

183150 И. И. ГУДОВ

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

МАШГИЗ

1944

И. И. ГУДОВ

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

НКТМ СССР
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1944 Свердловск

В этой книге излагается опыт знатного фрезеровщика нашей страны, депутата Верховного Совета СССР т. Гудова И. И. в области достижения высокопроизводительного фрезерования.

Книга содержит сведения по организации рабочего места фрезеровщика, внедрению многоместных высокопроизводительных приспособлений и инструментов, в ней приводятся методы подсчета рентабельности применения разных приспособлений, описывается работа бригад по обмену передовым стахановским опытом, даются советы молодым фрезеровщикам для руководства в практической работе.

Книга предназначена для фрезеровщиков, желающих достигнуть высокой производительности в своей работе.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Подготовка работы и организация рабочего места фрезеровщика	5
Рабочие приёмы	16
Использование инструмента	18
Приспособления	34
Фасонное фрезерование	64
Рентабельность применения приспособлений и специальных инструментов	73
Некоторые замечания о конструкциях приспособлений и условиях их применения	76
Новые методы работы и экономия металла	82
Пути уменьшения вспомогательного времени	85
Модернизация фрезерного станка	89
Применение высокопроизводительных методов фрезерования	111
Советы начинающим фрезеровщикам	129

ВВЕДЕНИЕ

Фрезерование является одним из основных и высокопроизводительных методов обработки металлов резанием. В современном машиностроении фрезерование имеет исключительно важное значение. Какую бы машину или боевой агрегат мы ни взяли (станок, автомобиль, трактор, танк, авиационный мотор, паровоз и др.), большинство деталей этих машин в той или иной степени обрабатывают фрезерованием.

Возможности фрезерования очень велики, но в цехах наших заводов их часто используют далеко не полностью. Например, часто закрепляют детали по-старинке по одной штуке. Нередко достаточно изготовить простое приспособление и закрепить на оправке не одну, а две-три фрезы, чтобы повысить производительность труда в 2—3 раза.

Неправильная организация рабочего места, небрежное хранение инструмента и приспособлений, плохая подготовка работы, нечёткое планирование заданий в цехе — всё это резко уменьшает производственную отдачу оборудования, в частности фрезерных станков.

Нашей основной задачей является полное использование оборудования. Эта задача особенно важна в военное время. Мы должны давать фронту максимум продукции высокого качества при наименьших себестоимости и затрате рабочей силы.

Овладение техникой фрезерования является первой и главной задачей новых кадров фрезеровщиков, которые влились в нашу промышленность за последние 2—3 года. Овладение техникой фрезерования требует настойчивой учёбы, повседневной работы над собой. В этой книге я хочу передать новым кадрам рабочих-фрезеровщиков опыт своей работы и указать пути, по которым должны идти начинающие фрезеровщики, чтобы ежедневно перевыполнять производственный план и стать мастерами своего дела.

ПОДГОТОВКА РАБОТЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ФРЕЗЕРОВЩИКА

Организация рабочего места

Непременным условием высокопроизводительной работы является тщательно продуманная организация рабочего места. В этом я убедился на собственном опыте.

По окончании курсов производственно-технического обучения я стал работать на горизонтально-фрезерном станке, на котором обрабатывалось до 120 видов деталей из разных материалов, различных форм и размеров. Для этого нужно было применять большое количество режущего инструмента и крепёжных приспособлений.

Моё рабочее место немногим отличалось от других рабочих мест цеха. Вокруг станка валялись детали, заготовки, делительные головки, трёхкулачковые патроны, планшайбы, угольники, оправки, тиски, приспособления, рама поддерживающего хобота, и всё это не было очищено от стружки. Здесь же находились различные предметы, которые не имели отношения к выполнявшейся мною работе.

В инструментальном шкафчике был беспорядок. За станком не было должного ухода. Станок не был очищен от стружки, стол и направляющие заржавлены, имелись большие люфты в ходовом винте, столе и в маховичках и рычагах управления. Опорная плоскость стола, направляющие и рычаги плит имели выбоины. Мои сменщики, очевидно, к этому беспорядку привыкли, его не замечали, сжились с ним. Я же с первого дня понял, что вследствие захламлённости рабочего места теряется много ценного рабочего времени, и стал наводить порядок на станке и около него. Я начал организовывать своё рабочее место.

Что означает — организовать рабочее место станочника? Это означает бережный уход за станком и содержание его в чистоте, освобождение места около станка от всего лишнего, что мешает движениям рабочего, наведение порядка в инструментальном шкафчике: все предметы в нём должны быть точно размещены на отведённых местах.

Организация рабочего места означает также бережное отношение к инструменту, приспособлениям и ко всему, что находится на рабочем месте станочника.

Это означает также достижение правильного обслуживания рабочего места и полное устранение потерь рабочего времени по так называемым организационно-техническим причинам (отсутствие чертежа, ремонт станка в рабочее время, отсутствие крапа и др.).

Уход за станком

Нужно постоянно следить за тем, чтобы станок был чистым, исправным и хорошо смазанным. Перед началом работы необходимо тщательно проверять механизмы стола станка, вращение шпинделя и т. д. Если при этом обнаружится какая-либо ненормальность в работе станка, нужно немедленно поставить об этом в известность мастера, чтобы тот принял необходимые меры.

На чистом, исправном и хорошо смазанном станке можно добиться высокой производительности труда. На запущенных и плохо смазанных станках работать трудно и чаще происходят аварии. Всё это должен помнить каждый станочник.

Особенно важна своевременная смазка. К сожалению, на это обращают ещё слишком мало внимания, в частности рабочего не знакомят с системой смазки станка, на котором он работает.

Рабочий должен знать, как смазывается станок, как подводится смазка к тому или другому смазочному отверстию. На одних станках применена принудительная система смазки, осуществляемая специальными масляными насосами, на других — комбинированная. Например, механизм коробки скоростей смазывается разбрызгивателем автоматически, а супорт, каретку, револьверную головку смазывает сам станочник. Нередко маслянки засоряются и масло перестаёт поступать к трущимся частям станка. Был такой случай и в моей практике. Однажды на моём фрезерном станке в коробке подач заело муфту переключения. Пришлось разобрать коробку подач, и обнаружилось, что на валик, на котором сидит муфта, масло не поступало, так как маслянка засорилась. Хотя я усердно заливал масло через эту маслянку, оно не проходило через канал к валику, в результате чего и произошло заедание.

Станочник должен хорошо знать особенности станка и его уязвимые места. Например, на горизонтально-фрезерных станках большую роль играет серьга с бронзовой втулкой, поддерживающая фрезерную оправку. Втулка эта — разрезная. При слишком сильном затягивании втулка начинает греться и заедать, а при слабом затягивании между её внутренней поверхностью и поверхностью стальной втулки, сидящей на оправке, образуется значительный зазор. При наличии значительного зазора оправка, не имеющая в концевой части достаточной поддержки, начинает отклоняться в радиальном направлении. В результате получается вибрация и ухудшается качество обработанной поверхности, ухудшается режим резания и быстро изнашиваются режущие кромки фрезы.

Движущиеся части станка — наиболее точно обработанные его детали. Требуется особенно тщательный уход за ними. Направляющие станка нужно сначала протереть тряпкой начерно, затем протереть другой тряпкой, смоченной в керосине, и в третий раз протереть насухо. После этого направляющие необходимо смазать машинным маслом; во время работы нужно следить, чтобы клинья стола были правильно подтянуты.

Для предохранения от забоя, стружки и грязи я накрывал направляющие своего станка специальной дощечкой. Она одновременно служила местом, на котором я размещал ключи и другие предметы, необходимые для обслуживания станка.

Приступая к работе на станке, прежде всего необходимо сделать следующее:

1. Проверить на слух шум в коробках скоростей и подачи. Нормальный шум — тихий и ровный. Ненормальный — резкий, со стуками. Ненормальный шум — это сигнал о неисправности механизма коробки скоростей, втулок или других частей механизма станка.

2. Проверить, хорошо ли подтянуты подшипники. Если подшипники подтянуты слабо, или, наоборот, затянуты туго, качественная обработка невозможна. Обрабатываемая поверхность получается волнообразной. Это может случиться и при слабо подтянутых клиньях стола. Если клинья затянуты слишком туго, могут получиться задиры направляющих стола.

Охлаждающую жидкость — эмульсию масла — нужно сменять не реже 2—3 раз в месяц, в противном случае неизбежно засорение рабочих частей станка, в первую очередь насоса охлаждения.

Инструментальный шкафчик и уход за инструментами

Образцовый порядок в инструментальном шкафчике бережет в течение смены много рабочих минут. Нужно хорошо продумать, какие секторы устроить внутри шкафчика, чтобы на первом месте лежали крепёжные ключи, на втором — промежуточные кольца, на третьем — маслёнка, на четвёртом — затяжные болты и т. д. Ни одной минуты рабочий не должен терять на розыски нужного ему предмета.

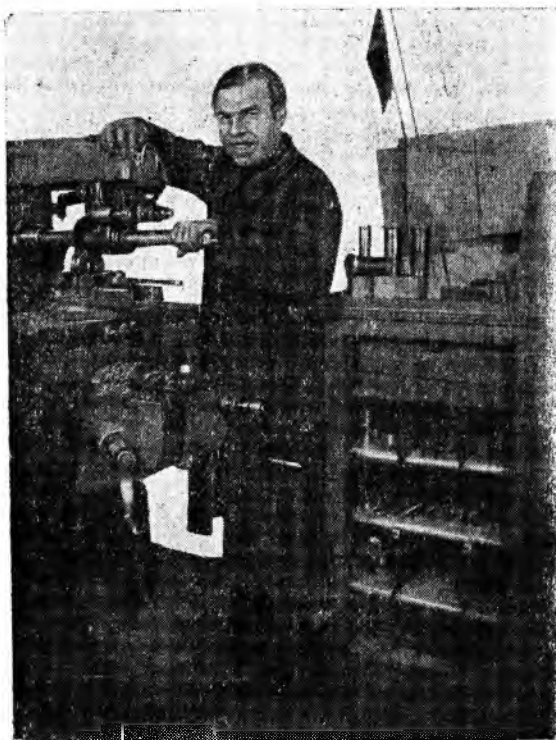
На столе тумбочки во время работы должны находиться чертёж, прикреплённый к планшетке, наряд и на определённом месте — контрольная деталь. На планшетке должно быть и самое задание.

На фиг. 1 показано правильное расположение инструментов и других предметов в инструментальном шкафчике Гудова.

Полки инструментального шкафчика рекомендуется обить белой клеёнкой. Белый цвет покажет, в каком состоянии находится содержимое шкафчика. На белой клеёнке легко заметить грязь.

Делительные головки, патроны, тиски, задние бабки с центрами и угольники должны лежать на специальном металлическом столике с двумя полками. По окончании работы тиски,

делительную головку и другие приспособления необходимо тщательно очистить от стружки и насухо протереть тряпкой. При работе на недостаточно чистых тисках рабочему приходится затрачивать на зажим деталей в несколько раз большее усилие, чем на чистых тисках. Недостаточно чистые тиски теряют свою точность и быстро выходят из строя.



Фиг. 1. Правильное расположение инструментов и других предметов в инструментальном шкафчике

попросить разобрать делительную головку. Когда разобрали головку, мы увидели, что её вращающиеся части сильно засорены чугушной стружкой. Произошло это потому, что я и моя сменщица несколько дней, обрабатывая чугунные детали, не чистили головку. Из сказанного ясно, что все приспособления, являющиеся оснасткой станков, нужно чистить так же тщательно, как и самый станок.

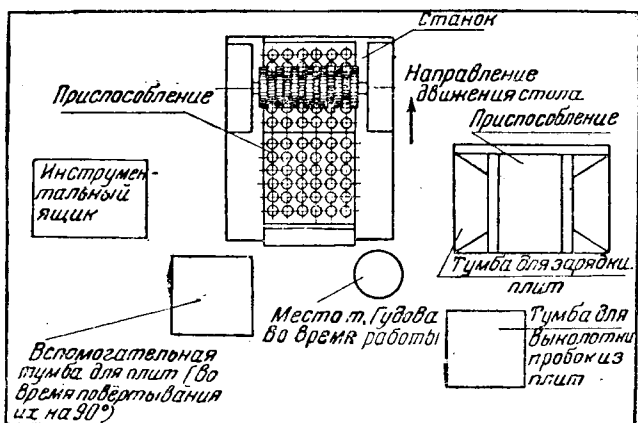
Организация рабочего места фрезеровщика

Для заготовок и готовых деталей возле станка должны быть отведены определённые места. Необходимо расположить детали так, чтобы удобно было брать заготовки и помещать готовые

детали на отведённом для них месте. Экономя рабочие движения, можно намного повысить производительность труда. Когда я только начал работать на станке, в первое время, чтобы взять деталь, мне приходилось каждый раз нагибаться до пола, что отнимало много времени и сильно утомляло. Я потребовал, чтобы для размещения деталей поставили специальные столики высотой 400 мм. Их поставили, и это сразу же облегчило работу.

На рабочем месте не должно быть ничего лишнего.

В зависимости от характера обрабатываемых деталей нужно внести те или иные изменения в план организации рабочего ме-

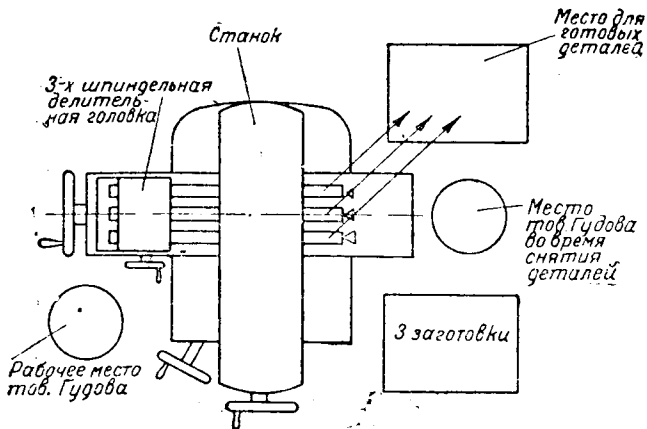


Фиг. 2. Организация рабочего места при фрезеровании бронзовых пробок

ста. Так, при фрезеровании бронзовых пробок на продольно-фрезерном станке рабочее место я организовал иначе, чем обычно. На зарядку и разрядку приспособлений я затрачивал минимум времени. На фиг. 2 показана организация рабочего места при фрезеровании бронзовых пробок.

Я тщательно подготовлял рабочее место и для фрезерования других деталей. На фиг. 3 изображена схема организации рабочего места при фрезеровании кулачков на горизонтально-фрезерном станке.

Отсюда ясно, что, приступая к обработке новой детали, рабочий должен подготовить своё рабочее место так, чтобы не приходилось делать лишних движений. Для выполнения различных работ нужно по-разному готовить рабочее место. Всё зависит от размера деталей, времени, затрачиваемого на обработку, характера применяемых приспособлений и других условий. Например, при фрезеровании кулачков я их расположил по четыре на столике и так приловчился к работе, что каждый раз точно рассчитанным приёмом сразу брал одной рукой четыре кулачка и устанавливал их в приспособлении.



Фиг. 3. Организация рабочего места при фрезеровании кулачков

Закрепление деталей за станком

Каждый рабочий, борясь за повышение производительности труда, должен, во-первых, непрерывно повышать выработку за каждый час работы и, во-вторых, добиваться того, чтобы максимально сократить простои по организационно-техническим причинам.

Непрерывно повышая выработку, я принялся за ликвидацию потерь рабочего времени вследствие нечёткого планирования работ в цехе.

Цех, в котором я работал, изготавливал детали мелкими сериями. Повышение производительности труда привело к необходимости производить частые переналадки станка, которые занимали много времени. Возникла угроза, что эти переналадки сведут на-нет весь эффект, достигнутый в результате применения стахановских методов труда. Пришлось резко поставить вопрос о перестройке системы планирования. Её перестроили следующим образом.

На участке, на котором я работал, стали обрабатывать четыре номера подобных чугунных деталей — фрикционные конусы и гайки. В них фрезеровали радиусные канавки одного размера. Работу выполняли при помощи оправок и делительной головки. Следовательно, чтобы перейти с обработки одного номера конуса на другой, нужно затратить незначительное время. Приходилось только менять оправки и устанавливать фрезы на размер фрезерования. На моём станке обрабатывалось более 20 различных стальных колец, в которых фрезеровали пазы под ключ. Их сгруппировали и планировали на станок по несколько номеров. Такой работы при однотипной наладке достаточно было на несколько смен.

Детали, которые обрабатывали при помощи тисков, тоже подбирали так, чтобы фрезерование производилось несколько смен без значительной переналадки станка.

Было время, когда обработку деталей часто переносили с одного станка на другой. Не успеешь освоить деталь, привыкнуть к ней, как дают новую деталь — с другого станка. После перестройки планирования такая переброска деталей со станка на станок стала уже менее частым явлением.

Закрепление деталей за станком — дело исключительной важности. Для того чтобы получать на каждом станке наибольшую выработку, необходимо проводить следующие мероприятия: 1) постоянно закреплять детали за станками; 2) подбирать детали в соответствии с размерами и мощностью станка, т. е. на маломощных станках обрабатывать детали помельче, на более мощных — крупные детали; 3) планировать работу так, чтобы рабочий обрабатывал одного типа детали, т. е. изделия примерно одинаковой конфигурации. Такие детали следует сводить в группы: фланцев, валиков, втулок, шестерён и т. п.; 4) при многостаночной работе необходимо подбирать детали с различной величиной машинного времени для каждого станка; 5) рабочий должен получать на обработку детали, изготовляемые из одного и того же материала.

Нельзя работать так: 2 часа обрабатывать чугунные детали, а затем переналаживать станок для обработки стальных деталей. Подбор деталей из однородного материала сокращает время переналадки с одной работы на другую. При переналадке, например, с чугуна на сталь, и наоборот, теряется много времени на генеральную уборку станка: очистку от стружки, выкачивание охлаждающей жидкости и т. п. Закрепление деталей за станком имеет огромное организующее значение. Рабочий может хорошо изучить свою работу, глубоко её продумать и найти пути к повышению производительности труда. Одна лишь выработка чётких приёмов работы обычно заметно повышает производительность.

Крайне отрицательно влияют на производительность труда рабочего перерывы при обработке партии деталей. Для примера возьмём такой случай. Рабочему дали изготовлять 200 одинаковых деталей. Уже после переналадки станка и начала работы неожиданно рабочий получил распоряжение срочно обрабатывать другую деталь. Это требует, как правило, новой переналадки станка. Время, затрачиваемое на переналадку, в таких случаях намного превышает время обработки детали. По окончании обработки «аварийной» детали приходится снова налаживать станок для окончания прерванной работы. Понятно, что это дезорганизует работу и резко снижает производительность, срывает ритм работы.

Всё это показывает, какую громадную роль играет в цехе планировщик. От него, от его распорядительности зависит успешность работы на всём участке.

Планировщик должен обеспечить своевременную доставку к рабочему месту заготовок, нарядов, предупредить рабочего о предстоящей новой работе, помочь подготовиться к работе. Хорошая подготовка работы обеспечивает половину успеха.

Подготовка к работе

Делом чести каждого советского рабочего является полное использование всех 480 мин. рабочей смены. Для этого нужно приходить на работу немного раньше, проверить и смазать станок, проверить заготовки и наладку, осмотреть состояние фрез, ознакомиться с чертежами и нарядом. Когда раздастся гудок, станок должен начать работать и фреза должна начать резать металл. Обычно рабочие уже после гудка начинают знакомиться с заданием и вследствие этого теряют много рабочего времени.

Изготовив первую деталь, нужно немедленно предъявить её контролёру для проверки. Только когда на первой детали поставлено клеймо «годно», можно продолжать работу, периодически проверяя, конечно, обрабатываемые детали.

Во время работы, в продолжение всего рабочего дня, нужно по-хозяйски присматриваться к тому, как ведут себя в работе станок, приспособления, режущий инструмент, какое время затрачивается на вспомогательные движения, достаточно ли полно используются возможности станка. Каждый раз, как у рабочего в процессе наблюдения за обработкой детали появится новая мысль, он должен поделиться ею с технологом или мастером и продумать, каким образом возможно улучшить процесс обработки.

Работая на станкозаводе им. Орджоникидзе, я принял за правило по окончании смены узнавать у планировщика, какие детали мне придётся обрабатывать на следующий день, какая требуется для этой работы подготовка, есть ли заготовки. Узнав о предстоящей работе, я заходил в раздаточную кладовую и вместе с раздатчиком подбирал необходимые инструменты.

Был у меня и такой случай. Однажды я не позаботился о предстоящей работе. Придя на следующий день на работу, я простоял 3 часа вследствие отсутствия радиусной фрезы. Такую фрезу нашли в одной из раздаточных кладовых завода. Этот случай послужил мне уроком, что нужно заботиться о завтрашнем дне.

Как бы хорошо ни было организовано производство, как бы хорошо ни обслуживалось рабочее место, рабочий всё же сам тоже должен заботиться о своей работе, следить за тем, чтобы всё для него было подготовлено.

Большое значение имеют тщательная приёмка и сдача смены. Принимая смену, необходимо хорошо осмотреть станок и рабочее место, ознакомиться с предстоящей работой, с чертежами, нарядами, письменной инструкционной картой обработки детали. Если деталь незнакомая, нужно узнать у сменщика, в чём особенности обработки её, как ведет себя станок, хороши ли приспособления. В случае обнаружения неисправности в станке или беспорядка на рабочем месте нужно немедленно поставить об этом в известность мастера. Сменщик должен сдать рабочее место в образцовом порядке.

За сдачей и приёмкой смены, образцовым состоянием всех рабочих мест обязан следить сменный мастер.

Обслуживание рабочего места

В тот период, когда я начал работать фрезеровщиком, на нашем заводе не было предварительного комплектования инструмента и приспособлений. Мне самому часто приходилось подбирать в инструментально-раздаточной нужный инструмент.

На подбор фрез для фрезерования канавок у деталей фрикционных конусов и гаек быстрого хода затрачивали до двух часов. Фрезы нужно было подобрать одинаковые по ширине и диаметру.

Покажем на примере, как пагубно отражалась такая организация подготовки на производительности труда.

Мне выдавали в работу не менее 100—200 фрикционных конусов. Норма времени на наладку составляла 25 мин.

При штучной норме в 1,1 мин. 100 конусов можно обработать за время

$$100 \cdot 1,1 = 110 \text{ мин.}$$

Всего затрачено на изготовление 100 шт.

$$110 + 25 = 135 \text{ мин.}$$

Время, затрачиваемое на один конус,

$$\frac{135}{100} = 1,35 \text{ мин.}$$

На подбор фрез вместе с наладкой уходило:

$$120 + 25 = 145 \text{ мин.}$$

Всего затрачивалось

$$120 + 135 = 255 \text{ мин.}$$

В этом случае время на обработку одного конуса равно:

$$\frac{255}{100} = 2,55 \text{ мин.}$$

Потеря на одной детали

$$2,55 - 1,35 = 1,20 \text{ мин.}$$

Следовательно, невыполнение нормы было значительным.

Большие потери на подбор и наладку инструмента заставили меня добиваться подачи к станку инструмента, вполне подготовленного для выполнения работы. Данное мероприятие вполне себя оправдало.

Вначале к станку подавали только инструмент, а затем стали подавать план, наряд и приспособления. Впоследствии весь цех перешёл на такую организацию подготовки производства.

Правильное обслуживание рабочего места — один из важнейших источников увеличения производительности труда. Там, где плохо поставлены подготовка и обслуживание рабочего места, — там производительность труда низка.

От чёткой работы инструментально-раздаточных кладовых в значительной степени зависит полная загрузка рабочего дня станочников. Вот почему надо следить за тем, чтобы в инструментальных кладовых поддерживали чёткий порядок, чтобы инструмент лежал на отведённом для него месте: нормальный инструмент — на одних стеллажах, специальный инструмент — на других, приспособления — на третьих. Измерительный инструмент должен лежать на отдельных стеллажах. Его нужно хранить в специальных закрытых футлярах. Инструменты и приспособления, которые хранят в инструментально-раздаточной кладовой, необходимо периодически проверять, чистить и смазывать. Каждый раз после возвращения рабочим приспособлений, находившихся у него в употреблении, нужно тщательно их проверить.

Предварительная подготовка инструмента и приспособлений может сберечь много рабочего времени. Инструментально-раздаточные должны заранее получать пятидневные и суточные планы производства.

Для комплектования необходимо отвести специальный стеллаж. Комплект инструмента должен находиться в особых ящиках с обозначением номера детали и операции. По мере надобности и в соответствии с суточным графиком работы комплект инструмента в ящике подносят к станку и выдают на марку рабочему. Комплект, который был в работе, должен пройти через контроль. Годный комплект возвращают на место, а затупленный и негодный отдают в заточку и на исправление.

Производительность цеха, производственная отдача оборудования в очень большой степени зависят от налаженности работы и порядка в инструментально-раздаточной. Порядок в инструментально-раздаточной гарантирует от простоев вследствие отсутствия инструмента или вследствие того, что нужный инструмент трудно во время обнаружить. Вот почему на инструментально-раздаточную нельзя смотреть как на простую кладовую, как это принято на многих предприятиях. Здесь должны хранить — и притом в образцовом порядке — все документы: чертежи, инструментально-комплектовочные карты, по которым комплектуют инструмент, инструкционные карты. Здесь же должны вести учёт нормального и специального инструмента и приспособлений.

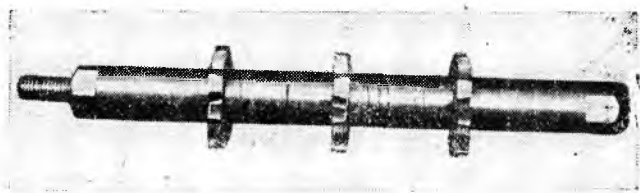
В штате инструментально-раздаточной должны быть комплектовщики и подносчики. Комплектовщикам могут быть лишь достаточно квалифицированные работники, хорошо разбирающиеся в инструменте, чертежах и приспособлениях.

В хорошо организованных раздаточных следует создавать специальные группы подготовки. В обязанность работников этих групп входят: доводка развёрток, сборка комплектов фрез, изго-

товление простых шаблонов, оправок и мелкий ремонт приспособлений.

Такая организация инструментально-раздаточных обеспечит достаточное уплотнение работы станочника, поможет полностью использовать его рабочий день, сведёт на-нет простои по организационно-техническим причинам.

Важно ввести ещё предварительное комплектование наборов фрез. Набор представляет собой ряд простых фрез, закреплённых на общей оправке и подобранных в зависимости от профиля фрезеруемого изделия. Набор фрез должно конструировать бюро технологических процессов при составлении последних. Более сложные наборы фрез следует производить в специальных инструментальных цехах. Раньше набор фрез наладживали следую-



Фиг. 4. Набор из трёх фрез на временной оправке

щим образом. Сначала помещали на оправке кольцо, затем по пазу детали или по габариту приспособления устанавливали фрезу, подбирали кольца, устанавливали другую фрезу и т. д. Подбор фрез был чрезвычайно затруднён. К тому же фрез некоторых размеров часто вовсе не оказывалось. Иногда за необходимостью кольца того или иного размера между фрезами и кольцами прокладывали куски бумаги, жести и других подобных материалов, которые попадались под руку. На составление набора затрачивали много времени. Например, на составление набора для фрезерования паза в простой детали — муфте для скользящей шпонки — уходило от 1,5 до 4 час. при норме в 45 мин. Когда для этой детали был скомплектован особый набор фрез, наладка стала занимать не более 25—30 мин.

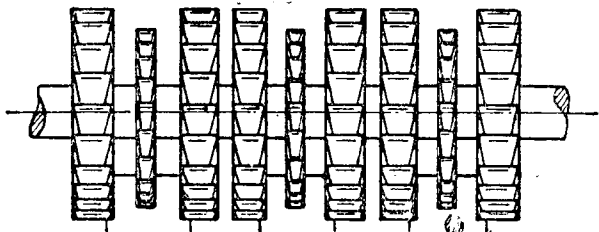
Фрезы следует подбирать следующим образом. Сначала вычерчивают чертёж набора фрез для данной детали. Этот чертёж направляют в инструментальный цех или в группу подготовки, где производится набор фрез. Один из таких наборов показан на фиг. 4. Перед установкой на станок набор направляют к контролёру инструментально-раздаточной кладовой, который должен проверить данный набор по чертежу и определить его пригодность для работы.

Фрезеровщик сначала свёртывает с оправки гайку (фиг. 4) и помещает её на рабочую оправку, закреплённую в шпинделе горизонтально-фрезерного станка. Наладка таким образом значительно упрощается. Рабочему остаётся только установить по шаблону одну фрезу данного набора.

Рабочий по окончании работы снимает с оправки фрезы кольца в порядке, показанном на схеме набора фрез, устанавливает их на временной оправке и завёртывает гайку. Этот набор поступает в инструментально-раздаточную к контролёру, который определяет пригодность его для дальнейшей работы и, в зависимости от состояния набора, направляет его в заточку или кладёт на стведённое место. Набор, находившийся в заточке, обязательно проверяет контролёр.

На фиг. 5 показан набор из девяти фрез.

Подготовка наборов фрез — дело исключительной важности. При налаженной подготовке время, затрачиваемое на наладку



Фиг. 5. Набор из девяти фрез

детали, сокращается во много раз. Вот почему необходимо, чтобы отдел подготовки производства при разработке приспособлений, в которых детали обрабатывают несколькими фрезами, одновременно составлял и чертежи наборов фрез. Таким образом, механические цехи будут получать комплектно приспособления и наборы фрез.

Потери времени по организационно-техническим причинам часто весьма значительны. Нами затронута лишь часть вопросов, решение которых поможет уменьшить эти потери. В наши задачи не входит подробная разработка этого вопроса. Ясно одно: для того чтобы обеспечить образцовое обслуживание рабочего места, нужно ещё сделать очень много.

Речь идёт об образцовой организации всего тыла производства. Общеизвестно, что состояние тыла предопределяет успех любой кампании. Так оно складывается в военном деле, так обстоит это и на производстве.

РАБОЧИЕ ПРИЁМЫ

В течение ряда лет внимание всех передовых организаторов производства приковано к вопросу об экономии рабочих движений. Для полной загрузки рабочего дня вопрос о рабочих приёмах имеет исключительно важное значение. Хорошая организация рабочего места обеспечивает только часть успеха. Для того чтобы добиться высокого уровня производительности труда, необходимо ещё тщательнее продумать, в какой последовательности будут выполняться данную работу, из суммы каких движений сложится данная операция.

Каждая рабочая операция складывается из ряда переходов. Возьмём, к примеру, операцию по фрезерованию плоскости, выполняемую на вертикально-фрезерном станке с двух проходов. Эта операция складывается из следующих рабочих переходов: 1) поставить и закрепить деталь в приспособлении; 2) фрезеровать плоскость грубо; 3) фрезеровать плоскость чисто; 4) откренить и снять деталь; 5) проверить качество детали.

Переходы делятся на приёмы: крупные и мелкие.

Рассмотрим, из каких приёмов должен состоять третий переход (профрезеровать плоскость чисто): 1) сменить подачу, 2) пустить станок, 3) подвести деталь к фрезе, 4) включить подачу, 5) фрезеровать плоскость чисто, 6) выключить подачу, 7) остановить станок, 8) вывести деталь из-под фрезы.

Крупные приёмы разбиваются на мелкие. Возьмём, к примеру, первый переход. Он состоит из следующих приёмов: 1) взять деталь правой рукой со столика и положить в приспособления, 2) с одной стороны левой рукой, а с другой — правой рукой наложить планки на места крепления, 3) рукой слегка закрепить гайки, 4) правой рукой взять ключ и закрепить гайки.

На практике работу часто выполняют не в такой строгой последовательности. Недостаточно продуманная система работы ведёт к мелким простоям. Эти простои, взятые в отдельности, могут быть незначительны — составлять доли минуты, но в сумме они достаточно велики, так как повторяются слишком часто.

Особенно важно правильно продумать систему рабочих приёмов при многостаночном обслуживании, иначе неизбежны значительные простои станков. Ритм работы каждого станка зависит от того, насколько хорошо продуманы рабочие приёмы.

Разбивку на операции и переходы устанавливает бюро технологических процессов и направляет в цехи в виде альбомов технологических процессов и инструкционных карт. Разбивка же переходов на непосредственные рабочие приёмы, т. е. установление наиболее целесообразных форм рабочих движений, должна входить в обязанности мастера, наладчика и инструктора. В этом и должно состоять конкретное производственно-техническое инструкторование.

Для иллюстрации чёткого расчёта движений в табл. 1 приведена хронометражная карта, снятая при фрезеровании 72 бронзовых пробок.

Из табл. 1 (стр. 18) видно, что расчёт рабочих движений сыграл немаловажную роль в обеспечении высоких производственных показателей, которых удалось достигнуть в этот день. Малейшая заминка могла сбить с ритма и намного снизить итог работы. Время, затрачиваемое на различные операции, было почти одинаковым в течение всего рабочего времени. Это означает, что был освоен чёткий ритм работы. В результате за 4 ч. 53 м. закончено было фрезерование 1799 пробок, что составляет 2300% нормы.

Таблица 1

Приёмы работы	Записи времени					Сумма	Среднее арифметическое
	1	2	3	4	5		
Поставить крепительные плиты с деталями в направляющие — по 2 шт.	0'25"	0'30"	0'70"	0'20"	0'20"	2'45"	0'33"
Закрепить крепит. плиты восемью болтами	0'60"	0'45"	0'50"	0'56"	0'40"	4'11"	0'50"
Подвести стол и пустить шпиндель	0'10"	0'11"	0'7"	0'9"	0'11"	0'48"	0'9,5"
Фрезеровать две стороны и две плоскости одновременно	8'26"	4'44"	3'33"	3'15"	3'59"	23'57"	1'54"
Остановить шпиндель, отвести стол автоматически, открепить крепительные плиты, установить их в приспособлении, закрепить плиты восемью болтами	2'5"	2'15"	1'45"	1'45"	1'42"	9'32"	1'54"
Подвести стол автоматически, пустить шпиндель	0'8"	0'10"	0'11"	0'9"	0'10"	9'48"	0'9,6"
Фрезеровать две стороны одновременно	6'25"	3'42"	3'34"	3'25"	3'25"	20'37"	2'36"
Остановить шпиндель, отвести стол автоматически	0'22"	0'13"	0'12"	0'15"	0'15"	0'75"	0'15"
Открепить крепительные плиты и снять с приспособления две плиты, поставить их вместе с деталями на подставку .	0'40"	0'37"	0'33"	0'20"	0'40"	2'50"	0'34"
Удалить с приспособления стружку	0'20"	0'23"	0'15"	0'15"	0'15"	0'88"	0'17,5"

$$\text{Штучное время} = \frac{\text{время в минутах}}{\text{количество штук}} = \frac{12'48''}{72} = 0,178 \text{ мин.}$$

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА

Уход за инструментом

Внешний вид и отделка инструмента имеют большое значение для повышения производительности труда рабочего. В этом нетрудно убедиться на практике. Например, если ключ, которым рабочий пользуется для крепления деталей, имеет шероховатую поверхность, если на ней имеются ещё забоины и заусенцы, то рабочий, прежде чем взять ключ в руки, должен хорошо рассмотреть, за какое место можно взяться, чтобы не оцарапать руки. Это вызывает потери рабочих минут. Если же ключ хорошо отполирован, да ещё хромирован, то рабочий может взять ключ, даже не глядя на него. И в этом случае потери времени не происходит.

Применение полированных и хромированных ключей было одним из первых моих рационализаторских мероприятий. Когда я был инструктором по стахановским методам работы, то рекомендовал всем своим ученикам завести такие же ключи, да ещё написать на них свою фамилию. К такому ключу рабочий относится с большим уважением, по нему он не станет бить чем попало, ключ не будет валяться, где придётся.

Речь идёт не только о ключах. Когда револьверщики увидели, какие у нас ключи, они тоже захотели придать своему инструменту культурный вид. Револьверщики стали полировать и хромировать крепёжные стойки, державки и т. п.

Однако дело не только во внешнем виде инструмента. Рабочего нужно снабдить инструментом, полностью отвечающим своему назначению.

Когда фрезеровали по одной детали, на зажим её затрачивали незначительное усилие. Фрезеровщик легко мог обходиться обычными нормальными ключами. Когда же я стал применять многоместные приспособления, приходилось сразу зажимать до 20 деталей. На зажим такого количества деталей затрачивали уже значительно большее усилие. Обычным ключом зажать такое количество деталей невозможно. Зажим был настолько слаб, что детали во время работы вырывало из приспособлений.

Известно, что сила зажима тем больше, чем больше плечо рычага. В данном случае рычагом является плечо ключа, у которого точкой приложения силы являются грани гайки, охваченные губками ключа. Поэтому для зажима деталей в многоместных приспособлениях пришлось ввести удлиненные ключи, которые наращивали на конце трубой.

О таких, казалось бы, мелочах нужно думать постоянно, ибо так берегают минуты.

