вилки масло невносится, а производится протирка маслом оси анкерной вилки. Смазывать маслом следует только хорошо очищенные поверхности.

Для внесения масла в часовой механизм применяется маслodosировка (фиг. 49, а). Стержни маслodosировки изготавливаются из нержавеющей стали с наконечниками различной формы и размеров (фиг. 49, б). Хранится масло на рабочих местах в закрытых масленках (фиг. 50).



Фиг. 49. Инструмент для смазки механизма:
а — маслodosировка с подставкой; б — наконечник к стержню.

Смазочное масло снижает и стабилизирует трение, уменьшает, а в некоторых случаях предотвращает износ трущихся поверхностей и защищает поверхности от коррозии.



Фиг. 50. Масленка.

Часы работают несколько лет без обновления смазки, в каждом подшипнике находится вся доза масла, подвергающаяся от времени засорению механической и всякой другой пылью, окислению и загустеванию, а в начальной стадии и растеканию. Поэтому к часовым маслам предъявляются высокие требования по смазочной способности, химической и физической стабильности, оптимальной вязкости и для отдельных сортов — применению в широком диапазоне температур.

Высокая смазочная способность необходима для уменьшения трения, а следовательно, и износа трущихся поверхностей. Смазочная способность различна у масел минерального, растительного и животного происхождения. По исследованиям НИИЧАСПРОМА

коэффициент трения скольжения пары сталь — стекло снизился с 0,28 (при сухом трении) до 0,21 при смазке минеральным маслом и до 0,16 при смазке костяным маслом. В свою очередь, костяные и растительные масла имеют повышенную окисляемость по сравнению с минеральными. Для смазки часовых механизмов применяют масла компаундированные, состоящие из фракций вакуумной разгонки минерального и костяного масла и синтетических присадок. В зависимости от скорости вращения и от удельного давления трущихся пар, часовые масла готовят нескольких сортов. Сортность масел определяется процентным соотношением составляющих основных компонентов и присадок и характеризуется показателями физико-механических свойств, приведенных в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические свойства часовых масел

Марка масла	Назначение масла	Кислотное число в м. л. на 1 г. масла по ГОСТ 5985-51 не более	Вязкость по Энглеру ГОСТ 33-53		Температура застывания в °С по ГОСТ 1533-42 не выше
			при 50° С	при 20°С	
МБП-12	Для смазки опор баланса и палет наручных и карманных часов	0,18	2,8—3,2	8,4—9,6	—20
МЗП-6	Для смазки опор зубчатых передач наручных и карманных часов	0,18	3,3—3,6	10,9—11,9	—20
МЦ-3	Для смазки узла барабана наручных и карманных часов и опор будильника	0,18	3,9—4,2	13,3—14,3	—15
ПС-4	Для смазки пружин будильников и настольных часов	0,40	4,5—4,9	—	—
РС-1	Для смазки узла завода и перевода стрелок наручных и карманных часов	0,8	—	—	—

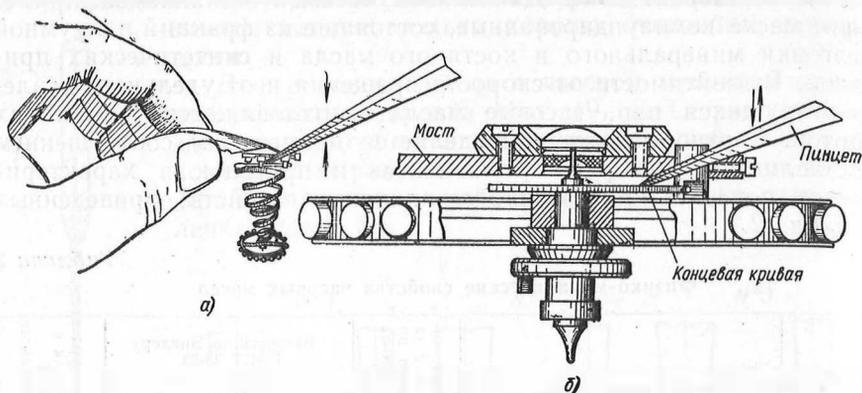
При смазке часового механизма масло должно быть строго дозировано, иначе оно может вместо пользы приносить вред, так например, при наличии капли масла в камнях оси анкерной вилки требуется приложить дополнительный момент для поворота вилки с целью преодоления жидкостного трения в слое смазки.

7-я операция. Пуск механизма в ход (предварительный)

Здесь сборщик устанавливает баланс с волоском в смазанные камни моста и платины, крепит колонку волоска, проверяет зазоры между ободом баланса, волоском и близлежащими деталями, предварительно правит волосок по плоскости и по центру и устанавливает зазор в штифтах градусника.

8-я операция. Пуск механизма в ход (окончательный)

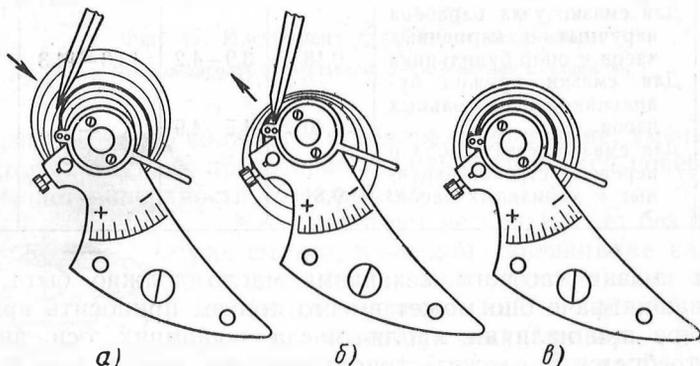
На этой операции сборщик окончательно правит волосок по плоскости и по центру. На фиг. 51, а показан прием правки пинцетом внешней концевой кривой по плоскости, а на фиг. 51, б поло-



Фиг. 51. Правка внешней концевой кривой волоска «по плоскости».

жение этой кривой после правки. Концевая кривая параллельна нижней плоскости балансового моста.

Из-за неправильного положения внешней концевой кривой в горизонтальной плоскости, нарушается форма всего волоска, витки располагаются неравномерно (фиг. 52, а и б)



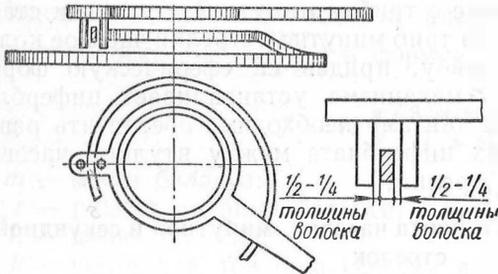
Фиг. 52. Правка внешней концевой кривой волоска «по центру».

Правкой внешней концевой кривой пинцетом (правка по центру) волоску возвращают нормальную форму (52, в). По мере надобности производится правка внутренней концевой кривой. После этого сборщик устанавливает окончательный зазор в штифтах градусника.

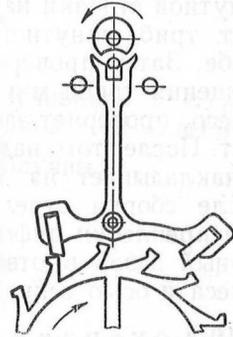
Двусторонний зазор между концевой кривой волоска и штифтами градусника (фиг. 53) должен быть равен 0,5—1 толщины

волоска. Поворотом градусника до крайних положений сборщик проверяет установленный зазор и правильность положения этого участка внешней концевой кривой. При необходимости правит концевую кривую на этом участке.

Далее сборщик устраняет неравномерность (однобокость) хода. При спущенной заводной пружине баланс должен установиться

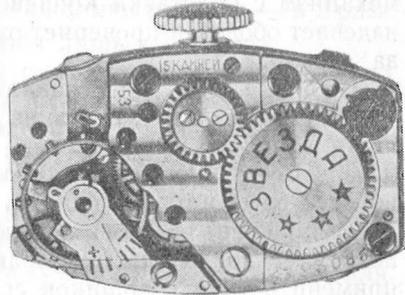


Фиг. 53. Зазор между концевой кривой и штифтами градусника.



Фиг. 54. Установка «центричности» положения баланса и хода (проверка «выкачки»).

так, чтобы импульсный камень находился на линии центров и входил в паз анкерной вилки (фиг. 54). Анкерная вилка, в свою очередь, должна находиться на равном расстоянии от ограничительных штифтов и плоскость импульса входной или выходной палеты соприкасаться с зубом анкерного колеса. В этом случае ход часов будет равномерный. Если баланс, находясь в положении равновесия с волоском, установится так, что импульсный камень не будет находиться на линии центров, и отклонит вилку ближе к какому-либо ограничительному штифту, то ход часов будет неравномерный. Чтобы установить импульсный камень на линии центров при равновесном положении баланса с волоском и тем самым устранить неравномерность хода, колодку волоска следует повернуть на оси баланса.



Фиг. 55. Механизм часов «Звезда» после 8-й операции.

В заключение этой операции сборщик пускает механизм в ход, т. е. заводит пружину на 2—3 оборота заводной головки, после чего баланс должен начать колебание без каких-либо внешних воздействий. Эту сложную и ответственную операцию выполняют параллельно два сборщика.

На фиг. 55 показан механизм часов «Звезда» после 8-й операции.

9-я операция. Установка стрелочного механизма и циферблата

На этой позиции сборщик поворачивает механизм часов на подставке с мостовой стороны на циферблатную, надевает триб минутной стрелки на центральный триб, проверяет посадку и обжимает триб минутной стрелки непосредственно на центральном трибе. Затем проверяет фрикционность соединения, т. е. плавность вращения триба минутной стрелки. Далее устанавливает минутное колесо, проверяет зацепление с трибом минутной стрелки и ставит мост. После этого надевает на триб минутной стрелки часовое колесо и накладывает на него шайбу, придав ей сферическую форму. После сборки стрелочного механизма устанавливает циферблат. При креплении циферблата винтами необходимо обеспечить равномерный зазор в отверстиях циферблата между втулкой часового колеса и осью секундной стрелки.

10-я операция. Установка часовой, минутной и секундной стрелок

Сборщик надевает часовую, минутную и секундную стрелки, правит их по плоскости и подгибает конец минутной стрелки. Стрелки при вращении не должны касаться друг друга и циферблата, должны плотно сидеть на осях и согласованно показывать время.

11-я операция. Вставка механизма в корпус

На этой заключительной операции сборщик снимает часовую механизм с подставки конвейера и вставляет его в корпус. Затем надевает ободок и проверяет отсутствие задевания минутной стрелки за стекло.

Собранные часы направляют на регулировку точности хода.

На сборке часов занято: на подготовительных операциях — 3 чел., на пульсирующем конвейере — 14 чел., на регулировке и контроле — 2 чел. Всего 19 чел. Обслуживающий персонал конвейера состоит из мастера, комплектовщика и контролера.

Выполнение сборочных операций на пульсирующем конвейере позволяет значительно сократить трудовые затраты на сборке и применить труд сборщиков средней квалификации. С применением пульсирующего конвейера повышается общая культура сборки, ликвидируется учет комплектов по рабочим местам. На рабочем месте сборщика имеется только инструмент для выполнения данной операции и задел деталей на дневную программу. Детали хранятся в коробках из плексиглаза. Счет собранных часов производится счетчиком, смонтированным на пульте управления.

РЕГУЛИРОВКА ЧАСОВ

Регулировка часов имеет целью обеспечить точный и стабильный ход часов в течение длительного периода времени и осуществляется изменением момента инерции баланса и изменением длины волоска.

Период свободных колебаний баланса выражается формулой

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{J}{k}}, \quad (5)$$

где T — период колебания баланса в сек.

J — момент инерции баланса в *г. мм. сек²*;

k — момент волоска на один радиан закручивания в *г. мм.*

Подставляя значения момента инерции баланса ($J = mr^2$) и момента волоска ($k = \frac{Ebh^3}{12 \cdot L}$) в формулу (5), получим

$$T = 4\pi \sqrt{\frac{3 \cdot m \cdot r^2 \cdot L}{E \cdot b \cdot h^3}}, \quad (6)$$

где m — масса баланса;

r — радиус инерции баланса;

L — длина волоска;

b и h — ширина и толщина сечения волоска;

E — модуль упругости материала волоска.

Формула (6) показывает, что период колебания баланса увеличивается при увеличении момента инерции баланса и длины волоска, а при увеличении модуля упругости и площади поперечного сечения волоска период колебания уменьшается. Наибольшее влияние на период колебания оказывает толщина волоска. Так, например, при увеличении толщины волоска в 2 раза период колебания баланса уменьшается в $2\sqrt{2}$ раза, а при увеличении длины волоска — в 2 раза период колебания баланса увеличивается лишь в $\sqrt{2}$ раза.

В процессе сборки узла баланса с волоском предварительно регулируют систему баланс — волосок на число колебаний изменением длины волоска. Эта операция, как сказано выше, называется вибрацией и осуществляется на приборе П-12 с помощью специальной головки.

ГОСТ на часы установлена методика испытаний часов перед выпуском их с заводов в торговую сеть. Так, по ГОСТ 6519-53 наручные часы могут давать ошибку хода в сутки не более 30 сек. для класса А и не более 45 сек. для класса Б для каждого положения при испытании их в четырех положениях: циферблатом вверх, головкой вниз, головкой вверх и циферблатом вниз.

До постановки часов на испытание по вышеуказанной методике они проходят регулировку в шести положениях: циферблатом вверх, циферблатом вниз, головкой вверх, головкой вправо, головкой вниз, головкой влево с ошибкой хода за сутки не более 20 сек. для класса А и не более 30 сек. для класса Б.

Период свободных колебаний баланса зависит только от размеров баланса и волоска и модуля упругости последнего и не зависит от амплитуды (размаха) колебаний. Независимость периода колебаний от амплитуды называется *изохронизмом*. Формула (5) верна для случая свободных, затухающих колебаний, когда пара

баланс — волосок не получает импульсов, необходимых для поддержания колебаний.

Влияние импульса на период колебания баланса. Внешняя сила, действующая кратковременно на систему баланс — волосок, изменяет период колебаний. К такой внешней силе относится периодически действующая непосредственно на баланс, переменная по величине сила (импульс), передаваемая от заводной пружины через анкерный ход. Внешние случайные толчки также действуют на баланс, изменяя период его колебаний.

Рассмотрим влияние на период колебания импульсов, передаваемых от анкерного хода. Условимся называть колебания баланса *нисходящими*, если они происходят в направлении от положения наибольшего отклонения баланса к положению равновесия, и *восходящими*, если они происходят в направлении от положения равновесия к положению наибольшего отклонения баланса.