Я принял за правило никогда ни на кого не полагаться, а самому проверять инструмент, выдаваемый из инструментальной. Случалось, что я обнаруживал на режущем инструменте забоины или что измерительные приборы давали неправильные показания. В этих случаях я немедленно возвращал инструмент в раздаточную.

Забитый, некачественный инструмент — первая причина брака, он снижает производительность труда.

В моей практике произошёл такой случай. Я фрезеровал лопастное колесо к насосу, но моя работа была забракована. Я получил замечание от мастера, и с меня удержали за брак. Вначале я стал доказывать, что я не виноват, что вина лежит на раздаточной, которая выдала негодную фрезу. Именно вследствие этого оказался преувеличенным размер паза. Однако, разобравшись подробнее, я убедился, что в браке был виноват я. Перед тем как установить фрезу, я не осмотрел состояние её корпуса. Когда я надевал её на оправку, она шла туго, и я слегка постукивал молотком по месту крепления кольцами. Когда я снял фрезу с оправки, мастер показал мне забоины на корпусе фрезы. Затяжные кольца неплотно прилегали к корпусу

фрезы, получалась перетяжка оправки, она стала бить, и это послужило причиной брака. Таким образом я поплатился за свою небрежность. В дальнейшем я стал относиться к режущему инструменту внимательно.

Режущий инструмент нужно хранить очень бережно. Запасный инструмент я держал в шкафчике, на специально отведённой для него полке. Измерительный инструмент лежал в футляре на крышке инструментального шкафчика. Никогда не следует помещать измерительный инструмент на рабочих частях станка: во время работы станка инструмент портится и теряет точность. Ни в коем случае не следует класть режущий и измерительный инструменты и другие предметы на направляющие станка: от этого портится инструмент и забиваются направляющие станка.

В инструментально-раздаточной кладовой фрезы нужно хранить на специальных стеллажах со штырями на наклонных плоскостях. На эти штыри надевают фрезы. На каждый штырь можно надеть несколько узких фрез. Однако между ними должны быть прокладки в виде фанерных кружков. При этом условия фрезы хорошо сохраняются.

Фрезу нужно выдавать на рабочее место в специальных футлярах — брезентовых или из иного материала. Это необходимо для предохранения режущих кромок от забоин.

Надевать фрезы на оправки нужно только от руки, ни в коем случае не прибегая к молотку: от удара молотка фреза портится.

После работы необходимо тщательно очистить инструмент от грязи и стружки и насухо протереть тряпкой.

Правильное применение инструмента

Режущий инструмент — наиболее активный и изменчивый фактор производства. Его влияние на производительность труда и качество продукции огромно.

Известно, что производительность и качество фрезерования зависят от правильного выбора фрез. Для обдирочных операций не нужно применять фрезы большого диаметра. Такие фрезы создают большой крутящий момент.

При фрезеровании трёх пазов стальной муфты фрикциона для револьверных станков типов 136 и 137 я сначала устанавливал фрезы диаметром 150 мм, цельные, с прямым зубом. Работали они при подаче стола $S = 29$ мм/мин, ширине пазы 22 мм и глубине фрезерования $t = 10$ мм. Фрезерование сопровождалось частыми ударами. При этом часто ломались зубья текстолитовой шестерни станка, передающей вращение коробке скоростей и подач. Тогда поставили фрезы диаметром 130 мм со вставными зубьями, которые расположены в корпусе под некоторым углом относительно его оси. Фрезы начали работать мягко, без ударов, выход стружки стал нормальным, обрабатываемая поверхность чище, и поломки шестерни прекратились. При этой подаче стола увеличили до 84 мм/мин. Следовательно, повыше-

ный диаметр фрезы увеличивал крутящий момент. Прямые зубья входили в работу не постепенно, а сразу, в результате чего фрезы работали ударами. При этом у цельных фрез между зубьями было меньшее пространство для выхода стружки, она набивалась между зубьями и обрабатываемой поверхностью, а это вызывало дополнительные напряжения, отрицательно влиявшие на работу.

Для чистовых работ следует применять фрезы соответствующего диаметра, с большим числом зубьев.

Для разных материалов нужно применять фрезы с различными углами заточек. Например, фрезами для обработки стали нельзя обрабатывать бронзу. Они не будут давать чистого среза. В этом случае фреза будет «мять» обрабатываемую поверхность.

Угол резания для цилиндрических торцевых и дисковых трёхсторонних фрез при обработке чугуна средней твёрдости и твёрдой стали составляет: передний 10° , задний $8-10^\circ$. Для обработки мягкой стали у тех же фрез передний угол равен $15-20^\circ$, а задний 10° .

Для того чтобы показать, как велико влияние геометрии заточки режущего инструмента на эффективность его работы, достаточно сказать, что искажение заднего угла на 5° от того значения, которое в данных условиях будет оптимальным, приводит к падению стойкости резцов до 2 раз, фрез — до 5 раз. Искажение переднего угла на 5° против оптимального его значения приводит к падению стойкости резцов до 3 раз, фрез до 2 раз и является причиной недостаточно чистой обработки поверхности. Соблюдение наиболее выгодной геометрии режущих инструментов обязательно. Нельзя проходить мимо этого вопроса, потому что искажение геометрии режущего инструмента в подавляющем большинстве является источником неполадок в производстве; в то же время именно в геометрии режущего инструмента скрывается наиболее доступный, простой и эффективный путь улучшения механической обработки.

Ни в коем случае нельзя работать фрезами, у которых биение на оправке выходит за пределы допустимого: примерно по цилиндру $0,05$ мм, по торцу $0,02-0,03$ мм.

При значительных биениях обрабатываемая поверхность не получается чистой и стойкость фрез резко снижается. Привожу соответствующий пример. При фрезеровании одновременно тремя фрезами паза кольца для передвижной шпонки произошёл брак. Сняли фрезы, промерили и установили, что они заточены правильно и имеют должную ширину. Снова поставили эти фрезы и обработали ими три детали. Из них две оказались негодными. Тогда обратили внимание на биение фрез. По индикатору они давали биение до $0,15$ мм. Проверили зажимные кольца. У трёх колец обнаружили непараллельные торцы. Когда поставили кольца с параллельными сторонами, фрезы перестали бить, и детали были обработаны правильно.

Биение фрез можно легко определить на-глаз или проверяя зубья по индикатору.

Биение фрез происходит по разным причинам: вследствие неправильной заточки, применения погнутых оправок и т. д. Таким образом, предотвращение биения фрез зависит от самих рабочих.

Начиная фрезеровать, нужно подводить фрезу к детали осторожно. При быстром подводе может произойти подрыв детали, и фреза выйдет из строя. Это относится особенно к фрезам с победитовыми пластинками, которые легко выкрошиваются даже от незначительных толчков и ударов. Подрыв детали и поломка фрезы могут произойти вследствие того, что кольца, которыми крепят фрезу, не затянуты. Нельзя применять для прорезания пазов цилиндрические фрезы.

В случае применения охлаждения сначала струю охлаждающей жидкости следует направить на то место, в котором стружка должна отделяться от металла. Лишь после этого подводят фрезу. В противном случае фреза может сразу нагреться и при резком охлаждении в зубьях могут образоваться трещины.

Режим фрезерования и стойкость инструмента

Режимом резания называется комбинация скорости резания, глубины резания и скорости подачи инструмента. Чем выше режим резания, тем быстрее можно обработать деталь, тем меньше будет машинное время обработки детали. Казалось бы поэтому, что для того, чтобы повысить производительность труда, достаточно установить высокий режим резания и всё будет хорошо.

На самом деле вопрос обстоит значительно сложнее.

Дело заключается в том, что при неумелом переходе на высокий режим резания ничего, кроме поломки станка или инструмента, или брака детали, не получится. Для того чтобы достигнуть высокого режима резания, необходимо создать соответствующие условия.

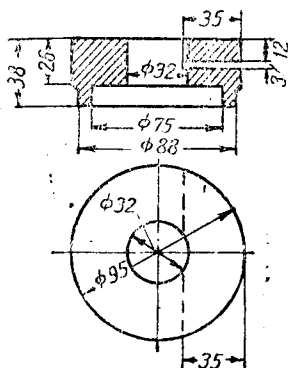
Какие же это условия?

Прежде всего станок, на котором работает рабочий, и режущий инструмент нужно привести в хорошее состояние; у него не должно быть люфтов, т. е. качек в основных механизмах; его направляющие не должны иметь забоин; рычаги переключения скоростей и подач должны находиться в полном порядке, всякие клинья правильно подтянуты; станок следует хорошо смазать. Приспособления должны быть хорошо закреплены на станке и в них правильно и прочно закреплены обрабатываемые изделия.

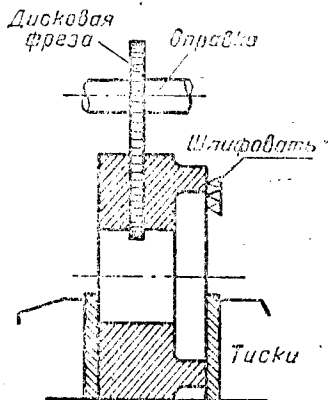
Однажды мне пришлось работать на двухшпиндельном продольно-фрезерном станке. С виду этот станок был прямо красавцем. Выделялся он своими размерами, большим количеством маховичков и рукояток управления. Одним словом, надежды на этот станок возлагал я большие. «Вот на таком станке» — думал я — «можно показать чудеса». Но все мои надежды не оправдались. При первой же попытке установить соответствующий режим резания, на весь пех раздался характерный визг дребезжащей фрезы, затем начало вырывать деталь из приспособления, а через несколько секунд фреза сломалась.

Оказалось, что в гайке ходового винта был большой люфт, клин не был подтянут. Шпиндель в подшипнике сильно бил, шестерни коробок скоростей и подачи стучали. Так ничего хорошего на этом станке я и не смог сделать, несмотря на то, что использовал крупное многоместное приспособление и специальные фасонные фрезы.

Для повышения производительности труда при фрезеровании я изменил установленные отделом нормативов завода режимы резания. Я увеличивал их в 4—5 раз и этим добился уменьшения машинного времени на обработке ряда деталей. Это и позволило мне превзойти нормы выработки в 3—5 раз.



Фиг. 6. Запорная крышка



Фиг. 7. Старый метод фрезерования запорной крышки

К увеличению режимов фрезерования я пришёл не сразу. На запорной крышке (фиг. 6) нужно было прорезной фрезой фрезеровать шлиц. Подача была установлена в 21 мм/мин. Я же перешёл на подачу 52 мм/мин и стал фрезеровать шлиц в один проход, а не в два. Такого увеличения я добился после длительных опытов, при этом тщательно следил за тем, чтобы не сломать фрезы и станка.

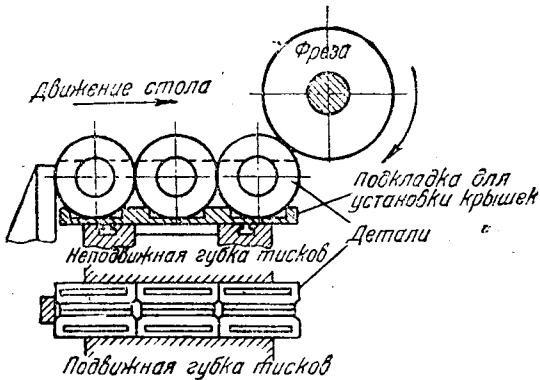
Несколько позже на обработке той же запорной крышки я добился более высоких показателей. По старому технологическому процессу фрезерование производили на глубину 35 мм при ширине 3 мм. Детали фрезеровали в тисках по одной, как показано на фиг. 7. Материал крышки — чугун средней твёрдости. По германскому технологическому процессу нужно было фрезеровать в тисках по одной запорной крышке с двух проходов. Такой метод был также принят на станкозаводе им. Орджоникидзе. При этом имелось в виду следующее: вследствие незначительной голшины фрез и большой глубины фрезерования увеличение режимов резания может привести к вибрации, и фрезы должны быстро выбить из строя.

По германскому технологическому процессу, скорость резания v должна была составлять 10 м/мин и подача $S = 40$ мм/мин.

По технологическому процессу станкозавода им. Орджоникидзе $v = 16 \text{ м/мин}$ и $S = 21 \text{ мм/мин}$.

В указанные выше технологические процессы внесли следующие изменения.

На горизонтально-фрезерном станке двумя фрезами одновременно обрабатывали шесть крышек. Потребовалось изготовить подкладку с тремя гнездами. Таким образом, обеспечили одинаковую глубину шлиц у всех шести крышек и быструю их установку. Для более надёжного крепления один торец крышки прошлифовали. Три пары крышек устанавливали на подкладку и зажимали в торец губками тисков (фиг. 8).



Фиг. 8. Схема фрезерования заборных крышек по новому методу

На фиг. 9 показан процесс фрезерования крышек. С правой стороны стола установлен упор, который воспринимает усилие подачи. При фрезеровании упор не позволяет деталям вырваться из тисков.

Изменили не только технологический процесс, но одновременно и режим резания.

Число оборотов шпинделя $n = 80 \text{ об/мин}$. В этом случае при диаметре фрезы $D = 135 \text{ мм}$ скорость резания получилась

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 135 \cdot 80}{1000} \approx 34 \text{ м/мин.}$$

Подачу увеличили до 52 мм/мин . Но такой режим применяли только в начальный момент, когда фреза врезалась в деталь. После врезания фрез автоматическую подачу выключали, и я переходил на ручную подачу до $S_n = 100 \text{ мм/мин}$ и выше.

При числе оборотов фрезы $n = 80 \text{ об/мин}$ подача на один оборот фрезы составляла

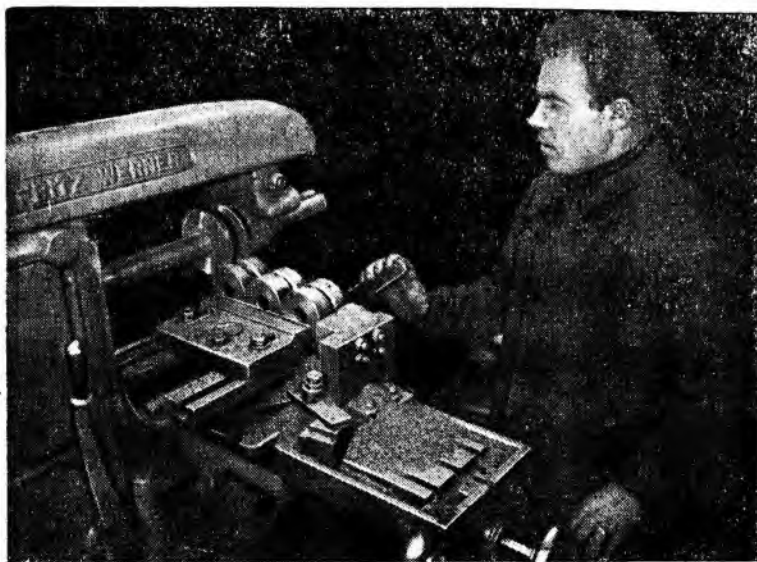
$$S_{об} = \frac{S_n}{n} = \frac{100}{80} = 1,25 \text{ мм/об;}$$

подача на зуб

$$S_z = \frac{S_0}{z} = \frac{1,25}{60} \approx 0,021 \text{ мм/зуб,}$$

где 60 — число зубьев фрезы.

и фрезеровал шлиц за один проход, а не за два, как было установлено по технологическому процессу. Опасения, что фреза выйдет из строя, оказались необоснованными, она работала полную смену без переточки. Общая продолжительность непрерыв-



Фиг. 9. Фрезерование крышек

ного резания составляла 5 ч. 44 м. По существующим нормативам, для данных условий работы стойкость фрезы была определена в 4 часа.

В табл. 2 приведены сравнительные данные фрезерования запорной крышки, а в табл. 3 — данные хронометража при фрезеровании запорных крышек.

Таблица 2

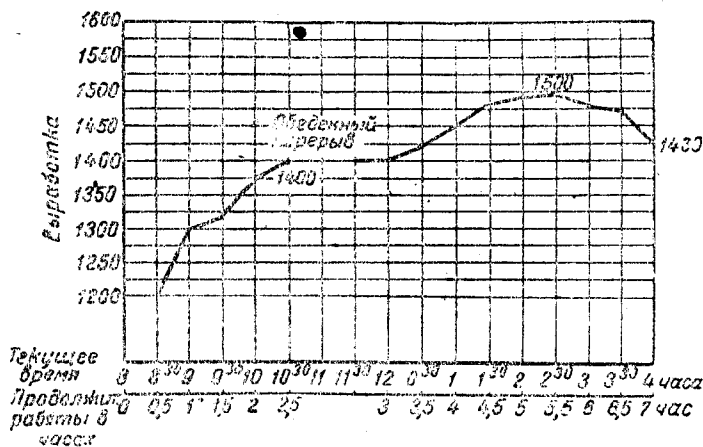
Нормативы	Машинное время, мин.	Вспомогательное время, мин.	Прибавочное время, мин.	Штучное время, мин.	Колич. деталей, выработанных за смену
Германские Сталкозавода им. Орджоникидзе	3,5	1	2,1	6,6	64
Фактическая выработка	0,51	0,11	—	0,62	700

При фрезеровании крышек норма была выполнена на 14300%. Германская норма была перекрыта в 11,1 раза.

Таблица 3

Укрупнённые приёмы работы	№ установок						
	3	6	12	46	48	49	110
	Продолжительность работы						
Протереть тиски	0'5"	0'5"	0'5"	0'5"	0'5"	0'5"	0'5"
Взять шесть деталей и закрепить в тисках	0'15"	0'15"	0'15"	0'10"	0'10"	0'10"	0'10"
Подвести стол и включить станок	0'5"	0'5"	0'5"	0'5"	0'5"	0'5"	1'5"
Машинное время фрезерования шести деталей	3'25"	3'25"	3'25"	3'10"	2'40"	2'55"	2'45"
Отнести стол и выключить станок	0'5"	0'5"	0'5"	0'15"	0'15"	0'15"	0'5"
Открепить тиски, снять и уложить шесть деталей	0'15"	0'15"	0'10"	0'10"	0'10"	0'10"	0'10"
Всего	4'10"	4'10"	4'05"	3'45"	3'15"	3'40"	3'20"

Представление о моей производительности труда в течение рабочей смены даёт диаграмма (фиг. 10), на которой каждая точка кривой представляет результат работы через каждые полчаса.



Фиг. 10. Диаграмма производительности труда т. Гудова при фрезеровании запорных крышек

За счёт увеличения только подачи при фрезеровании производительность возросла в 5 раз. Действительно, я работал с подачей 100 мм/мин и выше, а по технологическому процессу завода им. Орджоникидзе подача была принята, 21 мм/мин. Повышение производительности

$$\frac{100 \text{ и выше}}{21} \approx 5.$$

Благодаря одновременному фрезерованию вместо одной шести крышек, и притом двумя фрезами, производительность возросла в $\frac{1439}{300} = 2,86$ раза.

Другой пример. Мне нужно было профрезеровать шлиц глубиной 125 мм, шириной 3 мм на детали «кольцо» диаметром 400 мм, толщиной 10 мм в тисках по одной штуке.

При фрезеровании с большим выступом получалась сильная вибрация, вследствие чего фреза быстро притуплялась.

Тогда я стал крепить в этих же тисках пять деталей и этим самым создал жёсткость и фрезеровал двумя фрезами; стойкость фрез значительно увеличилась.

Режимы резания при фрезеровании большого числа деталей в многоместных приспособлениях наборами фрез приходилось устанавливать экспериментальным путём, так как литературные и нормативные данные относятся главным образом к фрезерованию одной фрезой при жёстком креплении детали.

Мне приходилось фрезеровать одновременно шестью, семью, девятью и тринадцатью фрезами. При этом детали были закреплены в довольно высоких приспособлениях, к тому же часто установленных на высоком накладном, поворотном столе. Всё это крайне осложняло работу, а ещё более — выбор наиболее рациональных режимов резания.

Работая со сложными наборами фрез, я особенно заинтересован был в том, чтобы ни в коем случае не снизить стойкости фрез. Переточка набора фрез, да вдобавок ещё фасонных, потребовала бы значительной затраты времени. Частая переналадка наборов фрез могла вызывать большие простои. Возьмём, например, обработку бронзовых пробок 13 фрезами. Увеличение режимов фрезерования на этой работе обязательно привело бы к необходимости по крайней мере 2—3 раза снимать набор и отдавать его в заточку. А на заточку такого набора потребовалось бы не менее 2—4 час. Я старался найти такой режим, чтобы набор фрез мог без переточки отработать полную смену. Обычная норма стойкости фрез — 4 часа.

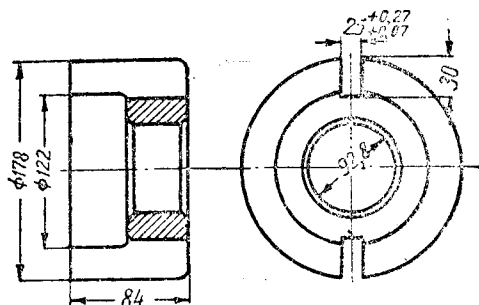
Эффективность применения наборов фрез

При фрезеровании запорных крышек я впервые работал одновременно двумя фрезами. Впоследствии мне приходилось работать одновременно 6 и даже 13 фрезами. Применение набора фрез — верный путь к максимальному использованию мощности станка. Покажем это на примере фрезерования пазов корпуса кулачкового патрона.

Фрезерование пазов корпуса кулачкового патрона

Ранее пазы в корпусах патронов (фиг. 11) фрезеровали по одному, в тисках, на горизонтально-фрезерном станке, применяя трёхстороннюю дисковую фрезу шириной 18 мм. Сначала фрезе-

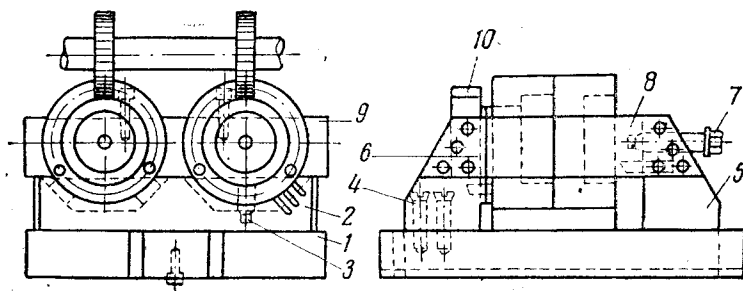
ровали один паз, а потом поворачивали деталь на 180° и обрабатывали другой паз. Штучная норма на фрезерование паза составляла 9 мин. при подаче стола $S = 52 \text{ мм/мин}$ и скорости резания $v = 28 \text{ м/мин}$. Норму за смену выполняли не больше чем на 100%.



Фиг. 11. Корпус кулачкового патрона

Это фрезерование было предварительным, а окончательное фрезерование производилось на оправке в делительной головке. Внутренний диаметр корпуса обработан под резьбу. Получалось смещение паза и большой брак.

По новому технологическому процессу пазы фрезеровали в приспособлении одновременно двумя фрезами. На фиг. 12 показана схема фрезерования корпуса кулачкового патрона по новому технологическому процессу с креплением деталей в специальном приспособлении.

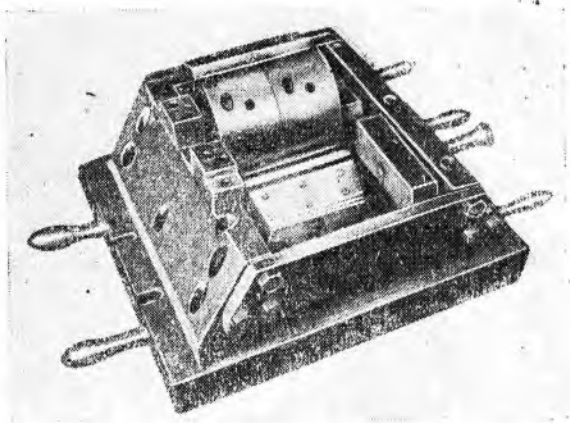


Фиг. 12. Схема фрезерования корпуса кулачкового патрона по новому технологическому процессу

Устройство этого приспособления таково. На основании 1 смонтирована плита 2 с двумя призматическими вырезами. В одном призматическом вырезе имеется сухарь 3. На том же основании 1 жёстко привёрнуты две опорные стойки 4—5. Стойка 4 служит упором при креплении детали. К стойке привёрнута опорная шайба 6, которая строго перпендикулярна по отношению к плоскости основания 1. При помощи стойки 5 деталь зажимают винтами 7, на конце которых находится прижимная шайба 8. Для обеспечения большой жёсткости стойки 4 и 5, связаны двумя планками 9. Фрезы устанавливают по шаблонам (га-

баритам) 10, которые привинчены на верху стойки 4. Установку фрез при помощи габаритов производят по щупу.

На фиг. 13 показано приспособление с установленными на нём корпусами кулачковых патронов. Пазы в корпусах фрезеровали следующим образом. Сначала в приспособлении на левой призме устанавливали два патрона и фрезеровали один паз. Затем эти два патрона поворачивали и устанавливали на правой призме, на сухарь. На освободившейся левой призме устанавливали два новых патрона, у которых фрезеровали паза. Таким



Фиг. 13. Приспособление для фрезерования пазов в корпусе кулачкового патрона

образом в левой призме фрезеровали один паз, а в правой — другой, т. е. в одном приспособлении за два приёма обрабатывали два паза.

Следует отметить, что в начале работы в приспособлении находилось два, а в дальнейшем четыре патрона. При таком методе фрезерования норма была выполнена более чем на 300%.

Расчёт мощности при фрезеровании корпусов кулачковых патронов на продольно-фрезерном двухшпиндельном станке

Материал детали — сталь 1040. Временное сопротивление разрыву $\sigma_b = 50—60 \text{ кг/мм}^2$. Фреза дисковая трёхсторонняя из быстрорежущей стали. Диаметр фрезы 150 мм. Число зубьев $z = 16$, зубья вставные. Ширина фрезерования $b = 20 \text{ мм}$, глубина резания $t = 28 \text{ мм}$.

Мы избрали следующий режим резания: $v = 38 \text{ м/мин}$; $S = 104 \text{ мм/мин}$; подача на зуб $S_{зуб} = 0,08 \text{ мм/зуб}$. По выбранному режиму резания определена эффективная мощность

$$N_{эфф} = 4,5 \text{ л. с.}$$

По формуле:

$$N_{эфф} = \frac{P \cdot v}{60 \cdot 75}$$

находим максимальное усилие P :

$$P = \frac{4,5 \cdot 60 \cdot 75}{33} = 533 \text{ кг.}$$

Полученные мощности и усилие относятся к работе одной фрезой. При работе двумя фрезами, находящимися в одинаковых условиях

$$N_{эфф} = 4,5 \cdot 2 = 9 \text{ л. с.};$$
$$P = 533 \cdot 2 = 1066 \text{ кг.}$$

По паспорту станка усилие резания, допускаемое прочностью станка, $P_{рез} = 1160 \text{ кг}$; следовательно, допустимое усилие резания больше тангенциального на $1160 - 1066 = 94 \text{ кг}$, что приемлемо.

Двойной крутящий момент на фрезе при $P = 533 \text{ кг}$ составляет

$$2M_{кр} = \frac{P \cdot d}{1000} = \frac{533 \cdot 150}{1000} = 80 \text{ кгм.}$$

Двойной крутящий момент при работе двух фрез составляет

$$2 M_{кр} = 80 \cdot 2 = 160 \text{ кгм.}$$

Полезный двойной крутящий момент по мощности набрала при $n = 81 \text{ об/мин}$ на двух шпинделях, по паспорту, равен

$$2M_{кр} = 148 \text{ кгм.}$$

Мощность, потребная на фрезерование,

$$N_{эфф} = \frac{2M_{кр} n}{1432,4} = \frac{160 \cdot 81}{1432,4} = 9 \text{ л. с.}$$

Эффективная мощность на шпинделе $N_{эфф} = 11,2 \cdot 0,75 = 8,4 \text{ л. с.}$

Следовательно, перегрузка мотора получается незначительная, всего на 7%, что при кратковременной работе вполне допустимо.

При фрезеровании 72 бронзовых пробок одновременно 13 фрезами мощность продольно-фрезерного станка использовали на 100—105%. При этом станок работал безотказно.

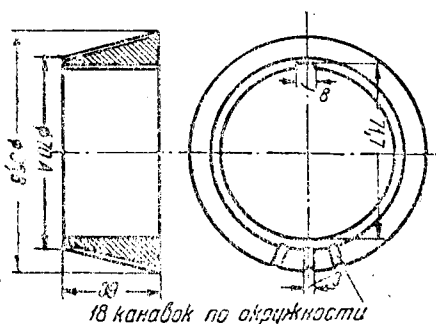
Фрезерование 13 канавок фрикционного конуса прямым и обратным методом

После пересмотра норм приняли более жёсткие режимы резания. Возможности дальнейшего увеличения режимов фрезерования были ограничены. Например, при фрезеровании гайки быстрого хода и ряда других деталей подача стола была доведена до максимальной: $S = 360 \text{ мм/мин}$. Мы направили внимание на изыскание других резервов, и они обнаружили в использовании обратного хода стола. Это и положило начало работе по сокращению вспомогательного времени и переходу на метод непрерывного фрезерования.

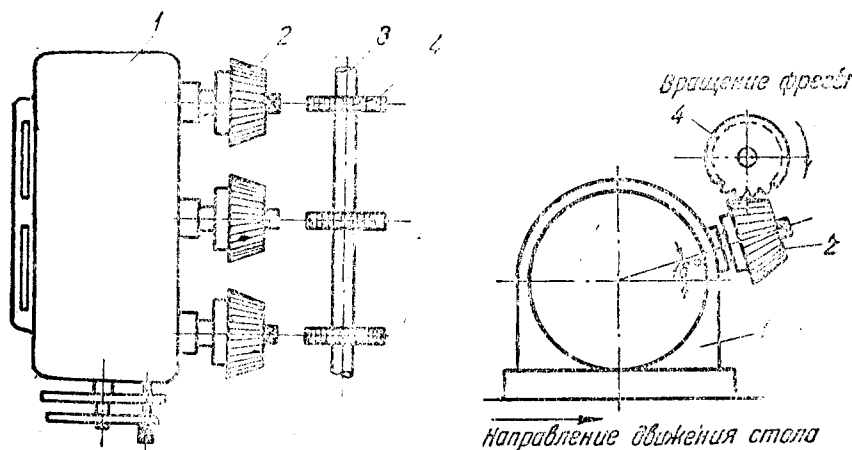
На фиг. 14 показан фрикционный конус механизма подачи револьверной головки супорта. Материал фрикционного конуса — чугун. Твёрдость по Бринеллю равна 180.

Конусы фрезеровали на трёх оправках, закреплённых на трёхшпиндельной делительной головке. Это дало возможность обрабатывать одновременно три детали тремя фрезами (фиг. 15),

Фиг. 14. Фрикционный конус



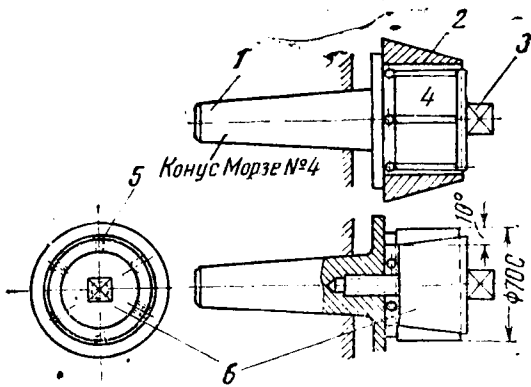
вследствие чего машинное и вспомогательное время сократили по сравнению с обработкой на одношпиндельной головке примерно в три раза. Кроме того, детали крепили на разжимных оправках, что позволяло быстро устанавливать, закреплять и снимать обрабатываемые детали.



Фиг. 15. Схема фрезерования фрикционного конуса:

1 — трёхшпиндельная делительная головка; 2 — деталь; 3 — оправка для фрез; 4 — фреза

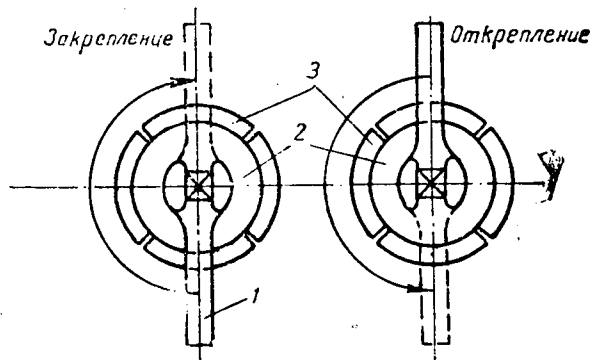
На фиг. 16 показана конструкция разжимной оправки. Цилиндрическая втулка 4, на которую надевают деталь 2, имеет шесть прорезей, благодаря чему втулка может пружинить. Одна из прорезей на фиг. 16 обозначена цифрой 5. Внутренняя часть оправки имеет внутренний конус под углом 10° и конусную нажимную пробку 3. Конический хвостовик 1 служит для крепления оправки в отверстии шпинделя делительной головки. Оправка изготовлена из стали 1040, закалена и тщательно отшлифована.



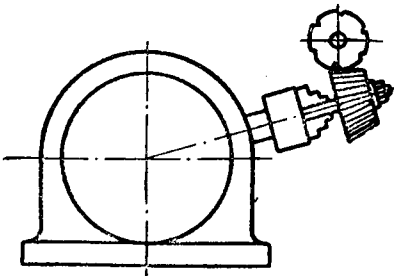
Фиг. 16. Разжимная оправка для крепления фрикционного конуса при фрезеровании

Деталь зажимают на оправке следующим образом (фиг. 17). При полуобороте ключа 1 нажимная пробка 8 разжимает пружины 2, и деталь 3 отходит от оправки.

Фиг. 17. Схема крепления и открепления фрикционного конуса на разжимной оправке



нажимную втулку и, таким образом, закрепляет деталь, посаженную на оправку 3. При полуобороте гаечного ключа в другую сторону происходит открепление детали. Применение этих оправок дало возможность значительно сократить вспомогательное время на установку, закрепление и снятие деталей.

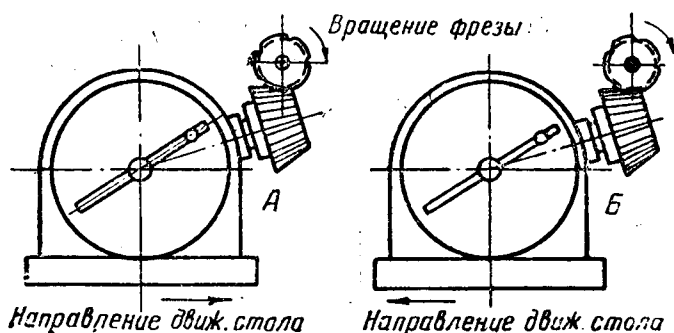


Фиг. 18. Старый метод фрезерования фрикционного конуса

Старая оправка и старый метод фрезерования (фиг. 18) одной детали одной фрезой не могли обеспечить высокой производительности. Вследствие несовершенства конструкции старой оправки установка, крепление и снятие деталей требовали значительной затраты времени. При старой оправке эти приёмы занимали 0,8 мин., а при новой 0,17 мин.

Для обработки фрикционного конуса применили метод фрезерования «по подаче», при котором вращение фрезы совпадает с направлением подачи. Таким образом сэкономили холостой ход. Раньше обратный ход выполняли вручную, и он был бесполезен.

На фиг. 19 показаны два метода фрезерования: прямой А и обратный Б. Метод Б часто называют попутным фрезерованием, так как в этом случае направление резания и направление движения стола станка совпадают.



Фиг. 19. Прямой и обратный методы фрезерования

Конусы ранее обрабатывали на горизонтально-фрезерном станке при скорости резания $v = 34$ м/мин и подаче одной детали $S = 360$ мм/мин. Штучная норма составляла 6,5 мин.

В табл. 4 приведены сравнительные данные затрат времени на изготовление одного фрикционного конуса.

Таблица 4

Норма	Машин. время, мин.	Вспомо- гательн. время, мин.	Прибав. время, мин.	Штучное время, мин.
Запроектировано . .	3,2	2,7	0,6	6,5
Фактически выпол- нено	0,41	0,57	0,08	1,06

Фрезеровать обратным методом на фрезерных станках с обычными столами можно лишь в случае небольшой глубины обработки: 0,5—1,5 мм при ширине обработки до 5 мм. Во всех других случаях нужно применять столы иного устройства, которые компенсируют люфты между винтом и гайкой. В противном случае обрабатываемая поверхность не получается чистой, происходит подрыв деталей, возникают вибрации и фрезы ломаются.

Метод обратного фрезерования весьма производительен и должен быть широко распространён. Эта задача стоит не только в области фрезерования. Уже много лет производят опыты по использованию обратного хода стола на строгальных работах. Здесь скрыты большие резервы для повышения производительности труда.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Применение простых приспособлений

Приспособления и режущий инструмент применяются на всех заводах машиностроения, ибо без них невозможна обработка ни одной детали. Но далеко не на всех заводах применяются высокопроизводительные приспособления и высокопроизводительный режущий инструмент. Между тем, внедрение высокопроизводительных приспособлений и режущего инструмента является особенно эффективным. Описать все встречающиеся и зарекомендовавшие себя с хорошей стороны приспособления невозможно; их так много, как и видов обработки, встречающихся при изготовлении деталей машин.

Задача рабочего состоит в том, чтобы подробнее ознакомиться с высокопроизводительными приспособлениями, которые должны применяться при обработке тех деталей, с которыми ему чаще приходится встречаться, и настойчиво добиваться изготовления этих приспособлений, наладки их и внедрения в производственную практику.

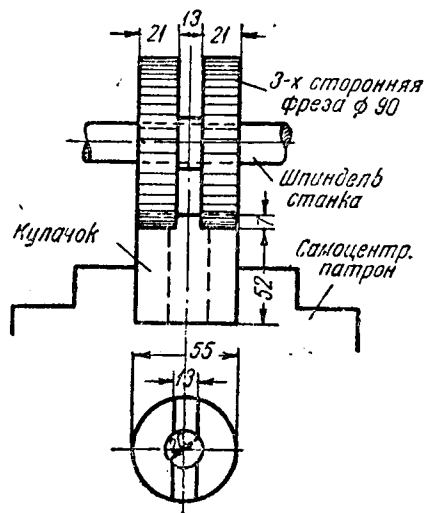
Значение приспособлений. До развития стахановского движения фрезерование на станкозаводе им. Орджоникидзе производили довольно примитивными способами: все детали обрабатывали по одной штуке, зажимали их в тисках. Принятая на заводе технология не обеспечивала необходимого качества обработки, и брак по многим деталям был исключительно велик.

Работая фрезеровщиком, я при обработке некоторых деталей встретился с рядом серьёзных затруднений. Вследствие неправильного построения технологических процессов и отсутствия необходимых приспособлений обработка иных деталей была исключительно трудной, производительность на этих работах была низкой, и к тому же получалось много брака, например, по цапгам, втулкам, лопастному колесу и т. п. Такое положение побудило нас начать усиленно работать над применением приспособлений. Это был единственно возможный путь для повышения производительности и устранения брака.

На первых порах мы применяли самые простые приспособления: установочные пробки, специальные штыри, зажимные патроны, планки, подкладки и т. д. Изготавливали их в цехе кустарно, без чертежей и эскизов. Они были несовершенны и часто даже не были закалены. Постепенно приспособления совершенствовались и рационализировались. Конструирование приспособлений

стало делом цеховых и заводских конструкторов, а изготавливали их уже не кустарно, а в инструментальных цехах. В последующем изложении на конкретных примерах я хочу показать непрерывное совершенствование моих приспособлений, отметить наиболее совершенные из них, а также проанализировать технический эффект, полученный от их применения.

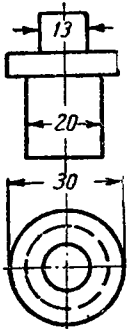
Применение пробки при фрезеровании кулачка. Кулачок фрезеровали на горизонтально-фрезерном станке двумя трёхсторонними фрезами, закреплёнными на оправке (фиг. 20). Для центрирования выступа на кулачке требовалась сложная наладка: установить фрезы по касанию и затем по торцу детали. После этого стол фрезерного станка опускали, и деталь подводили в размер для фрезерования двух торцевых плоскостей. Из сказанного следует, что при такой обработке деталь устанавливали на-глаз, и в работе было много брака. Для того чтобы ликвидировать брак, сделали стальную пробку (фиг. 21). Её вставляли в отверстие детали. Пробка позволяла устанавливать фрезы симметрично по отношению к центру отверстия детали. После установки фрез стол отводили, пробку вынимали, и приступали к фрезерованию кулачка. Применение пробки позволило резко сократить время на установку фрез, ликвидировать брак, а производительность увеличить в два раза.



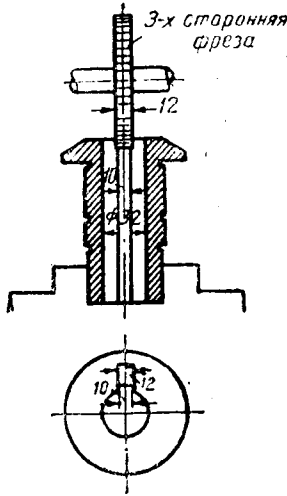
Фиг. 20. Фрезерование кулачка

Применение штыря. На фиг. 22 показано фрезерование канавки на торце чугунной втулки. Фрезеруя эту втулку в трёхкулачковом патроне, так как показано на фиг. 22, я получал много брака. Было решено применить штырь со шпонкой (фиг. 23). Штырь зажимали также в трёхкулачковом патроне, а на него надевали фрезеруемую деталь (втулку). Применение штыря позволило сократить время на установку и съём втулки, а также ликвидировать брак. Далее, для быстрой установки штыря я сделал специальную подставку с отверстием и гнездом для другого конца штыря со шпонкой. Таким образом, помещая штырь в подставку, установленную по пазу стола станка при помощи сухаря, я обеспечивал правильную установку детали по отношению к фрезе.

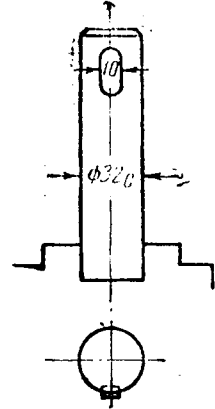
Впоследствии штырь был вделан в плиту, а в дальнейшем в плиту были вделаны три штыря, что дало возможность одновременно обрабатывать три втулки тремя фрезами, закреплёнными на одной оправке. Такой метод фрезерования (фиг. 24)



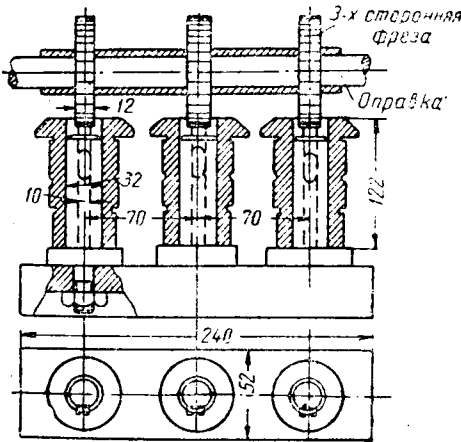
Фиг. 21. Пробка для установки фрезы



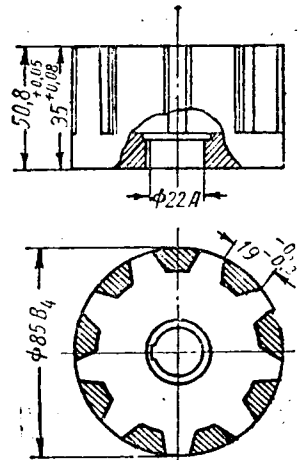
Фиг. 22. Фрезерование втулки по старому технологическому процессу



Фиг. 23. Штырь для установки втулки



Фиг. 24. Схема фрезерования втулки по новому технологическому процессу

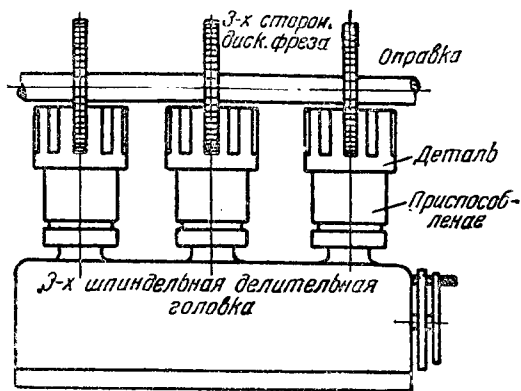


Фиг. 25. Лопастное колесо

позволил значительно увеличить производительность труда. По норме в 210 деталей в смену выпускали до 1000 шт.

Применение специальных зажимных патронов. На фиг. 25 показано лопастное колесо, у которого необходимо профрезеровать девять пазов. По старому технологическому процессу эти девять пазов фрезеровали при помощи одношпиндельной делительной головки и трёхкулачкового зажимного па-

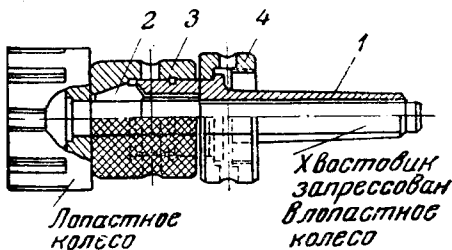
на. Детали крепили за хвостовик, который запрессовывали в лопастное колесо. Хвостовик был грубо обработан под шлифовку. Как как кулачки били, деление лопасти на девять частей происходило неправильно, зубья лопасти получались разными и фрезерование давало большой брак.



Фиг. 26. Зажимной патрон для резерования лопастного колеса

По новому технологическому процессу пазы фрезеровали при помощи трёхшпindelной делительной головки. Детали крепили посредством трёх специальных зажимных патронов (фиг. 26). Пазы фрезеровали одновременно тремя трёхсторонними дисковыми фрезами (фиг. 27). Для крепления детали использовали хвостовик, который после шлифовки запрессовывали в лопастное колесо.

Устройство зажимного патрона следующее (фиг. 26). Основой патрона является корпус 1, который имеет сквозное отверстие



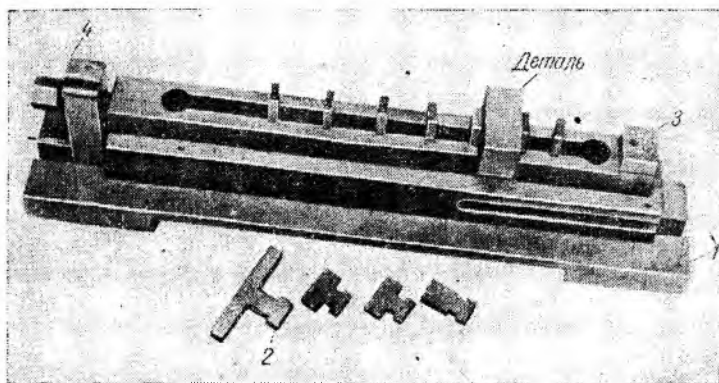
Фиг. 27. Схема фрезерования колеса по новому методу

Для прохода хвостовика и выточку для зажимной цанги 2. Хвостовик зажимают гайкой 3, которая, надавливая своей конической частью на конус цанги 2, сжимает хвостовик, а следовательно, закрепляет деталь (лопастное колесо), которая на нём запрессована. Гайка 4 служит для крепления корпуса патрона 1 на шпинделе делительной головки. Новый метод крепления обеспечил высокое качество работы. Деление лопастного колеса на девять частей производили исключительно точно. Зажим цанги был настолько жёстким, что вибрация была полностью устранена.

Известно, что цанговые зажимы широко используют для жёсткого крепления деталей на револьверных станках — автоматах и полуавтоматах. Применение таких зажимов для фрезерования было сравнительно новым делом. В дальнейшем я стал фрезеровать на трёх оправках одновременно три лопастных колеса.

Так был усовершенствован технологический процесс обработки лопастного колеса.

Тисочные приспособления. На фиг. 28 показаны многоместные зажимные тиски для одновременного зажимания нескольких деталей. Такие приспособления позволяют быстро и жёстко закрепить несколько деталей, а следовательно, обеспечивают высокую производительность работы.



Фиг. 28. Многоместные зажимные тиски

Устройство этих приспособлений сравнительно просто. Основной приспособления является стальной корпус 1, в котором выполнен фрезерованный Т-образный паз. В паз вводят прокладки 2, которые устанавливают через одну или несколько деталей.

Таким путём можно закрепить одновременно целый ряд деталей. Их жёстко зажимают между неподвижным упором 3 и подвижной прижимной планкой 4.

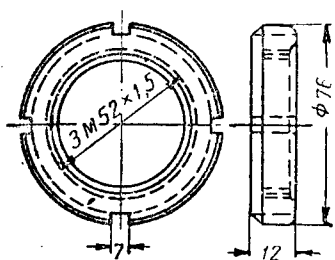
Трёхшпиндельная делительная головка

Делительные головки позволили намного превысить старые, отжившие нормы, тормозившие подъём производительности труда.

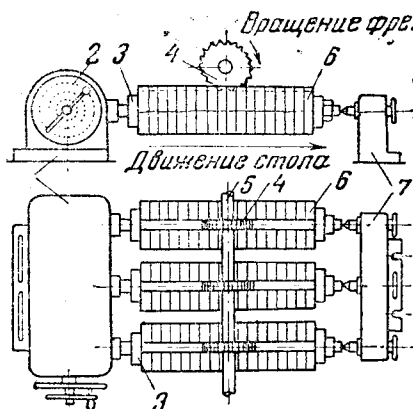
В новых нормах 1936 г. был учтён первый стахановский опыт. И тогда кое-кому из отсталых рабочих, да и из инженеров, показалось, что новые нормы являются пределом возможностей, что дальше идти уже некуда. На деле это было, конечно, далеко не так. В новых нормах были учтены главным образом повышенные режимы резания. Но оставались ещё другие резервы, которые можно и нужно было использовать, чтобы поднять производительность труда непрерывно.

Главный резерв заключается в широком применении приспособлений, позволяющих значительно усовершенствовать технологические процессы. Это я показал 22 июня 1936 г., когда при обработке четырёх различных деталей (фрикционный конус, кольцо, упорное кольцо и зажимное кольцо) выполнил сменную норму на 650%.

Были применены усовершенствованные оправки, обеспечивающие более высокую производительность, чем те, которые использовали раньше. Тогда же я стал применять трёхшпиндельные делительные головки, увеличивающие производительность примерно в 3 раза.



Фиг. 29. Затяжное кольцо



Фиг. 30. Схема фрезерования затяжных колец:

К идее использовать трёхшпиндельную делительную головку я пришел не сразу.

Сначала, как указано выше, я применял различные штыревые приспособления. Использование трёхштыревого приспособления на обработке втулки дало возможность увеличить производительность в 3 раза.

Трёхшпиндельную делительную головку можно рассматривать как универсальное штыревое приспособление, у которого штырь можно поставить вертикально, горизонтально и под любым углом. Такая универсальность давала возможность при помощи простых и дешёвых оправок выполнять многие работы и повышать примерно в 3 раза производительность только за счёт применения трёх шпинделей. Рассмотрим фрезерные работы, выполненные мною с применением трёхцентровой делительной головки.

Фрезерование затяжного кольца. На фиг. 29 изображено затяжное кольцо с четырьмя пазами. По старому технологическому процессу на одной оправке в одношпиндельной делительной головке обрабатывали одновременно 10 зажимных колец. По новому технологическому процессу для фрезерования пазов затяжные кольца насаживают на три цилиндрические оправки, закреплённые в трёхшпиндельной делительной головке (фиг. 30). Кольца фрезеруют одновременно тремя фрезами. На

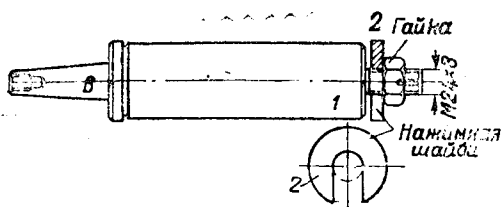
- 1 — трёхшпиндельная делительная головка; 2 — делительный диск головки; 3 — оправка; 4 — фреза; 5 — оправка для фрез; 6 — затяжные кольца; 7 — задняя бабка

каждой оправке крепят 18 колец. Таким образом, за одну установку обрабатывают 54 кольца.

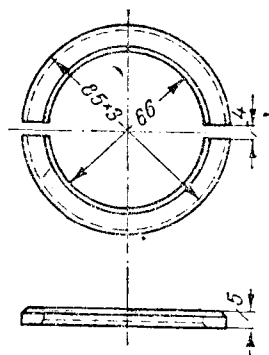
Кольца насаживают на корпус оправки 1 (фиг. 31) и прижимают нажимной шайбой 2. Шайбу легко удалить с конца оправки благодаря имеющейся в ней прорези. Шайба позволяет снимать обработанные детали, не отвинчивая полностью гайки.

Затяжное кольцо обрабатывали на горизонтально-фрезерном станке при следующих режимах фрезерования: скорость резания $v = 30$ м/мин, подача стола $S = 84$ мм/мин.

При норме в 1,5 мин. на одно кольцо штучное время удалось снизить до 0,33 мин.



Фиг. 31. Оправка для фрезерования пазов затяжных колец



Фиг. 32. Упорное разрезное кольцо

Фрезерование упорного разрезного кольца. На фиг. 32 показано упорное разрезное кольцо из стали 1045. На фиг. 33 показано разрезание кольца на две половины по старому технологическому процессу. Кольцо зажимали в тисках. Для того чтобы установить фрезу по центру кольца, приходилось каждый раз затрачивать много времени на продольное и поперечное перемещения стола. Кольцо резали сначала с одной стороны, а затем точно так же с противоположной стороны. На разрезание кольца по норме полагалось 2,2 мин.

Совершенствуя технологический процесс, я начал разрезать кольца, закрепляя их в трёхшпиндельной делительной головке на трёх оправках. Я разрезал одновременно 105 колец.

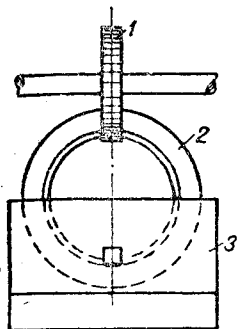
На фиг. 34 показана схема разрезания колец при помощи трёхшпиндельной делительной головки одновременно тремя дисковыми фрезами.

На фиг. 35 изображена конструкция оправки. На цилиндрическую часть 2 надевается 35 колец, которые прижимают нажимной шайбой 5 при помощи гайки 4. Оправку хвостовой части 1 крепят в конусе шпинделя делительной головки.

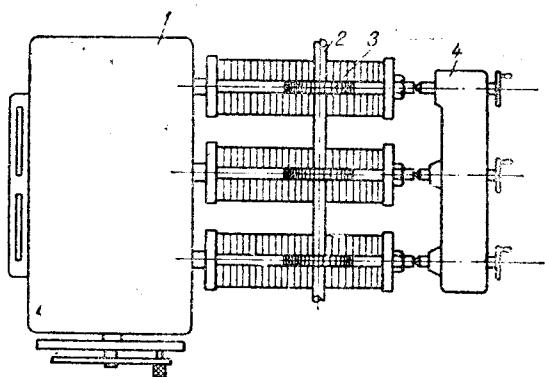
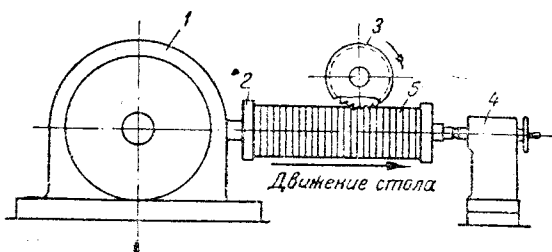
На цилиндрической части оправки имеются два паза, которые предохраняют её от повреждения при фрезеровании и по которым устанавливают фрезы во время наладки. Для того чтобы во время фрезерования не была также повреждена прижимная шайба, на торце цилиндрической части оправки запрессован штифт 3. Шайба, входя своей прорезью в штифт 3, точно устанавливается против прорезей оправки.

Кольца делят на две части делительной головкой.

Кольца фрезеровали при числе оборотов $n = 80$ об/мин и подаче стола $S = 84$ мм/мин. На изготовление одного кольца затрачивали 0,24 мин. В табл. 5 приведены сравнительные данные о затрате времени на разрезание одного кольца по запроектированному технологическому процессу и фактическому.

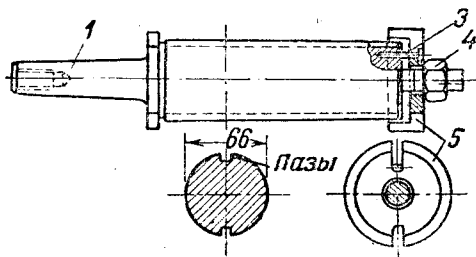


Фиг. 33. Разрезание кольца по старому технологическому процессу:
1 — фреза; 2 — деталь; 3 — тиски



Фиг. 34. Схема разрезания колец по новому технологическому процессу:

1 — трёхшпиндельная делительная головка; 2 — оправка; 3 — фреза; 4 — задняя бабка; 5 — кольцо



Фиг. 35. Оправка для крепления колец

Таблица 5

Норма	Машин. время, мин.	Вспомогательн. время, мин.	Прибав. время, мин.	Штучное время, мин.
Запроектировано . .	1,04	1,00	0,16	2,20
Фактически выполнено	0,09	0,13	0,02	0,24

Применение резьбовых и концевых оправок для кулачковых муфт

Общие сведения. Применение трёхшпindelной делительной головки натолкнуло нас на мысль взяться за организованный пересмотр технологических процессов. Новые методы работы находили всё большее число сторонников и последователей. Речь шла уже о переходе на стахановские методы труда целых участков цеха. В течение двух недель мы пересмотрели технологические процессы обработки 40 деталей, закреплённых за станком, на котором я работал с т. Круглушиной. Новые технологические процессы открыли возможность увеличить выработку деталей на 300—400%.

От отдельных производственных достижений мы перешли к планомерной, ритмичной и высокопроизводительной работе. Ниже описаны два наиболее характерных метода фрезерования с применением специальных — резьбовой и разжимной — оправок для крепления деталей.

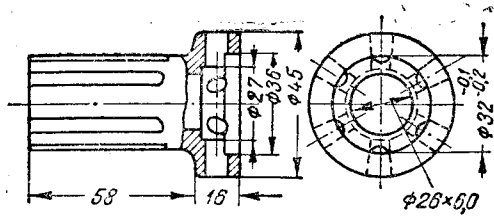
Фрезерование регулировочной гайки. На фиг. 36 показана бронзовая регулировочная гайка. На цилиндрической части гайки должно быть профрезеровано шесть канавок. По старому технологическому процессу обрабатывали по одной гайке при помощи одношпindelной делительной головки и примитивной оправки, без резьбы. Получалось много брака. Между отверстием гайки и цилиндрической частью оправки был большой зазор, и выполненные канавки имели различную глубину. Кроме того, на крепление гайки затрачивали много времени. По новому технологическому процессу фрезеровали шесть канавок на горизонтально-фрезерном станке при помощи трёхшпindelной головки и специальных резьбовых оправок. Схема фрезерования трёх гаек одновременно тремя фрезами показана на фиг. 37.

На фиг. 38 показана резьбовая оправка для этой детали. Её хвостовую часть крепят в отверстии шпинделя делительной головки. На резьбовую часть навёртывают обрабатываемую гайку. На цилиндрической части оправки имеется несколько витков резьбы, чтобы на завёртывание и свёртывание гайки уходило меньше времени.

Фрезерование муфты переключения. На фиг. 39 показана муфта переключения, у которой фрезеруют четыре кулачка. Материал муфты — сталь 1045. По старому технологическому процессу обрабатывали по одной муфте одной фрезой, на что затрачивали 14 мин. По новому технологическому процессу четыре кулачка муфты фрезеровали тремя трёхсторонними фрезами. Три муфты укрепляли на трёх разжимных оправках, которые устанавливали при помощи трёхцентровой делительной головки (фиг. 40). Кулачки муфты переключения указанным способом обрабатывали за восемь проходов.

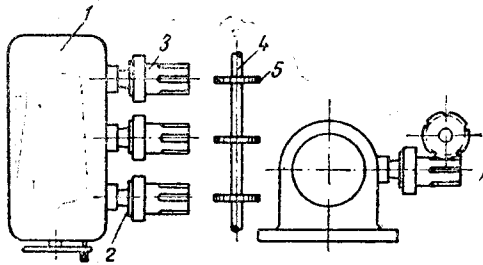
На фиг. 41 показана конструкция разжимной оправки, которой крепили муфту переключения. На цилиндрическую часть 1.

Фиг. 36. Регулировочная гайка

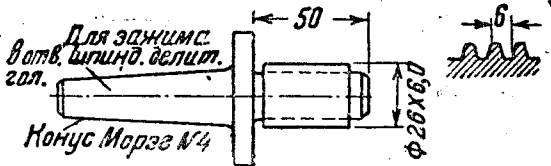


Фиг. 37. Схема фрезерования регулировочной гайки по новому технологическому процессу:

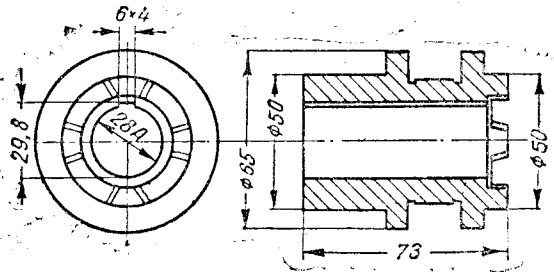
1 — трёхшпindleльная делительная головка; 2 — оправка для детали; 3 — деталь; 4 — оправка для фрез; 5 — фреза



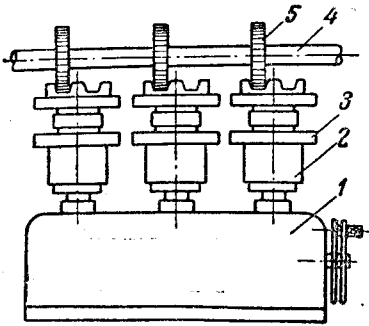
Фиг. 38. Резьбовая оправка для крещения регулировочной гайки при фрезеровании



Фиг. 39. Муфта переключения



оправки надевают фрезеруемую муфту переключения, которую крепят конической пробкой 2, разжимая оправку, имеющую три прорези. При новом технологическом процессе на обработку одной муфты затрачивали только 5 мин.

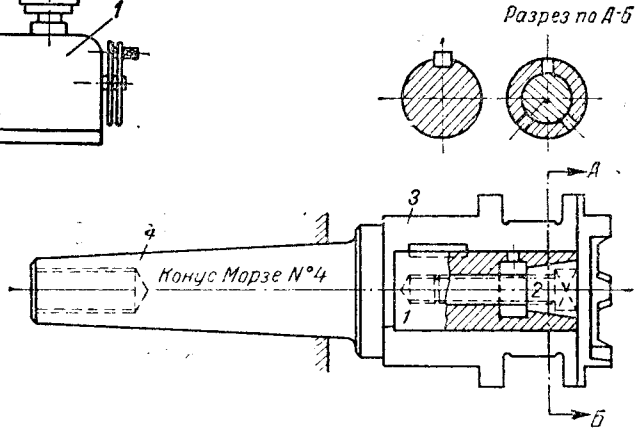


Фиг. 40. Фрезерование кулачков муфты переключения:

1 — трёхшпindleльная делительная головка; 2 — оправка; 3 — деталь; 4 — оправка для крепления фрезы; 5 — фреза

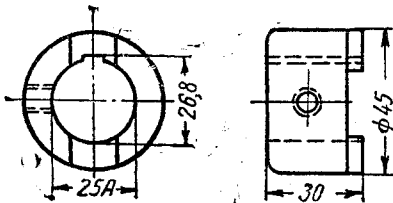
Фиг. 41. Оправка для фрезерования кулачков муфты переключения:

1 — цилиндрическая часть оправки; 2 — коническая пробка; 3 — деталь; 4 — конический хвостовик

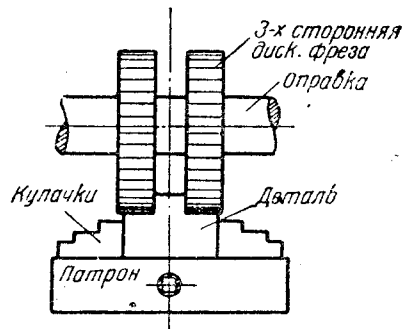


Простейшие многоступенчатые приспособления

Фрезерование бурта муфты. Муфту (фиг. 42) раньше обрабатывали двумя трёхсторонними дисковыми фрезами (фиг. 43). Деталь зажимали в трёхкулачковом патроне. При таком способе фрезерования брак достигал 50% вследствие того,



Фиг. 42. Муфта



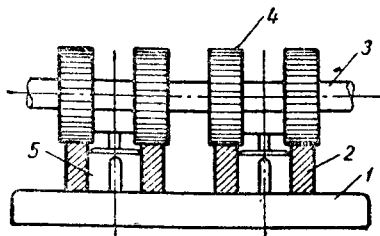
Фиг. 43. Старый метод фрезерования муфты

что почти невозможно было установить деталь так, чтобы центр канавки для шпонки находился на одной плоскости с выступом. По новому технологическому процессу муфту обрабатывали

при помощи приспособления (фиг. 44). В нём в два ряда устанавливали по четыре детали, а всего восемь деталей. Их фрезеровали одновременно четырьмя дисковыми трёхсторонними фрезами. При таком методе обработки брак почти невозможен.

На фиг. 45 показано приспособление для обработки муфты, которое состоит из опорной плиты 1 с запрессованными в неё штырями 3 со шпонкой 2. Деталь отверстием надевают на штыри 3 и фиксируют шпонками, одна из которых на фиг. 45 обозначена цифрой 2. Четыре детали зажимают одновременно прижимами 5 при помощи винта 4, гайки 10 и планки 6.

Обработка кольца для передвижной шпонки. На фиг. 46 изображено кольцо для передвижной шпонки, изготовляемое из стали 1045. В кольце необходимо профрезеровать паз 1 и две радиусные выемки 2. По старому технологическому процессу (фиг. 47) обрабатывали по одному передвижному кольцу одной фрезой. Сначала фрезеровали паз 1, затем той же трёхсторонней дисковой фрезой обрабатывали боковые радиусные выемки 2. Много времени уходило на перемещение стола. Паз 1 дол-

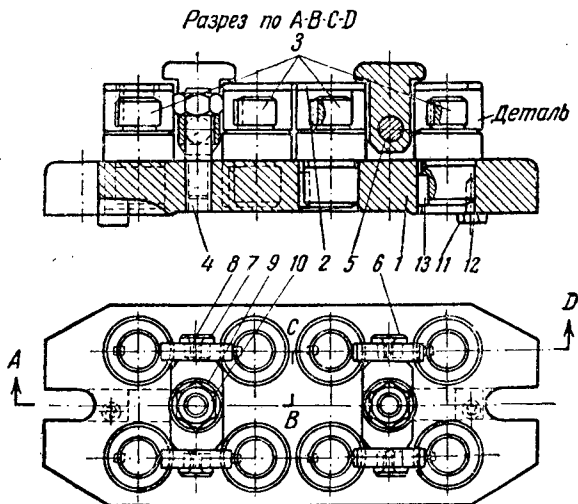


Фиг. 44. Схема фрезерования муфты по новому технологическому процессу:

1 — приспособление; 2 — деталь; 3 — оправка для фрезы; 4 — фреза; 5 — установочный штифт

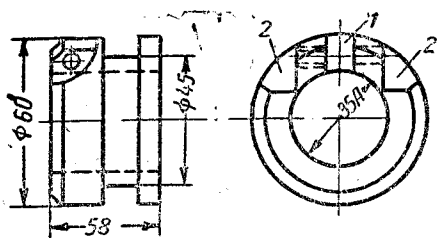
Фиг. 45. Приспособление для фрезерования муфты по новому технологическому процессу:

7 — опорная плита; 2 — шпонка; 3 — штырь; 4 — шпилька; 5 — прижим; 6 — планка; 7 — шайба; 8 — винт; 9 — шайба; 10 — гайка; 11 — сухарь; 12 — винт; 13 — шпилька

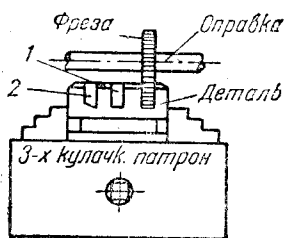


жен быть выполнен строго по центру отверстия кольца, однако вследствие перемещения стола получался брак, достигавший 50%.

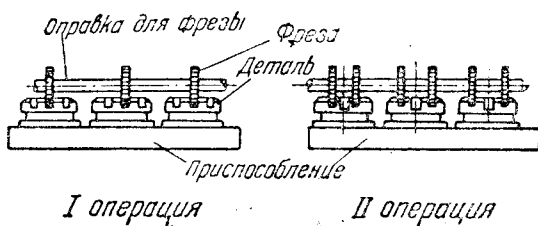
По новому технологическому процессу паз и боковые выемки фрезеруют при помощи приспособлений за две операции. На фиг. 48 показано фрезерование пазов (1-я операция) одновременно трёх деталей тремя трёхсторонними пазовыми фрезами, а так-



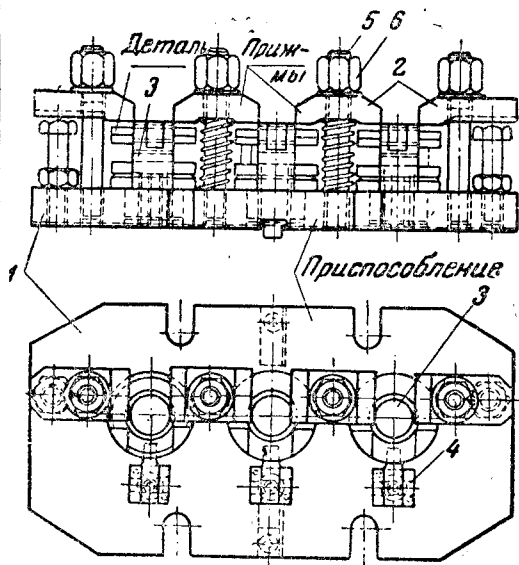
Фиг. 46. Кольцо для передвижной шпонки



Фиг. 47. Фрезерование кольца по старому технологическому процессу



Фиг. 48. Схема фрезерования паза кольца по новому технологическому процессу



Фиг. 49. Приспособление для фрезерования паза и выемок кольца

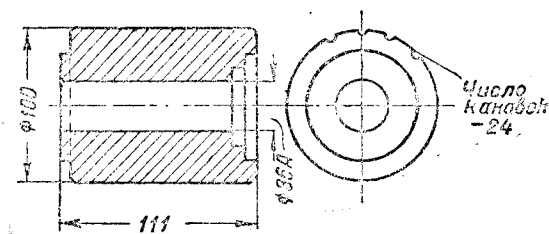
же фрезерование выемок (2-я операция) одновременно у трёх деталей шестью фрезами.

На фиг. 49 изображено приспособление для фрезерования. Опорная плита 1 имеет три штыря 3, на которые надевают детали. Их крепят прижимами 2 при помощи винтов и гаек 5 и 6.

Такое приспособление даёт возможность точно устанавливать паз по центру отверстия кольца. Брак сходит на-нет, а выработка по сравнению со старым способом фрезерования возрастает в 3 раза.

На том же приспособлении выполняли вторую операцию — фрезерование выемок шестью фрезами. При фрезеровании вы-

Фиг. 50. Гайка



емок детали устанавливают по пазу при помощи фиксаторов 4 (фиг. 49), а следовательно по центру детали. Благодаря этому после фрезерования выемки находятся в одной плоскости с пазами.

По старому технологическому процессу на обе операции полагалось 7 мин., а по новому на те же операции затрачивали только 2,5 мин.

Использование обратного ускоренного хода стола. Покажем ещё процесс фрезерования 24-радиусных канавок на поверхности цилиндрической части чугунной гайки (фиг. 50).

По запроектированному технологическому процессу гайку фрезеровали на горизонтально-фрезерном станке. В течение 2 ч. 42 м. я изготовил 270 гаек при сменном задании в 70 шт.

По новому технологическому процессу (фиг. 51) гайки обрабатывали на трёх оправках при помощи трёхшпиндельной делительной головки большого размера. Одновременно фрезеровали девять гаек тремя парами фрез.

Режим фрезерования был ограничен, поэтому решили использовать обратный и ускоренный ход стола, который имел подачу до 2100 мм/мин. Гайки фрезеровали прямым и обратным способом на ускоренных подачах, которые имел станок фирмы Вандерер.

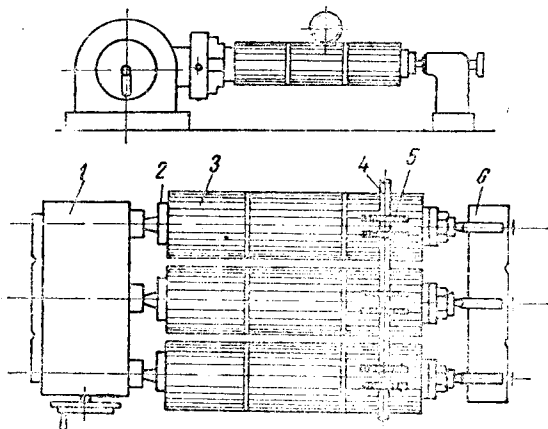
Скорость фрезерования при запроектированном технологическом процессе составляла $v = 41$ м/мин, подача стола $S = 60$ мм/мин. Я фрезеровал со скоростью резания $v = 66$ м/мин при подаче на ускоренном обратном ходу стола 2100 мм/мин.

По старому технологическому процессу штучное время было установлено в 6 мин. Оно складывалось из 3,73 мин. машинного,

1,5 мин. вспомогательного и 0,77 мин. прибавочного времени. Норма выработки в смену 70 шт.

По новому технологическому процессу машинное время составляло 0,4 мин., вспомогательное время 0,2 мин., а штучное время 0,6 мин. Норма выработки равнялась 700 гаек в смену.