Как было разобрано выше, до положения равновесия зуб анкерного колеса освобождается и начинается передача импульса, после положения равновесия передача импульса продолжается и заканчивается.

Установлено, что при нисходящем колебании период уменьшается, если сила действует в направлении движения баланса и период увеличивается, если сила действует в направлении, противоположном движению баланса.

Следовательно, сила освобождения, действующая в направлении, противоположном движению баланса, увеличивает период колебания, и это увеличение будет тем меньше, чем ближе к положению равновесия будет происходить освобождение. В этом отношении предпочтительнее иметь анкерные хода с минимальным углом поворота анкерной вилки.

При восходящем колебании период увеличивается, если сила действует в направлении движения баланса, и наоборот, период уменьшается, если сила действует в направлении, противоположном движению баланса.

Следовательно, импульс, передаваемый балансу за положением равновесия, увеличивает период колебания. Чем больше будет путь взаимодействия анкерной вилки и баланса, тем больше будет влияние импульса на период. Следовательно, угол поворота анкерной вилки должен быть минимальным. Из сказанного также следует, что полупериоды нисходящего и восходящего колебания не равны между собой.

Изменение величины импульса приводит к изменению полупериодов и, следовательно, периода колебания баланса. Можно получить постоянство периода колебания, если стабилизировать величину передаваемого импульса.

Для этой цели в некоторых часах применяют специальные устройства, называемые импульсными стабилизаторами. С помощью таких стабилизаторов достигается постоянство амплитуды (изменение не более 5°) и часы работают в стационарном режиме,

с точностью хода 1—2 сек. в сутки. Влияние изменения импульса на период колебания сказывается сильнее при малых амплитудах, чем при больших, хотя в отдельных случаях изменение периода происходит без изменения амплитуды (например, при неуравновешенном балансе).

В подавляющем большинстве случаев изменение периода колебания баланса происходит вследствие изменения амплитуды, так как колебания баланса, взаимодействующего с ходом, не изохронны, т. е. период вынужденных колебаний баланса зависит от амплитуды.

Если часы отрегулированы при некоторой средней амплитуде, то, как правило, при малых амплитудах ($140—170^\circ$) период колебания будет больше нормального значения, и часы будут отставать, при больших амплитудах ($280—320^\circ$) период колебания будет меньше нормального значения, и часы будут спешить.

Имеется много причин, вызывающих изменение амплитуды, а следовательно, и периода колебания.

К числу основных из них относятся:

- изменения трения в опорах;
- неуравновешенность деталей узла баланса;
- различные положения волоска в штифтах градусника и форма концевых кривых;
- изменения величины момента, передаваемого от заводной пружины;
- изменение с оиства смазки;
- действие магнитных полей;
- изменения, связанные с отступлениями, допускаемыми при сборке зубчатого зацепления, хода и др.

Рассмотрим влияние некоторых из перечисленных факторов на точность хода часов.

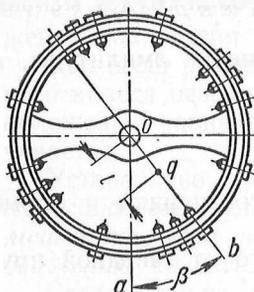
Изменения трения в опорах. Наибольшие изменения амплитуды колебания баланса происходят в двух случаях: 1) при изменении положения часов с горизонтального на вертикальное и 2) при максимальной и минимальной заводке пружины.

При изменении положения часов с горизонтального на вертикальное уменьшение амплитуды объясняется увеличением момента трения в опорах. При горизонтальном положении (циферблатом вверх или вниз) ось баланса опирается сферической пяткой на плоскость камня; момент трения весьма мал, вследствие незначительного радиуса трения. При вертикальном положении часов баланс опирается двумя цапфами оси на цилиндрическую поверхность камня; момент трения значительно больше, чем в первом случае, вследствие увеличения радиуса трения (равного радиусу цапфы).

Для уменьшения разницы в моментах трения при горизонтальном и вертикальном положениях часов отверстие камня закругляют по радиусу, равному двум диаметрам отверстия, а на пятке оси баланса делают небольшую площадку. Закругление

отверстия камня делается также для уменьшения влияния смазки на ход часов.

Изменение передаваемого момента. Резкое изменение амплитуды, как сказано выше, происходит при изменении момента, передаваемого от заводной пружины. Момент заводной пружины на среднем участке работы приблизительно пропорционален углу закручивания. При полной заводке пружины (4—5 оборотов) и хорошей сборки баланс имеет амплитуду 280—320°. При заводке пружины на 1—1,5 оборота амплитуда падает до 140—170°. Поэтому часы, отрегулированные при 2—2,5 оборотах пружины, в начале заводки будут спешить, а в конце заводки (через 24 часа) начнут отставать. В последнем случае наиболее ярко выявляется нарушение изохронизма. Для получения меньшей разницы в ходе необходимо,



Фиг. 56. Схема баланса со смещенным центром тяжести.

чтобы максимальный и минимальный моменты пружины отличались не более чем на 25%.

При расчете пружины карманных и наручных часов задаются продолжительностью хода их от одной заводки пружины не менее 45 час.

Неуравновешенность системы баланс — волосок или смещение центра тяжести относительно оси вращения является одним из главных факторов, определяющих так называемую позиционную ошибку часов. Несмотря на высокую степень точности изготовления баланса и волоска по геометрическим размерам и на произведенное предварительное статическое уравновешивание, все же центр тяжести баланса не совпадает с осью его вращения. Смещенный центр тяжести q (фиг. 56) при вращении баланса создает дополнительный момент, который, в зависимости от положения часов и от величины амплитуды, различно влияет на ход часов. Существует следующее правило определения положения центра тяжести баланса:

1. Если при прохождении балансом равновесного положения центр тяжести его будет находиться ниже оси вращения, то часы будут спешить при амплитуде 140—170° и отставать при амплитуде 280—320°.

2. Если при прохождении балансом равновесного положения центр тяжести его будет находиться выше оси вращения, то часы будут спешить при амплитуде 280—320° и отставать при амплитуде 140—170°.

При нахождении центра тяжести на горизонтальном диаметре часы не будут иметь позиционной ошибки хода, что видно из формулы:

$$\omega = -43\,200 \cdot \frac{P \cdot l}{k} \cdot \cos \beta \cdot S(\Phi), \quad (7)$$

где ω — суточный ход часов (ошибка хода часов за сутки);

P — вес баланса;

l — расстояние от центра вращения баланса до центра тяжести q ;

k — момент волоска при закручивании на один радиан;

β — угол между вертикалью, проходящей через центр баланса, и лучом, проходящим через центр баланса и центр тяжести его;

$S(\Phi)$ — представляет собой знакопеременный медленно сходящийся ряд, расположенный по возрастающим степеням амплитуды.

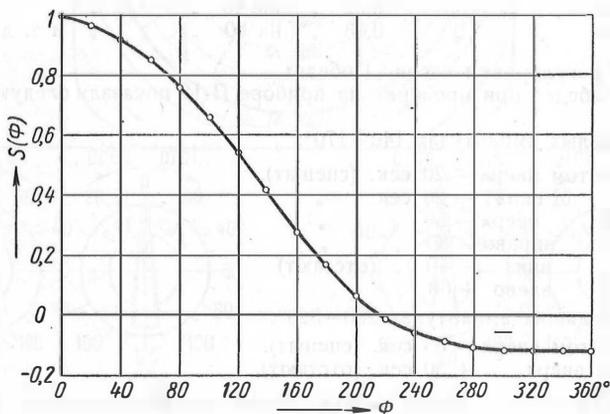
Зависимость $S(\Phi)$ представлена на фиг. 57. Суточный ход будет равен нулю в трех случаях:

1. при $\beta = 90^\circ$; $\cos \beta = 0$; $\omega = 0$;

2. при $l = 0$ — $\omega = 0$;

3. при $\Phi \approx 220^\circ$; $S(\Phi) = 0$; $\omega = 0$.

Суточный ход будет тем меньше, чем меньше вес баланса и чем больше момент волоска. Из диаграммы (фиг. 57) видно, что при



Фиг. 57. Функция $S(\Phi)$.

незначительном отклонении амплитуды от 220° кривая суточного хода изменяет свое положение. Поэтому выгоднее иметь в часах амплитуду порядка $305-320^\circ$, так как в этом интервале кривая почти параллельна оси абсцисс, т. е. изменение амплитуды практически не влияет на величину суточного хода.

Неуравновешенность баланса выявляют в следующих положениях часов: головкой вверх, головкой вправо, головкой вниз, головкой влево. В каждом из этих положений выявляется также влияние на ход часов неуравновешенности анкерной вилки, колебание в зазорах и пр. Техника регулировки в указанных положениях заключается в следующем: винты баланса условно нумеруются, как показано на

фиг. 59. Начало нумерации взято от винта, расположенного против колонки волоска при равновесном положении баланса. Пружину заводят на 1—1,5 оборота и устанавливают амплитуду в 140—170°. Снимают показания времени на приборе П-12 в каждом из положений. По результатам диаграммной записи находят положение центра тяжести или утяжеленный участок баланса. Чтобы уравновесить баланс, необходимо облегчить винт баланса, находящийся в зоне утяжеленного участка, или, наоборот, утяжелить противоположный ему винт. Для этой цели служат регулировочные шайбы, которые снимают или подкладывают под винт. На фиг. 58 даны размеры шайб к балансу часов «Звезда» и «Победа». Шайбы имеют различную толщину и изменяют ход часов в следующих пределах:

две шайбы толщиной	0,01 мм	на 20 сек.	в сутки;
две "	0,02 "	на 40 "	"
две "	0,03 "	на 60 "	" и т. д.

Пример регулировки часов «Победа».

Часы «Победа» при проверке на приборе П-12 показали следующие ошибки хода:

1. При малых амплитудах 140—170°:

Циферблатом	вверх	— 20 сек.	(спешат)
"	вниз	— 26 сек.	"
Головкой	вверх	— 60 "	"
"	вправо	— 80 "	"
"	вниз	+ 40 "	(отстают)
"	влево	+ 60 "	"

2. При больших амплитудах 280—320°:

Циферблатом	вверх	— 35 сек.	(спешат).
Головкой	вверх	+ 30 сек.	(отстают).

Находим разность ходов между двумя горизонтальными положениями
 $-26 - (-20) = -6$ сек. (опережение).

Находим средний суточный ход в двух горизонтальных положениях
 $\frac{-20 + (-26)}{2} = -23$ сек. (опережение).

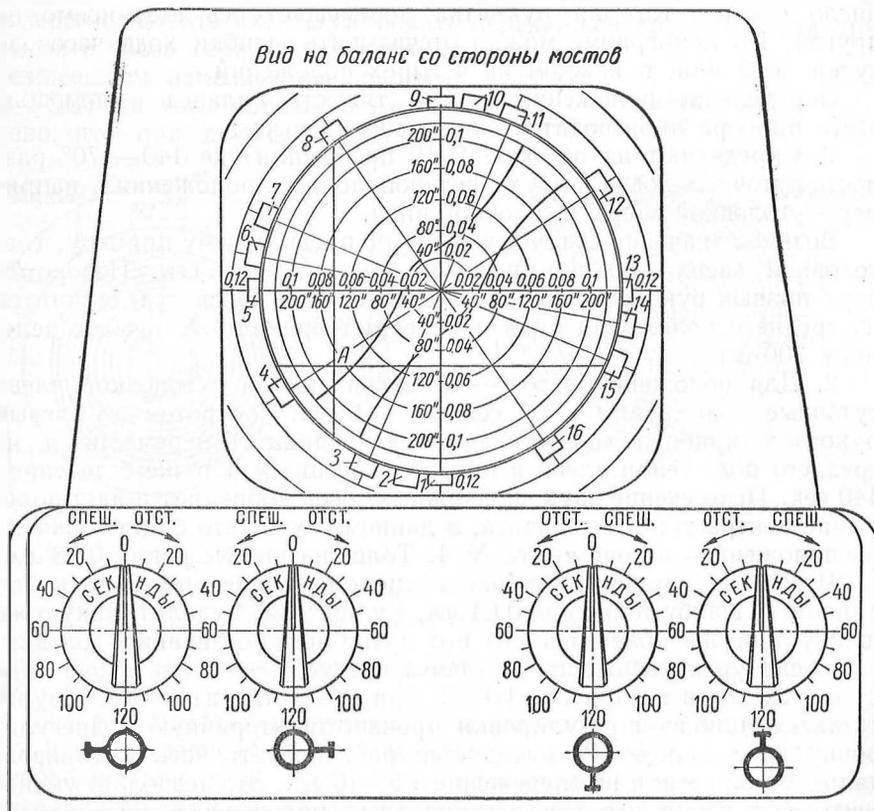
Находим средний суточный ход в четырех вертикальных положениях
 $\frac{(-60) + (-80) + 40 + 60}{4} = -10$ сек. (опережение).

По специальной таблице находим, что следует облегчить винт № 4.

Так как средние суточные хода в том и другом положении с опережением, то часы будут спешить. Это необходимо учитывать при уравновешивании баланса. Если мы будем облегчать вес винта на утяжеленном участке, то момент инерции баланса будет меньше и часы, будучи уравновешены, потеряют «вибрацию» и начнут еще больше спешить. В этом случае следует утяжелить противоположный винт; одновременно с приведением центра тяжести баланса, изменена «вибрация» баланса на число колебаний. Уравновешивание производится зачастую за несколько приемов, так как смещенный центр тяжести баланса, как правило, не совпадает с положением оси того или другого винта. Приходится в таких случаях утяжелять или облегчать два близлежащих винта.

Определение центра тяжести баланса удобнее производить с помощью дифференциального прибора.

На шкале прибора нанесена номограмма, состоящая из осей координат, ряда концентрических окружностей и формы баланса с винтами часов «Победа» (фиг. 59). Начало координат помещено в



Фиг. 59. [Прибор для определения величины и направления смещения центра тяжести системы баланс — волосок.

центре баланса, а направление осей принято на винты № 1—9 и № 5—13, что соответствует равновесному положению баланса в часах при положении их головкой вверх. Пересечение концентрических окружностей с осями координат даст точки, обозначающие в масштабе секунды и толщину регулировочных шайб. Впереди шкалы — номограммы расположены две «подвижные» оси координат (металлические проволоки).

На лицевой стороне прибора расположены попарно четыре рукоятки, лимбы которых имеют 24 деления и оцифровку: 0—20—

40—60—80—100—120 сек. — влево и вправо. Под лимбами изображены положения часов при проверке их на приборе П-12.