Первоначальный процесс фрезерования гаек был довольно примитивным: на одношпиндельную делительную головку навёртывали трёхкулачковый зажимной патрон, в кулачки которого зажимали цилиндрическую оправку. На оправку надевали фрезеруемую деталь и с конца зажимали шайбой и гайкой. На установку и снятие детали затрачивали много времени, так как каждый раз при установке и снятии детали приходилось отвёрты-



Фиг. 51. Схема фрезерования гайки по новому технологическому процессу:

1 — трёхшпиндельная делительная головка; 2 — оправка для детали; 3 — обрабатываемая гайка; 4 — оправка для фрезы; 5 — фреза; 6 — задняя бабка с центрами

вать и завёртывать гайку. К тому же зажатая в кулачках оправка била и поэтому деление канавок происходило неравномерно.

Впоследствии стали фрезеровать гайку в делительной головке на одной оправке в центрах, при этом гайку приходилось с трудом натягивать на оправку. Затем стали применять оправку, на которую надевали по две гайки. Следующим нововведением было фрезерование гайки на той же оправке одновременно двумя фрезами. Производительность увеличивалась в два раза.

Наконец, стали фрезеровать гайку уже в трёхшпиндельной делительной головке на двух оправках. Сначала на каждой оправке было две пары фрез, и фрезеровали ими по две гайки, а затем стали одновременно фрезеровать девять гаек.

Совершенствовали технологический процесс фрезерования гайки.

Многоместные приспособления высокой производительности

Значение многоместных приспособлений. Опыт работы с трёхшпиндельной делительной головкой вселил в нас уверенность в свои силы, и я совместно с инженерно-тех-

ническими работниками стал работать над применением ещё более производительных приспособлений и более сложного режущего инструмента. Так мы пришли к идее применить высокопроизводительные многоместные приспособления. Теперь такие приспособления широко внедрены на многих машиностроительных заводах Советского Союза. Многоместные приспособления позволяют резко сократить вспомогательное время.

Совершенствование технологии к этому времени было поднято на новый, более высокий уровень, и естественно, что к внедрению новых технологических процессов производства было привлечено внимание передовых инженерно-технических работников завода. Из энтузиастов новой технологии нужно отметить гг. Шабанова, Пенса, Забурдина, Аптекмана, Ильинскую и др. Без участия инженерно-технической мысли дальнейшая борьба за рост производительности труда была бы невозможной.

Новые методы фрезерования были признаны, и их стали применять не только на станкозаводе им. Орджоникидзе, но и на других машиностроительных заводах.

Цель применения многоместных приспособлений заключалась не только в обеспечении одновременного фрезерования большого числа деталей, но и в совмещении нескольких операций в одной. Конструирование и производство таких приспособлений — дело сравнительно трудное. Для того чтобы установить целесообразность использования таких приспособлений, требовалось каждый раз точно определить подсчётом эффективность их применения. Возникла необходимость в пересчёте размеров оптимальных партий с учётом влияния новых методов массового производства.

Основное преимущество многоместных приспособлений заключается в том, что они позволяют полностью использовать мощность станка. Вместе с тем применение многоместных приспособлений увеличивает продолжительность машинной работы станков, а это позволяет перейти на обслуживание одним рабочим двух и большего числа станков.

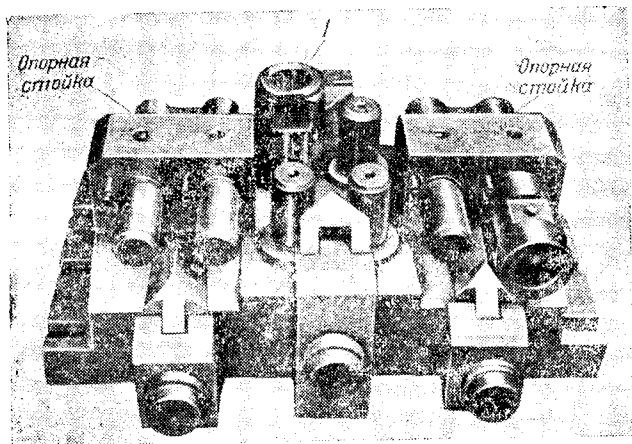
Многоместное комбинированное приспособление. На фиг. 52 показано многоместное комбинированное приспособление для обработки на горизонтально-фрезерном станке трёх лысок чугунной втулки 1. Лыски расположены в различных плоскостях наружной поверхности втулки.

Приспособление имеет опорную плиту, на которой вертикально укреплено четыре штыря. По концам опорной плиты укреплены спорные стойки, каждая стойка имеет четыре штыря. На средних вертикальных штырях фрезеруют верхнюю лыску, на четырёх горизонтальных штырях, расположенных в один ряд, вторую лыску, а на другом ряду — третью лыску.

Процесс фрезерования происходит в такой последовательности: четыре втулки ставят на вертикальный штырь и фрезеруют набором фрез. Боковыми сторонами трёхсторонней дисковой фрезы обрабатывают верхние лыски четырёх деталей одновременно. Четыре обработанные детали снимают с вертикальных штырей и ставят на первый ряд боковых штырей. Зубьями фрезы, распо-

женными по окружности, фрезеруют четыре боковые лыски. После этого детали снимают и ставят на второй ряд штырей. При третьем проходе фрезеруют третьи лыски, расположенные в другой плоскости детали.

Такой порядок применяют только с начала обработки деталей. В дальнейшем в приспособлении находятся всё время



Фиг. 52. Многоместное приспособление для фрезерования трёх лысок на втулках

12 втулок и каждый раз со станка снимают четыре окончательных обработанных детали и вновь устанавливают четыре заготовки.

Детали крепят клиновидными зажимами. При обработке боковых лысок втулки крепят неподвижными установочными упорами.

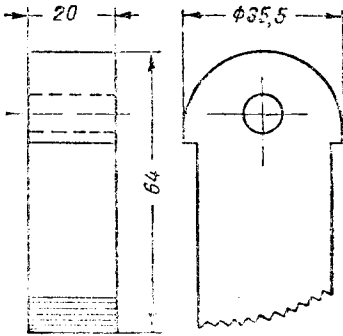
Многоместные приспособления для фрезерования сложных профилей

Применение многоместных приспособлений при фрезеровании кулачков. На фиг. 53 изображен кулачок для специального патрона. Материал кулачка — сталь ШХ-15. По старому технологическому процессу этот кулачок изготавливали из прямоугольного бруска размером $68 \times 39 \times 20$ (фиг. 54), и процесс состоял из пяти операций, не считая разметки, сверления и слесарных работ — снятия заусенцев. Схема обработки кулачка по старому технологическому процессу изображена на фиг. 55. На строгальном станке за две установки строгали боковые плоскости заготовки, затем производили разметку отверстия и сверление, после чего на базе высверленного отверстия обрабатывали радиусную часть кулачка. Четвёртой операцией — фрезерование спирали — производили на вертикальном

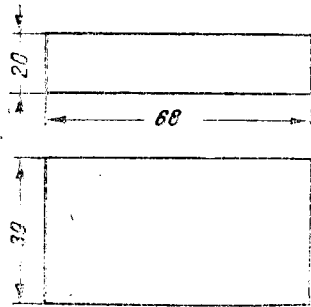
но-фрезерном станке, а последнюю, пятую операцию — фрезерование зубчиков — на горизонтально-фрезерном станке. Обрабатывали по одной детали.

На фиг. 56 изображена схема фрезерования (I и II операции) боковых сторон и головки кулачка по новому технологическому процессу.

Вид деталей после фрезерования I и II операции показан на фиг. 57.

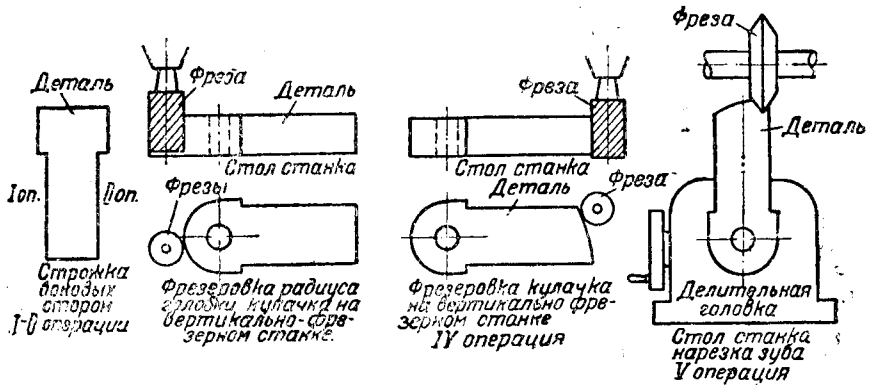


Фиг. 53. Кулачок для специального патрона



Фиг. 54. Заготовка для кулачка

Всю последующую обработку, а именно: чистовое фрезерование полукруглой головки (III операция), фрезерование спиральной части (IV операция) и фрезерование зубчиков выполняли

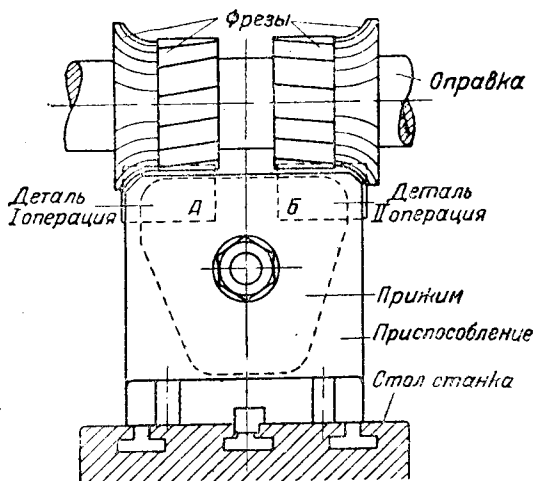


Фиг. 55. Старый процесс обработки кулачка

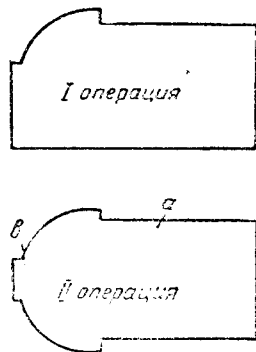
набором из трёх специальных фрез, как это схематически изображено на фиг. 58.

По новому технологическому процессу кулачки обрабатывали в специальных многоместных приспособлениях на двух продольно-фрезерных станках.

С трёхместного приспособления при каждой остановке станка снимали 10 окончательно обработанных деталей. На фиг. 59 показаны приспособление и набор фрез для фрезерования кулачков (III, IV и V операции), а на фиг. 60—фрезерование (III, IV и V операции) кулачка.

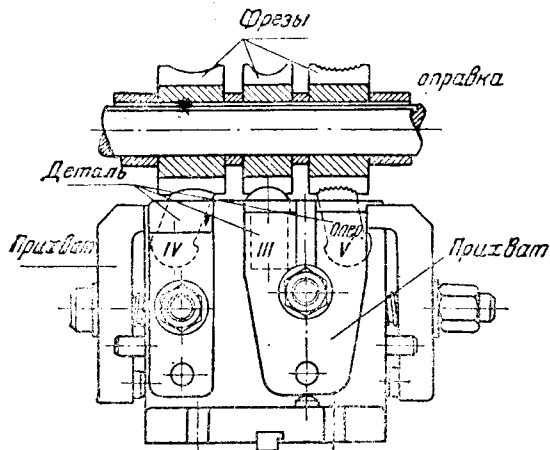


Фиг. 56. Схема фрезерования боковых сторон головки (I и II операции) по новому технологическому процессу



Фиг. 57. Детали после фрезерования I и II операций

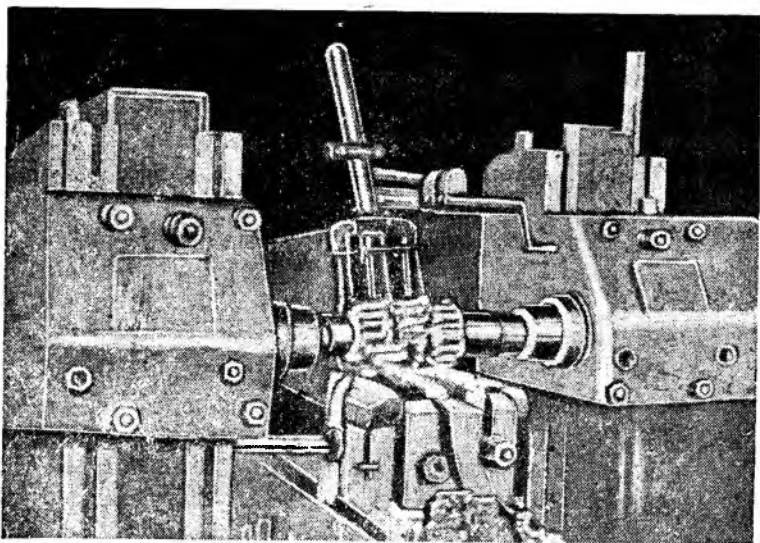
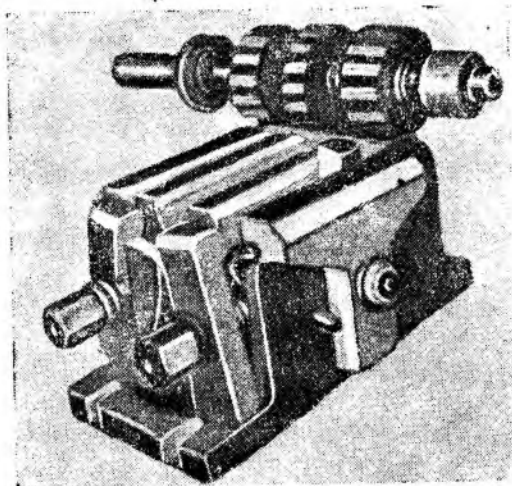
Приспособление для фрезерования боковых сторон и головки кулачка (I и II операции) изображено на фиг. 61. Это приспособление состоит из корпуса 1, в котором имеются два гнезда,



Фиг. 58. Схема фрезерования (III, IV и V операции) головки, профиля и парезания зуба

рассчитанных на установку 10 деталей. Опорной плоскостью деталей служит планка 2, которую привёртывают к опорной части 3 приспособления. Детали зажимают прихваткой 7 при помощи затяжного винта 4 и гайки 5. Прихватка 7 своим выступом

Фиг. 59. Приспособление
и набор фрез
для III, IV и V операций

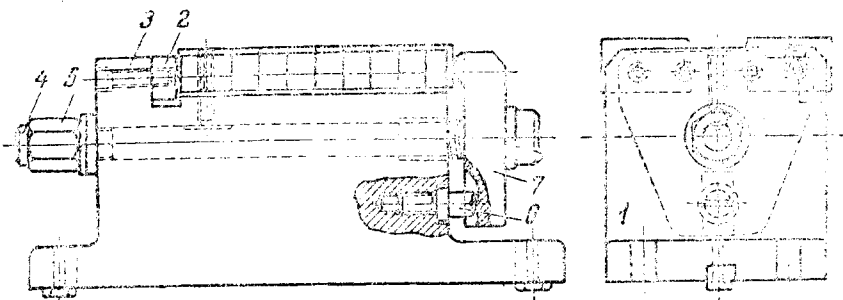


Фиг. 60. Момент фрезерования (III, IV и V операций) кулачка

сжимает детали и тем самым закрепляет их (при вращении гайки 5), второй конец прихватки вырезом упирается в упор 6.

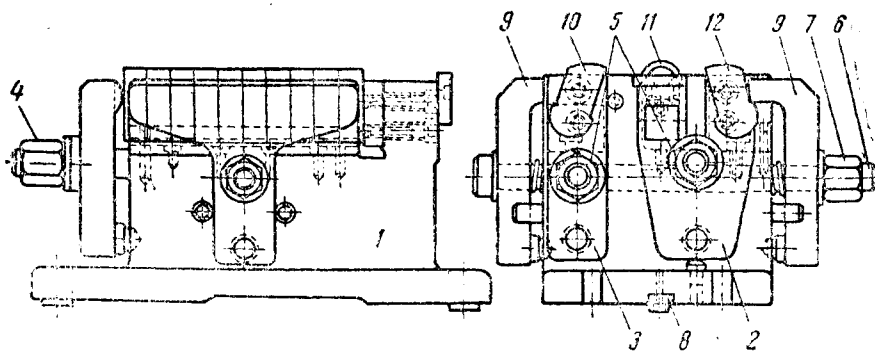
Применяя это приспособление, детали фрезеруют следующим образом. В гнездо А приспособления ставят 10 прямоугольных заготовок (фиг. 56). Первоначально для зарядки фрезеруют только эти 10 деталей. Гнездо Б остаётся свободным. При следующей зарядке эти 10 фрезерованных деталей перекладывают в свободное гнездо Б, а в гнездо А ставят 10 новых заготовок.

Таким образом, в приспособлении закрепляют 20 деталей (I и II операции). После окончания первых двух операций кулачки помещают на другой фрезерный станок— для следующих трёх операций (III, IV и V). Эти операции выполняют, закрепив кулачки в приспособлении, изображённом на фиг. 62.



Фиг. 61. Приспособление для фрезерования (I и II операций) боковых сторон и головки кулачка

Устройство данного приспособления таково: корпус 1 имеет три гнезда, в каждое из которых устанавливают 10 деталей. Прихватками 2 и 3 зажимают (каждой) по 10 деталей. Их крепят при помощи винта 4 и гаек 5. С двух сторон бокового гнезда имеются прихватки 9, которые зажимают детали с торцов. С боков детали зажимают винтом 6 и гайкой 7. Для правильной установки приспособления на столе станка служат сухари 8, которые при установке приспособления заводят в паз стола.



Фиг. 62. Приспособление для фрезерования (III, IV и V операций) головки профиля и нарезания зубчиков кулачка

Кулачки фрезеруют тремя фасонными фрезами следующим образом. В гнезде 11 окончательно фрезеруют полукруглую головку. После останова станка эти 10 деталей перекалывают в гнездо 10 для фрезерования спиральной части. При следующем останове станка из гнезда 10 детали перекалывают в крайнее гнездо 12, где окончательно фрезеруют зубья. Таким

образом, в этом приспособлении в начале работы фрезеруют 10 деталей, закреплённых в среднем гнезде 11. При втором остове устанавливают ещё 10 деталей и при третьем ещё десять. Затем уже фрезеруют в двух приспособлениях на двух станках непрерывным потоком 50 деталей одновременно.

Режим фрезерования был установлен следующий: число оборотов шпинделя в минуту $n = 50$, скорость резания $v = 17,3$ м/мин, подача $S = 36$ мм/мин. Для того чтобы установить такой режим фрезерования, произвели поверочный расчёт станка на прочность отдельных частей механизма, а также определили мощность, потребную для фрезерования. Оказалось, что мощность, допускаемая станком, не превышает мощности, необходимой для установленного режима фрезерования. При фрезеровании на том и другом станках ввели обильное охлаждение эмульсией. Результаты применения нового технологического процесса таковы: за 3 ч. 58 м. я обработал 238 кулачков, что составило 9050% нормы.

Мощность, потребная на фрезерование кулачка. Материал кулачка — сталь ШХ-15. Станок двухшпиндельный, продольно-фрезерный. Обрабатывают плоскость a (фиг. 57), глубина резания $t = 4,5$ мм, ширина фрезерования $b = 24$ мм. Число оборотов шпинделя $n = 50$ об/мин, подача стола $S = 36$ мм/мин, число зубьев фрезы $z = 12$.

Подача на 1 зуб

$$S_{\text{зуб}} = \frac{S_{\text{стол}}}{n} = \frac{36}{50 \cdot 12} = 0,06 \text{ мм/зуб.}$$

Скорость резания

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 110 \cdot 50}{1000} \approx 17,3 \text{ м/мин.}$$

Сталь ШХ-15 имеет временное сопротивление разрыву $\sigma_s = 74$ кг/мм² и твёрдость по Бринеллю $H_B = 207$. При определении мощности руководствуемся нормативами комиссии по резанию металлов.

Мощность, потребная на фрезерование двух плоскостей и двух радиусов. Мощность, потребная на снятие стружки (эффективная мощность), составляет $N_{\text{эфф}} = 5,22$ л. с. при к. п. д. станка $\eta = 0,75$. Потребная мощность мотора $N_M = 5,22 : 0,75 = 7$ л. с. Станок имеет мотор в 11,2 л. с. Следовательно, по мощности станок даже недогружен, что подтверждается также показаниями ваттметра.

Давление резания определяем следующим образом:

$$N = \frac{P \cdot v}{60 \cdot 75} \text{ л. с. ,}$$

Откуда

$$P_{\text{рез}} = \frac{60 \cdot 75 \cdot N}{v} = \frac{4500 \cdot 5,22}{17,3} = 1358 \text{ кг.}$$

Усилie, допускаемое прочностью станка,

$$P_{ст} = 1160 \text{ кг.}$$

Перегрузка станка

$$\frac{P_{рез}}{P_{ст}} 100 = \frac{1358 \cdot 100}{1160} = 117\%.$$

Такая перегрузка (на 17%), принимая во внимание, что механизм станка рассчитывают с большим запасом прочности, вполне допустима.

В табл. 6 указаны затраты времени по элементам работ при фрезеровании кулачков.

Таблица 6

Станок № 1	Время мин.	Станок № 2	Время мин.
Установка 20 деталей в приспособлении	1,2	Установка 30 деталей в приспособлении	2,16
Пуск станка, подвод стола, установка на стружку . . .	0,6	Пуск станка, подвод стола, установка на стружку . . .	0,35
Фрезерование	4,82	Фрезерование	5,9
Отвод стола, останов станка	0,2	Отвод стола, останов станка	0,16
Снятие 10 деталей одновременно	0,3	Снятие 10 деталей одновременно	0,6
Итого	7,12	Итого	9,17

Рекордная производительность труда, полученная при фрезеровании кулачков (9050% нормы), окончательно доказала возможность:

- 1) обработки деталей путём совмещения ряда операций в многоместных приспособлениях;
- 2) получения высокого качества поверхности при обработке сложных профилей;
- 3) сокращения цикла обработки деталей;
- 4) увеличения пропускной способности станочного парка путём снятия ряда операций с других станков; таким образом, эти станки освобождают для других работ.

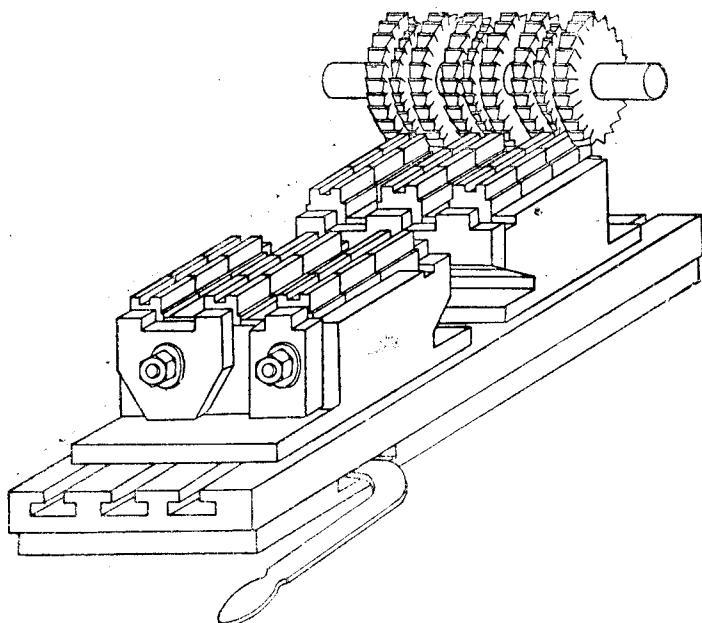
Универсальные многоместные приспособления

Универсальное многоместное приспособление позволяет обрабатывать детали различной конфигурации. Эти приспособления наиболее экономичны, так как их стоимость можно отнести на большую номенклатуру деталей и их чаще используют. Универсальные приспособления удешевляют себестоимость обработки деталей, причём, пользуясь такими приспособлениями, можно без потерь времени в течение смены переходить с одних операций на другие.

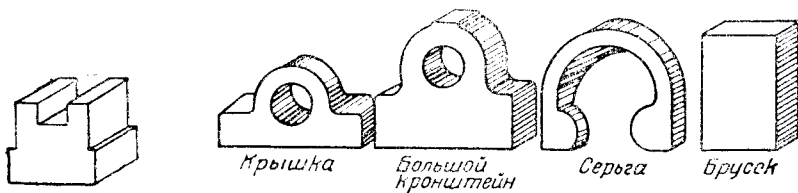
Я фрезеровал в универсальном приспособлении разные детали: вилки, кронштейны, крышки и др.

Обработывая детали пяти различных наименований, я выполнил смежное задание на 3505% и при этом впервые освоил четыре новые детали.

Работу выполняли на двух продольно-фрезерных двухшпиндельных станках. На одном станке при помощи двух приспособ-



Фиг. 64. Фрезерование вилок по новому технологическому процессу

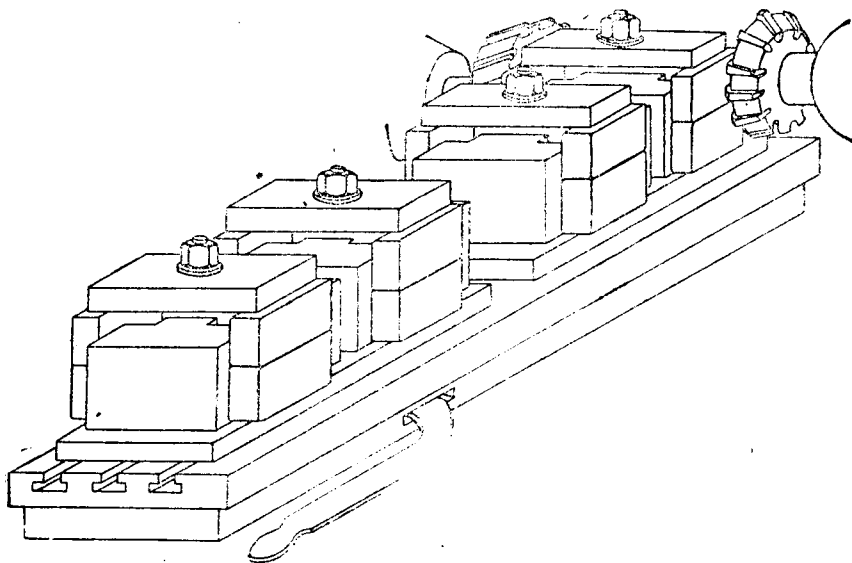


Фиг. 63. Вилка

Фиг. 65. Детали, обрабатываемые в универсальном приспособлении

лений и поворотного стола фрезеровали вилку, изображённую на Фиг. 63. В каждом приспособлении девятью фрезами обрабатывали одновременно девять вилок, у которых фрезеровали пазы и боковые плоскости. На фиг. 64 изображено фрезерование вилок по новому технологическому процессу.

На другом фрезерном станке, применяя универсальное приспособление, фрезеровали четыре детали различной конфигурации. Эти детали (фиг. 65) закрепляли в одном приспособлении. Для крепления указанных четырёх деталей в приспособлении приходилось только заменять некоторые его части. Например, после обработки кронштейна одного размера из приспособления вынимали упорную планку и затем устанавливали для обработки кронштейн другого размера. На эту операцию требовалось всего несколько минут.



Фиг. 66. Фрезерование брусков

На фиг. 66 изображено одновременное фрезерование 12 брусков. Работу выполняли двумя торцевыми фрезами при помощи двух приспособлений и поворотного стола. Пока в одном приспособлении происходит фрезерование 12 деталей, фрезеровщик разгружает второе приспособление и заряжает его новыми 12 заготовками.

Фрезерование производили двумя торцевыми двухступенчатыми фрезами с наружными диаметром 130 мм, которые, по предложению Гудова, Добровынского и Ильинской, изготовил завод «Фрезер» им. Калинина. Эти фрезы использовали на заводе впервые. Применение их дало хорошие результаты.

Принципиальное отличие этих фрез от обыкновенных заключается в следующем: 12 вставных зубьев фрезы установлены в корпусе так, что шесть зубьев удаляют половину слоя металла, который должен быть снят, а остальные шесть зубьев — другую половину. Зубья фрез были изготовлены с напаянными пластинками твёрдого сплава, которые резко повышают производительность фрезерования благодаря увеличению подачи. Такие фрезы

обеспечивают получение чистой и гладкой поверхности, и их стойкость значительно выше. Применение ступенчатых торцевых фрез открывает широкие возможности для увеличения производительности при фрезеровании.

Рационализация приспособлений

На фиг. 67 показана пробка крана, изготовленная из бронзы средней твёрдости. Раньше такие пробки обрабатывали по одной при помощи делительной головки. При четырёх поворотах делительного диска фрезеровали четыре плоскости квадрата. Такой способ обработки требовал большой затраты времени и был явно несовершенным.

Несколько позже плоскости квадрата стали фрезеровать на продольно-фрезерном станке (фиг. 68). Выполненную на токарном станке заготовку вставляли в зажимную втулку, которую крепили кулачками специального патрона, навинченного на шпиндель вертикальной делительной головки. Пробку обрабатывали двумя трёхсторонними дисковыми фрезами при скорости $v = 30$ м/мин и подаче $S_{мин} = 88$ мм/мин. Такой режим обработки был принят в основу расчёта штучной нормы. Машинное время составляло 0,7 мин., вспомогательное 1,3 мин., прибавочное 0,1 мин., а всего штучное время составляло 2,1 мин. В общей сложности на обработку пробки затрачивали 4,1 мин. Норма выработки в смену составила 103 пробки.

Для более производительной обработки изготовили простое приспособление — плиту с девятью коническими отверстиями для крепления в них пробок. Совершенствуя приспособление, мы установили последовательно три сменные плиты (фиг. 69). В конусных отверстиях каждой такой плиты устанавливали девять пробок. Всего, следовательно, в приспособлении закрепляли 27 пробок. Их фрезеровали одновременно семью фрезами, закреплёнными на одной оправке. Применение такого приспособления позволило мне за 5 час. обработать 1000 пробок.

Не останавливаясь на достигнутых результатах, я много думал над дальнейшим совершенствованием приспособления. Однажды зашёл я в библиотеку завода и просмотрел ряд каталогов. В них приведены разнообразные примеры обработки деталей. В одном каталоге указано, что на горизонтально-фрезерном станке деталь обрабатывают 14 фрезами. Это натолкнуло меня на мысль применить большое количество фрез при фрезеровании бронзовых пробок.

Следует отметить, что на заводе существовал известный консерватизм в вопросе о применении наборов фрез. Когда в своё время было предложено обрабатывать эти пробки семью фрезами, некоторые инженерно-технические работники завода высказывали опасения, что оправка, на которую насажены фрезы, может во время работы прогнуться, а это привело бы к аварии.

Все эти страхи были опровергнуты одновременным применением семи фрез. Теперь речь шла о применении 13 фрез. Это

значительно усложняло дело. Бюро нормативов завода получило предложение проверить нагрузки, которые станок может выдержать, и прочность наиболее слабых звеньев механизма станка.

Оказалось, если развернуть всю площадь фрезерования 13 фрезами, то ширина фрезерования равняется 350 мм при глубине 3 мм. Для выполнения такой работы требуется большая мощность. Пробки фрезеровали на двухшпиндельном продольно-фрезерном станке. В табл. 7 приведены кинематические и динамические его данные по паспорту, эффективная мощность

$$N_{эфф} = 8,4 \text{ л. с.}$$

Таблица 7

Число оборотов шпинделей, об/мин	Двойной крутящий момент $2 M_{кр}$ кгм	Число оборотов шпинделей, об/мин	Двойной крутящий момент $2 M_{кр}$ кгм
30	400	110	110
37	325	134	90
44	273	160	75
50	240	180	66
60	200	216	55
67	181	244	50
71	148	300	40
98	123	355	44

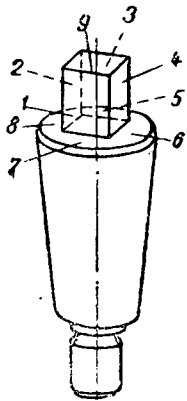
Материал пробки — бронза средней твёрдости. Пробки фрезеровали набором из 13 фрез, изготовленных из быстрорежущей стали. Шесть фрез — дисковые односторонние диаметром 74 мм с числом зубьев $z = 18$ и шириной $b = 14$ мм, глубина фрезерования $t = 3$ мм, а семь фрез — дисковые трёхсторонние диаметром 108 мм с числом зубьев $z = 24$ мм; для пяти из них ширина фрезерования торцевой частью составляла $b = 17$ мм при глубине фрезерования $t = 8$ мм, а ширина фрезерования цилиндрической частью $b = 10$ мм при $t = 3$ мм. Две крайние фрезы работали при ширине фрезерования торцевой частью $b = 17$ мм и глубине резания $t = 3$ мм, ширине фрезерования цилиндрической частью $b = 5$ мм и глубине фрезерования $t = 3$ мм. При этом число оборотов шпинделя $n = 134$ об/мин, а подача стола $S = 170$ мм/мин.

Подача на один оборот фрезы

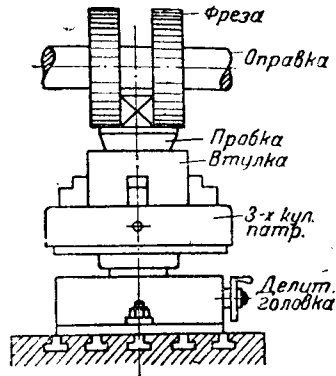
$$S_{об} = \frac{S}{n} = \frac{170}{134} \approx 1,27 \text{ мм/об.}$$

Подача на один зуб для фрезы диаметром 74 мм при $z = 18$

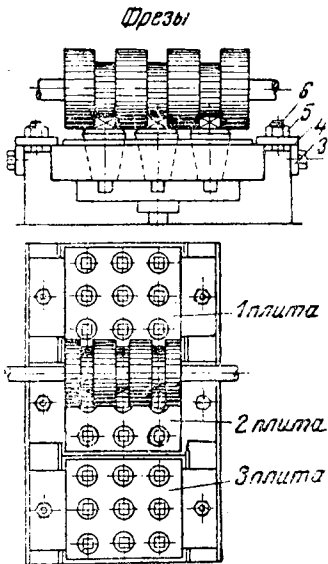
$$S_{зуб} = \frac{S_{об}}{z} = \frac{1,27}{18} \approx 0,071 \text{ мм/зуб.}$$



Фиг. 67. Пробка крана с указанием мест обработки квадрата

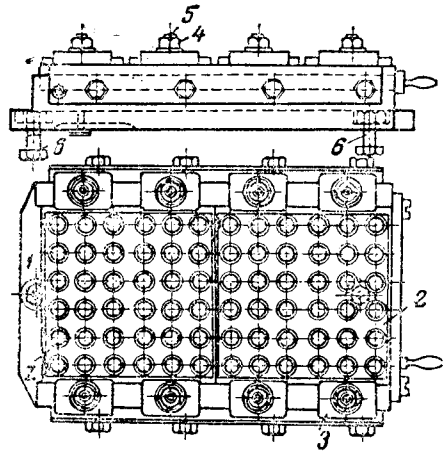


Фиг. 68. Фрезерование пробки по 1 шт.

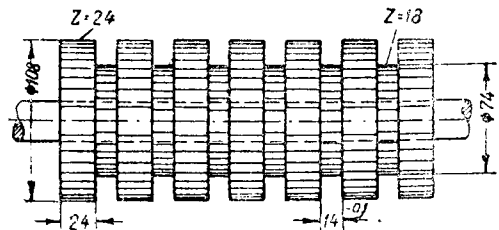


Фиг. 69. Фрезерование пробок по новому технологическому процессу:

1 — опорная плита; 2 — верхняя плита; 3 — боковая плита; 4 — грижим; 5 — гайка; 6 — шпилька



Фиг. 70. Приспособление для одновременного закрепления 72 пробок



Фиг. 71. Набор фрез для одновременного фрезерования шести пробок

Подача на один зуб для фрезы диаметром 108 мм при $z = 24$

$$S_{зуб} = \frac{S_{об}}{z} = \frac{1,27}{24} \approx 0,053 \text{ мм/зуб.}$$

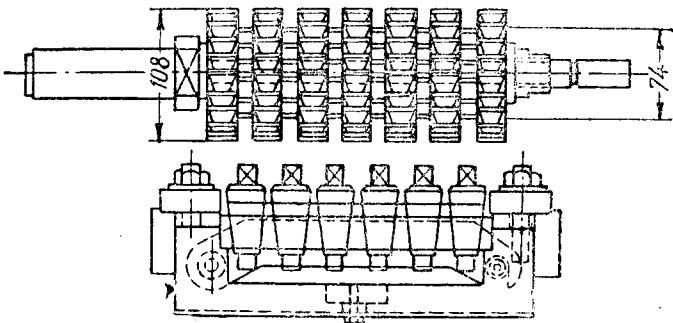
Назначенный режим резания проверили и сравнили с режимами, рекомендованными нормативами комиссии по резанию металлов.

Расход мощности на всю работу, согласно расчётам по нормативам, $N_{общ} = 9,8 \text{ л. с.}$

Сравнение полученных результатов с данными паспорта станка показало, что нагрузка его по мощности составляет

$$\frac{9,8 \cdot 100}{8,4} = 117\%$$

где 8,4 — эффективная мощность станка.



Фиг. 72. Схема фрезерования пробок 13 фрезами

Таким образом электромотор перегружали на 17%, что при кратковременном машинном времени вполне допустимо.

Окончательно режим фрезерования установили с числом оборотов $n = 134$ и подачей стола $S = 170 \text{ мм/мин.}$

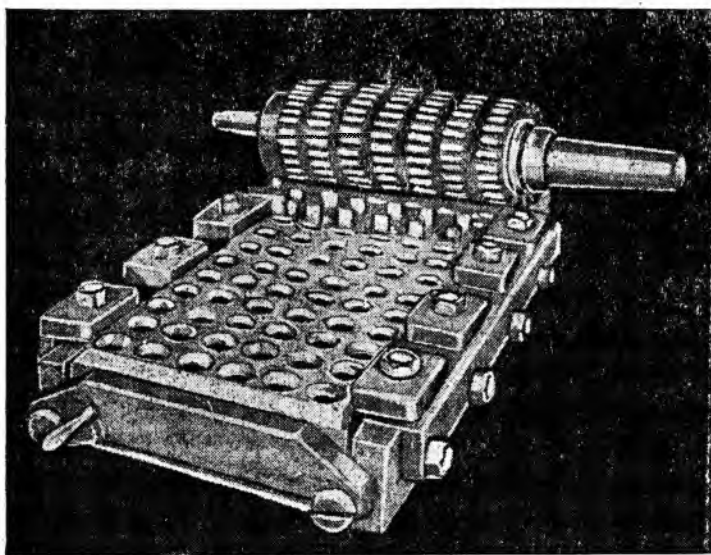
На фиг. 70 показано приспособление для одновременного крепления 72 пробок, обрабатываемых фрезерованием. В направляющем пазу основания 1 приспособления устанавливаются две сменные плиты 2. Каждая сменная плита 2 имеет 36 конусных отверстий, предназначенных для установки пробок. Сменные плиты 2 во время работы крепят к основанию 1 прижимными планками 3 при помощи гаек 4, навёрнутых на шпильки 5. К столу станка приспособление крепят болтами 6.

На фиг. 71 изображён набор из 13 фрез. Для сокращения вспомогательного времени изготовили ещё две дополнительные сменные плиты, которые заряжали пробками в то время, когда фрезеровали детали на двух других плитах.

На фиг. 72 приведена схема фрезерования пробок 13 фрезами: шестью дисковыми односторонними фрезами диаметром 74 мм обрабатывали плоскости торцов квадрата пробок, а семью дисковыми трёхсторонними фрезами диаметром 108 мм фрезеровали

одновременно две боковые грани квадрата и две плоскости торца большого диаметра конуса.

Две подменные плиты заряжали пробками во время работы станка. По окончании фрезерования станок останавливали, гайки открепляли и тем самым освобождали прижимные планки. Обе сменные плиты вынимали, поворачивали на 90° и опять устанавливали в основании приспособления. Снова прижимали плиты планками и продолжали фрезерование двух других граней квадрата и плоскости торца большого диаметра конуса пробок.



Фиг. 73. Приспособление для одновременного крепления 72 пробок при фрезеровании 13 фрезами

На фиг. 73 показано приспособление для одновременного крепления 72 пробок при фрезеровании 13 фрезами.

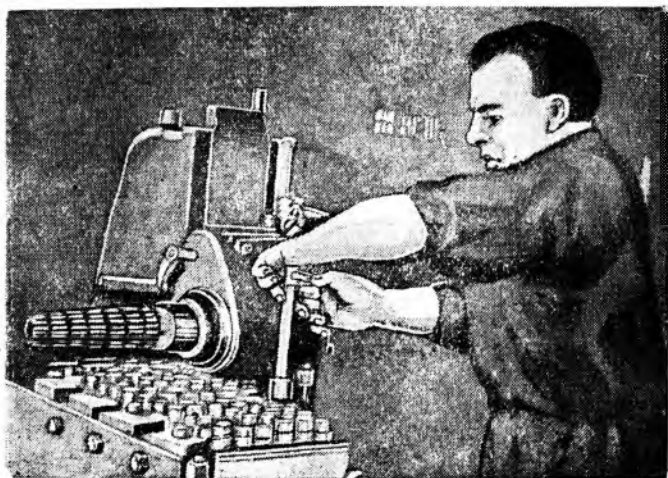
Наличие двух добавочных сменных плит исключало простой станка. Благодаря этому дополнительно обработали 400 пробок. На фиг. 67 показаны места обработки пробки. При первом проходе фрезеруют плоскости 2, 4, 6, 8, 9, а при втором — плоскости 1, 3, 5, 7. Крепление сменных плит т. Гудовым изображено на фиг. 74.

Штучное время по новому технологическому процессу составило только 0,178 мин. вместо 4,1 мин. по норме, причём на долю машинного времени пришлось 0,045 мин., а на долю вспомогательного 0,13 мин., что в 23 раза меньше нормы.

Для установки плит на столе станка сконструировали несложное приспособление. Две плиты помещали в приспособление и затем его заряжали пробками. Двумя слабыми ударами молотка закрепляли пробки в конусах. Пробки выколачивали при по-

мощи металлической плиты; при ударе по концам пробок, которые находились в плите, пробки сразу выскакивали из её гнезд, и на этом была получена экономия вспомогательного времени.

Работе предшествовала тщательная и продуманная подготовка. Заранее опробовали фрезы, проверили производительность станка, а также всё электрооборудование. Надлежаще организовали рабочее место; всё необходимое находилось под руками. Экономия вспомогательного времени обеспечивал также удачный



Фиг. 74. Крепление плит

выбор места для управления станком, повёртывания плит под углом 90° , установки и выколачивания пробок. Работая 13 фрезами, за 4 ч. 53 м. я обработал 1799 пробок, что составило 2300% нормы.

ФАСОННОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

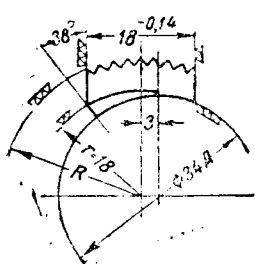
Фрезерование кулачков для специального патрона

Фасонное фрезерование даёт возможность обрабатывать различные сложные фасонные профили. Обработка их без применения фасонных фрез обычно сопряжена со сложной технологией. Сначала несколько плоскостей обрабатывают нормальными фрезами, затем им придают необходимый контур на строгальном станке, а окончательную доводку профиля выполняют вручную. Все эти операции отпадают при пользовании фасонными фрезами. К тому же при фасонном фрезеровании обрабатываемая поверхность получается чистой, точной и не требует никакой дополнительной слесарной работы.

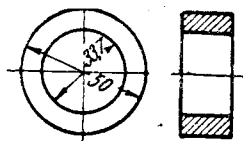
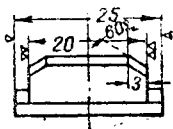
Сложные профили могут обрабатывать обыкновенными фрезами только высококвалифицированные рабочие — не ниже 6—7-го

разряда. При работе фасонными фрезами ту же работу могут выполнять рабочие 3—4-го разряда.

Наконец, фасонное фрезерование сокращает цикл обработки деталей и освобождает станки для других работ.



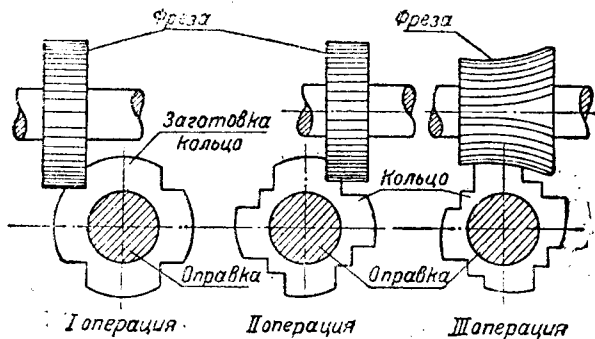
Фиг. 75. Кулачок для специального патрона



Фиг. 76. Заготовка-кольцо для кулачков

Хотя применение фасонных фрез даёт большой эффект, фасонное фрезерование следует использовать лишь для обработки крупных серий деталей, имеющих точный профиль, например для выполнения зажимных кулачков револьверных и автоматических станков. Это объясняется тем, что изготовление фасонных фрез сложно и они дороги.

Фиг. 77. Схема фрезерования кулачков по старому технологическому процессу

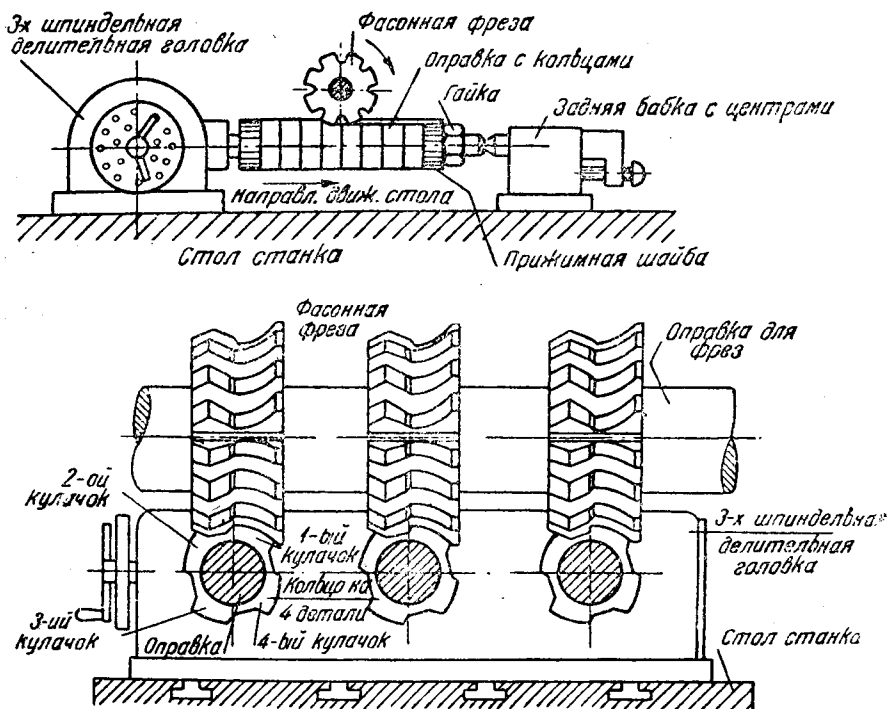


Приводим характерный пример фасонного фрезерования. На фиг. 75 показан кулачок, который раньше обрабатывали в три операции на горизонтально-фрезерном станке. Заготовка имела форму кольца (фиг. 76). За одну установку фрезеровали одно кольцо, из которого последующей обработкой получали четыре кулачка.

На фиг. 77 изображена схема фрезерования кулачков по старому технологическому процессу. При первой операции фрезеровали одну боковую сторону кулачка, а при второй операции — другую сторону кулачка. Его обрабатывали трёхсторонними дисковыми фрезами. Фрезерование спирали (третья операция) выполняли специальной зенкерной фрезой. Ранее фрезерованное кольцо устанавливали каждый раз заново, что требовало особого

внимания рабочего и высокой квалификации. На установку затрачивали много времени, и возможность получения брака не была исключена.

Все три операции выполняли при помощи одношпиндельной делительной головки, в конусе которой была закреплена оправка для зажатия одного кольца. При таком способе фрезерования штучная норма на один кулачок была установлена в 17,5 мин. и за смену обрабатывали обычно не больше 24 кулачков.



Фиг. 78. Фрезерование кулачков по новому технологическому процессу

Совместив три операции в одну, применив трёхшпиндельную делительную головку и укрепив кольца на трёх оправках, мы значительно повысили производительность обработки. На каждой оправке укрепили 8 колец, т. е. всего на трёх оправках закрепили 24 кольца. Их фрезеровали одновременно на горизонтально-фрезерном станке тремя фасонными фрезами.

На фиг. 78 показана схема фрезерования кулачков по новому технологическому процессу. На фигуре изображены трёхшпиндельная делительная головка, оправки с кольцами, которые устанавливаются на центрах передней и задней бабок, и фасонные фрезы.

На фиг. 79 приведена фасонная фреза, изготовленная из быстрорежущей стали марки Р (твёрдость по Роквеллу 62), с числом зубьев $z = 14$ (зубья затылованы).

На фиг. 80 показана цилиндрическая оправка. На её цилиндрическую часть 1 надевают восемь колец, которые крепят зажимной шайбой 2, имеющей профиль фрезы. Зажимную шайбу 2 легко снять с оправки благодаря прорези в ней. При установке колец шайбу тем же способом надевают на конец оправки и крепят гайкой 4. На конце оправки профрезерованы две площадки, чтобы шайба устанавливалась всегда в одном положении относительно профиля фрезы. Если не предусмотреть этого, шайбу срежет через несколько проходов.

Бурту 3 оправки придан профиль фрезы. Таким образом, оправка не портится при выходе фрезы.

Хвостовой частью 4 оправку крепят в конусе шпинделя делительной головки. На фиг. 81 показаны: станок, набор фрез на оправке и задняя бабка с центрами.

Для установки фасонных фрез предусмотрен так называемый габарит, или устанюв.

Установка фасонных фрез по габариту показана на фиг. 82. Предварительно необходимо срезанную часть конца оправки установить по угольнику. После этого на конец оправки надевают габарит, затем уже устанавливают фрезы, перемещая стол в продольном, поперечном и вертикальном направлениях.

Устанавливать по габариту следует только среднюю фрезу. Две крайние фрезы будут установлены помещением мерных колец между ними. Установка должна быть выполнена так, чтобы осевые линии, проходящие через центр трёх фрез, точно совпали с центрами оправок или, что то же, с центрами шпинделей делительной головки.

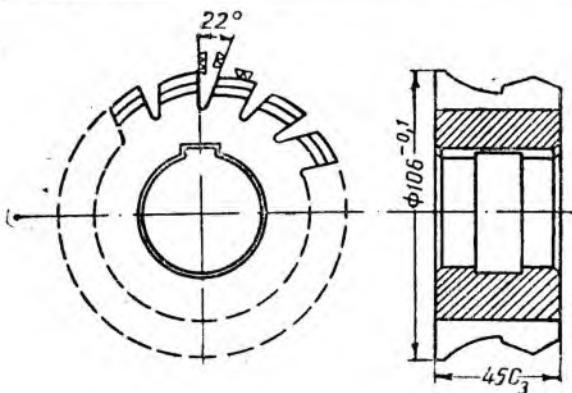
Заранее подготовленный набор фрез на оправке позволяет быстро заменять затупившийся инструмент. Во время работы один раз пришлось к этому прибегнуть, и замена фрез заняла всего 8 мин. Нужно было отвернуть две поддерживающие крестовины, гайку оправки, снять серьгу, подшипник, прокладочные кольца и фрезы, а затем поставить подшипники, серьгу и зажать гайки.

Всего за смену было обработано 1152 кулачка, за одну установку снимали 96 кулачков ($24 \cdot 4 = 96$). Один кулачок фрезеровали 0,4 мин.

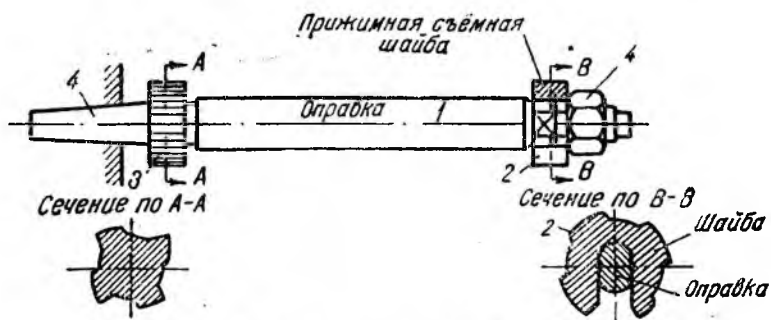
Следует отметить, что фрезеровать таким способом может даже рабочий 2—3-го разряда, а при старом способе данную работу мог выполнять рабочий не ниже 5—6-го разряда.

К этой работе, как и ко всем предыдущим, тщательно подготовились. Проверили электрооборудование и сделали соответствующие технические расчёты, чтобы установить режимы резания. Произвели отжиг материала и соответствующие замеры твёрдости по Бринеллю. Вся наладка была заранее опробована, причём режим резания проверили фрезерованием.

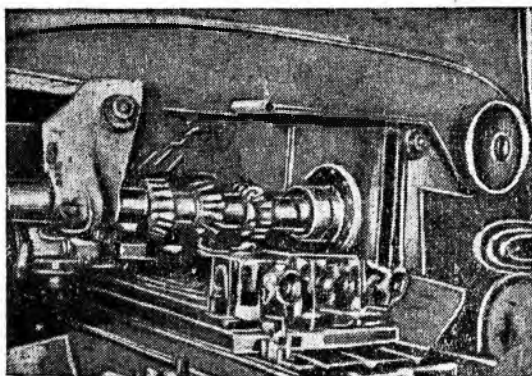
Вначале установили такой режим фрезерования: скорость резания $v = 14,6$ м/мин, подача стола $S = 16$ мм/мин. После ряда экспериментов подачу увеличили до 36 мм/мин. Скорость резания установили 14,6 м/мин. При этом режиме и фрезеровали кулачки.



Фиг. 79. Фасонная фреза для фрезерования кулачка



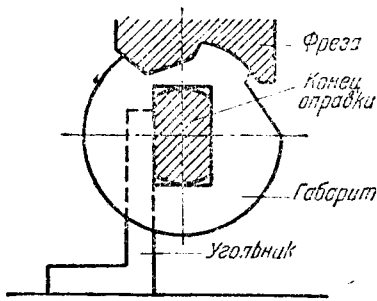
Фиг. 80. Цилиндрическая оправка



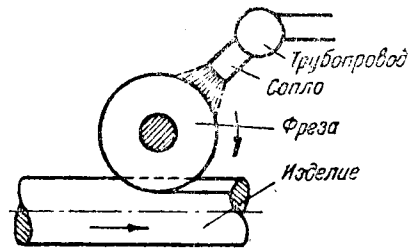
Фиг. 81. Станок, набор фрез на оправке и задняя бабка с центрами

Трубопровод охлаждения переделали. Раньше охлаждающую жидкость подавали на фрезу (фиг. 83). После переделки трубопровода струя охлаждающей жидкости поступала под фрезу, как это рекомендует наука о резании металлов. При этом вместо одинарного охлаждения ввели тройное (фиг. 84).

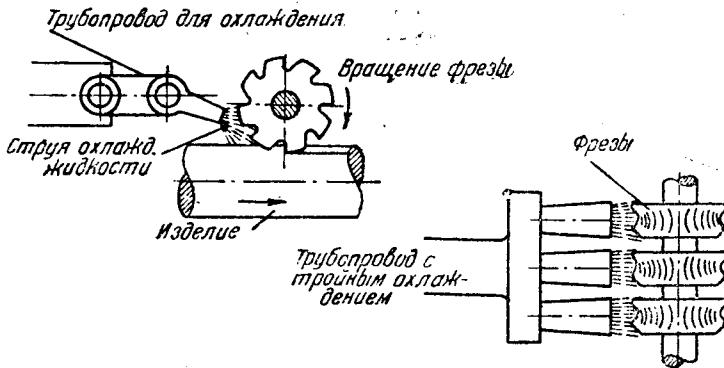
Как и в предыдущих случаях, установили правильные, точные и чётко рассчитанные приёмы работы.



Фиг. 82. Установка фасонных фрез по габариту



Фиг. 83. Схема охлаждения фрезы до переделки трубопровода



Фиг. 84. Схема тройного охлаждения

Для иллюстрации в табл. 8 приведены хронометражные данные о затратах времени на отдельные элементы работы при фрезеровании кулачков с применением фасонных фрез.

Режимы резания при обработке кулачка на горизонтально-фрезерном станке

Условия работы. Материал детали сталь ШХ-15 с сопротивлением разрыву

$$\sigma_s := 70 \pm 75 \text{ кг/м.м}^2.$$

№ по пор.	Элементы времени	Запись времени			Среднее арифметическое, мин.
		Сумма времени, мин.	Среднее арифметическое, мин.	Среднее арифметическое, мин.	
1	Взять детали из ящика, поставить на оправки 24 шт. одновременно	2'3"	2'44"	2'3"	2'34"
2	Поставить 3 шайбы, закрепить гайки и 3 оправки с деталями	—	1'23"	1'05"	1'14"
3	Подогнать заднюю бабку, прикрепить четырьмя болтами к столу	1'46"	1'81"	1'77"	1'69"
4	Подвод охлаждения, пуск станка, подвод стола для установки на стружку	0'38"	0'38"	0'42"	0'39"
5	Фрезерование в первый раз . .	6'20"	6'72"	6'67"	6'53"
6	Отвод охлаждения, останов станка, отвод стола на 300 мм	0'27"	0'40"	0'30"	0'32"
7	Поворот делительной головки .	0'95"	0'60"	0'70"	0'75"
8	Подвод охлаждения, пуск станка, подвод стола для установки на стружку, включая подачу	0'36"	0'30"	0'64"	0'43"
9	Фрезерование во второй раз . .	6'19"	6'23"	6'45"	6'30"
10	Отвод охлаждения, останов станка, отвод на 300 мм	0'37"	0'44"	0'54"	0'45"
11	Поворот делительной головки .	0'61"	0'58"	0'75"	0'64"
12	Подвод охлаждения, пуск станка, подвод стола, установка на стружку, включая подачу	0'33"	0'58"	0'38"	0'43"
13	Фрезерование третьего кулачка	5'48"	6'59"	6'42"	6'18"
14	Отвод охлаждения, останов станка, отвод стола на 300 мм	0'38"	0'35"	0'32"	0'35"
15	Поворот делительной головки .	0'82"	0'80"	0'61"	0'74"
16	Подвод охлаждения, пуск станка, подвод стола на 300 мм, установка на стружку, включая подачу	0'41"	0'66"	0'60"	0'74"
17	Фрезерование четвертого кулачка	6'19"	6'22"	6'25"	6'56"
18	Отвод охлаждения, останов станка, включая подачу	0'07"	0'06"	0'08"	6'22"
19	Открыть 3 оправки, снять шайбы	1'43"	1'61"	1'38"	0'07"
20	Открепить заднюю бабку и отвести на 300 мм	0'93"	1'10"	0'81"	0'94"
21	Снять детали с оправок и положить в ящик	0'27"	0'22"	0'19"	0'23"

Итого . . . 38,16 мин.

На одно кольцо (четыре кулачка) $\frac{38,16}{24} = 1,59$ мин.

На один кулачок $1,59:4 \approx 0,4$ мин.

Фреза фасонная диаметром $D = 106$ мм и шириной $b = 45$ мм; число зубьев $z = 14$.

Глубина фрезерования и развёрнутая ширина фрезерования были разделены на два участка:

Первый участок

$t_1 = 6$ мм — глубина фрезерования.

$b_1 = 15$ мм — развёрнутая ширина фрезерования.

Второй участок

$t_1 = 6$ мм — глубина фрезерования.

$b_1 = 15$ мм — ширина фрезерования.

Расчёт режима резания производили для хромистой стали с временным сопротивлением разрыву $\sigma_v = 70 \div 75$ кг/мм².

Рекомендуемые режимы резания по нормативам комиссии по резанию металлов:

Скорость резания $v = 14,6$ м/мин.

Число оборотов шпинделя $n = 44$ об/мин.

Подача стола $S = 36$ мм/мин.

Подача на один зуб фрезы $S_{зуб} = 0,0058$ мм/зуб.

Потребная мощность $N_{эфф} = 7,85$ л. с.

Давление резания $P = 1770$ кг.

Порядок расчёта. Мощность подсчитали по формуле, рекомендуемой Гипрошацем для фасонных фрез:

$$N_{эфф} = K_t \cdot K_s \cdot K_N \cdot K_D \cdot b_1 \cdot n \cdot z \text{ л. с.},$$

где K_t — коэффициент, зависящий от глубины фрезерования;

K_s — коэффициент, зависящий от подачи;

K_N — коэффициент, зависящий от временного сопротивления разрыву;

K_D — коэффициент, зависящий от диаметра фрезы;

b_1 — развёрнутая ширина фрезерования;

n — число оборотов фрезы;

z — число зубьев фрезы.

Мощность, затрачиваемая при фрезеровании участка, когда $t_1 = 6$ мм и $b_1 = 15$ мм:

$$N_{эфф1} = 0,00053 \cdot 0,141 \cdot 1,28 \cdot 1,78 \cdot 15 \cdot 44 \cdot 14 = 1,5 \text{ л. с.}$$

Мощность, затрачиваемая при фрезеровании участка, когда $t_2 = 1$ мм и $b_2 = 20$ мм:

$$N_{эфф2} = 0,00012 \cdot 0,141 \cdot 1,28 \cdot 1,78 \cdot 20 \cdot 44 \cdot 14 = 0,47 \text{ л. с.}$$

Суммарная мощность при полной ширине фрезерования:

$$N_{эфф} = 1,5 + 0,47 = 1,97 \text{ л. с.}$$

Из формулы

$$N = \frac{P \cdot v}{60 \cdot 75} \text{ л. с.}$$

определяем усилие резания P , зная, что скорость резания $v = 14,6 \text{ м/мин}$:

$$P = \frac{N \cdot 4500}{v} = \frac{1,97 \cdot 4500}{14,6} = 607 \text{ кг.}$$

Данную мощность и усилие резания получаем при работе одной фрезой.

При работе тремя фрезами мощность и усилие резания составляют:

$$N_{эфф\ 1,2,3} = 1,97 \cdot 3 = 5,91 \text{ л. с.}, \quad P_{1,2,3} = 607 \cdot 3 = 1821 \text{ кг.}$$

По данным бюро паспортизации, усилие резания, допускаемое прочностью станка, $P = 1750 \text{ кг}$.

Мощность мотора:

$$N_m = 11,2 \text{ л. с.}; \quad \eta = 0,75; \quad N_{эфф} = 8,4 \text{ л. с.}$$

Следовательно, при заданных режимах резания мотор не перегружен.

В табл. 9 приведены данные об использовании станка.

Таблица 9

Характер работы	Элемент работы	Индекс	Расход рабочего времени	
			фактически	в процентах
Основная работа станка . . .	Фрезерование	Ф1	297,4	70,7
Вспомогательная работа . .	Время, связанное: 1) с установкой деталей 2) со снятием детали 3) с управлением станка	В2	60,5	14,2
		В3	28,9	6,7
		В4	17,2	4,7
Дополнительная работа	Смена фрез	Д5	12	2,8
Прочие потери	Надевание ремня	П6	4	0,9
Итого . . .			420	100

Из таблицы можно заключить, насколько производительна была организована работа. Машинное время составляет 70,7% рабочего времени. Высокий процент машинного времени свидетельствует о производительном использовании станка.

РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Вопрос о применении приспособлений в производстве решают в зависимости от их рентабельности.

Рассмотрим, какой экономический эффект давали приспособления, которые мы применяли.

Прежде чем привести конкретные расчёты, рассмотрим, когда и при каких условиях можно считать приспособление рентабельным. Решая этот вопрос, нужно учитывать ряд факторов и прежде всего следующие:

1) размер партии деталей, для обработки которых приспособление предназначено, и возможность использования приспособления для обработки других аналогичных по конфигурации деталей;

2) повышение производительности труда рабочего;

3) повышение качества обработки;

4) увеличение производственной отдачи оборудования в связи с необходимостью ликвидировать узкие места производства;

5) период, к которому нужно отнести стоимость приспособлений, так как срок амортизации многих из них можно исчислять годами.

В приведённых ниже подсчётах ограничиваемся показом чистой экономии затрат на обработку разных деталей.

1. Экономический эффект от внедрения новой технологии изготовления фрикционных конусов (фрезерование в трёхшпиндельной делительной головке).

Стоимость трёх разжимных оправок (стоимость оправки 50 руб.) $50 \text{ руб.} \times 3 = 150 \text{ руб.}$, стоимость набора фрез 25 руб.; общая стоимость оправок и набора фрез $150 + 25 = 175 \text{ руб.}$

Экономия на заработной плате с учётом цеховых накладных расходов на 1 деталь составляет 15 коп.

Расчёт экономии от внедрения трёхшпиндельной делительной головки для фрикционных конусов приведён в табл. 10.

Таблица 10

По револьверным станкам типа 136 и 137			
Год	Количество конусов по годовой программе	Экономия на заработной плате от годовой программы	Экономия на заработной плате за вычетом издержек на изготовление оправок, покупку фрез и составление их наборов
1937	2264	$2264 \cdot 15 = 339 \text{ р. } 60 \text{ к.}$	$339 \text{ р. } 60 \text{ к.} - 175 \text{ руб.} = 164 \text{ р. } 60 \text{ к.}$
1938	2808	$2808 \cdot 15 = 421 \text{ р. } 20 \text{ к.}$	$421 \text{ р. } 20 \text{ к.}$
1939	2544	$2544 \cdot 15 = 381 \text{ р. } 60 \text{ к.}$	$381 \text{ р. } 60 \text{ к.}$
1940	3362	$3362 \cdot 15 = 504 \text{ р. } 30 \text{ к.}$	$504 \text{ р. } 30 \text{ к.}$
			Всего . . 1471 р. 70 к.

2. Экономический эффект от внедрения новой технологии изготовления колец:

Стоимость приспособления 450 руб.

Стоимость двух наборов фрез, изнашиваемых за год (250 · 2) 500 руб.

Экономия заработной платы на одной детали 9 коп., при 100% накладных расходов по цеху 18 коп.

По детали 366039 брак достигал 50%.

Стоимость брака одной детали составляет 2 р. 79 к. Расчёт экономии от внедрения приспособления и наборов фрез, сделанный на одно кольцо, приведён в табл. 11.

Таблица 11

По револьверным станкам типа 136 и 137				
Год	Количество колец по годовой программе, шт.	Годовая экономия на заработной плате	Экономия от ликвидации брака (50%) от годовой программы колец	Суммарная экономия на заработной плате за вычетом издержек на изготовление приспособлений и фрез
1937	2264	2264 · 18 = 407 р. 52 к.	1132 · 2 р. 79 к. = = 3158 р. 28 к.	3565 — 80 — 950 = = 2715 р. 80 к.
1938	2808	2808 · 18 = 505 р. 44 к.	1404 · 2 р. 79 к. = = 3917 р. 16 к.	4422 р. 60 к.
1939	2544	2544 · 18 = 457 р. 92 к.	1272 · 2 р. 79 к. = = 3548 р. 88 к.	4006 р. 80 к.
1940	3362	3362 · 18 = 605 р. 16 к.	1681 · 2 р. 79 к. = = 4688 р. 98 к.	5294 р. 14 к.
		Всего . . .		16 429 р. 34 к.

3. Экономический эффект от внедрения нового процесса фрезерования бронзовых пробок и его постепенной рационализации.

Бронзовые пробки на протяжении нескольких лет обрабатывали различными методами. Ниже приведён экономический расчёт для различных этапов совершенствования технологического процесса.

Первый этап. Обработка бронзовых пробок по 1 шт. при помощи делительной головки.

Стоимость обработки одной пробки 50 коп.

Второй этап. Обработка пробки на токарном и фрезерном станках при помощи разжимной втулки.

Стоимость двух втулок 10 руб.

Стоимость обработки пробки 8,2 коп.

Экономия на заработной плате на одной штуке 83,6 коп.

Экономия на годовой программе (1500 пробок)

$$1500 \cdot 83,6 = 1254; 1254 - 10 = 1244 \text{ руб.}$$

Третий этап. Обработка пробок в многоместном приспособлении, крепление в плите 9 шт.

Стоимость приспособления 150 руб.

Четвёртый этап. Обработка пробок в трёх плитах, крепление по девять пробок в каждой плите.

Стоимость двух добавочных плит 100 руб.

Пятый этап. Обработка пробок в двух плитах, в каждой крепил по 36 пробок.

Стоимость приспособления 1000 руб.

Стоимость двух наборов нормальных фрез, с учётом затачивания их на один размер и изготовления колец, составляет 300 руб.

Экономия на заработной плате с учётом 100% накладных цеховых расходов 15,6 коп. .

За время работы этого приспособления и наборов фрез изготовлено 10 660 пробок.

Экономия заработной платы на партии в 10 660 шт.

$$10\ 660 \cdot 15,6 = 1662 \text{ р. } 96 \text{ к.}$$

Суммарная экономия 1244 руб. + 1662 р. 96 к. = 2906 р. 96 к.

Общая сумма затрат на изготовление приспособлений и наборов фрез

$$150 \text{ ₪} 100 \text{ ₪} 1000 + 300 = 1550 \text{ руб.}$$

Суммарная экономия за вычетом затрат

$$2906 \text{ р. } 96 \text{ к.} - 1550 \text{ р.} = 1356 \text{ р. } 96 \text{ к.}$$

4. Экономический эффект от внедрения специальных оправок и фасонных фрез для обработки кулачков:

Стоимость обработки кулачка по старому технологическому процессу 45 коп.

Стоимость обработки кулачка по новому технологическому процессу 3 коп.

Экономия на одном кулачке 45 — 3 = 42 коп.

Принимая накладные расходы за 100%, получаем экономию на одном кулачке 84 коп.

На годовую программу, за вычетом стоимости восьми оправок, трёх шаблонов и шести фасонных фрез, экономия составляет 1400 руб.

5. Экономический расчёт целесообразности нового метода фрезерования валиков на заводе им. Ухтомского.

В течение года нужно фрезеровать 120 000 валиков. Часть этих валиков изготавливают мелкими партиями. Их обрабатывают по старому методу. По новому методу должны обрабатывать 100 000 валиков. Кроме того, у 47 000 валиков фрезеруют только фаску, а не полный квадрат. Поэтому указанное количество следует уменьшить вдвое. .

Окончательно расчётное количество валиков с приведением к фрезерованию на квадрат составляет 77 000 шт.

Данную работу тарифицируют по третьему разряду. Дневная ставка для него 7 р. 30 к. Исходя из этой ставки и нормы

300 шт. в смену, следует, что стоимость рабочей силы на 77 000 деталей составляет 1700 руб.

Стоимость рабочей силы на 77 000 деталей, обработанных по новому способу, исходя из нормы 792 шт. в смену, составляет 710 руб. Экономия на заработной плате равна 990 руб.

Накладные расходы цеха составляют в среднем 400%. В итоге экономия на обработке равна 4950 руб. в год.

Первоначальные затраты на инструмент и приспособления для полного комплекта валиков:

Пять наборов фрез6000 руб.
Поворотный стол1000 »
Приспособление1500 »
<hr/>	
Всего8500 руб.

Принятую в этом расчёте стоимость поворотного стола и приспособлений взяли в половинном размере, учитывая двухгодичный срок их амортизации.

Фрезерование валиков по новому методу даёт экономию в загрузке оборудования в размере 135 станко-смен в год; следовательно, получается экономия, равная приблизительно 0,25 стоимости станка, что составляет около 4000 руб.

Таким образом, при первоначальных затратах в 8500 руб. получаем экономию 8950 руб. в год. При этом не учтена экономия от сокращения необходимых производственных площадей.

Расходы по внедрению нового технологического процесса окупаются быстрее чем за год.

Мы привели только несколько подсчётов, в которых учтены лишь такие видимые факторы, как заработная плата, материалы и пр. Однако остался неосвещённым вопрос об экономии станочного времени, т. е. о расширении производственных возможностей предприятий. А это — центральный вопрос экономики советского предприятия. Таким образом, применение приспособлений, как правило, обеспечивает снижение стоимости обработки и улучшение всех экономических показателей предприятия.

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ О КОНСТРУКЦИЯХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И УСЛОВИЯХ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

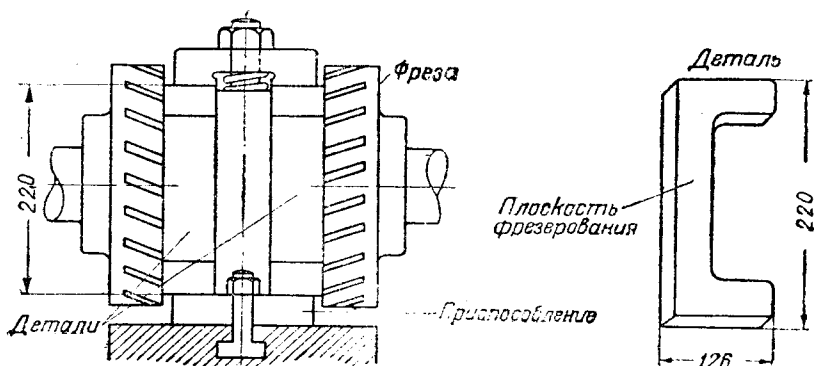
Самыми простыми приспособлениями являются машинные тиски, в которых зажимают чаще всего одну, а иногда и несколько деталей. Для зажима и обработки многих деталей применяют удлинённые тиски с проставными пластинами.

Обычные нормальные тиски, используемые на фрезерных станках средних размеров, имеют небольшую площадь зажима деталей по длине фрезерования. При работе с обычными тисками получается весьма малое машинное время.