Правые рукоятки кинематически связаны с подвижной горизонтальной осью координат, а левые — с подвижной вертикальной. Поворот рукоятки прибора на определенное число секунд по лимбу вызывает перемещение подвижной оси на номограмме на то же число секунд. Каждая рукоятка перемещает ось независимо от другой. По номограмме можно отсчитывать ошибки хода часов за сутки до 2 мин. в каждом из четырех положений.

Определение положения центра тяжести баланса с помощью этого прибора производится следующим образом:

1. Определяют на приборе П-12 при амплитуде $140\text{--}170^\circ$ разность суточных ходов в двух противоположных положениях, например — головкой вверх и головкой вниз.

Возьмем значения суточных ходов по предыдущему примеру, т. е. головкой вверх —60 сек. и головкой вниз +40 сек. Поворотом двух правых рукояток прибора подвижная ось (абсцисса) опустится из среднего положения вниз и пересечет ординату в точке с делением 100 сек.

2. Для положения часов — головкой вправо и головкой влево суточные хода равны —80 сек. и +60 сек. Поворотом двух левых рукояток прибора «подвижная ось» (ордината) переместится из среднего положения влево и пересечет абсциссу в точке с делением 140 сек. Пересечение двух «подвижных» осей координат и даст положение центра тяжести баланса; в данном случае это будет точка А, расположенная в зоне винта № 4. Толщина шайбы равна 0,08 мм.

Чтобы не нарушить вибрации, целесообразнее подложить под винт № 12 шайбу толщиной 0,04 мм, а у винта № 4 удалить такую же шайбу или же облегчить его вес путем надсверливания головки.

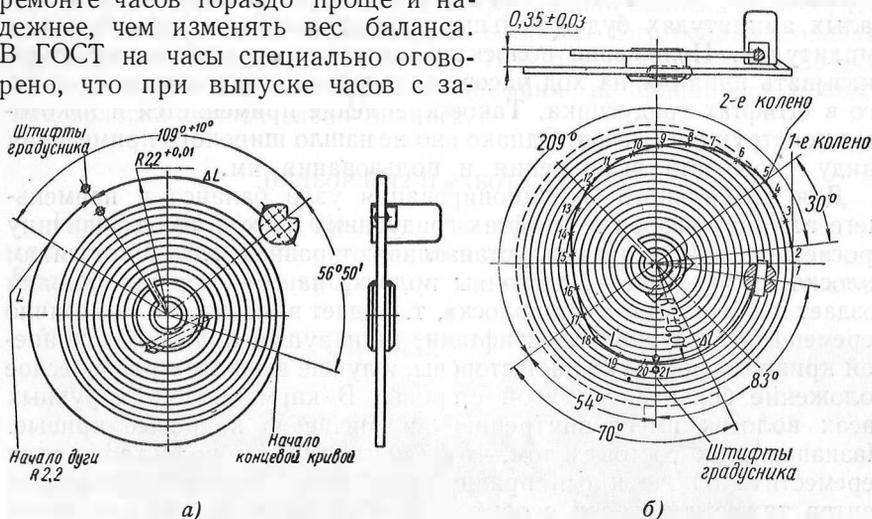
После уравнивания баланса следует вновь снять значение суточных ходов на приборе П-12 и при удовлетворительных результатах позиционной регулировки произвести вторичную подрегулировку градусником. Рекомендуется регулировать часы в горизонтальном положении на опережение в 5—10 сек. Это позволяет уменьшить отставание часов в вертикальных положениях.

В приведенном примере после подкладки шайбы толщиной 0,04 мм под винт № 12 и удаления такой же шайбы у винта № 4 были получены следующие результаты: головкой вверх +40 сек. (отстают), головкой вправо +30 сек. (отстают), головкой вниз +30 сек. (отстают), головкой влево +40 сек. (отстают). Часы отстают во всех положениях, значит регулировку можно произвести градусником. После этого часы при различных положениях головки показали:

Положение головки часов	верх	вправо	вниз	влево
Суточный ход	+5 сек.	—5 сек.	—5 сек.	+5 сек.

Часы отрегулированы достаточно точно. После этого заводят пружину полностью и проверяют часы окончательно в горизонтальном и вертикальном положениях при амплитуде $280\text{--}320^\circ$.

Влияние зазора в штифтах градусника и концевых кривых волоска на ход часов. Градусник со штифтами служит в часах для изменения активной длины волоска, а следовательно, для изменения хода часов. Передвижением градусника влево или вправо можно изменять ход часов примерно на ± 3 мин. в сутки. Градусник со штифтами, в основном, предусмотрен для подрегулировки хода часов во время ремонта их. Регулировать передвижением градусника при ремонте часов гораздо проще и надежнее, чем изменять вес баланса. В ГОСТ на часы специально оговорено, что при выпуске часов с за-



Фиг. 60. Формы внешней концевой кривой волоска:

а — плоская спираль; б — спираль-брегет.

вода градусник может быть смещен от своего центрального положения не более, чем на $1/3$ — $1/4$ дуги.

Зазор в штифтах градусника существенно влияет на ход часов. Это влияние зависит от амплитуды баланса. Зазор между штифтами необходим для того, чтобы при повороте градусника штифты не касались волоска.

Влияние зазоров в штифтах градусника на ход часов в зависимости от величины амплитуды лучше всего проследить на следующих примерах.

Пусть волосок при равновесном положении баланса находится посредине штифтов со значительным зазором (фиг. 60, а).

При малых амплитудах волосок не будет касаться штифтов ни при закручивании, ни при раскручивании, т. е. в работе будет участвовать активная длина волоска (L), плюс длина от штифтов до колонки закрепления (ΔL). При больших амплитудах волосок частично будет касаться того и другого штифта; в работе попеременно будет участвовать вся длина волоска ($L + \Delta L$) и активная его длина L . Так как при увеличении длины волоска период колебания баланса увеличивается [см. формулу (6)], то, очевидно, что

в данном случае период колебания баланса при больших амплитудах меньше периода колебания при малых амплитудах.

Если волосок при равновесном положении баланса будет прижат к одному из штифтов, то при малых амплитудах в работе будет участвовать только активная длина волоска, и наоборот, при больших амплитудах, на большей части амплитуды, в работе будет участвовать вся длина волоска.

Очевидно, что в этом случае период колебания баланса при малых амплитудах будет меньше периода колебания при больших амплитудах. Положение волоска в штифтах градусника не будет оказывать влияния на ход часов, при условии жесткого крепления его в штифтах градусника. Такое крепление применяется в некоторых конструкциях часов. Однако оно не нашло широкого применения ввиду сложности выполнения и пользования им.

Для правильного функционирования узла баланса и наименьшего влияния зазора в штифтах градусника на ход часов величину просвета между штифтами устанавливают равной 1,5—2 толщину волоска. Зазор в 0,5—1 толщины волоска на обе стороны спирали создает необходимую игру волоска, т. е. дает возможность эластично перемещать градусник со штифтами, не нарушая положения концевой кривой волоска, с одной стороны, и лучше выявлять равновесное положение баланса, с другой стороны. В карманных и наручных часах волосок имеет внутреннюю и внешнюю концевые кривые. Назначение их состоит в том, чтобы центр тяжести волоска спирали переместить ближе к оси вращения баланса. Точного совпадения центра тяжести волоска с осью вращения баланса при колебании получить нельзя. Из внешних концевых кривых наибольшее применение получила кривая, показанная на фиг. 60, б. Кривая построена по точкам, координаты которой приведены в табл. 4.

У некоторых часов внешняя концевая кривая лежит в плоскости волоска; конец ее также заводится между штифтами, центр тяжести

Таблица 4

Координаты точек внешней концевой кривой волоска наручных часов

№ точек	x	y	№ точек	x	y
1	+ 2,710	0,000	11	- 0,936	+ 1,910
2	+ 2,710	+ 0,284	12	- 1,330	+ 1,545
3	+ 2,600	+ 0,813	13	- 1,600	+ 1,082
4	+ 2,370	+ 1,300	14	- 1,710	+ 0,556
5	+ 2,030	+ 1,720	15	- 1,710	+ 0,140
6	+ 1,612	+ 2,040	16	- 1,625	- 0,515
7	+ 1,110	+ 2,260	17	- 1,490	- 1,030
8	+ 0,597	+ 2,360	18	- 1,250	- 1,502
9	+ 0,064	+ 2,330	19	- 0,786	- 1,814
10	+ 0,462	+ 2,170	20	- 0,273	- 1,950
			21	0,000	- 1,985

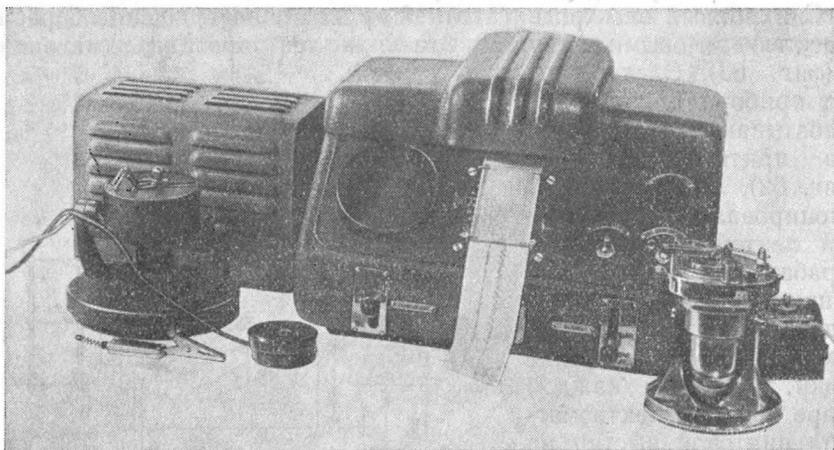
такого волоска дальше отдален от оси вращения, а поэтому такие часы труднее регулировать на высокую точность (10—20 сек.).

Наилучшие результаты при регулировке баланса с такой кривой можно получить при условии, что место крепления волоска в штифтах удалено от места крепления внутренней концевой кривой на 90° или 270° (фиг. 60, а).

Внутренняя концевая кривая выполняется так, чтобы начальная ее часть не касалась колодки при закручивании волоска до 330° , т. е. не изменялась бы активная длина волоска. Внутренняя концевая кривая лежит в плоскости волоска. При регулировке часов должно быть в первую очередь обращено внимание на правильное положение волоска относительно баланса.

ПРИБОР П-12 И РАБОТА НА НЕМ

Прибор П-12 (фиг. 61) предназначен для контроля хода часов и для установления числа колебаний системы баланс — волосок. Прибор состоит из микрофона, усилителя, электромагнита, механиз-



Фиг. 61. Прибор П-12 для контроля хода часов.

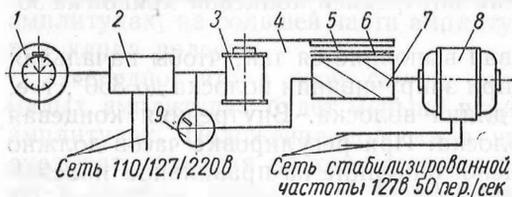
ма для записи хода часов на бумажную ленту, синхронного электродвигателя и стробоскопа (фиг. 62).

Чувствительным элементом прибора является пьезоэлектрический микрофон, преобразующий механические удары баланса в испытываемых часах в импульсы тока. Микрофон монтируется на отдельной подставке, позволяющей проверять часы в шести различных положениях. Для установления числа колебаний применяется головка, действующая по тому же принципу, как и микрофон.

Усилитель прибора выполнен в виде отдельной приставки. Импульсы тока, пройдя через усилитель и тиратрон, вызывают сраба-

тывание электромагнита, записывающего устройства, или зажигают неоновую лампу стробоскопа.

Синхронный электродвигатель прибора питается от сети переменного тока стабилизированной частоты (127 в, 50 периодов в сек.).



Фиг. 62. Блок-схема прибора П-12.

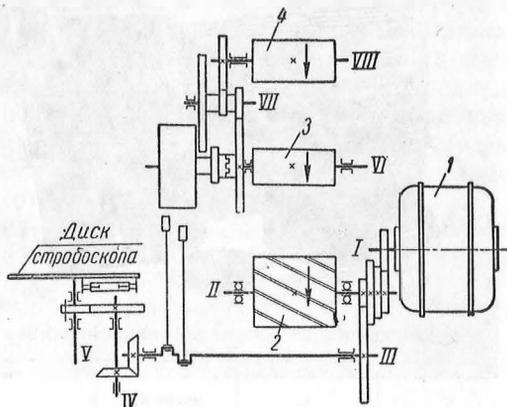
1—микрофон; 2—усилитель; 3—электромагнит; 4—якорь; 5—копировальная лента; 6—бумажная лента; 7—барабан с шестью винтовыми выступами; 8—синхронный электродвигатель; 9—стробоскоп.

действующих от переключений тока, стабилизированного кварцем. Работает прибор следующим образом.

Синхронный электродвигатель 1 приводит во вращение барабан с шестью винтовыми выступами 2, а также лентопротяжный механизм 3 (фиг. 63).

Электромагнит прибора при каждом срабатывании от импульсов притягивает якорь (фиг. 62), который вместе с копировальной и бумажной лентой нажимает на барабан. Выступ винтовой линии барабана оставляет отпечаток на движущейся бумажной ленте в виде точки. Если при каждом ударе якоря электромагнита винтовой выступ на барабане будет находиться в одном и том же положении, то, очевидно, все точки на бумажной ленте расположатся на одной прямой, параллельной кромкам ленты (фиг. 66, а).

Если часы спешат, то удар электромагнита произойдет раньше, чем винтовой выступ займет одно и то же положение, и точка на бумаге будет сдвинута вправо; линия точек будет иметь наклон вправо. При отставании часов, наоборот, линия точек на бумаге будет иметь наклон влево. По величине наклона прямой с помощью специальной поворотной шкалы прибора определяют суточный ход часов, а по харак-

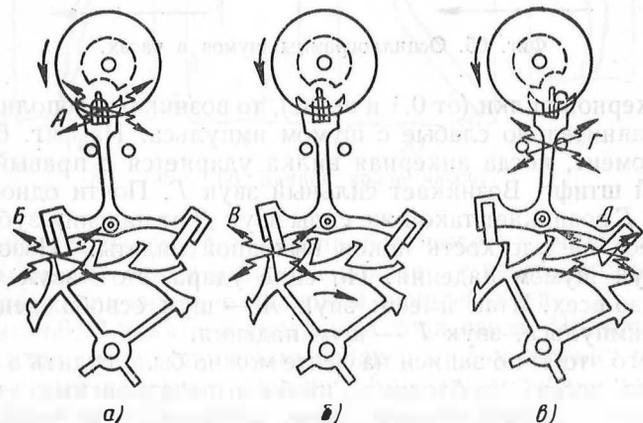


Фиг. 63. Кинематическая схема прибора П-12:

1—синхронный электродвигатель; 2—барабан с винтовыми выступами; 3—барабан подачи бумажной ленты; 4—барабан подачи копировальной ленты; 5—диск стробоскопа.