Развитие многостаночного обслуживания требует более широкого применения удлинённых тисок. Длина фрезерования в этих тисках значительно больше, чем в обычных тисках, процент ма-

инного времени работы станка возрастает и открываются возможности для обслуживания одним рабочим двух или даже большего числа станков.

Для работы на станках следует подбирать детали примерно так: на одном станке обрабатывают детали, закреплённые в удлиненных тисках, рабочая площадь этих деталей должна быть достаточно большая; на другом станке можно устанавливать детали в обычных тисках или в приспособлениях с небольшой рабочей площадью фрезерования.



Фиг. 85. Фрезерование рамки в высоком приспособлении

При многостаночной работе, вообще, выгодно применять длинные приспособления, так как задача заключается в том, чтобы увеличить непрерывное машинное время обработки на каждом станке.

Остановимся подробнее на конструкции приспособлений. В начале развития стахановского движения конструированию приспособлений не уделяли достаточного внимания. Конструктивная форма приспособления, его размеры, прижимы, установочные габариты и другие элементы были слабо разработаны. Не были учтены такие важные моменты, как вибрация, возможность биевания фрезерной оправки и тому подобные явления, которые могут возникнуть вследствие неправильной конструкции приспособления.

На фиг. 85 показано фрезерование рамки в высоком приспособлении. Отрицательным качеством данного приспособления является слишком большая его высота. Вследствие этого во время фрезерования происходит значительная вибрация, что вынуждает снижать режимы фрезерования.

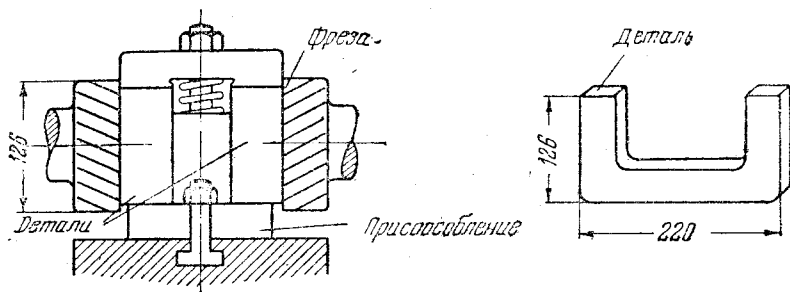
На фиг. 86 показано фрезерование рамки в низком приспособлении. Оно имеет то же назначение, что и предыдущее, но в этом случае деталь крепят иным способом.

Вибрация может возникнуть и вследствие применения неправильного прижима. Покажем это на примере. В одном приспособлении (фиг. 87) высота прижима равняется 100 мм, во втором (фиг. 88) высота прижима составляет 50 мм. Следо-

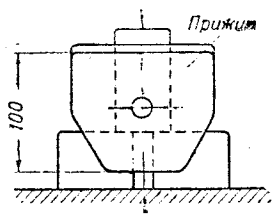
вательно, в первом случае высота приспособления больше, металла на корпус приспособления требуется больше, чем во втором случае. А второй прижим обеспечивает более жёсткое крепление, чем первый.

Это побудило нас в последующих наших работах подходить к конструкциям приспособлений более продуманно.

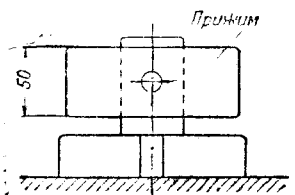
Вибрация может возникнуть и вследствие неправильного расположения прижимов. Эту ошибку много раз повторяли в первых приспособлениях, которые мы применяли. В таких слу-



Фиг. 86. Фрезерование рамки в низком приспособлении



Фиг. 87. Высокий прижим



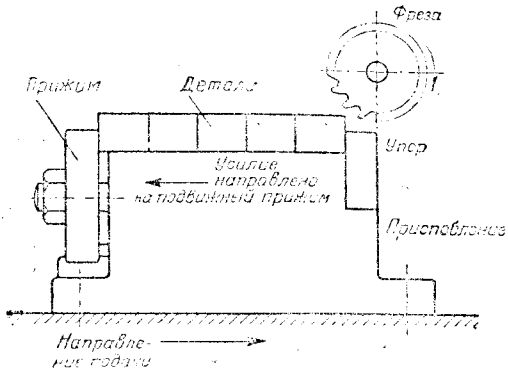
Фиг. 88. Низкий прижим

чаях давление приходилось на подвижные прижимы, как показано на фиг. 89. Были также случаи, когда во время фрезерования, вследствие недостаточно жёсткого зажима, вырывало детали.

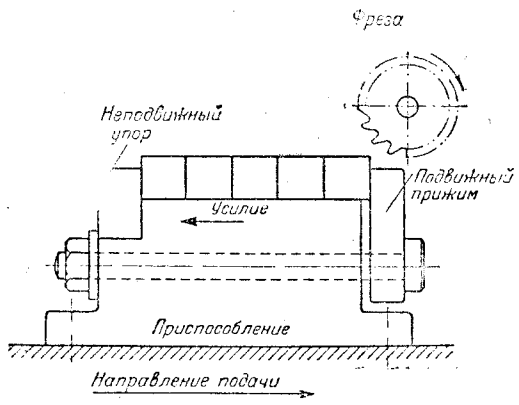
На фиг. 90 показано фрезерование в направлении неподвижного, более жёсткого упора. В этих случаях фрезерование протекает нормально.

Пример, когда деталь зажата неправильно, показан на фиг. 91: прижим стоит под некоторым углом к оси опоры приспособления; усилие зажима действует не на центр детали или выше него, а ниже центра детали; вследствие этого во время фрезерования получается опрокидывающий момент, и деталь может вырваться из приспособления. Пример, когда деталь зажата правильно, показан на фиг. 92: прижим имеет наклон по отношению к плоскости зажима и усилие зажима проходит в центре или выше центра детали.

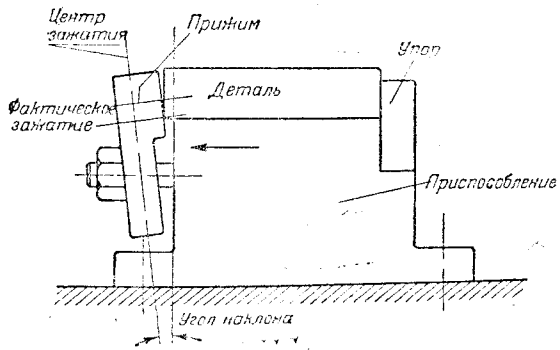
Фиг. 88. Фрезерование в направлении подвижного упора



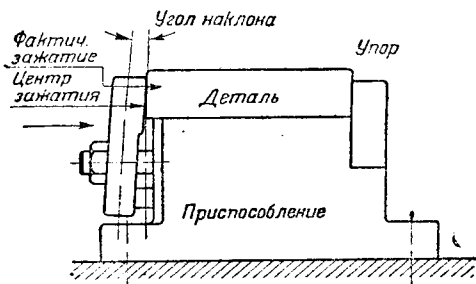
Фиг. 90. Фрезерование в направлении неподвижного упора



Фиг. 91. Пример неправильно зажатой детали

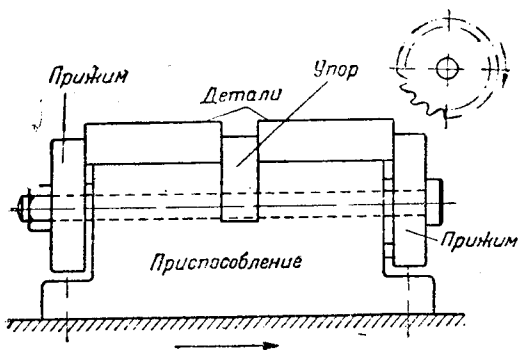


В тех случаях, когда необходимо фрезеровать одновременно много деталей, рекомендуется применять приспособления типа, указанного на фиг. 93. В этом приспособлении введён промежуточный жёсткий упор. Детали зажимают болтом, который проходит через корпус приспособления, и двумя подвижными зажимами. Фрезерование в данном случае происходит в первой части

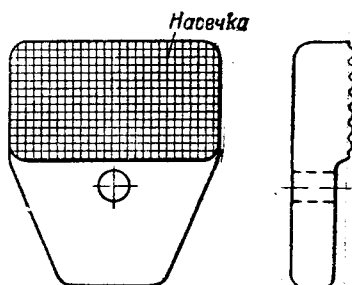


Фиг. 92. Пример правильно зажатой детали

приспособления — в направлении неподвижного упора. Во второй части приспособления фрезерование происходит в направлении подвижного прижима.



Фиг. 93. Многоместное приспособление с промежуточной опорой



Фиг. 94. Прижим с насечкой

Приспособление составлено как бы из двух однотипных. В таких приспособлениях обеспечено жёсткое крепление, вибрация снижена до минимума, создаётся возможность фрезеровать на повышенных режимах.

Жёсткий зажим деталей обеспечивается не только правильной конструкцией прижимов, но и тщательным их изготовлением. Прижим, как правило, необходимо выполнять из стали, а для придания соответствующей твёрдости его нужно термически обработать. Незакалённые прижимы устанавливать не следует, так как они быстро изнашиваются и не обеспечивают жёсткого зажима.

На прижимы часто наносят насечку (фиг. 94). Прижимы с насечкой обеспечивают более жёсткий зажим, но их не всегда

можно применять. Если поверхности деталей уже обработаны, такой прижим может их испортить. Прижимами с насечкой следует пользоваться только при зажиме неотвественных деталей. Для жёсткости крепления иногда применяют насечку и на упорах. Для опорных частей приспособлений рекомендуется использовать термически обработанные (закалённые) планки.

Незакалённая опорная плоскость быстро срабатывается и приспособление приходит в негодность.

Опорные плоскости в приспособлениях тоже следует термически обрабатывать, иначе опорные части быстро изнашиваются и теряют точность.

Подытоживая сказанное о приспособлениях, приходим к следующим выводам:

1) приспособление должно иметь малый вес, жёсткую опору, малую высоту и хорошие зажимы, обеспечивающие жёсткое крепление;

2) части приспособления необходимо выполнять так, чтобы они были долговечными и обеспечивали нужную точность изготовления деталей;

3) приспособление должно иметь такую форму, которая позволяет охлаждающей жидкости обтекать его без разбрызгивания и обеспечивает хороший сход стружки;

4) приспособления, применяемые при многостаночной работе, должны быть сконструированы так, чтобы зажим деталей не отнимал много времени.

Для обычных приспособлений широко применяют зажим при помощи ключа. Необходимо, по возможности, отказаться от способов зажимания, отнимающих много времени и требующих от рабочего большой физической силы.

Нужно шире применять быстрозажимные приспособления. Их используют на различных станках. Например, на револьверных станках применяют пневматические зажимные патроны, на плоско-шлифовальных станках — электромагнитные планшайбы, на фрезерных станках часто применяют также тиски с пневматическими зажимами. Такие зажимы во много раз сокращают вспомогательное время на установку деталей и облегчают труд рабочего.

В заключение следует отметить, что приспособление должно быть простым в изготовлении, удобным в работе и дешёвым.

Использование мощности станка

В первый период стахановской работы не задумывались над тем, что станок может «не потянуть» или что он при обработке деталей может сломаться вследствие перегрузки. Технология была довольно примитивной. Детали, как правило, обрабатывали по одной штуке одной фрезой.

Когда мы стали увеличивать режимы фрезерования, то больше всего беспкойства вызывали опасения, как бы не сломалась фреза.

Когда же мы начали пользоваться наборами фрез и многоместными приспособлениями, дополнительно возник вопрос о правильном выборе станка для применения новой технологии. Пришлось заняться и расчётом отдельных звеньев станка на прочность.

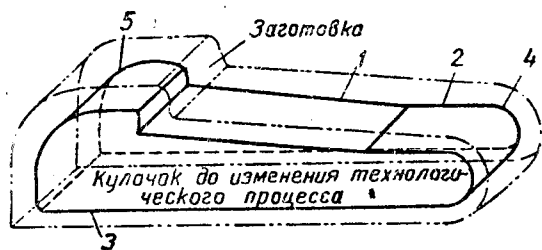
Применению каждого приспособления должен предшествовать чёткий расчёт, причём необходимо определить: 1) оптимальный режим фрезерования; 2) мощность станка и прочности отдельных его звеньев; 3) экономический эффект данного мероприятия; 4) возможности системы охлаждения и 5) электронагрузки.

Этот расчёт рекомендуется выполнять каждый раз при применении сложных приспособлений.

Если расчёт показывает, что мощность станка недостаточна, следует перенести работу на другой станок или найти иное решение данной технологической задачи.

НОВЫЕ МЕТОДЫ РАБОТЫ И ЭКОНОМИЯ МЕТАЛЛА

На фрезерном участке обрабатывали значительное число деталей из поковок. Много ценного рабочего времени приходилось терять вследствие того, что на кованных деталях в местах меха-



Фиг. 95. Кулачок старой конструкции и старая заготовка (поковка) для кулачка

нической обработки оставляли чрезмерно большие припуски. Особенно много металла отходит в стружку, когда деталь имеет фасонную поверхность. При таких работах обычно происходит большой износ режущего инструмента. Большие припуски затрудняют применение приспособлений. Всё это побудило нас поставить вопрос о переходе с кованных на штампованные заготовки. Покажем на примере преимущества штампованных заготовок по сравнению с коваными.

На фиг. 95 изображён кулачок старой конструкции и старая заготовка (поковка) для кулачка. Прежде кулачок фрезеровали из заготовки, полученной свободной ковкой в кузнице. Такая заготовка весила около 4 кг.

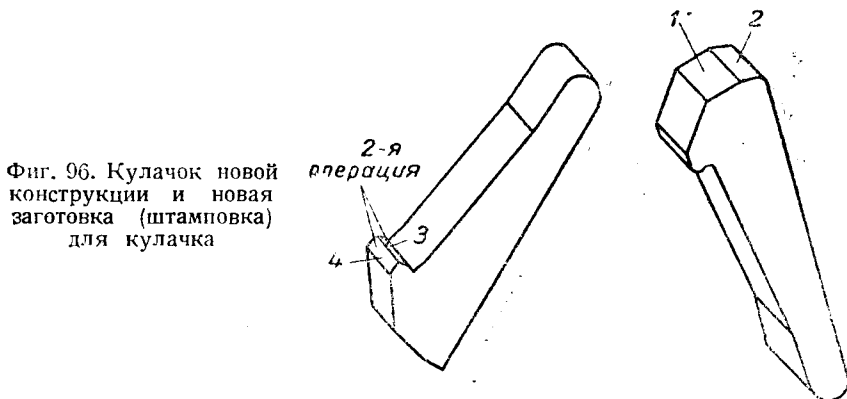
При обработке профиля кулачка требовалось предварительно фрезеровать плоскости 1 и 2. Их фрезеровали на горизонтально-фрезерном станке, закрепляя по одному кулачку. Обработку окончательного профиля участков 1, 2, 3 выполняли на шепинге за несколько установок. Участок 4 кулачка фрезеровали на вертикально-фрезерном станке. Окончательную подгонку профиля попарно выполняли слесари. Перед фрезерованием наклонной

плоскости, а также перед строганием производили разметку. Таким образом, обработка этого профиля состояла из восьми операций: четырёх фрезерных, двух разметочных, одной строгальной и одной слесарной.

На выполнение месячной программы по кулачкам (обработку профиля) затрачивали 150 станко-часов.

При новом технологическом процессе всю эту работу закончили в течение 100 мин. На обработку одного кулачка затратили всего 0,57 мин.

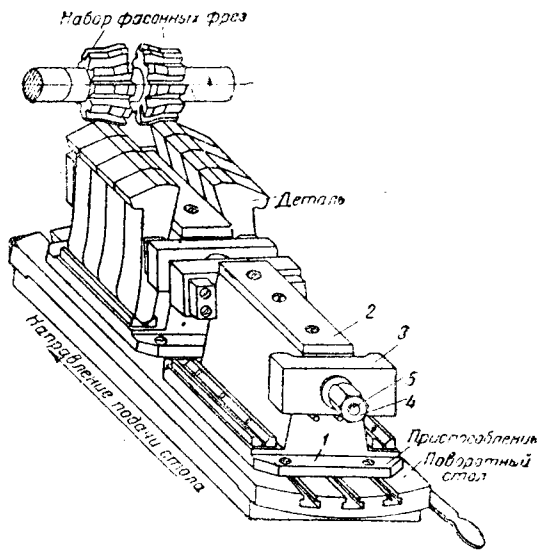
Для максимального сокращения механической обработки мы перешли на штампованную заготовку (фиг. 96). Старую заго-



товку обрабатывали кругом, а новую только в местах 1, 2, 3, 4. Заготовка вместо 4 кг весила 1,95 кг, т. е. вдвое меньше. Годовая экономия металла в результате перехода на штампованную заготовку составляет примерно 2,5 т.

По новому технологическому процессу кулачки обрабатывали на двух станках и приспособлениях при помощи поворотных столов и наборов фасонных фрез. На фиг. 97 показано фрезерование кулачков (первая операция) по новому технологическому процессу. В приспособлении одновременно зажимали восемь кулачков, у которых двумя фасонными фрезами обрабатывали нижнюю, рабочую часть. В каждом ручье приспособления устанавливали четыре заготовки. Приспособление состояло из опорной части 1, которую привёртывали к плите поворотного стола, упорной части 2 и установочных призм для головки кулачка. Кулачки крепили прижимной планкой 3 при помощи гайки 4 и винта 5. На поворотном столе установлено два таких приспособления.

Во время фрезерования деталей, находившихся в одном приспособлении, из другого (точно такого же) приспособления выгружали полуобработанные заготовки, а затем в нём закрепляли восемь новых заготовок. Таким образом детали устанавливали и снимали во время машинной работы станка. В этом и заключается преимущество поворотных столов: они дают эконо-



Фиг. 97. Фрезерование кулачков (первая операция) по новому технологическому процессу

мию вспомогательного времени и позволяют довести продолжительность полезной работы станка до 90% всего рабочего времени.

Полуобработанные восемь кулачков с первого станка поступали на второй, где их обрабатывали в новом приспособлении, тоже применяя поворотный стол.

На фиг. 98 показано фрезерование кулачков (вторая операция) по новому технологическому процессу.

Приспособление, использованное для второй операции, очень сходно с предыдущим, но кулачок устанавливают в нём обработанной нижней частью на призму А.

Порядок фрезерования на втором станке такой же, как и на первом. После фрезерования со второго станка снимают восемь окончательно обработанных кулачков. Таким образом, восемь операций были сведены всего в две.

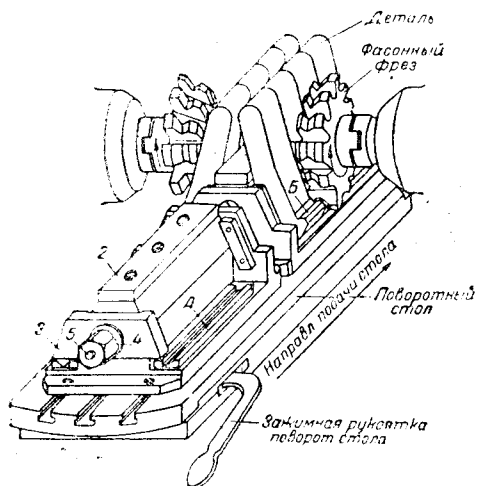
Кулачки (сталь 20Х) обрабатывали при скорости резания $v = 21,3$ м/мин и подаче стола $S = 36$ мм/мин.

Цикл обработки деталей построили так, что он позволял работать на двух станках.

Эта работа доказала полную возможность: 1) резко сократить объём механической обработки, 2) уменьшить время изготовления деталей, 3) сократить трудоёмкость, 4) экономить металл и 5) резко снизить себестоимость деталей.

На основании данного опыта мы предложили перевести по нашему пролёту с поковки несортového материала на штамповку 13 деталей различных наименований. Это могло дать экономию за вычетом издержек на приспособления, инструменты и штампы

Фиг. 98. Фрезерование кулачков (вторая операция) по новому технологическому процессу



12 337 руб. Уменьшение расхода металла должно было составить 5,3 т в год. Цикл обработки деталей сокращался в 2,5—4 раза.

Для примера приводим расчёт экономии от перевода кулачка на штамповку.

Количество деталей в год	2000 шт.
Экономия в весе кулачка	0,4 кг
Годовая экономия металла	$0,4 \cdot 2000 = 800$ кг
Экономия металла на 1 кулачке	15 коп.
Экономия металла по годовой программе	300 руб.
Число операций при обработке ковanej заготовки	15
Число операций при обработке штампованной детали	5
Штучная норма обработки в первом случае	28,2 мин.
Штучная норма обработки во втором случае	16,7 мин.
Экономия на стоимости обработки 1 кулачка	30,1 коп.
Годовая экономия заработной платы	3180 руб.
Стоимость нового приспособления	350 руб.
Стоимость штампа	80 руб.
Годовая экономия от введения штамповки:	
а) стоимость приспособлений и штампа:	
$350 + 800 = 1150$ руб.;	
б) экономия металла и заработной платы:	
$3180 + 300 = 3480$ руб.	
$3480 - 1150 = 2330$ руб.	

ПУТИ УМЕНЬШЕНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Значение поворотных столов

В смену станок работает и фреза режет металл обычно не свыше 50—60% рабочего времени. Остальное время станок не работает. Это время уходит на установку, крепление, освобождение и снятие деталей, на управление станком и на очистку его от стружки.

Для примера в табл. 12 приведены соотношения машинного и вспомогательного времени при фрезеровании рычагов для револьверного станка.

Таблица 12

Наименование детали	Машинное время фрезерования %	Вспомогательное время %		Всего %
		на установку и снятие деталей	управление станком	
Рычаг № 1	51	33	16	100
„ № 2	57	30	13	100

То же самое происходит и при обработке любых других деталей. Задача заключается в выполнении вспомогательных операций по установке и снятию деталей — во время работы станка. Для этой цели я начал широко применять накладные поворотные столы.

Эффективность применения поворотных столов исключительно велика. Так, при фрезеровании ограничителей применение специальных приспособлений и ручного поворотного стола позволило выполнить норму на 4630%.

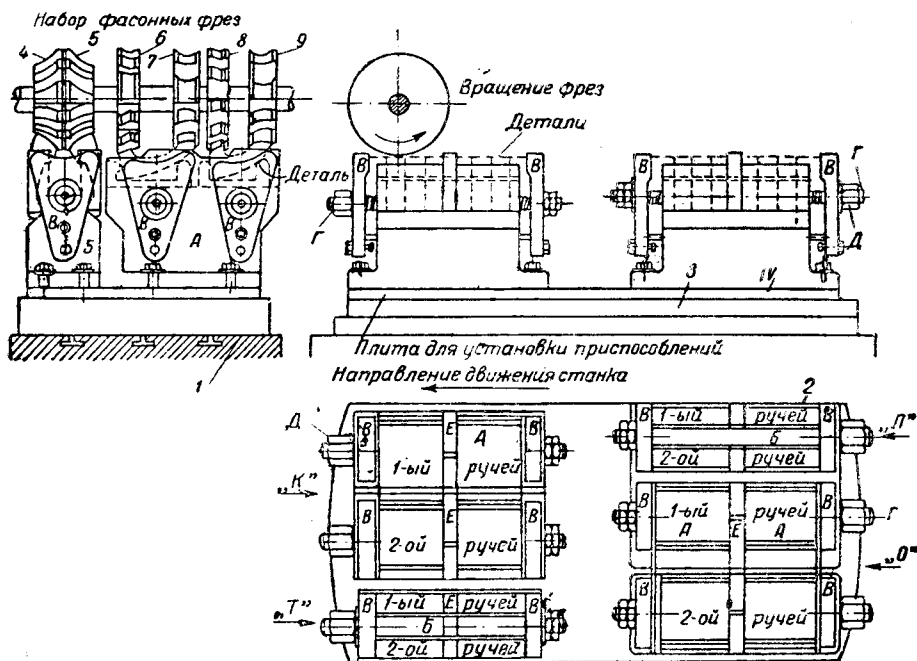
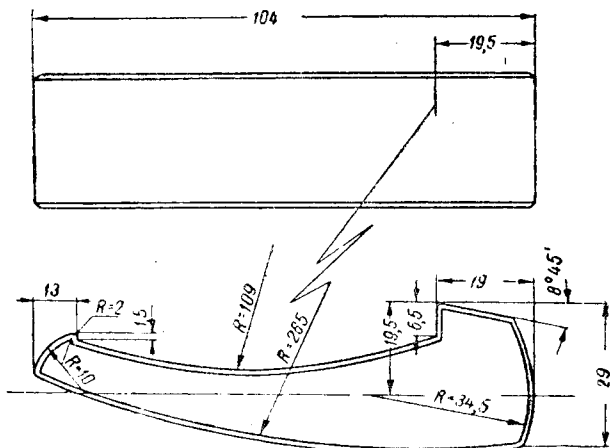
Применив поворотный стол, я смог во время фрезерования выполнять все вспомогательные операции: установку, крепление, открепление и снятие деталей, а также удалять со станка стружку. Вспомогательное время уходило только на пуск и останов станка, на включение и выключение подачи, подвод и отвод стола, а также на поворачивание его верхней поворотной части.

В результате полезная работа станка достигала 90%. Приводим несколько примеров фрезерных работ, выполненных при помощи поворотных столов.

Обработка зажимного кулачка. По старому технологическому процессу кулачок (фиг. 99) изготовляли из прямоугольной заготовки. Для обработки кулачка требовались фрезерование, разметка, сверление и строгание по контуру (профиля). Окончательный профиль придавали слесарной обработкой. Кулачки получались неодинаковой формы, и на сборке их часто браковали.

По новому технологическому процессу (фиг. 100) кулачок обрабатывали не из прямоугольной заготовки, а путём штамповки, которая придаёт кулачку форму детали с припуском на обработку. Малую и большую головки фрезеровали при помощи четырёх приспособлений, поворотного стола и набора из шести фасонных фрез. Одновременно закрепляли 32 детали. Как видно из фиг. 100, на столе фрезерного станка 1 закреплён поворотный стол 2, на верхней части 3 которого закреплены на плите два одинаковых приспособления А и два приспособления Б.

Фиг. 99. Кулачок



Фиг. 100. Схема фрезерования кулачка по новому технологическому процессу

Кулачки обрабатывают следующим образом. Со стороны *О* приспособления *А* в первый и второй ручки закладывают штампованные заготовки. В каждый ручей помещают восемь деталей, т. е. в обоих ручьях закрепляют 16 заготовок. Их зажимают прижимами *В* при помощи винтов *Г* и гаек *Д*. Каждый ручей

разделяет опорная стойка *Е*, к которой с каждой стороны прижимают четыре кулачка. Опорные стойки введены для надёжного крепления деталей.

После крепления деталей верхнюю часть поворотного стола *З* поворачивают вместе с приспособлениями. Их устанавливают в положение, соответствующее профилям фасонных фрез. Включают станок и сначала фрезеруют профиль малой головки и часть большой головки.

Вначале в двух ручьях закрепляют 16 заготовок, которые обрабатывают фрезами *6, 7, 8, 9* (фиг. 100). Это — первый момент фрезерования.

После обработки 16 заготовок станок выключают. Стол станка с деталями выводят из-под фрез. Поворачивают верхнюю часть поворотного стола и открепляют детали, находящиеся в приспособлении *А*. Полуобработанные 16 заготовок перекладывают в приспособление *Б* со стороны *Л*, а в освободившееся от заготовок приспособление *А* закладывают новую партию, тоже состоящую из 16 заготовок.

Теперь работают все шесть фасонных фрез *4, 5, 6, 7, 8* и *9*, которые последовательно фрезеруют 32 детали. Это — второй момент фрезерования. Фрезы *4* и *5* обрабатывают профиль большой головки кулачков.

В третий момент, после окончания фрезерования, из приспособления *Б* вынимают 16 окончательно обработанных кулачков, а из приспособления *А* перекладывают в приспособление *Б* 16 полуобработанных кулачков и снова продолжают процесс фрезерования.

В четвёртый момент, во время работы станка, на другой стороне поворотного стола в приспособление *А* закладывают новую партию заготовок.

Таким образом, весь процесс фрезерования производится следующим образом. Во время фрезерования 32 деталей на другой стороне поворотного стола разгружают приспособление *Б* со стороны *Л* от обработанных деталей. Из приспособления *А* перекладывают в приспособление *Б* 16 полуобработанных деталей и заряжают приспособление *А* новыми заготовками.

Используя многоместные приспособления, фасонные фрезы и поворотный стол, получаем исключительно высокую производительность. При обработке кулачка норма была выполнена на 6459%.

Для получения таких результатов необходима совместная коллективная работа инженеров и рабочих. Без активной помощи инженерно-технических работников нельзя было бы добиться таких результатов.

В организации работы по новому методу, разработке технологического процесса и приспособлений в данном случае принимали участие: начальник отдела подготовки производства т. Милованов, технолог Рыбаков, инж. Аптекман, разработавший приспособления, инж. Шабанов, наладчик Кремнев, технолог Сидоров и др.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА

Модернизация — обновление станков, улучшение их конструкции.

Очень часто рабочий жалуется на то, что станок у него старый, малопроизводительный, с износившимися частями, даёт низкие обороты, малые подачи, дрожит при больших сечениях стружки, буксует при значительных нагрузках, неудобны рычаги переключения скоростей и подачи; словом, никудашный станок, и просит на этом основании перевести его на другой, лучший станок. Между тем это является неправильным, негосударственным подходом к делу.

Действительно, на плохом изношенном станке работать неприятно и высокую выработку, высокую производительность на нём дать трудно. Но оказывается, что есть возможность всякий станок улучшить, сделать его более совершенным, более современным, как говорят, модернизировать его.

Удельный вес фрезерных станков в станочном парке машиностроительных заводов возрастает с каждым годом. В числе фрезерных станков, имеющих на наших заводах, встречается немало устарелых конструкций, не отвечающих требованиям, которые к ним теперь предъявляют в смысле производственной отдачи.

Конструкция новых фрезерных станков тоже не всегда обеспечивает высокую производительность и часто требует их модернизировать. Несовершенство конструкции станка особенно сказывается при стахановской работе.

Работая на станке «Фриц Вернер», я в 1936 г. произвёл небольшую модернизацию его — удлинил рычаг включения и выключения подачи. Пользование этим рычагом до модернизации было чрезвычайно затруднено.

В дальнейшем меня не оставляла мысль, что необходимо модернизировать фрезерный станок и полностью приспособить его к стахановским условиям работы.

В 1938 г., когда я с группой инженерно-технических работников находился на Харьковском тракторном заводе, мы обратили внимание на американские специальные фрезерные станки, на которых крупные детали обрабатывали несколькими фрезами. Эти станки имели вращающиеся столы, на которых крепили детали. Особенный интерес представлял автомат, который обрабатывал несколько деталей одновременно. Рабочему оставалось только крепить детали и снимать их. Осмотр станка убедил нас, что, разрабатывая разные приспособления и применяя поворотный стол, мы по сути дела доделывали ту работу, которую не завершили конструкторы станка.

Так родилась идея модернизировать фрезерный станок прежней конструкции, вмонтировав в него поворотный стол.

Вначале мы предполагали, что поворот, как и прежде, будет производиться ручным способом. После обработки партии деталей на одной части стола рабочий выводит его из-под фрез,

поворачивает и вводит под фрезы другую партию деталей, которая закреплена на другом конце стола.

Технический проект разрабатывали в Экспериментальном научно-исследовательском институте металлорежущих станков (ЭНИМС). Там настаивали на том, чтобы станок имел двухстороннее управление и тем самым рабочий мог управлять им из любого положения. Это должно было обеспечить наилучшие условия для многостаночного обслуживания.

Продумывая схему модернизации станка, мы решили пойти дальше: оборудовать его автоматически поворачивающимся столом, что значительно облегчает труд рабочего и приближает данный станок по типу к полуавтомату.

По новой схеме станок должен работать так: после окончания фрезерования вращение фрез автоматически прекращается и стол отходит назад; в крайнем положении останова верхняя часть стола автоматически поворачивается.

Наш проект встретил, однако, возражения со стороны работников ЭНИМС, которые говорили, что автоматизация поворотного стола удорожит станок и усложнит его изготовление, и настаивали на столе с ручным поворотом, снабжённом педальным механизмом. Стол должен был действовать следующим образом: рабочий нажимает ногой на педаль, отчего стол несколько поднимается, затем рабочий от руки поворачивает стол на 180°. Такая конструкция стола усложнила бы труд рабочего. Работать на таком станке могли бы только рослые, физически крепкие станочники. Рабочему невысокого роста трудно сочетать две достаточно трудные физические операции: нажим ногой педали и поворот стола. О применении женского труда на таких станках не могло быть и речи.

Мы настаивали на конструировании современного двухшпиндельного продольно-фрезерного станка с поворотным столом полуавтоматического типа.

После тщательной и всесторонней проработки методов модернизации станка Наркомат тяжёлого машиностроения предложил Горьковскому станкозаводу изготовить в третьем квартале 1940 г. модернизированный станок. Много труда и изобретательности в разработку проекта станка вложил конструктор Иоселевич.

Принят был вариант, основанный на применении копира. Он конструктивно наиболее прост и создаёт много удобств для управления станком. В процессе работы над проектом было решено автоматизировать станок и приблизить его к типу полуавтомата.

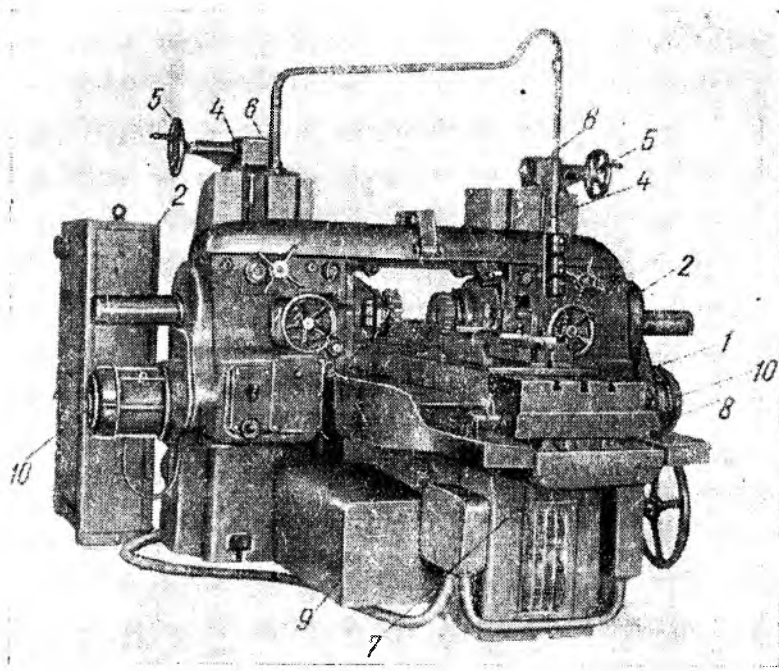
Предусматривали применение в станке автоматических остановов, исключающих возможность его аварии, и ограждения поворотного стола, обеспечивающего полную безопасность работы. Много внимания уделили внешнему виду и отделке станка.

Модернизация была основана на идее, что один рабочий должен обслуживать два станка. Для этого предусмотрели установку на станках зеркал, позволяющих наблюдать за работой

спаренного стола в то время, когда рабочий находится у другого станка. Предусмотрены были также отводы для охлаждающей жидкости, приспособления для очистки от стружки и ряд других конструктивных улучшений.

Описание продольно-фрезерного станка типа 60155 с автоматическим поворотным столом

Станок типа 60155, внешний вид которого изображён на фиг. 101, представляет собой модернизированную конструкцию нормального двухшпиндельного продольно-фрезерного станка



Фиг. 101. Внешний вид продольно-фрезерного станка 60155 с автоматическим поворотным столом.

6Г65 (Дуплекс) и предназначен для обработки деталей средних и малых размеров в серийном и массовом производстве при одновременном обслуживании рабочим двух или нескольких станков. На этих станках можно обрабатывать детали самой разнообразной конфигурации и из различных материалов. На нём можно применять фрезы разных видов: цилиндрические, пазовые, торцевые и фасонные любой конфигурации.

Основной особенностью станка являются автоматический поворотный стол размером 800×450 мм, поворачивающийся на 180° , и двойное кнопочное управление.

Поворотный стол, настроенный на автоматический цикл и двойное кнопочное управление, даёт возможность использовать машинное время станка до 90—95% от общего времени, необходимого для обработки деталей. Их устанавливают, крепят и снимают после обработки во время рабочего хода станка, когда на другом конце стола происходит фрезерование.

Рабочий цикл заключается в следующем. Обрабатываемую деталь крепят в приспособлении, установленном на поворотном столе. Станок пускают в ход, нажимая кнопку. После пуска сразу начинают вращаться фрезерные шпиндели, стол на ускоренной подаче подходит к фрезам и автоматически переключается на рабочий ход. По окончании рабочей подачи вращение фрезерных шпинделей автоматически выключается, а движение стола переключается на ускоренный обратный ход. В конце обратного хода поворотная часть стола освобождается от прижимов и фиксатора и поворачивается на 180°. Станок в этом положении автоматически выключается. Для повторения цикла требуется нажать кнопку, чтобы снова пустить станок.

Конструктивно станок можно разбить на следующие основные группы:

- первая — стойка,
- вторая — коробка подач,
- третья — коробка переключения.
- четвёртая — станина,
- пятая — подшипник ходового винта,
- шестая — автоматический поворотный стол,
- седьмая — коробка шпинделя,
- восьмая — хобот подшипника,
- девятая — водопровод,
- десятая — электрооборудование.

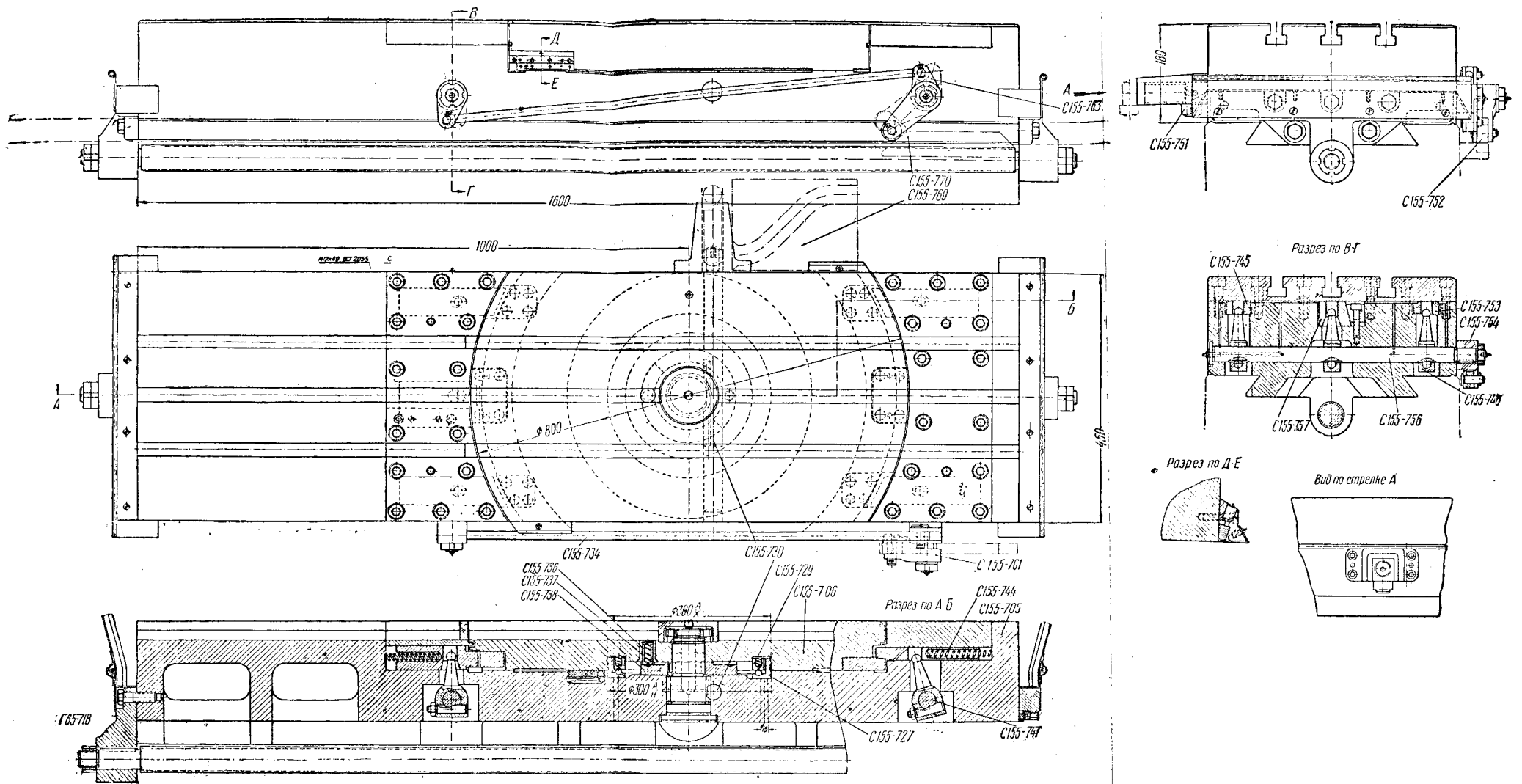
Все механизмы станка 60155 заимствованы у станка 6Г65, за исключением автоматического поворотного стола и электрооборудования.

В результате модификации станок 6Г65 превращён во фрезерный полуавтомат с 12 скоростями фрезерных шпинделей и 14 подачами.

В табл. 13 приведены основные данные о продольно-фрезерном станке типа 60155.

Таблица 13

Основные данные станка	Размеры в мм
Рабочая поверхность станка	1600 × 450
Автоматическая поворотная часть станка	800 × 450
Число Т-образных пазов	3 шт.
Ширина паза	22
Продольный ход стола	1300
Наименьшее и наибольшее расстояния от оси фрезерного шпинделя до поверхности стола	85—320



Фиг. 102. Автоматический поворотный стол продольно-фрезерного станка 60155

И. И. Гудов

Краткое описание главных узлов станка 60155

Основой продольно-фрезерного двухшпиндельного станка типа 60155 является станина 7, к которой укреплены вертикальные стойки 1 (фиг. 101).

Стойки представляют собой чугунные отливки, на направляющих которых смонтированы шпиндельные бабки 2 и хобот 3. Шпиндельные бабки поднимают и опускают винтом 4 при помощи маховика 5, через пару червяк и червячное колесо в коробке 6. В верхней части станины 7 имеются направляющие, на которых смонтированы подвижной стол 8 и механизмы, приводящие его в движение.

В нижней части станины, с левой её стороны, крепят моторы 9, осуществляющие движения стола. В резервуарах, расположенных в левой части станины, находится масло для смазывания станка, а в правой части, в резервуарах — охлаждающая жидкость.

С правой стороны станины привёрнута коробка механизма подачи и коробка механизма для настройки подачи (на фиг. 101 её не видно). Величину подачи изменяют при помощи набора шестерён, которые помещаются в боковой части коробки.

Механизм коробки скоростей состоит из ряда валов, шестерён, подшипников, при помощи которых производится вращение шпинделя. Шпиндели приводят в движение фланцевый мотор 10 через ряд промежуточных валов и шестерён, насаженных на эти валы. Валы и шпиндели вращаются на роликовых подшипниках.

Фрезерный шпиндель вмонтирован в стальную гильзу, которая сбоку имеет нарезанную гайку, служащую для перемещения шпинделя при настройке станка. Гильзу перемещают маховиком. В верхней части шпиндельной коробки и в направляющих вмонтирована подвижная половина хобота, которую перемещают штурвальчиком.

Смазывание механизма коробки производится разбрызгиванием. В коробке имеется ряд каналов. Фрезу охлаждают при помощи отдельного электронасоса.

Описание автоматического поворотного стола

На фиг. 102 показан чертёж автоматического поворотного стола станка 60155. Принцип его устройства и работы заключается в следующем. На направляющих станины станка покоится продольный стол С155-705 размером 1600 × 450 мм. В нижней части стола расположен ходовой винт Г65718, приводящий в движение продольный стол С155-705. В верхней части продольного стола помещается механизм поворотного стола и поворотный стол С155-706. Нижняя часть стола, а также поворотный стол отлиты из чугуна и обработаны на станках.

Отжимание поворотного стола происходит автоматически в момент, предшествующий повороту стола. Фиксирование и крепление стола тоже происходят автоматически, немедленно после его поворота.

Работа механизма, фиксирование и крепление стола заключаются в следующем. В конце обратного ускоренного хода стола расположены кулачки С155-770, действующие через систему рычагов С155-761; С155-763; С155-746; С155-734; С155-754, и два валика С155-747 и С155-756 на фиксатор С155-757 и планки С155-745 и С155-753, закрепляющие стол.

Кулачки С155-770 отжима фиксатора и планок для крепления расположены так, что стол С155-706 освобождается незадолго до его поворота. После поворота стола С155-752 рычаг С155-761, действующий на фиксатор и прижимные планки, сбегает с кулачка, а прижимные планки С155-745, С155-753 и фиксатор С155-757 под действием пружин С155-744 сначала фиксируют стол С155-706, а затем сжимают его в четырёх точках.

Поворот стола осуществляется от установленного на стол копира С155-769 и происходит при обратном ходе после освобождения стола. Копир термически обработан и привёрнут наглухо к кронштейну, который неподвижно привёрнут к станине. По ручью копира поворотного стола проходит ролик С155-751, жёстко связанный с рейкой стола С155-730. Ролик, отклоняясь, перемещает рейку, которая находится в постоянном зацеплении с шестернёй С155-731. Следовательно, шестерня поворачивается при движении рейки.

Шестерня поворачивается на 180° в правую и левую стороны. Для того чтобы стол поворачивался только в одну сторону, на его оси жёстко закреплена храповая шайба С155-738, которая при вращении ведёт фиксатор стола С155-736, а вместе с тем и поворотный стол С155-706.

При обратном движении рейки, шестерни и храповой фиксатор стола выжимаются наклонной плоскостью шайбы, которая в этом случае поворачивается свободно, не увлекая за собой стола. Для облегчения поворота стол снабжён упорными подшипниками С155-727 и С155-729. В последнем находятся пружины С155-737, уравнивающие его вес. Центрируют стол наружные обоймы упорного шарикоподшипника.

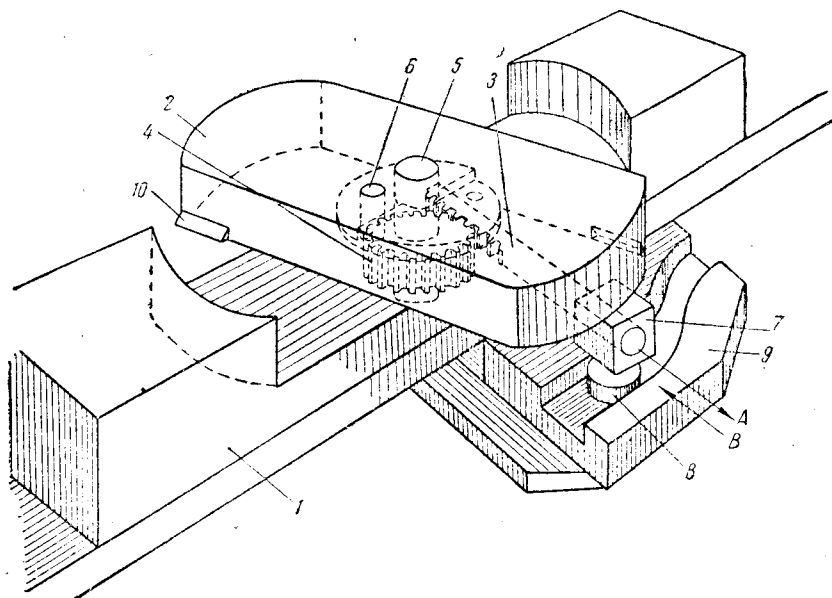
Для обеспечения длительной работы стола прижимные планки, фиксатор, рычаги, шестерни и рейки термически обработаны и тщательно отшлифованы.

На фиг. 103 изображена схема механизма поворота стола станка. На продольном столе 1 станка установлен поворотный стол 2. Он автоматически поворачивается от копира 9 через ролик 8, укрепленный на сухаре 7, через рейку 3, шестерню 4 и храповую шайбу 5, на которую действует фиксатор 6. Стружку с рабочих частей стола удаляет щиток 10. По направлению стрелки А происходит рабочий ход сухаря 7 и рейки 3, а по направлению стрелки В — холостой ход.

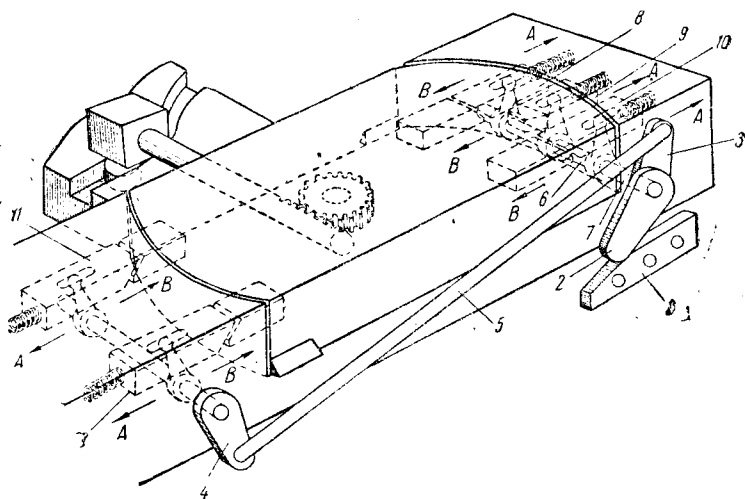
На фиг. 104 изображена схема механизма для фиксирования и крепления автоматического поворотного стола. Копир 1 при помощи ролика 2, рычагов 3, 4, тяги 5 и валиков 6 и 7 отпускает, незадолго перед поворотом стола, фиксатор 9 и крепящие планки 8, 10, 11 и 12. После поворота стола станка ролик 2 сбегает с

кулачка, фиксатор 9 под действием пружины фиксирует стол, а прижимные планки 8, 10, 11 и 12 под действием соответствующих пружин жёстко зажимают его. По направлению стрелки А происходит освобождение поворотного стола, а по направлению стрелки В — его закрепление.

На фиг. 105 показан внешний вид фиксатора, а на фиг. 106 — схема работы фиксатора. На этой схеме изображено рабочее и не-



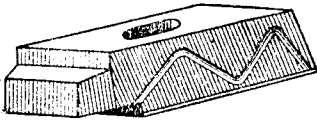
Фиг. 105. Схема механизма поворота стола продольно-фрезерного станка 60155



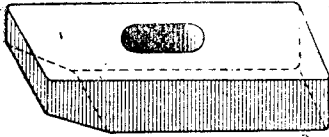
Фиг. 104. Схема механизма для фиксирования и крепления поворотного стола продольно-фрезерного станка 60155

рабочее положения фиксатора. Поворотную часть фиксирует коническая часть фиксатора, которую пружина заводит в коническое гнездо.

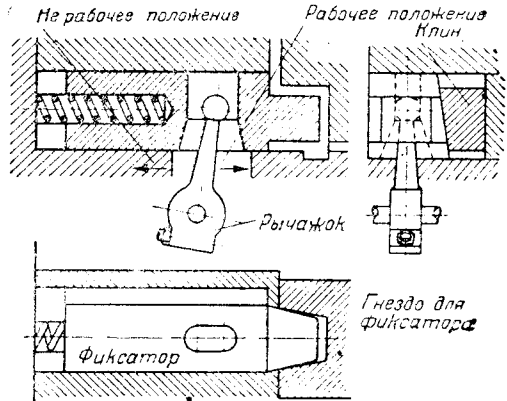
На фиг. 107 показана прижимная планка, а на фиг. 108 — схема работы прижимных планок, которые изображены в нерабочем и рабочем положениях. Таких планок имеется в столе четыре пары. При помощи этих планок стол станка жёстко крепят в четырёх точках.



Фиг. 105. Фиксатор

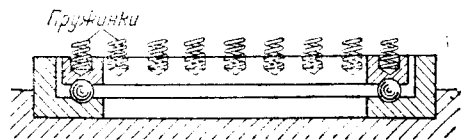
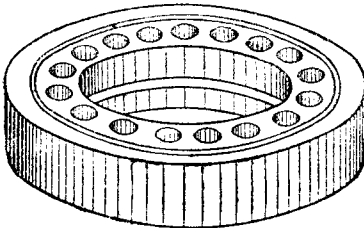
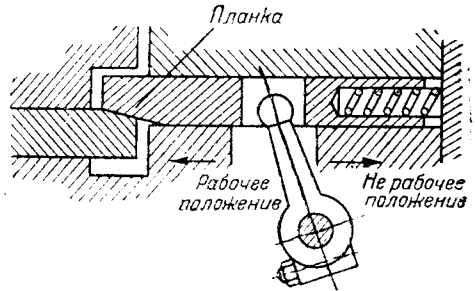


Фиг. 107. Прижимная планка



Фиг. 106. Схема работы фиксатора

Фиг. 108. Схема работы прижимных планок



Фиг. 109. Подшипниковое кольцо, облегчающее поворот стола станка

На фиг. 109 показано специальное подшипниковое кольцо, которое имеет 44 пружины, разгружающие стол и создающие возможность легко поворачивать его.

На фиг. 110 показана храповая шайба для поворачивания стола в одном направлении. Эта шайба термически обработана и имеет наклонные плоскости, препятствующие вращению стола в обратную сторону.

На фиг. 111 показан копир, поворачивающий стол, а на фиг. 112 — копир, осуществляющий фиксирование и крепление стола станка.

Для того чтобы во время работы между поворотной частью и её направляющими не оставалась стружка, в столе вделаны щитки для очищения его от стружки.

Пользование автоматическим поворотным столом и уход за ним

Перед тем как начать работать на станке, необходимо смазать его стол. Станок смазывают при помощи маслёнок, которые находятся на торцах валиков, а также маслёнок в верхней части стола. Недостаток смазки может вызвать заедание механизма прижимов и фиксатора, а также задиры нижней поворотной и неповоротной частей стола.

При настройке станка на автоматический или полуавтоматический цикл работы нужно сначала повернуть от руки маховиком стол станка с приспособлениями. Это необходимо для того, чтобы приспособления не задевали за выступающие части станка (шпиндельные бабки). Лишь после этого можно перевести стол на автоматическую работу.

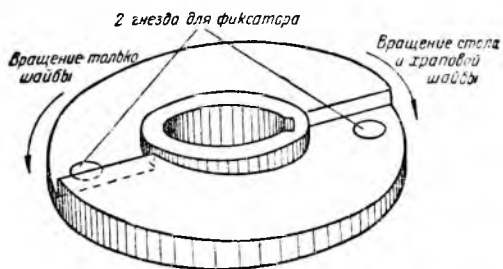
Во время работы станка нельзя допускать скопления стружки на столе. Нужно следить за тем, чтобы стружка не попадала между поворотной и неповоротной частями стола.

При настройке станка подвижной рычаг с роликом (фиг. 112) в конечном положении должен сойти с копира и упасть вниз. В это время (после поворота стола) происходят фиксирование и зажим стола. Если рычаг не сойдёт с копира и не упадёт вниз, не произойдёт фиксирование и зажим стола.

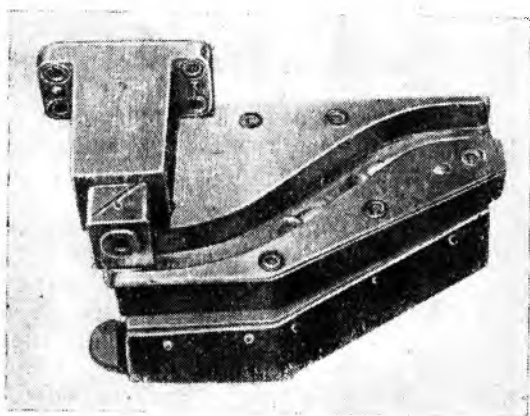
Особое внимание необходимо обратить на правильное положение стола после его поворота. Ни в коем случае нельзя начинать следующий цикл работы, если стол почему-либо не зафиксирован или не зажат.

Когда стол двигается вперёд, его нельзя останавливать и переключать на обратный ход, пока рычаг не сойдёт с копира. В противном случае произойдёт срезание предохранительной шпильки.

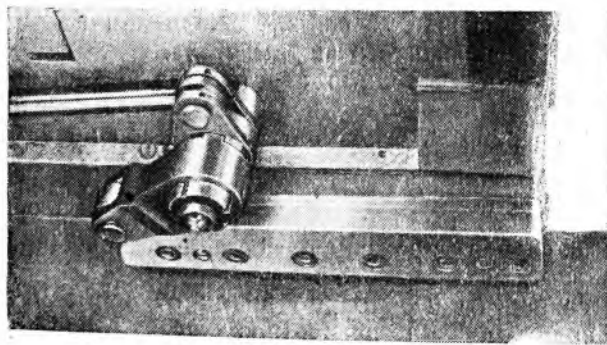
В процессе работы необходимо время от времени очищать и смазывать направляющие поворотной части стола и рабочую часть копира. При работе без поворотного стола необходимо вынуть предохранительную шпильку и снять сухарь с роликом, а также снять с другой стороны рычаг с роликом.



Фиг. 110. Храповая шайба для поворачивания стола станка в одном направлении

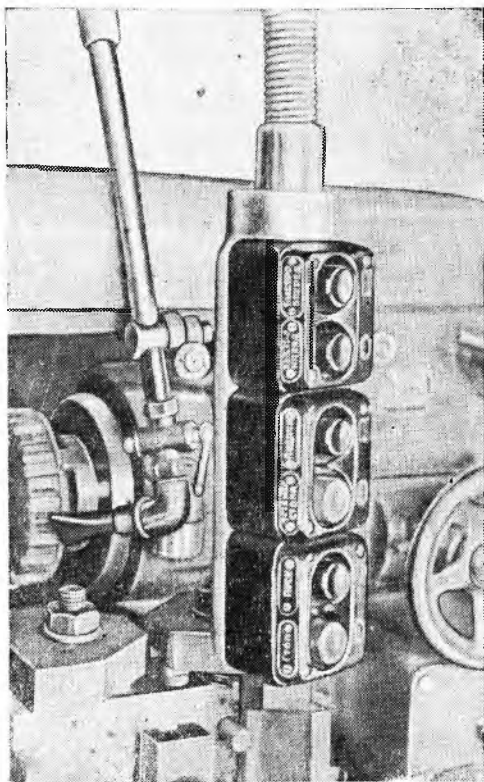


Фиг. 111. Копир, поворачивающий стол станка



Фиг. 112. Копир, осуществляющий фиксирование и крепление стола станка

Схема электропривода допускает два вида управления станком: 1) ручное — при помощи кнопок и 2) автоматическое — ст путевых переключателей, объединённых в один путевой аппарат. Станок настраивают на то или иное управление переключателем настройки.

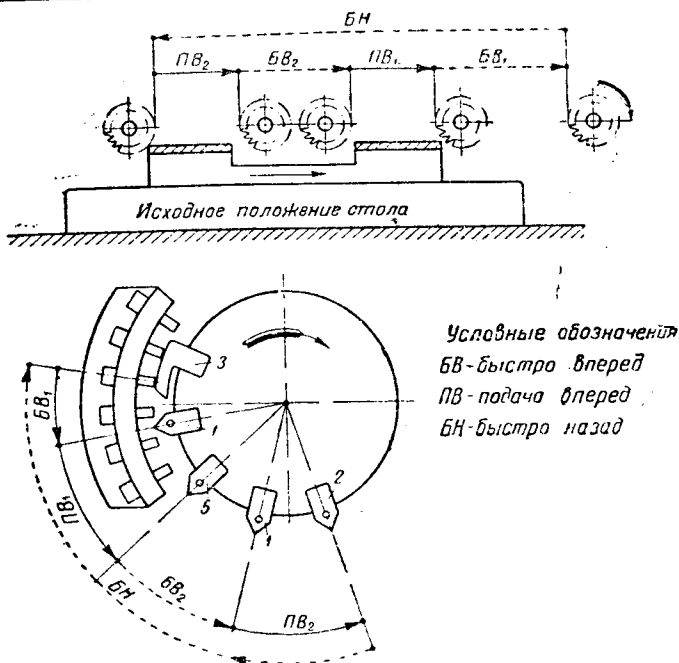


Фиг. 113. Подвесная кнопочная станция управления станком

Вручную станком управляют кнопками, расположенными на специальной подвесной кнопочной станции (фиг. 113).

На фиг. 114 показана схема настройки станка 60155 на прерывистый правый автоматический цикл. На фиг. 115 приведена табличка кулачков. При настройке, изображённой на фиг. 114, после пуска станка последовательность автоматического цикла такова:

- 1) работает кулачок 1, поэтому стол переключается с быстрого хода вправо на подачу вправо;
- 2) работает кулачок 5, поэтому стол переключается с подачи вправо на быстрый ход вправо;
- 3) работает кулачок 1, поэтому стол переключается с быстрого хода вправо на подачу вправо;



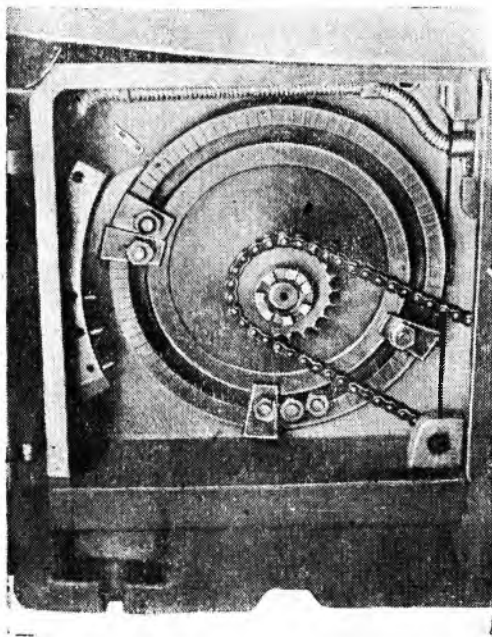
Фиг. 114. Схема настройки станка 60155 на прерывистый правый автоматический цикл подачи

Наименование кулачков		№№ кулачок
1	С быстро вправо на подачи вправо	1
2	С подачи вправо на быстро влево	2
3	С быстро влево на стоп	3
4	С быстро вправо на стоп	4
5	С подачи вправо на быстро вправо	5
6	блокировочный выключатель	

Фиг. 115. Таблица кулачков

4) работает кулачок 2, поэтому стол переключается с подачи вправо на быстрый ход влево;

5) работает кулачок 3, поэтому стол станка, быстро перемещавшийся влево, останавливается.



Фиг. 116. Диск для настройки подачи с кулачками

При новом включении станка установленный цикл повторяется.

На фиг. 116 показан диск настройки подачи с кулачками.

Опытные работы на станке 60155

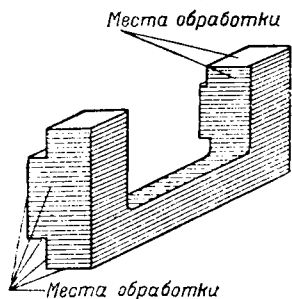
Основные опытные работы на станке 60155 были проведены при фрезеровании рамок, изображённой на фиг. 117. На станкозаводе им. Орджоникидзе такую рамку обрабатывали на двухшпиндельных станках за четыре операции, не считая сверления.

Первая операция. Фрезерование боковой плоскости размером 36×220 в приспособлении при одновременном фрезеровании четырёх рамок, как это показано на фиг. 118.

Изделия обрабатывают двумя торцевыми фрезами диаметром 75 мм с вставными ножами с победитовыми пластинками, при числе оборотов фрезы $n = 98$ об/мин и подаче $S = 130$ мм/мин. Машинное время на фрезерование одной рамки составляет 1,2 мин., вспомогательное время 0,75 мин., а общая норма вре-

мени на одну штуку 2,2 мин. Время, необходимое для наладки станка на данную операцию, равно 40 мин.

Вторая операция. Фрезерование нижней плоскости размером 126×220 в приспособлении, как показано на фиг. 119.

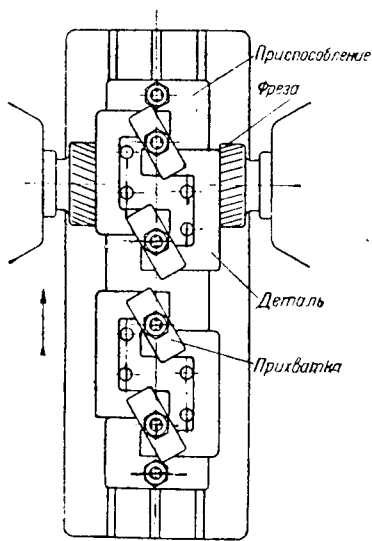


Фиг. 117. Рамка

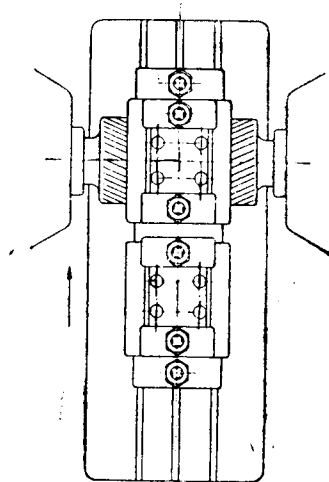
Изделие обрабатывают двумя торцевыми фрезами диаметром 150 мм при числе оборотов фрезы $n = 98$ об/мин. При этом машинное время на фрезерование одной штуки составляет 1,3 мин., вспомогательное время 1 мин., а общая норма времени на одну штуку 2,5 мин. Время, необходимое для наладки станка на данную операцию, равно 40 мин.

Третья операция. Фрезерование двух торцов размером 126×60 в приспособлении при одновременном фрезеровании двух рамок при помощи поворотного стола, как показано на фиг. 120.

Изделия обрабатывают двумя торцевыми фрезами диаметром 150 мм при числе оборотов фрезы $n = 98$ об/мин и подаче $S = 130$ мм/мин. Машинное время на фрезерование одной штуки



Фиг. 118. Фрезерование рамки (первая операция)



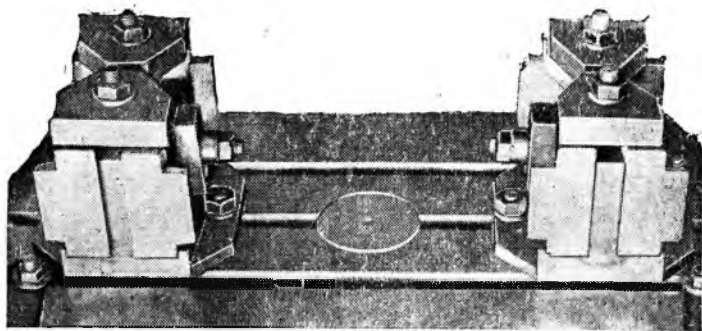
Фиг. 119. Фрезерование рамки (вторая операция)

составляет 1,4 мин., вспомогательное время 0,9 мин., а общая норма времени на одну штуку 2,5 мин. Время, необходимое для наладки станка на данную операцию, равно 75 мин.

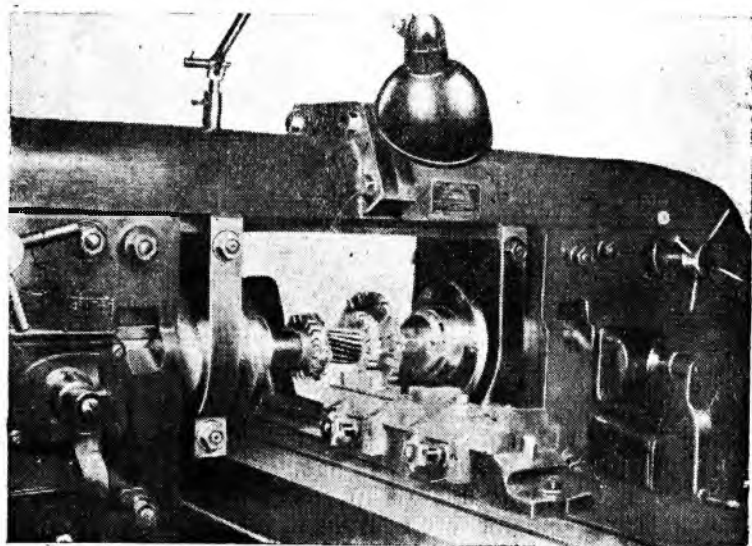
Четвёртая операция. Фрезерование верха, профиля

и боковой плоскости набором фрез. В приспособление закладывают две детали, как показано на фиг. 121.

Изделие обрабатывают при числе оборотов фрезы $n = 60$ об/мин и подаче $S = 80$ мм/мин. Машинное время на фре-



Фиг. 120. Приспособление для фрезерования торцов рамки



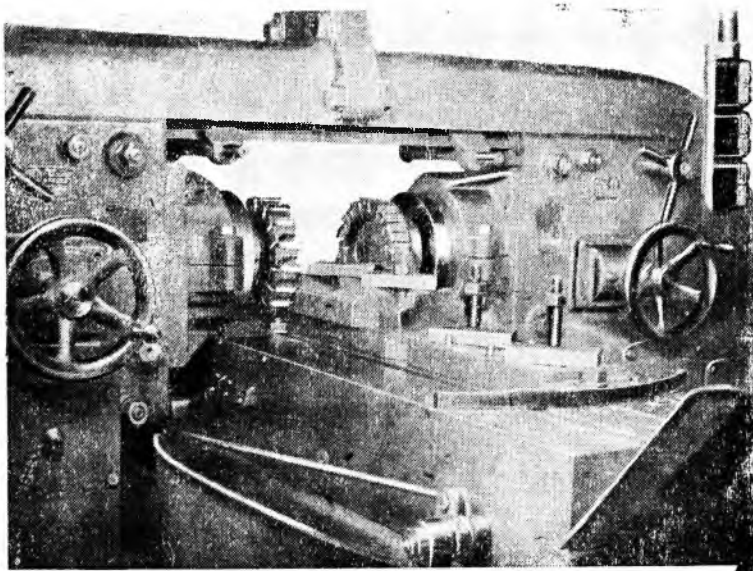
Фиг. 121. Фрезерование верха, профиля и боковой плоскости рамки набором фрез

зерование составляет 9,35 мин., вспомогательное время 3 мин., а общая норма времени на одну штуку 6,6 мин. Время, необходимое для наладки станка на данную операцию, равно 40 мин.

Я обрабатывал рамки на станке 60155 в тех же приспособлениях, которые применяли на станкозаводе. Для первых двух операций пришлось только разрезать приспособление на две части.

Первая операция. Фрезерование боковой плоскости размером 36×220 при помощи двух приспособлений, установленных на поворотной части стола (фиг. 122).

Процесс фрезерования настроен на автоматический цикл и происходит следующим образом. На поворотной части стола закреплено два одинаковых приспособления, в каждом из них крепят две заготовки. Такой порядок существует в начале первой операции. Включают ускоренный ход стола станка. Заготовка, закрепленная на переднем конце поворотного стола, подходит



Фиг. 122. Фрезерование рамки на станке 60155 (первая операция)

фрезам. Когда заготовка находится примерно в 10 мм от фрез, автоматически включается рабочая подача и начинается фрезерование боковой плоскости размером $36 \times 220 \text{ мм}$. По окончании фрезерования стол станка ускоренно отходит назад, ролик заднего копира открепляет прижимы, освобождает фиксатор, и стол при помощи переднего копира автоматически поворачивается на 180° . Ролик заднего копира сходит с него и осуществляются фиксирование и зажим стола. Он автоматически ускоренным ходом подводит деталь к фрезам. Во время работы станка на другом конце стола снимают полуобработанные заготовки и устанавливают новые. В дальнейшем процесс протекает в той же последовательности.

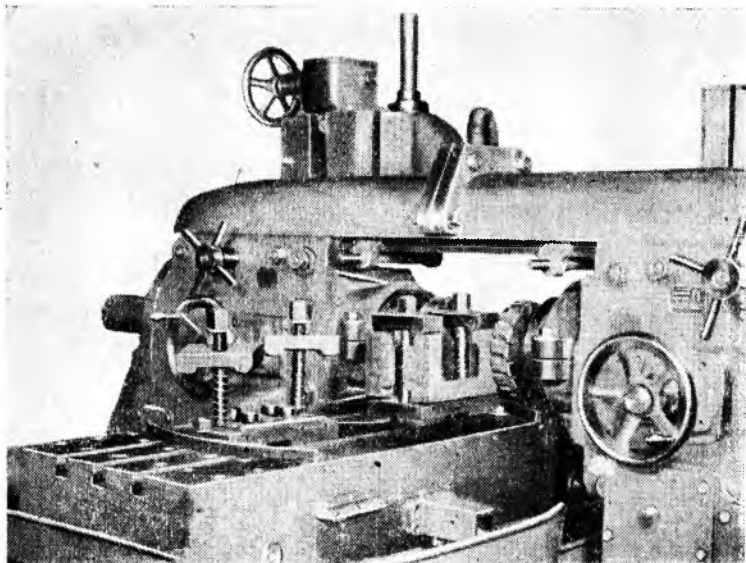
Фрезерование производили торцевыми фрезами диаметром 200 мм со вставными ножами с победитовыми пластинками при числе оборотов фрезерного шпинделя $n = 60 \text{ об/мин}$ и подаче стола $S = 187 \text{ мм/мин}$.

При фрезеровании боковой поверхности размером 36×220 машинное время составляло 0,75 мин., вспомогательное время 0,1 мин., а общая норма на одну штуку 0,85 мин.

Нижнюю плоскость размером 126×220 фрезеровали в двух приспособлениях, закреплённых в поворотной части стола (фиг. 123).

На фиг. 124 показан момент фрезерования чугуновых рамок (вторая операция).

Станок настраивают на автоматический цикл так же, как и для первой операции.