теру и виду этой записи (не всегда прямой) можно судить о дефектах часов. На приборе определяют не истинный суточный ход за 24 часа, а приведенный, соответствующий режиму работы часового механизма в момент проверки. Если суточный ход более ± 10 мин, то контроль хода производится по стробоскопу. Диск стробоскопа (фиг. 63) вращается от синхронного электродвигателя со скоростью, в 2 раза меньшей, чем барабан с винтовыми выступами. На диске укреплена неоновая лампа, зажигающаяся от замыкания электромагнита. Впереди диска имеется шкала. Если часы идут правильно, то лампа зажигается при одном и том же положении диска относительно шкалы. Если часы спешат, то вспышки лампы на шкале будут смещаться вправо (по часовой стрелке) и наоборот, при отставании вспышки будут смещаться влево. По стробоскопу производится также предварительная вибрация системы баланс — волосок на число колебаний; окончательная вибрация, более точная, осуществляется с записью на ленту. При проверке хронометров и часов высокой точности пользуются замедленной подачей ленты (в 10 раз). Наклон линии на ленте в этом случае увеличивается в 10 раз. Поэтому результат, читаемый на круглой шкале прибора, необходимо уменьшить в 10 раз.

Анализ записи хода часов на ленте. По характеру записи на ленте определяют не только точность хода часов, но и качество сборки



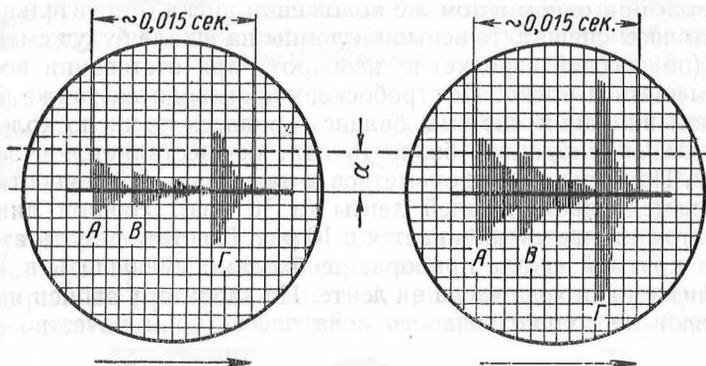
Фиг. 64. Три положения анкерного хода, при которых происходит шум в часах.

часового механизма. Прежде чем анализировать записи, необходимо иметь представление о характере шумов, возникающих при работе баланса в часах. На фиг. 64 представлены три положения анкерного хода, при которых происходит шум в часах. На фиг. 64, а показан положение «покоя» анкерной вилки и колеса, когда баланс, совершая свободные, нисходящие колебания к положению равновесия, ударяется импульсным камнем в правую сторону паза анкерной вилки. Происходит первый удар, от которого возникает звук А.

Назовем его шумом освобождения. Этот звук наиболее точен по периоду.

Анкерная вилка, поворачиваясь на угол покоя, отводит назад зуб анкерного колеса. Возникает новый звук *Б*, накладываемый на шум освобождения.

Вслед за этим зуб анкерного колеса переходит с плоскости покоя палеты на плоскость импульса и производит удар; возникает новый звук *В*, который назовем шумом импульса. Этот момент изображен на фиг. 64, б. Если импульсный камень имеет значительные зазоры



Фиг. 65. Осциллограммы шумов в часах.

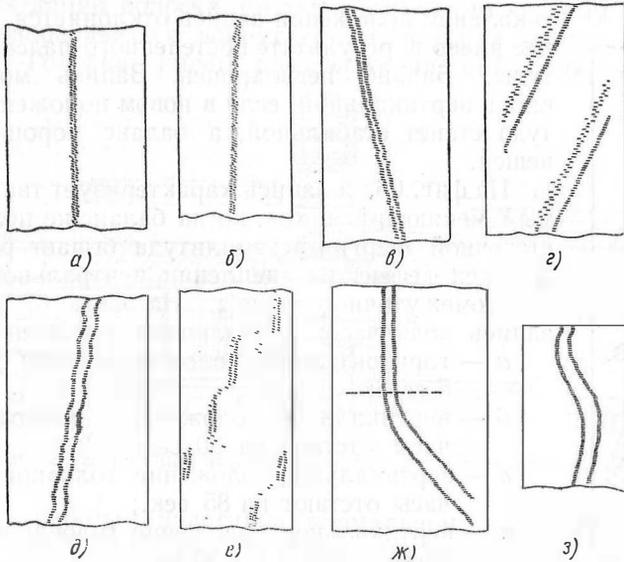
в пазу анкерной вилки (от 0,1 и выше), то возникают дополнительные звуки, сравнительно слабые с шумом импульса. На фиг. 64, в изображен момент, когда анкерная вилка ударяется о правый ограничительный штифт. Возникает сильный звук *Г*. Почти одновременно со звуком *Г* возникает такой же силы звук *Д* от падения зуба анкерного колеса на плоскость покоя выходной палеты. Назовем этот общий звук шумом падения. По силе удара этот звук наиболее мощный из всех. Итак имеем: звук *А* — шум освобождения, звук *В* — шум импульса, звук *Г* — шум падения.

Для того чтобы по записи на ленте можно было судить о правильности хода часов, необходимо, чтобы отпечатываемые на ленте точки соответствовали одному и тому же шуму хода часов, причем на запись следует брать шум освобождения, как наиболее точный по периоду. Как сказано выше, удары, возникающие в часах, преобразуются пьезокварцевым микрофоном в импульсы тока, которые затем усиливаются и воздействуют на тиратрон. Тиратрон обладает способностью срабатывать при определенном усилении.

На фиг. 65 изображены осциллограммы шумов часового механизма. Буквы соответствуют рассмотренным выше звукам работы баланса и хода.

Необходимое усиление для срабатывания тиратрона показано на осциллограмме пунктирной линией. Очевидно, что звук *Г* по левой осциллограмме будет вызывать срабатывание электромагнита. При

более высоком шуме, показанном на правой осциллограмме, требуемое для срабатывания тиратрона усиление будет достигаться в двух точках *A* и *Г*. Особенностью работы тиратрона является то, что он может давать лишь определенное число импульсов в сек., не на много превосходящее число колебаний баланса. Поэтому только первый звук *A* — шум освобождения вызовет срабатывание электромагнита и появление точки на бумажной ленте.



Фиг. 66. Записи ходов часов.

При очень большом усилении прибор может отпечатать посторонние шумы и тем самым исказить показания часов. Это необходимо иметь в виду при анализе диаграмм записей хода.

На фиг. 66, б показана диаграмма хода часов. Часы спешат на 5 сек. в сутки. Время движения баланса в одну сторону равно времени движения в другую сторону. Волосок хорошо уравновешен: нет однобокости хода. Получается на диаграмме одна сплошная линия.

По фиг. 66, в часы отстают на 15 сек. в сутки. На диаграмме две близлежащие линии, показывающие незначительную однобокость хода. Ход часов равномерный. Расстояние между линиями будет тем больше, чем меньше амплитуда колебаний баланса. По фиг. 66, г часы спешат на 25 сек. за сутки. Удар о вилку происходит у одной из палет при разном ее положении; вероятно мал угол притяжки или на палете выкрошилась кромка.

На фиг. 66, д часы спешат на 10 сек. в сутки. Анкерное колесо имеет биение по окружности. Как правило, периодические волны на диаграмме указывают на неправильности в исполнении зубчатых

колес. По скорости подачи ленты и расстоянию между соседними волнами легко определить, какое колесо дефектно.

На фиг. 66, *e* часы имеют «пристук», что также можно заметить по особому шуму в часах. Часы при пристуке спешат, и линия записи смещается вправо.

На фиг. 66, *ж* приведен случай нарушения изохронизма при изменении положения часов с горизонтального на вертикальное. В горизонтальном положении суточный ход равен нулю. В вертикальном положении запись отклоняется все сильнее влево в результате постепенного падения амплитуды. Баланс неизохронен. Запись может быть вновь вертикальной, если в новом положении амплитуда станет стабильной, а баланс хорошо уравновешен.

На фиг. 66, *з* запись характеризует так называемый меняющийся ход, когда баланс не получает достаточной энергии и амплитуда бывает различная. Имеется дефект в зацеплении центрального колеса и промежуточного триба. На фиг. 67 приведена запись хода часов в различных положениях:

a — горизонтальное положение; часы спешат на 5 сек.;

б — вертикальное положение головкой влево — часы отстают на 30 сек.;

в — вертикальное положение головкой вверх — часы отстают на 85 сек.;

г — вертикальное положение головкой вправо — часы отстают на 30 сек.;

д — вертикальное положение головкой вниз — часы спешат на 85 сек.;

Средний суточный ход для вертикальных положений будет $\frac{+30 - 85 + 85 + 30}{4} = 15$ сек. (отстают).

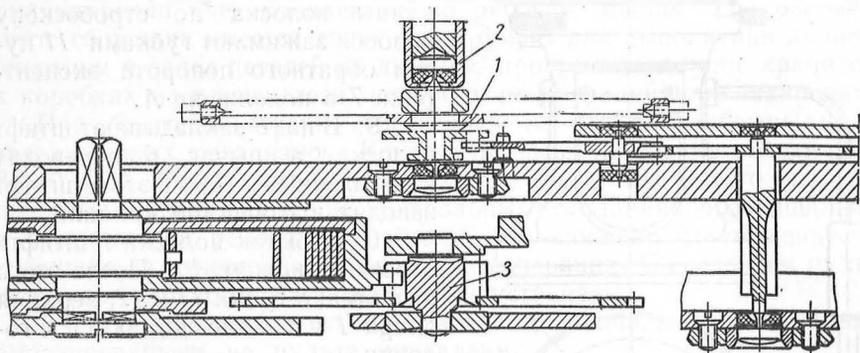
Фиг. 67. Записи ходов часов в различных положениях.

Изменение суточного хода при переходе от горизонтального положения к вертикальному положению и обратно равно разности $+5 - (-15) = +20$ сек. и обратно $-15 - (+5) = -20$ сек. Следовательно, баланс неуравновешен и амплитуда в вертикальном положении меньше 220° . Выше сказано, что при малых амплитудах будет иметь место отставание, если центр тяжести находится выше оси баланса, и наоборот; отсюда легко определить, какой винт следует облегчить, чтобы устранить неуравновешенность.

Приведенные примеры диаграмм записи хода позволяют определять дефекты сборки основных звеньев часового механизма: баланса, хода, зубчатой передачи и барабана с пружиной. Число примеров может быть увеличено за счет встречающихся дефектов сборки — задевание секундной стрелки за циферблат, дефектные камни и др.

Установление числа колебаний системы баланс — спираль производится, как сказано выше, на приборе П-12, с помощью специаль-

ной головки (см. фиг. 69), имеющей эталонный часовой механизм (фиг. 68) для привода баланса в колебательное движение. Регулируемый баланс 1 устанавливается нижней цапфой в неподвижную опору, состоящую из двух рубиновых камней, соответствующим образом оправленных: верхняя цапфа поддерживается откидной опорой 2 с такими же рубиновыми камнями. Для правильной установки импульсного камня в пазу анкерной вилки, особенно после изменения длины волоска, столик с эталонным часовым механизмом может поворачиваться вокруг оси 3, которая совпадает с осью баланса. Головка имеет пьезоэлектрический микрофон и по



Фиг. 68. Эталонный часовой механизм к головке прибора П-12.

принципу работы аналогична нормальному микрофону. Разница состоит лишь в том, что на корпусе головки дополнительно монтируются зажимные и отрезные приспособления для волоска и колонки, позволяющие производить операции: вибрацию (изменение длины волоска), заштифтовку конца волоска в колонку и отрезку излишних концов волоска и штифта. С целью уменьшения поглощения звуковых импульсов массой головки, между эталонным часовым механизмом и плоскостью столика положена резиновая прокладка. Работа на головке производится следующим образом (фиг. 69):

1. Устанавливают баланс с волоском в опорах.
2. Нажимом сверху вниз на рычаг 6 разводят губки 12 и устанавливают колонку ориентированно по отношению волоска и, освободив рычаг 6, зажимают колонку в губках. Боковым нажимом на рычаг 6 в направлении стрелки *m* губки 12 перемещают в крайнее рабочее положение, регулируемое винтом 9.
3. Поворотом эксцентрика 7 в положение *C* разводят губки 12 и проводят через них, с помощью пинцета конец волоска. Далее конец волоска заводят в отверстие колонки, между подающими губками 5 и, наконец, в паз штифта 4, где и закрепляют поворотом кольца 3.
4. Вторичным нажимом на рычаг 6 освобождают колонку для выравнивания ее по волоску и вновь производят зажим колонки.
5. После этого поворотом эксцентрика (9) из положения *C* в положение *A* производят зажим волоска.

6. Пускают баланс в ход и вращением колеса 2 устанавливают правильное взаимодействие баланса с вилкой. После этого слегка освобождают волосок поворотом эксцентрика в положение *B*.

7. Производят регулирование по стробоскопу. Длину волоска изменяют путем вращения кольца 3 и навивки излишней длины волоска на штифт 4. Одновременно производится поворот кольца 2 для сохранения правильного взаимодействия между балансом и анкерной вилкой.

8. По окончании регулировки длины волоска по стробоскопу волосок зажимают губками 11 путем обратного поворота эксцентрика 7 в положение *A*.

9. В паз 8 закладывают штифт волоска, а рычаг 6 переводят в положение *n*. После этого штифт заводят в отверстие колонки.

10. Избыток волоска и штифта отрезают ножом 10. После этого разжимают губки 11 и 12, верхняя опора 1 и баланс снимаются с головки.

При наличии у волоска внешней концевой кривой, изгиб ее производится на следующей операции (вне прибора П-12).

Ниже дана техническая характеристика прибора П-12.

1. Суточные хода, регистрируемые на приборе:

а) по записи при нормальной подаче ленты ± 10 мин.;

б) по записи при замедленной подаче ленты ± 1 мин.;

в) по стробоскопу ± 48 мин. (при перемещении луча на 180° за 3 сек.).

2. Число колебаний в час, записываемое на ленту: 9000, 12 000, 14 400, 18 000, 19 800, 21 600, 36000, 180 000.

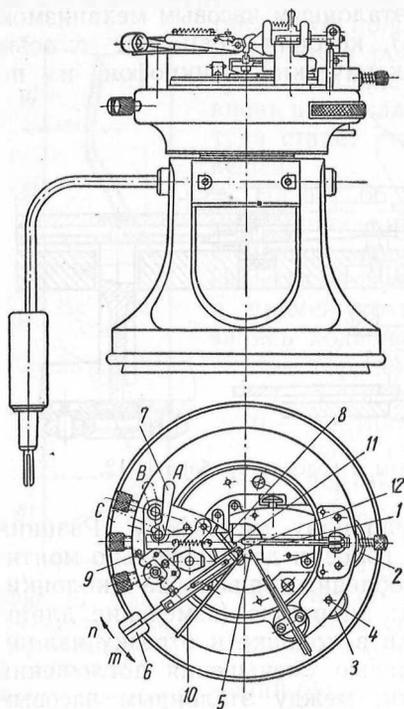
3. Число колебаний в час, визируемое по стробоскопу: 9000, 18 000, 19 800, 36 000.

4. Питание синхронного электродвигателя от сети стабилизированной частоты переменного тока напряжением 127 в и 50 пер/сек.

5. Питание усилителя прибора 110/127—220 в.

6. Диаметр диска стробоскопа 70 мм.

Для контроля хода часов применяются и другие приборы, типа ППЧ-4, у которых запись суточных ходов производится на барабане, вращающемся также синхронно. На барабан надета или диаграмм-



Фиг. 69. Головка к прибору П-12.

ная бумага или цилиндрическая втулка из плексиглаза. После записи суточного хода диаграммная бумага отрывается, а совтулки линия записи легко стирается.

Принцип работы прибора ППЧ-4 тот же, что и прибора П-12.

Выполнение сборочных операций на пульсирующем конвейере, в значительной своей части механизированных и автоматизированных, и регулировка часов на приборах П-12 и ППЧ-4 позволили значительно сократить трудовые затраты на сборке и применить труд сборщиков средней квалификации. С применением пульсирующего конвейера повысилась общая культура сборки, ликвидирован учет комплектов по рабочим местам. На рабочем месте сборщика имеется только инструмент для выполнения данной операции и задел деталей на дневную программу; детали хранятся в коробках из плексиглаза, контроль по операциям ликвидирован.

При бригадной сборке требовался на каждом рабочем месте задел часовых механизмов. Комплекты часов на сборке находились 8—10 дней. Все это требовало сложного учета. Кроме того, дефектные часы, обнаруженные на контрольных испытаниях, возвращались в специальную ремонтную бригаду, что снижало ответственность сборщика за качественное выполнение операции. С введением пульсирующего конвейера эти недостатки устранены.

Учет собранных часов производится специальным счетчиком, смонтированным на пульте управления.

ПРОВЕРКА НАРУЧНЫХ И КАРМАННЫХ ЧАСОВ ПО ГОСТ

Часы, собранные на конвейере и отрегулированные на приборе П-12 или на приборе ППЧ-4 после осмотра их контролером, поступают в контрольно-испытательную станцию на длительные испытания на точность хода и надежность работы.

На первых циклах испытаний часы проверяются в шести положениях и на последних циклах — в четырех положениях, в соответствии с требованиями ГОСТ. При испытаниях в контрольно-испытательных станциях (КИС) устанавливается истинный суточный ход в одном из положений за 24 часа. Часы ежедневно заводят и в одно и то же время производят съем показаний времени по циферблату. Съем показаний производится визуально сличением с хронометром или эталонными часами и с записью результатов в журналы. На некоторых заводах подача часов на рабочее место оператора механизирована.

Механизация заключается в том, что часы, уложенные в открытые коробки по 10 шт. циферблатом вверх, подаются на ленту пульсирующего конвейера точно в одно и то же время (с точностью 5 сек.).

На конвейере занято десять операторов. Сверху ленты имеется щит с десятью окнами, расположенными против рабочих мест операторов так, что в окно видна только одна, вполне определенная штука часов. Например, оператор, занимающий шестое место в ряду, может видеть в окно часы, лежащие в шестой ячейке коробки.

Показания часов записываются в карточку, имеющую в правом верхнем углу порядковый номер от 1 до 10 — соответственно числу рабочих мест (см. карту).

Карта проверки и хода часов

№ пп.	Поставлено		I сутки		II сутки		III сутки		IV сутки		Продолжительность хода в часах	Заключение
	Показание часов		Показание часов	Суточный ход								
1	11 ⁵⁵		12 ²⁵	+0 ³⁰	11 ³⁵	-0 ⁵⁰	11 ³⁵	0	11 ⁵⁵	+20	38	брак
2	13 ⁵⁵		13 ⁴⁵	-0 ¹⁰	13 ⁴⁵	-0	13 ⁵⁰	+0 ⁰⁵	13 ¹⁵	-0 ³⁵	37	годные
3	14 ⁰		14 ¹⁰	+0 ¹⁰	14 ²⁰	+0 ²⁰	14 ⁴⁰	+0 ²⁰	15 ²⁰	+0 ⁴⁰	38	то же
4	12 ²⁵		12 ⁴⁰	+0 ²⁵	12 ⁴⁵	+0 ⁰⁵	13 ¹⁰	+0 ²⁵	13 ⁴⁵	+0 ³⁵	36	"
5	12 ⁵⁰		13 ¹⁰	+0 ²⁰	13 ⁴⁰	+0 ³⁰	14 ⁰⁵	+0 ²⁵	14 ²⁰	+0 ¹⁵	36	"
6	13 ⁰⁵		13 ¹⁰	-0 ⁰⁵	13 ²⁰	+0 ¹⁰	13 ⁴⁰	+0 ²⁰	13 ⁵⁵	+0 ¹⁵	37	"
7	12 ²⁰		12 ²⁵	+0 ⁰⁵	12 ⁵⁰	+0 ²⁵	13 ¹⁰	+0 ²⁰	13 ²⁰	+0 ¹⁰	38	"
8	12 ⁴⁵		12 ²⁵	-0 ²⁰	12 ²⁰	-0 ⁰⁵	12 ¹⁰	+0 ¹⁰	12 ³⁵	+0 ²⁵	37	"
9	14 ⁰⁵		14 ¹⁵	+0 ¹⁰	14 ⁵⁰	+0 ³⁵	15 ¹⁰	+0 ²⁰	14 ⁴⁰	-0 ³⁰	37	"
10	12 ⁴⁰		12 ²⁰	-0 ²⁰	12 ³⁰	+0 ¹⁰	12 ⁴⁰	+0 ¹⁰	12 ⁵⁰	+0 ¹⁰	38	"

При такой организации съема показаний времени оператору нет необходимости сличать показания проверяемых часов с показаниями хронометра или эталонных часов.

Ритм конвейера автоматически выдерживается от точных эталонных часов, имеющих специальное контактное устройство для подачи импульсов на пульт управления конвейера.

Часы, прошедшие испытания по точности хода в различных положениях, проверяются на продолжительности действия от одной полной заводки пружины, а также на отсутствие каких-либо внешних дефектов в часах. После этого на часы выписывают паспорт установленной формы, укладывают их в коробки и сдают на склад готовой продукции для реализации в торговую сеть.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технологические процессы в любом машиностроительном производстве непрерывно совершенствуются: старые методы обработки заменяются новыми, более прогрессивными, ручные работы механизуются и автоматизируются.

В часовой промышленности широким фронтом развернулись проектно-конструкторские и исследовательские работы по созданию новых высокопроизводительных процессов обработки деталей и сборки часов. В этих работах используются последние достижения науки и техники: ультразвуковые колебания, электростатические поля напряжением 100 кв, радиоактивные изотопы, электроника. Проектируются и внедряются в производство автоматические станочные линии, агрегатные станки, проектируется автоматизация отделочных работ, сборки и регулировочных операций.

В настоящее время (1956 г.) изготовлена в металле и пущена в эксплуатацию автоматическая станочная линия механической обработки корпусного кольца наручных часов „Победа“. Линия рассчитана на выпуск 3000 деталей в смену или 1,8 млн. деталей в год при двухсменной работе. Производительность линии превышает производительность оборудования в 6 раз. Линия состоит из двух участков. На первом участке выполняются шесть токарных операций, а на втором — четыре сверлильные и зенковочные операции. Обработанная на каком-либо станке деталь подается в рабочую зону следующего станка и, если нужно, поворачивается автоматически действующими приспособлениями и поворотными устройствами. Цикл обработки равен 8 сек., из них 4 сек. затрачивается на обработку детали и 4 сек. — на транспортировку. В начале линии и между двумя ее участками размещены магазины-накопители, которые известное время бесперебойно питают заготовками последующий участок, когда по каким-либо причинам предыдущий останавливается.

Контроль на линии принят выборочный (0,5—1%). Для этой цели 5 деталей в конце 1-го участка и 5 деталей в конце 2-го участка принудительно отделяются и подаются в контрольные приборы-автоматы.

Стружки со станков и рабочих базовых поверхностей удаляются сжатым воздухом. Если при сверлении сломается сверло, то участок автоматически останавливается, а с места аварии подается световой сигнал.

Узлы линии сконструированы так, что отдельные ее агрегаты или секции после переналадки могут образовать поточную линию, которая будет обрабатывать корпусные кольца или крышки и ободки других калибров. В случае изготовления корпусного кольца методами точного литья или объемной штамповкой принятый технологический процесс обработки на линии принципиально остается неизменным.

Создание автоматических станочных линий по обработке деталей часов является закономерным процессом развития методов и средств обработки в массовом производстве. Автоматическая станочная линия резко повышает производительность труда и коренным образом изменяет структуру и организацию производства на данном участке. Автоматическая станочная линия пришла на смену поточной станочной линии, где отдельные типы станков соединялись тем или другим транспортирующим устройством и создавали поточное движение деталей.

В ближайшем будущем малооперационные часовые детали — колодка и колонка волоска, минутный триб и другие — должны изготавливаться на агрегатных станках. Точение заготовок колодки и колонки, сверление и зенкование отверстий, фрезерование пазов и плоскостей и снятие заусенцев — все должно выполняться на одном станке. При таком способе производства производительность труда по этим деталям увеличивается примерно в 4 раза вследствие сокращения вспомогательного времени на установку и закрепление детали, пуск и остановку станка и снятие детали. Кроме того, при изготовлении деталей за один установ повышается точность их обработки и уменьшается процент потерь при наладке.

Агрегатные станки целесообразно применять и для выполнения комплекса операций на таких многооперационных деталях, как платина, мосты, баланс, анкерная вилка и другие. Например, все фрезерные операции по обработке анкерной вилки будут выполняться на одном агрегатном станке.

В настоящее время при выполнении большинства гальванических операций детали загружаются вручную, например при меднении, никелировании и цинковании. Сейчас для этих видов покрытий спроектированы автоматы, которые будут выполнять не только основные операции-покрытия, но и осуществлять подготовительные работы и окончательно промывать покрытые детали.

Уже запроектировано герметическое устройство для автоматической окраски корпусов будильников в электростатическом поле напряжением 100 кв. В этом устройстве непрерывно движущийся поток корпусов проходит последовательно операции подготовки поверхности окраски и сушки.

По сравнению с покраской пульверизатором окраской в электростатическом поле достигается большая экономия дорого-

стоящих эмалей, а качество покрытий значительно улучшается. Кроме того, сокращается время выполнения операций.

Запроектирован также автомат для шлифования и полирования корпусных деталей часов. С введением такого автомата помимо увеличения производительности в 2—3 раза значительно улучшаются условия труда работающих.

В часовом производстве промывочные операции составляют значительную долю работ. Детали промываются после выполнения тех или других операций, а также перед выдачей в работу из кладовых, где они хранятся смазанные маслом. Всего по технологическому процессу по наручным часам насчитывается до 200 промывочных операций. Применение на одном из часовых заводов промывки деталей в моечных составах с вибратором на 20 килогерц дало значительный эффект. Время промывки в ультразвуковой установке сокращается в 3—4 раза по сравнению с применяемыми методами, а качество промывки гораздо лучше. Промывочных составов расходуется меньше.

В часовом производстве большая работа проводится и по модернизации металлорежущих станков. Это мероприятие не требует больших затрат и экспериментирования.

В модернизации станков С-81А и С-57А предусмотрен ориентированный останов шпинделей, повышено число оборотов электродвигателей и разгружены шпиндели от радиальных усилий, создаваемых ремнем. Производительность станков возрастает примерно на 20%.

В модернизированном станке С-50 число скоростей распределительных валов увеличивается с 6 до 12, а время цикла изменяется от 5 до 128 сек. Станок приводится от высокочастотного электродвигателя, вращающегося со скоростью 12000 об/мин.

Производительность станка возрастает примерно на 30%.

К станкам С-8а и С-15 монтируются дополнительные устройства для автоматического останова в момент достижения заданного размера детали. Производительность этих станков повышается примерно на 15%.

В технологии часового производства сборочные операции разъемных и неразъемных соединений составляют по трудоемкости от 40 до 50%. Поэтому, естественно, внимание технологов и конструкторов направлено на то, чтобы автоматизировать и механизировать эти сборочные операции. На сборке узлов колес и баланса уже применяются пресс Д-246 и прибор П-32.

Для повышения производительности труда на операциях запрессовки камней в платину и мосты вместо прессы С-195 (фиг. 13, глава 10) запроектирован и изготовлен опытный пятишпиндельный автомат, на котором будут автоматически выполняться: ориентированная подача платины или моста из бункера к месту запрессовки, ориентированная подача из бункеров камней, запрессовка камней в платину последовательным методом и, наконец, съем платины. Производительность на таком автомате возрастает в 3—4 раза при

сохранении качественных показателей. Автомат такого типа может быть применен для запрессовки втулок и штифтов в платину.

Для окончательной сборки узла барабана изготовлен опытный образец полуавтомата.

Заводная головка будет навинчиваться на валик автоматически, тогда производительность на этой операции повысится в 1,5 раза.

Регулирование системы баланс—волосок на число колебаний будет производиться автоматически на новом электронном приборе П-34. Точность регулирования на этом приборе повышается до 5 сек. вместо 15 сек., достигаемых в среднем на приборе П-12.

Статическое уравнивание баланса будет выполняться в механизме-эталоне с точностью до 1 мин. вместо уравнивания на ножах, где точность не превышает 4—5 мин. Время выполнения операции также сокращается в 2—3 раза.

Выполнение внутренней и внешней концевых кривых также будет механизировано и они будут иметь более правильную геометрическую форму. Одновременно будет изменен способ крепления волоска в колодке и колонке. Это значительно упрощает выполнение 8-й операции на сборке — пуск механизма в ход.

Предохранительные зазоры между анкерной вилкой и двойным роликом баланса будут устанавливаться без баланса. Положение рожков и копы анкерной вилки в механизме будет определяться проекционным методом. На экране проектора, установленном на рабочем месте, будет отражаться положение вилки и сравниться с наложенным на экран проекционным чертежом. При таком способе отладки хода повышается производительность и точность операции сборки и отпадает необходимость производить монтаж баланса на 4-й операции.

Часовой механизм будет смазываться устройством, подающим в определенные места механизма строго дозированное количество масла. Мосты будут устанавливаться пневматическими устройствами.

На поточный метод обработки будут переведены все многооперационные детали: платина, циферблат, баланс, корпус и др. Для этого потребуются во многих случаях изменить способы обработки деталей. Например, для печатания шкал циферблатов ручной станок будет заменен автоматом, полировка поверхности циферблатов будет автоматизирована и т. д.

Перечисленные основные технические мероприятия в совокупности с организационными мероприятиями, к которым в первую очередь относится ритмичность работы, а также значительное расширение специализации и кооперирования производства, дадут возможность поднять технику часового производства на новую, более высокую ступень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксельрод З. М., Часовые механизмы, Машгиз, 1947.
2. Барун Б. А., Металлорежущие станки точной индустрии, Оборонгиз, 1938.
3. Беляев В. Н., Анкерный спуск, Машгиз, 1951.
4. Богуславский П. А., Токарные автоматы и полуавтоматы, Машгиз, 1948.
5. Головин Г. М. и Пешков Е. О., Специальные станки в приборостроении, Машгиз, 1952.
6. Зубцов М. Е., Технология холодной штамповки, Машгиз, 1950.
7. Лайнер В. И. и Кудрявцев Н. Г., Основы гальваностегии, Металлургиздат, 1953.
8. Лаворко П. К., Памятка мастера гальванических покрытий, Машгиз, 1953.
9. Призент Д. И., Технология обработки деталей аппаратуры проводной связи, Госэнергоиздат, 1951.
10. Романовский В. П., Справочник по холодной штамповке, Машгиз, 1949.
11. Смирнов - Аляев Г. А. и Вайнтрауб Д. А., Холодная штамповка в приборостроении, Машгиз, 1950.
12. Соколовский И. А., Режущий инструмент для приборостроения, Машгиз, 1954.
13. Тищенко О. Ф., Часовые зубчатые зацепления, Машгиз, 1950.
14. Шишков Б. И., Конструкция штампов в часовом производстве, Оборонгиз, 1941.
15. Яхин А. Б., Проектирование технологических процессов механической обработки, Оборонгиз, 1946.
16. Энциклопедический справочник «Машиностроение», Машгиз, 1951.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица значений Φ_z

Первый столбец содержит первые две цифры значения z , верхняя строка — третью цифру (второе место после запятой). В остальных строках даны значения Φ_z *.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,0000	0,0080	0,0160	0,0240	0,0320	0,0398	0,0478	0,0558	0,0638	0,0718
0,1	0786	0876	0956	1034	1114	1192	1278	1350	1428	1506
0,2	1586	1664	1742	1818	1896	1974	2052	2328	2206	2282
0,3	2358	2434	2510	2586	2662	2736	2812	2836	2960	3034
0,4	3108	3182	2386	3328	3400	3472	3544	3616	3688	3758
0,5	3830	3900	3970	4038	4108	4176	4246	4314	4380	4448
0,6	4514	4582	4648	4714	4778	4844	4908	4972	5034	5098
0,7	5160	5222	5284	5346	5408	5468	5528	5588	5646	5704
0,8	5762	5820	5878	5934	5910	6046	6102	6156	6212	6266
0,9	6318	6372	6424	6476	6528	6578	6630	6680	6730	6778
1,0	6826	6876	6922	6970	7016	7062	7108	7154	7198	7242
1,1	7286	7330	7372	7416	7458	7498	7540	7580	7620	7660
1,2	7698	7738	7776	7814	7850	7888	7924	7960	7994	8030
1,3	8064	8098	8132	8164	8196	8330	8262	8294	8324	8364
1,4	8384	8414	8444	8472	8502	8530	8558	8584	8612	8638
1,5	8664	8690	8714	8740	8764	8788	8812	8936	8856	8882
1,6	8904	8926	8948	8968	8990	9010	9030	9050	9070	9090
1,7	9108	9128	9146	9164	9182	9198	9216	9232	9250	9266
1,8	9282	9298	9312	9328	9342	9356	9372	9386	9398	9412
1,9	9426	9438	9452	9464	9476	9438	9500	9512	9522	9534
2,0	9544	9556	9566	9576	9586	9596	9606	9616	9624	9634
2,1	9642	9652	9660	9668	9676	9684	9692	9700	9708	9714
2,2	9722	9728	9736	9742	9750	9756	9762	9768	9774	9780
2,3	9786	9792	9796	9802	9808	9812	9818	9822	9826	9832
2,4	9836	9840	9844	9850	9854	9858	9862	9864	9868	9872
2,5	9876	9880	9882	9886	9890	9892	9896	9898	9902	9904
2,6	9906	9910	9912	9914	9913	9920	9922	9924	9926	9928
2,7	9930	9932	9934	9936	9938	9940	9942	9941	9946	9948
2,8	9949	9950	9952	9954	9955	9956	9957	9958	9960	9962
2,9	9963	9964	9965	9966	9967	9968	9969	9970	9971	9972
3,0	9973	9974	9975	9976	9977	9978	9978	9979	9980	9980
3,1	9981	9982	9982	9983	9983	9984	9984	9984	9985	9985
3,2	9986	9986	9987	9987	9988	9988	9989	9989	9990	9990
3,3	9990	9991	9991	9991	9992	9992	9992	9993	9993	9993
3,4	9993	9994	9994	9994	9994	9994	9995	9995	9995	9995

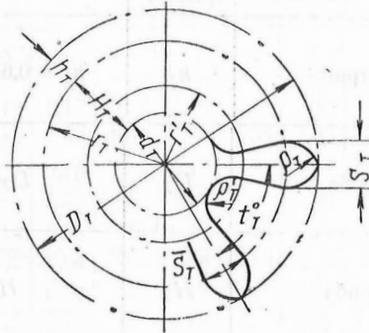
* Первые четыре знака после запятой

Продолжение табл. 1

Параметры зацепления	Обозначения	Основные соотношения
Наружный диаметр колеса	D_k	$D_k = 2 \left(r_c \cos \beta + \sqrt{\rho_k^2 - r_c^2 \cdot \sin^2 \beta} \right), \text{ где } \angle \beta =$ $= \angle \alpha - \frac{t_k}{4}$ $\cos \alpha = \frac{r_k^2 + r_c^2 - \rho_k^2}{2 \cdot r_k \cdot r_c}$
Высота головки зуба колеса	h_k	$h_k = \frac{D_k}{2} - r_k$
Высота ножки колеса	H_k	$H_k = \frac{t_k}{2} = \frac{\pi \cdot m}{2} = 1,57 m$
Диаметр корневой окружности колеса	d_k	$d_k = 2 (r_k - H_k)$
Радиус дуги, очерчивающей впадину зуба	ρ'_k	$\rho'_k = \frac{d_k}{2} \left(\frac{S_m \frac{t_k}{4}}{1 - \sin \frac{t_k}{4}} \right)$
Радиус окружности центров дуг, очерчивающих впадины зубьев	r'_k	$r'_k = \frac{d_k}{2} + \rho'_k$
Толщина зуба по общей нормали к дугам, очерчивающим головку зуба (наибольшая толщина зуба)	S_k	$S_k = 2 (\rho_k - r_c \cos \beta), \text{ где}$ $\beta = \alpha - \frac{t_k}{4};$ $\cos \alpha = \frac{r_k^2 + r_c^2 - \rho_k^2}{2 \cdot r_k \cdot r_c}$
Толщина зуба по дуге делительной окружности колеса	S_k	$s_k = \frac{\bar{t}_k}{2} = \frac{\pi \cdot m}{2} = 1,5 \cdot m$

Таблица 2

Размеры, определяющие профили зубьев трибов



Наименование размера	Обозначение размера	Основные соотношения между размерами	
Модуль	m	$m = \frac{2r_T}{z_T}$	
Число зубьев триба	z_T	—	
Передаточное отношение	i	$i = \frac{z_K}{z_T}$	
Межцентровое расстояние	A	$A = \frac{(z_K + z_T) \cdot m}{2}$	
Радиус делительной окружности	r_T	$r_T = \frac{m \cdot z_T}{2}$	
Угловой шаг триба	t_T°	$t_T^\circ = \frac{360^\circ}{z_T}$	
Радиус дуги, очерчивающей головку зуба триба	ρ_T	Для трибов с $z \leq 10$	Для триба с $z > 10$
		$\rho_T = 0,70 \cdot m$	$\rho_T = 0,83 \cdot m$

Продолжение табл. 2

Наименование размера	Обозначение размера	Основные соотношения между размерами	
Высота головки зуба триба	h_1	$h_1 = 0,675 m$	$h_1 = 0,800 m$
Наружный диаметр триба	D_T	$D_T = 2(r_T + h_T)$	
Высота ножки зуба триба	H_T	$H_T = h_k + 0,4m$	
Диаметр корневой окружности триба	d_T	$d_T = 2(r_T - H_T)$	
Радиус дуги, очерчивающей впадину зуба триба	ρ'_T	$\rho'_T = \frac{d_T}{2} \left(\frac{\sin \frac{120^\circ}{z_T}}{1 - \sin \frac{120^\circ}{z_T}} \right);$ $\rho'_T = \frac{d_T}{2} \left(\frac{\sin \frac{108^\circ}{z_T}}{1 - \sin \frac{108^\circ}{z_T}} \right)$	
Радиус окружности центров дуг, очерчивающих впадины зубьев	r'_T	$r'_T = \frac{d_T}{2} + \rho'_T$	
Толщина зуба триба по хорде делительной окружности	s_T	$s_T = z_T \cdot \sin \frac{60^\circ}{z_T};$ $s_T = z_T \cdot \sin \frac{72^\circ}{z_T}$	
Высота зуба триба по дуге делительной окружности	\bar{s}_T	$\bar{s} = \frac{1}{3} \bar{t}_T;$ $\bar{s}_T = \frac{2}{5} \bar{t}_T$	

Таблица 3

Основные размеры зубчатого колеса в зависимости от числа зубьев
триба и передаточного отношения при $m = 1$

Число зубьев триба	Обозначение раз- мера	Передаточное отношение										
		5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
6	$\frac{\Delta_c}{\rho_k}$	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,21	0,22
	$\frac{\rho_c}{\rho_k}$	1,80	1,82	1,83	1,84	1,86	1,88	1,89	1,90	1,92	1,94	1,95
7	$\frac{\Delta_c}{\rho_k}$	0,15	—	0,16	—	0,17	—	0,18	—	0,19	—	0,21
	$\frac{\rho_c}{\rho_k}$	1,90	—	1,93	—	1,96	—	1,99	—	2,02	—	2,05
8	$\frac{\Delta_c}{\rho_k}$	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,19	0,20
	$\frac{\rho_c}{\rho_k}$	2,00	2,02	2,04	2,06	2,08	2,10	2,12	2,14	2,16	2,18	2,20
9	$\frac{\Delta_c}{\rho_k}$	0,13	—	0,14	—	0,15	—	0,16	—	0,17	—	0,19
	$\frac{\rho_c}{\rho_k}$	2,10	—	2,14	—	2,18	—	2,22	—	2,26	—	2,30
10	$\frac{\Delta_c}{\rho_k}$	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
	$\frac{\rho_c}{\rho_k}$	2,25	2,27	2,29	2,31	2,33	2,35	2,37	2,38	2,41	2,43	2,45
11	$\frac{\Delta_c}{\rho_k}$	0,11	—	0,12	—	0,13	—	0,14	—	—	—	—
	$\frac{\rho_c}{\rho_k}$	2,35	—	2,39	—	2,43	—	2,47	—	—	—	—
12	$\frac{\Delta_c}{\rho_k}$	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	—	—	—	—
	$\frac{\rho_c}{\rho_k}$	2,45	2,48	2,50	2,52	2,55	2,58	2,60	—	—	—	—
14	$\frac{\Delta_c}{\rho_k}$	0,08	0,08	0,09	—	—	—	—	—	—	—	—
	$\frac{\rho_c}{\rho_k}$	2,70	2,72	2,75	—	—	—	—	—	—	—	—
16	$\frac{\Delta_c}{\rho_k}$	0,06	0,06	0,07	—	—	—	—	—	—	—	—
	$\frac{\rho_c}{\rho_k}$	2,90	2,93	2,96	—	—	—	—	—	—	—	—
18	$\frac{\Delta_c}{\rho_k}$	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$\frac{\rho_c}{\rho_k}$	3,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Длина врезания при нарезании зубчатых колес и трибов с высотой зуба
 $h_0 = 2,17 m$

Модуль шестерни в мм	0,1	0,12	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
Высота зуба h_0 в мм	0,217	0,26	0,33	0,43	0,54	0,65	0,88	1,08
Диаметр фрезы в мм	Длина врезания l_1 в мм							
10	1,45	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1
12	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,1	3,4
15	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,5	3,9
18	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,4	3,9	4,3
20	2,1	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4,1	4,5
24	2,3	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9	4,5	5,0
30	2,5	2,8	3,1	3,5	4,0	4,4	5,0	5,6
35	2,7	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,4	6,0
40	2,9	3,2	3,6	4,1	4,6	5,0	5,8	6,5
45	3,1	3,4	3,8	4,4	4,9	5,4	6,2	6,9
50	3,3	3,6	4,1	4,6	5,2	5,7	6,5	7,3

Таблица определения ΔR по углам $\Delta\beta$ и $\Delta\gamma$

$\Delta\beta$ $\Delta\gamma$	ΔR																		
0°00'	0	0°30'	2,41	1°00'	4,82	1°30'	7,23	2°00'	9,64	2°30'	12,05	3°00'	14,46	3°30'	16,87	4°00'	19,27	4°30'	21,68
0°01'	0,08	0°31'	2,49	1°01'	4,90	1°31'	7,31	2°01'	9,72	2°31'	12,13	3°01'	14,54	3°31'	16,95	4°01'	19,35	4°31'	21,76
0°02'	0,16	0°32'	2,57	1°02'	4,98	1°32'	7,39	2°02'	9,80	2°32'	12,21	3°02'	14,62	3°32'	17,03	4°02'	19,43	4°32'	21,84
0°03'	0,24	0°33'	2,65	1°03'	5,06	1°33'	7,47	2°03'	9,88	2°33'	12,29	3°03'	14,70	3°33'	17,11	4°03'	19,51	4°33'	21,92
0°04'	0,32	0°34'	2,73	1°04'	5,14	1°34'	7,55	2°04'	9,96	2°34'	12,37	3°04'	14,78	3°34'	17,19	4°04'	19,59	4°34'	22,00
0°05'	0,40	0°35'	2,81	1°05'	5,22	1°35'	7,63	2°05'	10,04	2°35'	12,45	3°05'	14,86	3°35'	17,27	4°05'	19,67	4°35'	22,08
0°06'	0,48	0°36'	2,89	1°06'	5,30	1°36'	7,71	2°06'	10,12	2°36'	12,53	3°06'	14,94	3°36'	17,35	4°06'	19,75	4°36'	22,16
0°07'	0,56	0°37'	2,97	1°07'	5,38	1°37'	7,79	2°07'	10,20	2°37'	12,61	3°07'	15,02	3°37'	17,43	4°07'	19,83	4°37'	22,24
0°08'	0,64	0°38'	3,05	1°08'	5,46	1°38'	7,87	2°08'	10,28	2°38'	12,69	3°08'	15,10	3°38'	17,51	4°08'	19,91	4°38'	22,32
0°09'	0,72	0°39'	3,13	1°09'	5,54	1°39'	7,95	2°09'	10,36	2°39'	12,77	3°09'	15,18	3°39'	17,59	4°09'	19,99	4°39'	22,40
0°10'	0,80	0°40'	3,21	1°10'	5,62	1°40'	8,03	2°10'	10,44	2°40'	12,85	3°10'	15,26	3°40'	17,67	4°10'	20,07	4°40'	22,48
0°11'	0,88	0°41'	3,29	1°11'	5,70	1°41'	8,11	2°11'	10,52	2°41'	12,93	3°11'	15,34	3°41'	17,75	4°11'	20,15	4°41'	22,56
0°12'	0,96	0°42'	3,37	1°12'	5,78	1°42'	8,19	2°12'	10,60	2°42'	13,01	3°12'	15,42	3°42'	17,83	4°12'	20,23	4°42'	22,64
0°13'	1,04	0°43'	3,45	1°13'	5,86	1°43'	8,27	2°13'	10,68	2°43'	13,09	3°13'	15,50	3°43'	17,91	4°13'	20,31	4°43'	22,72
0°14'	1,12	0°44'	3,53	1°14'	5,94	1°44'	8,35	2°14'	10,76	2°44'	13,17	3°14'	15,58	3°44'	17,99	4°14'	20,39	4°44'	22,80
0°15'	1,21	0°45'	3,62	1°15'	6,03	1°45'	8,44	2°15'	10,85	2°45'	13,26	3°15'	15,67	3°45'	18,07	4°15'	20,48	4°45'	22,88
0°16'	1,29	0°46'	3,70	1°16'	6,11	1°46'	8,52	2°16'	10,93	2°46'	13,34	3°16'	15,75	3°46'	18,15	4°16'	20,56	4°46'	22,96
0°17'	1,37	0°47'	3,78	1°17'	6,19	1°47'	8,60	2°17'	11,01	2°47'	13,42	3°17'	15,83	3°47'	18,23	4°17'	20,64	4°47'	23,04
0°18'	1,45	0°48'	3,86	1°18'	6,27	1°48'	8,68	2°18'	11,09	2°48'	13,50	3°18'	15,91	3°48'	18,31	4°18'	20,72	4°48'	23,12
0°19'	1,53	0°49'	3,94	1°19'	6,35	1°49'	8,76	2°19'	11,17	2°49'	13,58	3°19'	15,99	3°49'	18,39	4°19'	20,80	4°49'	23,20
0°20'	1,61	0°50'	4,02	1°20'	6,43	1°50'	8,84	2°20'	11,25	2°50'	13,66	3°20'	16,07	3°50'	18,47	4°20'	20,88	4°50'	23,28
0°21'	1,69	0°51'	4,10	1°21'	6,51	1°51'	8,92	2°21'	11,33	2°51'	13,74	3°21'	16,15	3°51'	18,55	4°21'	20,96	4°51'	23,36
0°22'	1,77	0°52'	4,18	1°22'	6,59	1°52'	9,00	2°22'	11,41	2°52'	13,82	3°22'	16,23	3°52'	18,63	4°22'	21,04	4°52'	23,44
0°23'	1,85	0°53'	4,26	1°23'	6,67	1°53'	9,08	2°23'	11,49	2°53'	13,90	3°23'	16,31	3°53'	18,71	4°23'	21,12	4°53'	23,52
0°24'	1,93	0°54'	4,34	1°24'	6,75	1°54'	9,16	2°24'	11,57	2°54'	13,98	3°24'	16,39	3°54'	18,79	4°24'	21,20	4°54'	23,60
0°25'	2,01	0°55'	4,42	1°25'	6,83	1°55'	9,24	2°25'	11,65	2°55'	14,06	3°25'	16,47	3°55'	18,87	4°25'	21,28	4°55'	23,68
0°26'	2,09	0°56'	4,50	1°26'	6,91	1°56'	9,32	2°26'	11,73	2°56'	14,14	3°26'	16,55	3°56'	18,95	4°26'	21,36	4°56'	23,76
0°27'	2,17	0°57'	4,58	1°27'	6,99	1°57'	9,40	2°27'	11,81	2°57'	14,22	3°27'	16,63	3°57'	19,03	4°27'	21,44	4°57'	23,84
0°28'	2,25	0°58'	4,66	1°28'	7,07	1°58'	9,48	2°28'	11,89	2°58'	14,30	3°28'	16,71	3°58'	19,11	4°28'	21,52	4°58'	23,92
0°29'	2,33	0°59'	4,74	1°29'	7,15	1°59'	9,56	2°29'	11,97	2°59'	14,38	3°29'	16,79	3°59'	19,19	4°29'	21,60	4°59'	24,00

$\Delta\beta$ $\Delta\gamma$	ΔR																		
5°00'	24,08	5°30'	26,49	6°00'	28,89	6°30'	31,30	7°00'	33,70	7°30'	36,11	8°00'	38,51	8°30'	40,91	9°00'	43,31	9°30'	45,71
5°01'	24,16	5°31'	26,57	6°01'	28,97	6°31'	31,38	7°01'	33,78	7°31'	36,19	8°01'	38,59	8°31'	40,99	9°01'	43,39	9°31'	45,79
5°02'	24,24	5°32'	26,65	6°02'	29,05	6°32'	31,46	7°02'	33,86	7°32'	36,27	8°02'	38,67	8°32'	41,07	9°02'	43,47	9°32'	45,87
5°03'	24,32	5°33'	26,73	6°03'	29,13	6°33'	31,54	7°03'	33,94	7°33'	36,35	8°03'	38,75	8°33'	41,15	9°03'	43,55	9°33'	45,95
5°04'	24,40	5°34'	26,81	6°04'	29,21	6°34'	31,62	7°04'	34,02	7°34'	36,43	8°04'	38,83	8°34'	41,23	9°04'	43,63	9°34'	46,03
5°05'	24,48	5°35'	26,89	6°05'	29,29	6°35'	31,70	7°05'	34,10	7°35'	36,51	8°05'	38,91	8°35'	41,31	9°05'	43,71	9°35'	46,11
5°06'	24,56	5°36'	26,97	6°06'	29,37	6°36'	31,78	7°06'	34,18	7°36'	36,59	8°06'	38,99	8°36'	41,39	9°06'	43,79	9°36'	46,19
5°07'	24,64	5°37'	27,05	6°07'	29,45	6°37'	31,86	7°07'	34,26	7°37'	36,67	8°07'	39,07	8°37'	41,47	9°07'	43,87	9°37'	46,27
5°08'	24,72	5°38'	27,13	6°08'	29,53	6°38'	31,94	7°08'	34,34	7°38'	36,75	8°08'	39,15	8°38'	41,55	9°08'	43,95	9°38'	46,35
5°09'	24,80	5°39'	27,21	6°09'	29,61	6°39'	32,02	7°09'	34,42	7°39'	36,83	8°09'	39,23	8°39'	41,63	9°09'	44,03	9°39'	46,43
5°10'	24,88	5°40'	27,29	6°10'	29,69	6°40'	32,10	7°10'	34,50	7°40'	36,91	8°10'	39,31	8°40'	41,71	9°10'	44,11	9°40'	46,51
5°11'	24,96	5°41'	27,37	6°11'	29,77	6°41'	32,18	7°11'	34,58	7°41'	36,99	8°11'	39,39	8°41'	41,79	9°11'	44,19	9°41'	46,59
5°12'	25,04	5°42'	27,45	6°12'	29,85	6°42'	32,26	7°12'	34,66	7°42'	37,07	8°12'	39,47	8°42'	41,87	9°12'	44,27	9°42'	46,67
5°13'	25,12	5°43'	27,53	6°13'	29,93	6°43'	32,34	7°13'	34,74	7°43'	37,15	8°13'	39,55	8°43'	41,95	9°13'	44,35	9°43'	46,75
5°14'	25,20	5°44'	27,61	6°14'	30,01	6°44'	32,42	7°14'	34,82	7°44'	37,23	8°14'	39,63	8°44'	42,03	9°14'	44,43	9°44'	46,83
5°15'	25,29	5°45'	27,69	6°15'	30,10	6°45'	32,50	7°15'	34,91	7°45'	37,31	8°15'	39,71	8°45'	42,11	9°15'	44,51	9°45'	46,91
5°16'	25,37	5°46'	27,77	6°16'	30,18	6°46'	32,58	7°16'	34,99	7°46'	37,39	8°16'	39,79	8°46'	42,19	9°16'	44,59	9°46'	46,99
5°17'	25,45	5°47'	27,85	6°17'	30,26	6°47'	32,66	7°17'	35,07	7°47'	37,47	8°17'	39,87	8°47'	42,27	9°17'	44,67	9°47'	47,07
5°18'	25,53	5°48'	27,93	6°18'	30,34	6°48'	32,74	7°18'	35,15	7°48'	37,55	8°18'	39,95	8°48'	42,35	9°18'	44,75	9°48'	47,15
5°19'	25,61	5°49'	28,01	6°19'	30,42	6°49'	32,82	7°19'	35,23	7°49'	37,63	8°19'	40,03	8°49'	42,43	9°19'	44,83	9°49'	47,23
5°20'	25,69	5°50'	28,09	6°20'	30,50	6°50'	32,90	7°20'	35,31	7°50'	37,71	8°20'	40,11	8°50'	42,51	9°20'	44,91	9°50'	47,31
5°21'	25,77	5°51'	28,17	6°21'	30,58	6°51'	32,98	7°21'	35,39	7°51'	37,79	8°21'	40,19	8°51'	42,59	9°21'	44,99	9°51'	47,39
5°22'	25,85	5°52'	28,25	6°22'	30,66	6°52'	33,06	7°22'	35,47	7°52'	37,87	8°22'	40,27	8°52'	42,67	9°22'	45,07	9°52'	47,47
5°23'	25,93	5°53'	28,33	6°23'	30,74	6°53'	33,14	7°23'	35,55	7°53'	37,95	8°23'	40,35	8°53'	42,75	9°23'	45,15	9°53'	47,55
5°24'	26,01	5°54'	28,41	6°24'	30,82	6°54'	33,22	7°24'	35,63	7°54'	38,03	8°24'	40,43	8°54'	42,83	9°24'	45,23	9°54'	47,63
5°25'	26,09	5°55'	28,49	6°25'	30,90	6°55'	33,30	7°25'	35,71	7°55'	38,11	8°25'	40,51	8°55'	42,91	9°25'	45,31	9°55'	47,71
5°26'	26,17	5°56'	28,57	6°26'	30,98	6°56'	33,38	7°26'	35,79	7°56'	38,19	8°26'	40,59	8°56'	42,99	9°26'	45,39	9°56'	47,79
5°27'	26,25	5°57'	28,65	6°27'	31,06	6°57'	33,46	2°27'	35,87	7°57'	38,27	8°27'	40,67	8°57'	43,07	9°27'	45,47	9°57'	47,87
5°28'	26,33	5°58'	28,73	6°28'	31,14	6°58'	33,54	7°28'	35,97	7°58'	38,35	8°28'	40,75	8°58'	43,15	9°28'	45,55	9°58'	47,95
5°29'	26,41	5°59'	28,81	6°29'	31,22	6°59'	33,62	7°29'	36,03	7°59'	38,43	8°29'	40,83	8°59'	43,23	9°29'	45,63	9°59'	48,03

Примечание: При — Δβ или — Δγ следует брать — ΔR

Δβ Δγ	ΔR	Δβ Δγ	ΔR	Δβ Δγ	ΔR	Δβ Δγ	ΔR	Δβ Δγ	ΔR	Δβ Δγ	ΔR	Δβ Δγ	ΔR	Δβ Δγ	ΔR	Δβ Δγ	ΔR
10°00'	48,11	10°30'	50,50	11°00'	52,90	11°30'	55,30	12°00'	57,70	12°30'	60,10	13°00'	62,49	13°30'	64,86	14°00'	67,27
10°01'	48,19	10°31'	50,58	11°01'	52,98	11°31'	55,38	12°01'	57,78	12°31'	60,18	13°01'	62,57	13°31'	64,96	14°01'	67,35
10°02'	48,27	10°32'	50,66	11°02'	53,06	11°32'	55,46	12°02'	57,86	12°32'	60,26	13°02'	62,65	13°32'	65,04	14°02'	67,43
10°03'	48,35	10°33'	50,74	11°03'	53,14	11°33'	55,54	12°03'	57,94	12°33'	60,34	13°03'	62,73	13°33'	65,12	14°03'	67,51
10°04'	48,43	10°34'	50,82	11°04'	53,22	11°34'	55,62	12°04'	58,02	12°34'	60,42	13°04'	62,81	13°34'	65,20	14°04'	67,59
10°05'	48,51	10°35'	50,90	11°05'	53,30	11°35'	55,70	12°05'	58,10	12°35'	60,50	13°05'	62,89	13°35'	65,28	14°05'	67,67
10°06'	48,59	10°36'	50,98	11°06'	53,38	11°36'	55,78	12°06'	58,18	12°36'	60,58	13°06'	62,97	13°36'	65,36	14°06'	67,75
10°07'	48,67	10°37'	51,06	11°07'	53,46	11°37'	55,86	12°07'	58,26	12°37'	60,66	13°07'	63,05	13°37'	65,44	14°07'	67,83
10°08'	48,75	10°38'	51,14	11°08'	53,54	11°38'	55,94	12°08'	58,34	12°38'	60,74	13°08'	63,13	13°38'	65,52	14°08'	67,91
10°09'	48,83	10°39'	51,22	11°09'	53,62	11°39'	56,02	12°09'	58,42	12°39'	60,82	13°09'	63,21	13°39'	65,60	14°09'	67,99
10°10'	48,91	10°40'	51,30	11°10'	53,70	11°40'	56,10	12°10'	58,50	12°40'	60,90	13°10'	63,29	13°40'	65,68	14°10'	68,07
10°11'	48,99	10°41'	51,38	11°11'	53,78	11°41'	56,18	12°11'	58,58	12°41'	60,98	13°11'	63,37	13°41'	65,76	14°11'	68,15
10°12'	49,07	10°42'	51,46	11°12'	53,86	11°42'	56,26	12°12'	58,66	12°42'	61,06	13°12'	63,45	13°42'	65,84	14°12'	68,23
10°13'	49,15	10°43'	51,54	11°13'	53,94	11°43'	56,34	12°13'	58,74	12°43'	61,14	13°13'	63,53	13°43'	66,92	14°13'	68,31
10°14'	49,23	10°44'	51,62	11°14'	54,02	11°44'	56,42	12°14'	58,82	12°44'	61,22	13°14'	63,61	13°44'	66,00	14°14'	68,39
10°15'	49,30	10°45'	51,70	11°15'	54,10	11°45'	56,50	12°15'	58,90	12°45'	61,29	13°15'	63,68	13°45'	66,07	14°15'	68,46
10°16'	49,38	10°46'	51,78	11°16'	54,18	11°46'	56,58	12°16'	58,98	12°46'	61,37	13°16'	63,76	13°46'	66,15	14°16'	68,54
10°17'	49,46	10°47'	51,86	11°17'	54,20	11°47'	56,65	12°17'	59,06	12°47'	61,45	13°17'	63,84	13°47'	66,23	14°17'	68,62
10°18'	49,54	10°48'	51,94	11°18'	54,34	11°48'	56,74	12°18'	59,14	12°48'	61,53	13°18'	63,92	13°48'	66,31	14°18'	68,70
10°19'	49,62	10°49'	52,02	11°19'	54,42	11°49'	56,82	12°19'	59,22	12°49'	61,61	13°19'	64,00	13°49'	66,39	14°19'	68,78
10°20'	49,70	10°50'	52,10	11°20'	54,50	11°50'	56,90	12°20'	59,30	12°50'	61,69	13°20'	64,08	13°50'	66,47	14°20'	68,86
10°21'	49,78	10°51'	52,18	11°21'	54,58	11°51'	56,98	12°21'	59,38	12°51'	61,77	13°21'	64,16	13°51'	66,55	14°21'	68,94
10°22'	49,86	10°52'	52,25	11°22'	54,66	11°52'	57,06	12°22'	59,46	12°52'	61,85	13°22'	64,24	13°52'	66,63	14°22'	69,02
10°23'	49,94	10°53'	52,34	11°23'	54,74	11°53'	57,14	12°23'	59,54	12°53'	61,93	13°23'	64,32	13°53'	66,71	14°23'	69,10
10°24'	50,02	10°54'	52,42	11°24'	54,82	11°54'	57,22	12°24'	59,62	12°54'	62,01	13°24'	64,40	13°54'	66,79	14°24'	69,18
10°25'	50,10	10°55'	52,50	11°25'	54,90	11°55'	57,30	12°25'	59,70	12°55'	62,09	13°25'	64,48	13°55'	66,87	14°25'	69,26
10°26'	50,18	10°56'	52,58	11°26'	54,98	11°56'	57,38	12°26'	59,78	12°56'	62,17	13°26'	64,56	13°56'	66,95	14°26'	69,34
10°27'	50,26	10°57'	52,66	11°27'	55,06	11°57'	57,46	12°27'	59,86	12°57'	62,25	13°27'	64,64	13°57'	67,03	14°27'	69,42
10°28'	50,34	10°58'	52,74	11°28'	55,14	11°58'	57,54	12°28'	59,94	12°58'	62,33	13°28'	64,72	13°58'	67,11	14°28'	69,50
10°29'	50,42	10°59'	52,82	11°29'	55,22	11°59'	57,62	12°29'	60,02	12°59'	62,41	13°29'	64,80	13°59'	67,19	14°29'	69,58

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица режимов нарезания резьбы

<i>D</i> резьбы	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,7	0,9	1 мм
Шаг резьбы	0,075	0,075	0,10	0,10	0,125	0,125	0,150	0,175	0,225	0,250
<i>v</i> резьбы метчиками по латуни ЛС63-3	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	9,5
<i>v</i> резьбы плашками по стали У7АВ	4,2	4,8	5,5	6	7	7,5	8,5	9,8	11,5	14

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Таблица основного (технологического) времени на шлифование стальных деталей на станке С-15

Припуск 0,02 мм. Класс чистоты 9—10-й

Количество одновр. обраб. деталей	Диаметр обра- ботанной дета- ли	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10
		Основное (технологическое) время в минутах									
20	—	—	—	—	—	0,42	0,62	0,85	1,05	1,55	2,00
25	—	—	—	0,38	0,48	0,70	0,95	1,20	1,70	2,30	—
30	—	—	—	0,44	0,55	0,80	1,05	1,35	1,90	2,6	—
35	—	—	—	0,48	0,60	0,90	1,15	1,5	2,15	2,9	—
40	—	—	0,38	0,55	0,65	1,00	1,30	1,65	2,40	3,2	—
50	—	0,30	0,44	0,60	0,75	1,10	1,50	1,9	2,70	3,7	—
60	0,2	0,34	0,5	0,65	0,85	1,25	1,7	2,15	3,1	4,1	—
70	0,22	0,38	0,55	0,75	0,95	1,40	1,9	2,4	3,5	4,5	—
80	0,24	0,40	0,6	0,85	1,05	1,55	2,1	2,65	3,9	5,0	—
100	0,27	0,47	0,70	0,95	1,20	1,75	2,40	3,00	4,4	5,8	—
120	0,30	0,54	0,80	1,05	1,35	2,0	2,7	3,4	5,0	6,6	—
150	0,35	0,62	0,92	1,20	1,5	2,3	3,1	3,9	5,7	7,6	—
180	0,40	0,70	1,03	1,35	1,7	2,6	3,5	4,4	6,5	8,6	—
200	0,45	0,80	1,15	1,5	1,9	2,9	3,9	4,9	7,3	—	—
250	0,50	0,90	1,30	1,7	2,2	3,2	4,3	5,5	8,1	—	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Таблица основного технологического времени на полирование зубьев трибов

Припуск в мм	Модуль m в мм	Число зубьев триба z								
		6	7	8	10	12	14	16	18	20
		Основное (технологическое) время T_0 в мин.								
0,005	0,08	0,017	0,019	0,021	0,024	0,027	0,031	0,034	0,037	0,040
	0,10	0,019	0,021	0,023	0,027	0,030	0,034	0,037	0,041	0,044
	0,12	0,02	0,023	0,025	0,029	0,032	0,037	0,040	0,044	0,047
	0,14	0,022	0,024	0,027	0,031	0,035	0,039	0,043	0,047	0,051
	0,16	0,023	0,026	0,028	0,033	0,037	0,041	0,046	0,049	0,054
	0,18	0,024	0,027	0,029	0,034	0,039	0,043	0,048	0,052	0,056
	0,20	0,025	0,028	0,031	0,036	0,040	0,045	0,050	0,054	0,059
	0,25	0,028	0,031	0,034	0,039	0,044	0,050	0,055	0,060	0,064
	0,30	0,03	0,033	0,036	0,043	0,048	0,054	0,058	0,064	0,070
	0,01	0,08	0,024	0,027	0,030	0,035	0,039	0,044	0,048	0,052
0,10		0,27	0,030	0,032	0,038	0,042	0,048	0,053	0,057	0,062
0,12		0,029	0,032	0,035	0,041	0,046	0,052	0,057	0,062	0,067
0,14		0,031	0,034	0,038	0,044	0,049	0,055	0,061	0,066	0,072
0,16		0,032	0,036	0,040	0,046	0,052	0,059	0,064	0,070	0,076
0,18		0,034	0,038	0,042	0,049	0,054	0,061	0,067	0,074	0,080
0,20		0,036	0,040	0,044	0,051	0,057	0,064	0,071	0,077	0,083
0,25		0,039	0,044	0,048	0,056	0,062	0,071	0,078	0,085	0,091
0,30		0,042	0,047	0,052	0,060	0,067	0,076	0,084	0,091	0,096

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Таблица основного (технологического) времени на полировку цапф и уступов на станке С-8а

Припуск на диаметр = 0,01 мм

Диаметр обраб. поверх- ности в мм	Длина обрабатываемой поверхности										
	До 0,7	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0
	Основное (технологическое) время T_0 в мин.										
0,2	0,016	0,017	0,019	0,021	0,024	0,028	—	—	—	—	—
0,3	0,017	0,019	0,022	0,025	0,027	0,033	0,038	0,042	—	—	—
0,5	0,021	0,028	0,027	0,029	0,034	0,04	0,046	0,051	0,056	—	—
0,8	0,026	0,027	0,031	0,035	0,040	0,047	0,054	0,061	0,067	0,073	0,082
1,0	0,028	0,029	0,034	0,038	0,043	0,052	0,059	0,065	0,072	0,078	0,085
1,5	0,031	0,034	0,038	0,043	0,049	0,059	0,067	0,075	0,082	0,089	0,103
2,0	0,035	0,038	0,043	0,048	0,054	0,064	0,074	0,083	0,092	0,100	0,110
3,0	0,040	0,043	0,049	0,055	0,064	0,075	0,085	0,096	0,107	0,115	0,129

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Нормаль Н-3418 на промывку часовых деталей и заготовок

Наименование перехода	Рабочий материал и состав раствора	Время выдержки в мин.	Температура в °С
Освободить детали от стружки Промыть последовательно в трех бензинах Просушить в опилках	Бензин „Галоша“ ГОСТ 443-41 Буковые или пальмовые опилки	0,5—1	15—18
Продуть чистым холодным воздухом Просушить теплым воздухом	Чистый воздух из компрессора		18—24

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Глава I. Общие основы технологии	7
Основные понятия и определения	7
Производственные и технологические процессы	7
Типы производства	8
Структура машиностроительного завода	10
Точность обработки	11
Погрешности	12
Исследование точности технологических процессов по кривым распределения (статистический метод)	16
Базы обработки	21
Припуски и межоперационные допуски	25
Чистота обработанной поверхности	27
Экономика технологического процесса	31
Технологичность конструкции	31
Техническое нормирование	33
Технический контроль	36
Основы проектирования технологических процессов	39
Глава II. Металлы часового производства	46
Черные металлы	46
Цветные металлы	50
Испытание металлов	54
Глава III. Холодная штамповка	66
Вырубка и пробивка	66
Просечка, зачистка и гибка	85
Вытяжка	91
Правка, кернение, чеканка, клеймение	95
Объемная формовка	100
Прессы	104
Глава IV. Токарно-автоматные работы	110
Устройство автомата продольно-фасонного точения модели 1A10П	114
Технологические возможности автоматов продольно-фасонного точения	126
Режимы резания	135
Расчет наладки	136
Инструменты и приспособления	168
Глава V. Фрезерование зубьев колес, трибов и муфт	177
Допуски на элементы зубчатых зацеплений	182
Фрезерование зубьев по методу копирования	185
Режимы резания по методу копирования	195

Фрезерование торцевых зубьев	200
Фрезерование зубьев по методу обката	207
Режимы резания по методу обката	216
Контроль элементов зацепления	222
Глава VI. Основные операции обработки платин и мостов	225
Обтачивание и строгание торцевых плоскостей и растачивание углублений	231
Расчет наладки полуавтомата С-81А	238
Фрезерование углублений и уступов	245
Расчет наладки полуавтомата С-50	248
Пример расчета кулачков для обработки платины	253
Контроль токарных и фрезерных операций	262
Обработка отверстий	262
Сверление	262
Калибровка отверстий штампами	271
Измерение координат осей отверстий	276
Нарезание резьбы	280
Клеймение и ажурование	281
Глава VII. Обработка деталей спускового регулятора	285
Анкерное колесо	285
Анкерная вилка и копые	294
Обод баланса	302
Двойной ролик	308
Спирали (волоски)	310
Глава VIII. Изготовление корпусов, циферблатов и стрелок	321
Корпусы	321
Корпусное кольцо наручных часов	322
Ободок корпуса	332
Крышка корпуса	334
Корпусное кольцо карманных часов	337
Золотые и плакированные золотом корпусы	339
Циферблаты и стрелки	341
Глава IX. Отделочные операции	349
Шлифование и полирование стальных деталей	350
Полирование зубьев трибов	356
Полирование цапф и уступов	358
Шлифование и полирование заводных колес	370
Подготовка поверхности под покрытия	373
Голтовка	374
Шлифование и полирование деталей из латуни и нейзильбера	375
Химическое обезжиривание и травление	377
Электрохимическое обезжиривание и травление	378
Гальванические покрытия	380
Химические покрытия	391
Лако-красочные покрытия	392
Правила техники безопасности при обращении с лако-красочными материалами	397
Глава X. Сборка и регулировка часов	399
Размерные цепи	400
Сборка узлов	406
Запрессовка втулок, штифтов и камней в платины и мосты	406
Сборка колес с трибами	409
Сборка барабан	415

Сборка анкерной вилки	418
Сборка баланса	420
Сборка волоска с колодкой	425
Сборка баланса с волоском	426
Сборка часов	427
Регулировка часов	440
Прибор П-12 и работа на нем	451
Проверка наручных и карманных часов по ГОСТ	459
Заклучение	461
Литература	465
Приложения	466

Сергей Васильевич Тарасов
ТЕХНОЛОГИЯ ЧАСОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Редактор издательства *Г. Ф. Поляков*

Технический редактор *С. М. Попова*

Корректор *И. И. Жилина*

Сдано в произв. 10/II 1956 г. Подписано к печати 20/VI 1956 г. Тираж 7000 экз.
Т-05427. Печ. л. 30. Бум. л. 15. Уч.-изд. л. 31,8. Формат 60×92/16. Заказ № 232

1-я типография Машгиза, Ленинград, ул. Моисеенко, 10

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
14	Фиг. 1	ξ	φ
138	12-я снизу	для	или
145	2-я сверху	на холостом ходу	на холостые ходы
264	8-я	приняты в табл. 6	приведены в табл. 6
303	13-я и 14-я сверху	на несовпадение	на совпадение
345	4-я сверху	амилоцитате	ампл-ацетате
352	15-я снизу	л	лм



История и география Казахстана