Фиг. 123. Фрезерование нижней плоскости рамки (вторая операция)

Изделие фрезеруют двумя торцевыми фрезами размером 200 мм при числе оборотов фрезерного шпинделя $n = 60$ об/мин и подаче стола $S = 187$ мм/мин. При этом машинное время на одну штуку составляет 0,65 мин., вспомогательное время 0,13 мин., а общая штучная норма времени 0,78 мин. Время, необходимое для наладки станка на данную операцию, равно 35 мин.

На фиг. 125 показано фрезерование рамок (третья операция).

Станок работал хорошо и дал высокие производственные показатели. Механизм поворотной части стола работал безукоризненно и отлично фиксировал стол.

Во время работы станка замерами установили, что стол подходил к фрезам за 8 сек., обратный ход стола длился 17 сек. Таким образом, прямой и обратный ход стола составляли 25 сек. Это время, собственно говоря, и является единственной потерей при выполнении каждой операции.



Фиг. 124. Момент фрезерования рамок (вторая операция) на станке 60155

На *первой* операции обработали 100 деталей за 80 мин. На каждой детали теряли 25 сек. Следовательно, на 100 деталях, или на 50 операциях, потеряно

$$\frac{100 \cdot 25}{60 \cdot 2} = 20,83 \text{ мин.}$$

Отсюда можно вывести полезную работу станка в процентах относительно отработанного времени при первой операции:

$$\frac{20,83 \cdot 100}{85} \approx 24,5\%; \quad 100 - 24,5 = 75,5\%$$

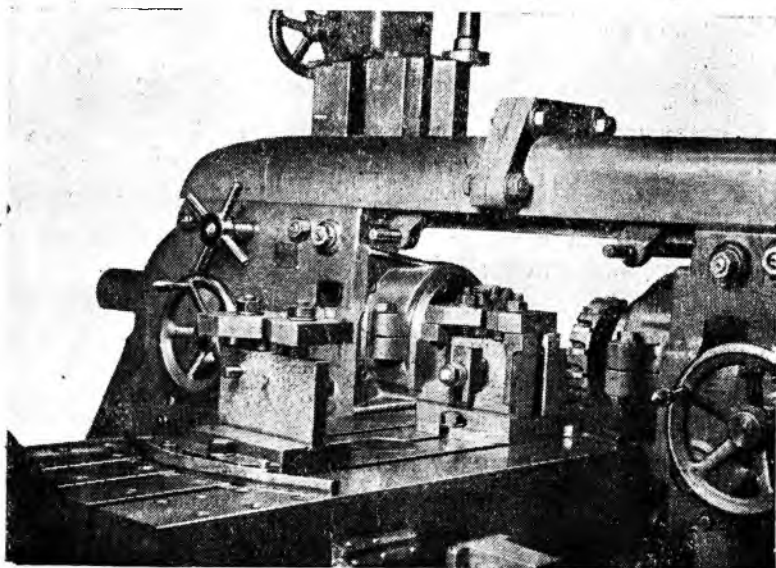
На установку и снятие детали затрачивали 1 м. 15 с. Затрата времени на 100 деталей составляет

$$\frac{100 \cdot 75}{60 \cdot 2} = 62,5 \text{ мин.}$$

Это время перекрыто машинным. Если бы те же рамки фрезеровали на обычном продольно-фрезерном станке, обработка их заняла при тех же методах не 85 мин., а $85 + 62,5 = 147,5$ мин.

Следовательно, полезная работа станка составила бы

$$x = \frac{62,5 \cdot 100}{147,5} \approx 42,3\%, \quad 100 - 42,3 = 57,7\%.$$



Фиг. 125. Фрезерование рамок (третья операция)

На станке 60155 на одну деталь при первой операции затрачивали

$$\frac{85}{100} = 0,85 \text{ мин.,}$$

а на обычном станке затраты времени составили бы

$$\frac{147,5}{100} = 1,475 \text{ мин.}$$

Следовательно, на станке 60155 норма выполнена на первой операции за 0,85 мин., т. е. на

$$\frac{2,2 \cdot 100}{0,85} \approx 259\%.$$

На обычном станке она была бы выполнена при том же темпе и методе работы на

$$\frac{2,2 \cdot 100}{1,475} \approx 149\%$$

При *второй* операции на прямой и обратный ускоренный ход затрачивали 22 сек., на установку и снятие детали 1 м. 10 с. За 71 мин. обработали 92 детали. Затрата времени на одну деталь составила 0,78 мин.

Потери станка на 92 деталях, или 46 операциях, на ускоренных ходах

$$\frac{92 \cdot 22}{60 \cdot 2} \approx 16,8 \text{ мин.}$$

Полезная работа станка в процентах

$$\frac{16,8 \cdot 100}{7,1} \approx 23,6\%; 100 - 23,6 = 74,4\%$$

Всего на установку и снятие деталей на 46 операциях ушло бы

$$\frac{92 \cdot 70}{60 \cdot 2} \approx 53,6 \text{ мин.}$$

Для обработки тех же 92 деталей на простом фрезерном станке потребовалось бы

$$71 + 53 = 124 \text{ мин.}$$

Следовательно, полезная работа станка выразилась бы

$$x = \frac{53 \cdot 100}{124} \approx 42,7\%; 100 - 42,7 = 57,3\%$$

На станке 60155 на одну деталь затрачивали при второй операции

$$\frac{71}{92} = 0,77 \text{ мин.,}$$

а на обычном станке затрата времени составила бы

$$\frac{124}{92} = 1,35 \text{ мин.}$$

Следовательно, при второй операции на станке 60155 норма была выполнена на

$$\frac{2,5 \cdot 100}{0,77} = 325\%$$

При тех же методах на обычном станке норма могла быть выполнена на

$$\frac{2,5 \cdot 100}{1,35} = 185\%$$

Машинное время фрезерования при первой операции составило на каждую деталь 0,75 мин., а при второй операции 0,65 мин. Следовательно, при первой операции машинное время фрезерования двух деталей одновременно составляло 1,5 мин.

Исходя из этой цифры, получаем полезную работу станка равной 75,5%.

Взяв более благоприятный случай, когда машинное время фрезерования равно не 1,5, а 5 мин., получаем более высокий показатель полезной работы станка.

В среднем на станке 60155 на прямой и обратный ускоренный ход затрачивают 0,3—0,4 мин.

При фрезеровании детали с машинным временем обработки, равным 5 мин., всего на одну штуку потребуется

$$5 + 0,4 = 5,4 \text{ мин.}$$

Следовательно, за рабочую смену мы производим

$$\frac{480}{5,4} = 88 \text{ операций.}$$

Время полезной работы станка выражается

$$88 \cdot 5 = 440 \text{ мин.}$$

Потери станка составляют

$$480 - 440 = 40 \text{ мин.}$$

Таким образом, коэффициент полезной работы станка составляет

$$\frac{440 \cdot 100}{480} \approx 91,6\%$$

При машинном времени фрезерования, равном 10 мин., полезная работа станка выражается

$$10 + 0,4 = 10,4 \text{ мин.};$$

$$\frac{480}{10,4} = 46 \text{ шт.,}$$

$$46 \cdot 10 = 460 \text{ мин.}$$

Полезная работа станка в процентах равна

$$\frac{460 \cdot 100}{480} = 96.$$

Учитывая, что станок мощный, что на нём нужно, как правило, обрабатывать детали средней величины, с машинным временем фрезерования 3—10 мин. и выше, приходим к выводу, что полезная работа такого станка может достигать 95%.

Испытания показали, что фрезерный станок 60155 можно широко применять на машиностроительных заводах для фрезерования деталей самой разнообразной конфигурации.

Заводская норма выработки была нами выполнена на 492%. Работая на немодернизированном станке с тем же приспособлением, можно было бы выполнить норму на 331%. Иными словами, в результате модернизации производственная отдача станка возросла в полтора раза.

Некоторые перспективы дальнейшего улучшения станка 60155

Мы наметили ряд дальнейших конструктивных улучшений, которые следует внести в станок 60155.

В опытных образцах мы осторожно подходили к установлению длины поворотной части стола. Опасались, что во время вращения поворотная часть выйдет за габарит стола станка, а вынос ограждения (защитного кожуха) мог бы затруднить обслуживание станка во время работы. Опасения оказались необоснованными: поворотную часть стола можно удлинить до 1000 мм. Это несколько не усложнит обслуживания станка. Удлинение поворотной части стола даст возможность максимально использовать всю его рабочую поверхность.

В следующем варианте станка предусмотрена установка механизма для быстрой смены предохранительной шпильки, связывающей сухарь с рейкой.

Намечено ограждение копиров, так как в ручей копира во время работы набивалась стружка, что послужило одной из причин срезания предохранительной шпильки.

К недостаткам станка следует отнести слишком большой диаметр пинолей, которые не дают возможности использовать на данном станке фрезы малого диаметра: 75, 90, 110, 130 и даже 150 мм. Предполагается низ пиноли срезать примерно на 40 мм, что позволит применять фрезы меньшего диаметра.

Ключи, которые завод выпускает для установки и снятия фрез, оказались неудачными. Зажимное усилие их недостаточно и для отжатия приходится прибегать к молотку. Мы предлагаем изготовить более массивный ключ, обеспечивающий большее усилие зажатия.

Необходимо также ввести дополнительное охлаждение. При данной конструкции системы охлаждения работать с набором фрез нельзя, так как охлаждение явно недостаточное, что отражается на стойкости фрез.

Кожухи, ограждающие поворотную часть стола, тоже имеют недостатки, — существующие кожухи мешают не только обслуживанию станка, но и монтажу его во время смены предохранительной шпильки. Необходимо изготавливать более удобные кожухи.

Ускоренный ход стола с 2,73 м/мин следует увеличить до 4 м/мин.

Считаем что конструкцию станка можно упростить в части кинематики. Например, число скоростей фрезерных шпинделей можно сократить с 12 примерно до 6 или 8, а число подач с 14 до 7—10. На практике существующий диапазон скоростей и подач обычно не используют.

Сокращение числа скоростей и подач позволит уменьшить вес станка и удешевить его стоимость.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ МЕТОДОВ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Станкозавод им. Орджоникидзе. В декабре 1937 г. на станкозаводе им. Орджоникидзе была создана бригада по внедрению стахановских методов работы. В бригаду вошли тт. Гудов — руководитель бригады, зам. начальника цеха Шабанов, техник Ильинская, от отдела подготовки производства Пенс и техник по инструментам и твёрдым сплавам Забурдин. Бригада развернула работу на отстававшем тогда участке рычагов 3-го механического цеха. По многим деталям, которые обрабатывали на этом участке, брак достигал 50%, что сильно тормозило работу сборочного цеха. Станки на фрезерном участке, наиболее трудоёмком в этом пролёте, работали плохо и их мощность использовали явно недостаточно. После оснащения новыми приспособлениями станки резко увеличили отдачу и пролёт стал передовым. Бригада не замкнулась в цехах своего завода, а распространила опыт далеко за его пределами. Был проведён показ стахановских методов работы на ряде московских заводов. Покажем на примерах приёмы работы бригады и подход к разрешению вопроса о повышении производительности труда и отдачи оборудования.

Экономичность цикла обработки деталей. Под экономичностью цикла обработки деталей мы понимали минимальные затраты времени на их обработку и максимально короткий путь прохождения детали на всех операциях.

Наша бригада задалась целью выравнить цикл обработки деталей.

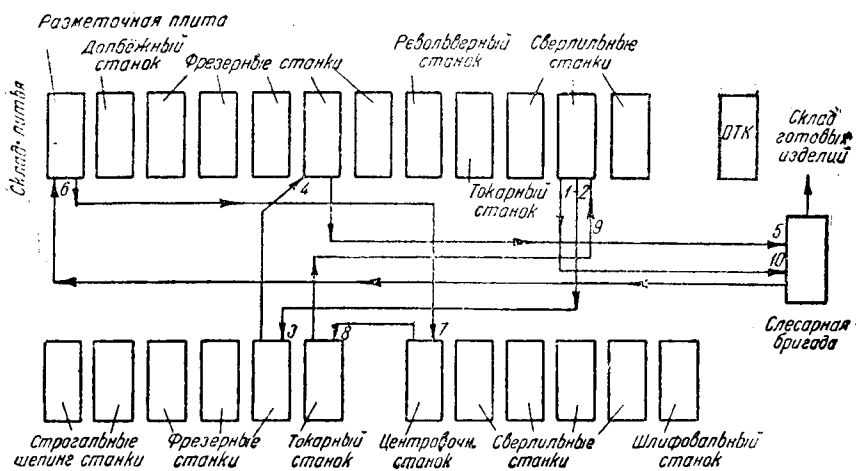
Вот как мы перестроили цикл обработки рычага.

Старый технологический процесс обработки рычага приведён в табл. 14. Как видим, обработка рычагов состояла из 10 опера-

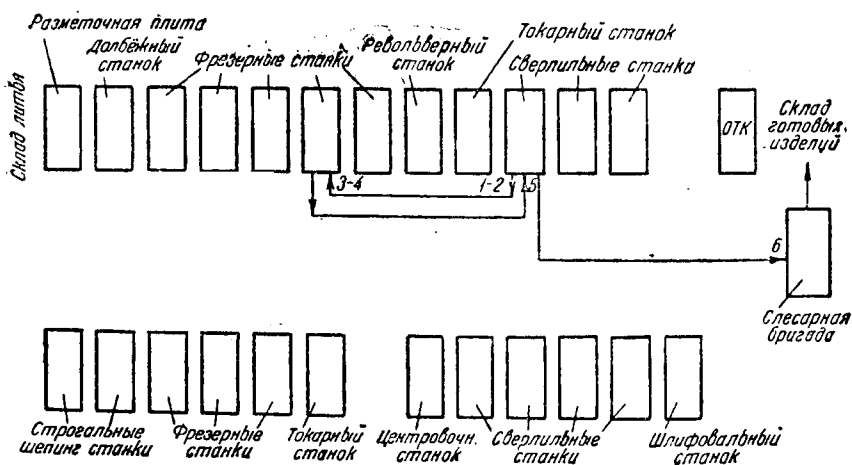
Таблица 14

№ операции	Операция	Обработка
1—2	Сверление отверстий и цековка двух сторон	На сверлильном трёхшпиндельном станке
3	Фрезерование торца головки по 1 шт.	На горизонтально-фрезерном станке
4	Фрезерование головки с двух сторон по 1 шт.	На горизонтально-фрезерном станке
5	Зачистка заусенцев	Слесарная
6	Разметка отверстий и центров	На разметочной плите
7	Центрирование	На центровочном станке
8	Затачивание концов рычага	На токарном станке
9	Сверление и нарезание резьбы	На трёхшпиндельном сверлильном станке
10	Зачистка заусенцев и пригонка резьбы	Слесарная

ций, которые выполняли на шести станках. Цикл прохождения рычага по старому технологическому процессу равнялся 254 мин. (фиг. 126). По новому технологическому процессу, разработанному бригадой, деталь обрабатывали на трёх станках за шесть операций. Цикл прохождения рычага по станкам сократился до 50 мин. (фиг. 127). Новый технологический процесс обработки рычага приведён в табл. 15.



Фиг. 126. Цикл прохождения рычага по станкам по старому технологическому процессу



Фиг. 127. Цикл прохождения рычага по станкам по новому технологическому процессу

№ операции	Операция	Обработка
1—2	Сверление отверстий и цековка двух сторон	На сверлильном четырёхшпиндельном станке
3	Фрезерование торца головки по 3 шт. одновременно в приспособлении	На вертикально-фрезерном станке
4	Фрезерование головки с двух сторон по 3 шт. в том же приспособлении	На вертикально-фрезерном станке
5	Сверление под резьбу, цековка торца и конусной части рычага и нарезание резьбы	На сверлильном четырёхшпиндельном станке
6	Зачистка заусенцев и пригонка резьбы	Слесарная

Применение высокопроизводительных методов фрезерования на других заводах

Московский завод шлифовальных станков. Результаты применения новых методов фрезерования на Московском заводе шлифовальных станков показаны на фиг. 128.

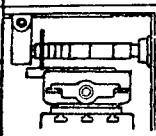
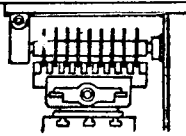
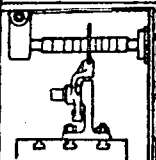
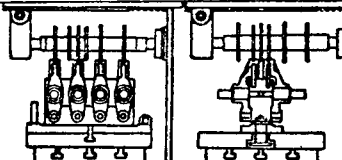
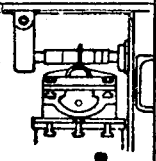
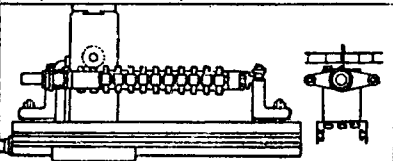
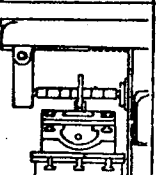
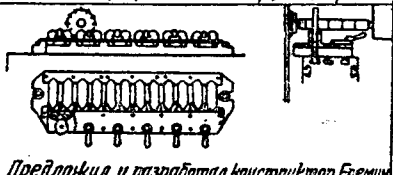
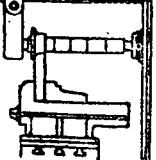
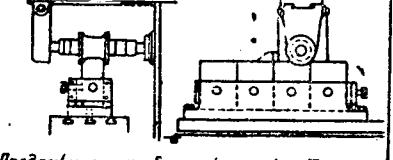
На фиг. 129 показан новый метод разрезания вставных ножей для фрез, применённый стахановцем Колодезным. Разрезание производят одновременно девятью фрезами.

На фиг. 130 показан метод фрезерования щёк стойки стахановцем-фрезеровщиком Фетисовым. Работая на горизонтально-фрезерном станке Горьковского завода фрезерных станков, т. Фетисов выполнил норму на 400%.

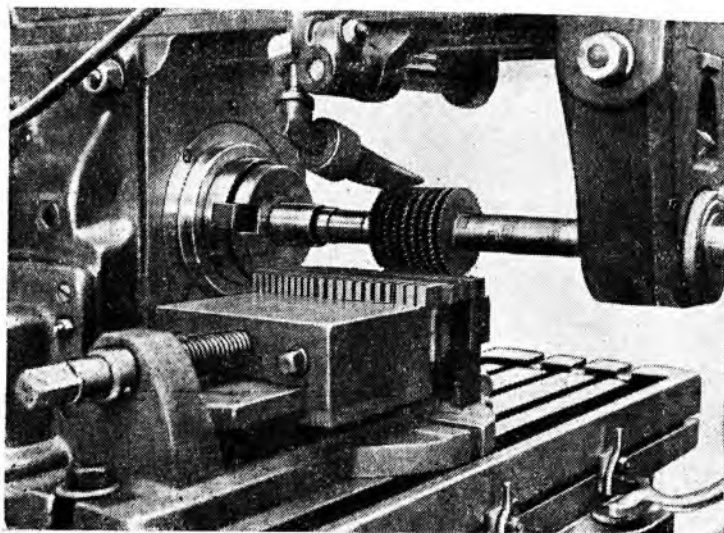
Станкозавод «Красный пролетарий». Этот завод — одно из станкостроительных предприятий, которые первыми начали применять новые методы фрезерования. Стахановец Царёв при фрезеровании чугунного башмака на вертикально-фрезерном станке выполнил норму на 2529%. Раньше обрабатывали по одному башмаку в тисках на шепинге. Тов. Царёв предложил обрабатывать по одному башмаку на вертикально-фрезерном станке. Он назначил следующий режим фрезерования для чугуна средней твёрдости: подача стола $S = 115$ мм/мин, число оборотов фрезы $n = 37,2$ об/мин, скорость резания $v = 29,4$ м/мин, диаметр фрезы 250 мм. Выявилось большое преимущество фрезерования по сравнению со строганием. Рационализируя далее методы обработки башмака, т. Царёв перенёс её на продольно-фрезерный двухшпиндельный станок. Он работал одновременно двумя фрезами диаметром 250 мм и за один проход стола обрабатывал 14 деталей. Режим фрезерования такой. Подача стола $S = 68$ мм/мин, число оборотов шпинделя $n = 27$ об/мин, скорость резания $v = 23$ м/мин.

За смену норма была выполнена на 5793%.

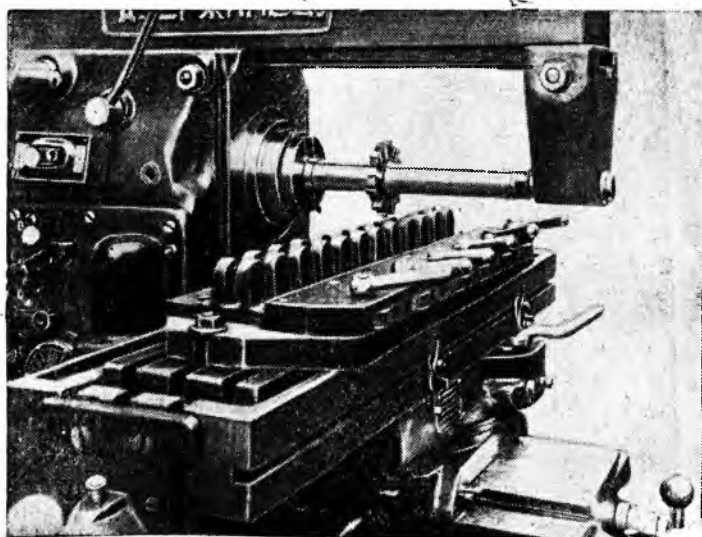
Тов. Царёв фрезеровал башмак следующим образом. На столе станка он устанавливал 14 деталей — по 7 с каждой стороны стола. Как только первые детали выходили из-под фрез, он переходил на другую сторону стола и снимал их. По мере фрезерования он снимал следующие обработанные детали, оставив на столе закреплёнными четыре детали. Затем, отводя шпиндель в сторону, он перемещал стол в первоначальное положение, устанавливал шпиндель и опять приступал к фрезерованию. После этого он снова переходил на другой конец стола, снимал оставшиеся четыре детали, устанавливал на их место заготовки и т. д.

Деталь	Старый метод	Новый метод	Производительность		
			время станки	в %	
Пластиковая ножка фрезера		 <i>Предложил мастер-станановец Свищев</i>	2'	0,2'	1000
Салдатик		 <i>Разработал и внедрил техналог Капылов</i>	4'	1'	400
Вилка		 <i>Предложил и разработал конструктор Еремич</i>	5	2	250
Стойка		 <i>Предложил и разработал конструктор Еремич</i>	2'	0,5'	400
Откидная доска		 <i>Предложила и разработала конструктор Теплякова</i>	8'	4'	200

Фиг. 128. Гудовские методы фрезерования на заводе шлифовальных станков



Фиг. 129. Новый метод разрезания вставных ножей для фрез

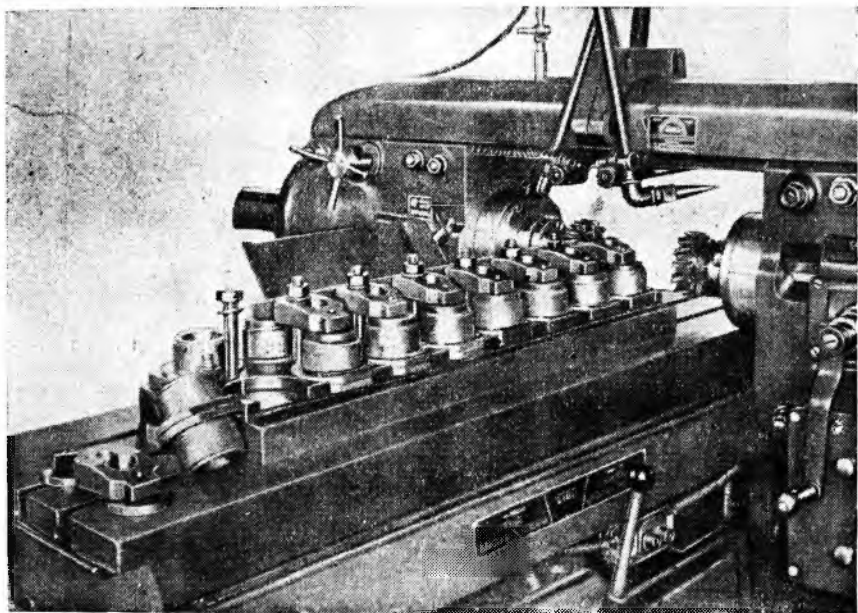


Фиг. 130. Фрезерование щёк на заводе шлифовальных станков по новому технологическому процессу

Тов. Царёв образцово организовал рабочее место.

На фиг. 131 показан метод обработки чугунного фланца на горизонтально-фрезерном двухшпиндельном станке стахановцем-фрезеровщиком Мироновым, выполнившим норму на 598%. Он обрабатывал фланцы при скорости резания $v = 25,5$ м/мин, подаче $S = 274$ мм/мин и глубине резания $t = 5$ мм.

На фиг. 132 показан метод непрерывного фрезерования рычагов на вертикально-фрезерном станке стахановцем-фрезеров-



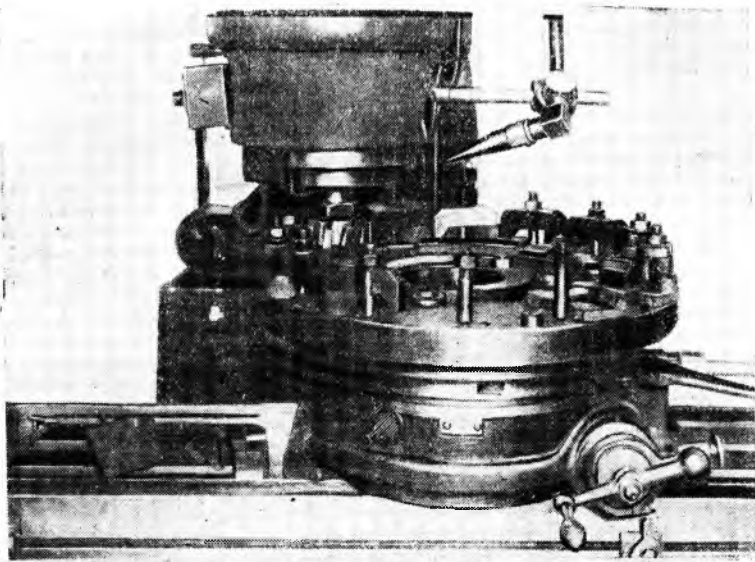
Фиг. 131. Фрезерование фланца на заводе «Красный пролетарий» по новому технологическому процессу

щиком Васильевым, который выполнил сменную норму на 956% при следующих режимах фрезерования: скорость резания $v = 24,5$ м/мин, подача стола $S = 215$ м/мин, глубина фрезерования $t = 5$ мм, диаметр фрезы 90 мм.

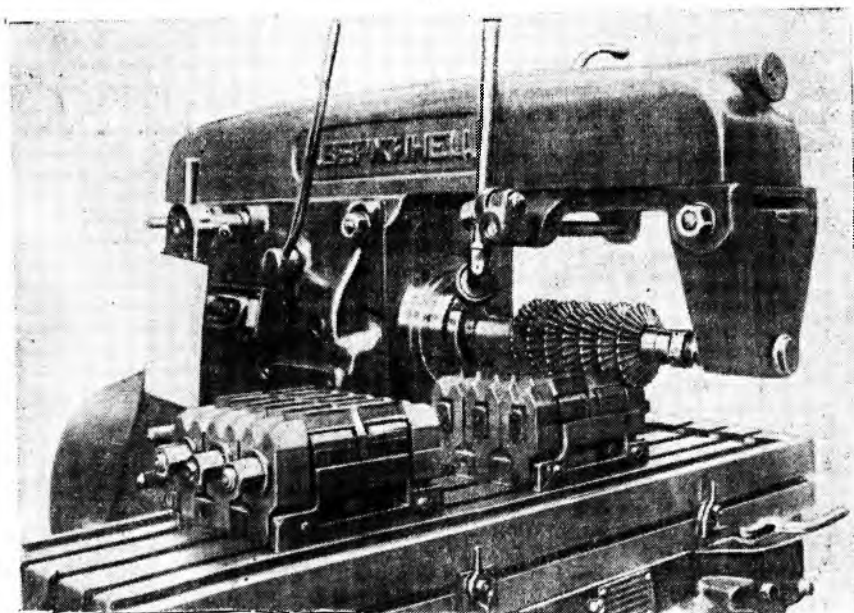
Завод «Фрезер». На заводе «Фрезер» группа стахановцев-фрезеровщиков предложила обрабатывать трёхгранные резцы на горизонтально-фрезерном станке в многоместных приспособлениях. Фрезерование резцов по новому технологическому процессу изображено на фиг. 133.

Стахановец Палещук при обработке ножей на вертикально-фрезерном станке выполнил норму на 517%. Специальное приспособление для крепления резцов при работе на вертикально-фрезерном станке изображено на фиг. 134.

Завод «Динамо» им. Кирова. Стахановец-фрезеровщик Фирсов применил групповой метод фрезерования кулачковых

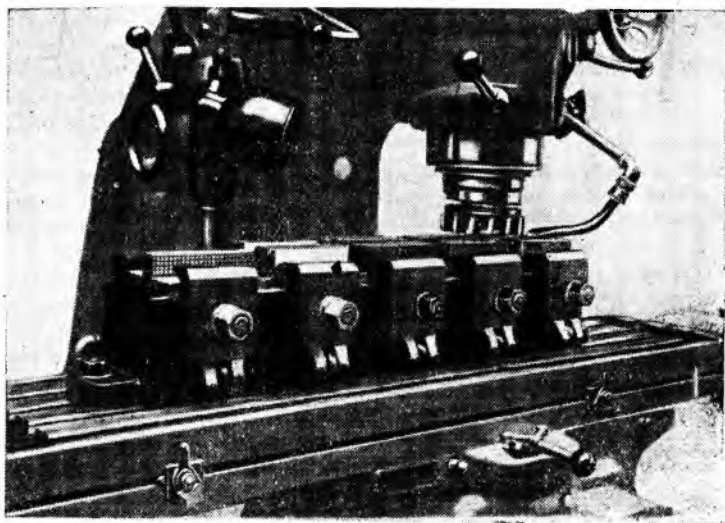


Фиг. 132. Метод непрерывного фрезерования рычагов на заводе «Красный пролетарий»



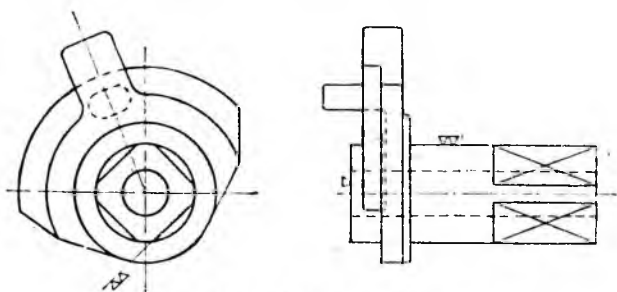
Фиг. 133. Фрезерование трехгранных резцов на заводе «Фрезер» по новому технологическому процессу

шайб (фиг. 135) на горизонтально-фрезерном станке в многоместном поворотном приспособлении. Детали обрабатывали одновременно восемью фрезами. В приспособлении можно закрепить 16 деталей в четыре ряда по 4 шт. в каждом (фиг. 136).



Фиг. 134. Специальное приспособление для обработки резцов на вертикально-фрезерном станке

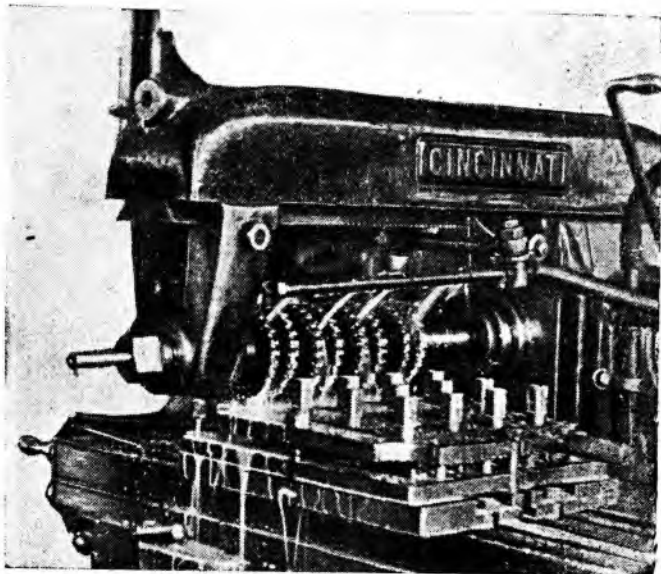
За 4 ч. 15 м. т. Фирсов обработал 480 кулачковых шайб, затратив на одну деталь 0,53 мин., что даёт 793 детали в смену. Дневную норму он выполнил на 1043%.



Фиг. 135. Кулачковая шайба

На фиг. 137 показана медная коллекторная пластина электромотора, а на фиг. 138 — способ обработки 10 таких пластин одновременно 10 фрезами. Детали крепят в двух приспособлениях на поворотном столе. Фрезы изготовлены из быстрорежущей стали. Размеры фрезы $140 \times 3,6$ мм. Фреза имеет 44 зуба. За 2 ч. 15 м. были обработаны 1205 пластин при норме 345 шт.

Литейно-механический завод им. Кагановича. На фиг. 139 показан корпус спускного клапана из чугуна твёрдостью по Бринеллю $H_B = 180$. У этого клапана фрезеруют паз, а ватем скосы. На фиг. 140 изображено приспособление для фрезерования паза. Оно состоит из опорной плиты, в которой за-



Фиг. 136. Фрезерование кулачковых шайб по новому технологическому процессу

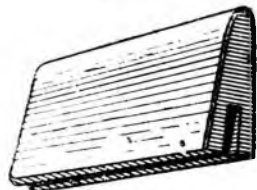
прессовано 16 штырей для установки 16 деталей. Детали устанавливают отверстием на штырь попарно и крепят прихваткой и крепёжной шпилькой. Перед закреплением детали выверяют накладным установочным шаблоном.

Восемь деталей фрезеруют одновременно четырьмя фрезами при помощи поворотного стола.

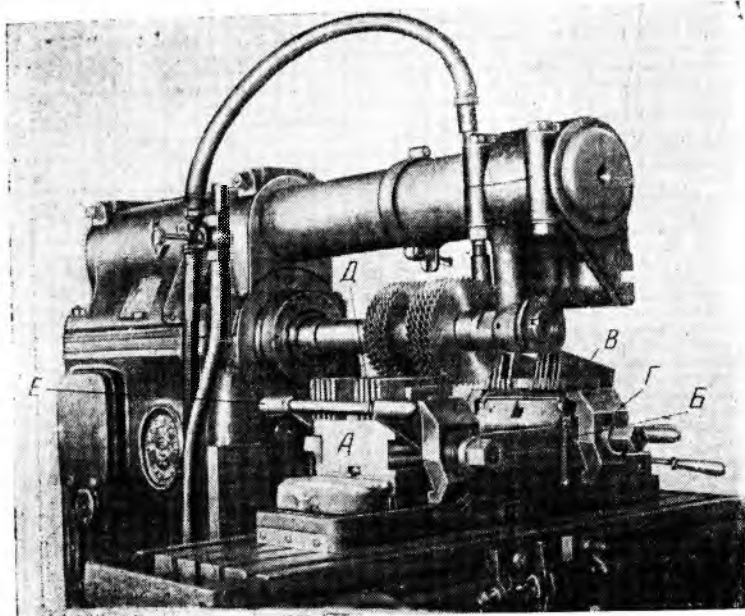
Применив это приспособление, фрезеровщик Козлов выполнил норму на 390%.

Раньше, когда в приспособлении обрабатывали по одной детали, норму едва выполняли на 100%.

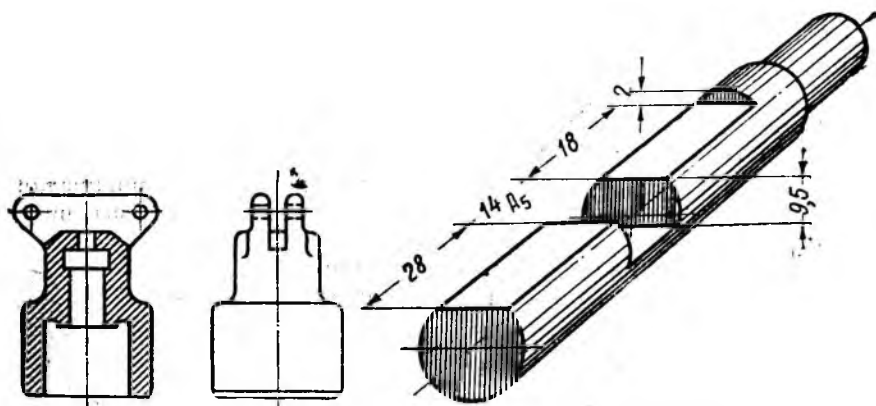
Режим фрезерования. Диаметр фрезы 110 мм, число зубьев 48, ширина фрезерования $b = 7$ мм, глубина фрезерования $t = 20$ мм. Полезная мощность станка 3,4 л. с. Потребная мощность на фрезерование составляет 3,9 л. с. Перегрузка мотора незначительна и при кратковременной работе станка допустима.



Фиг. 137. Коллекторная пластинка



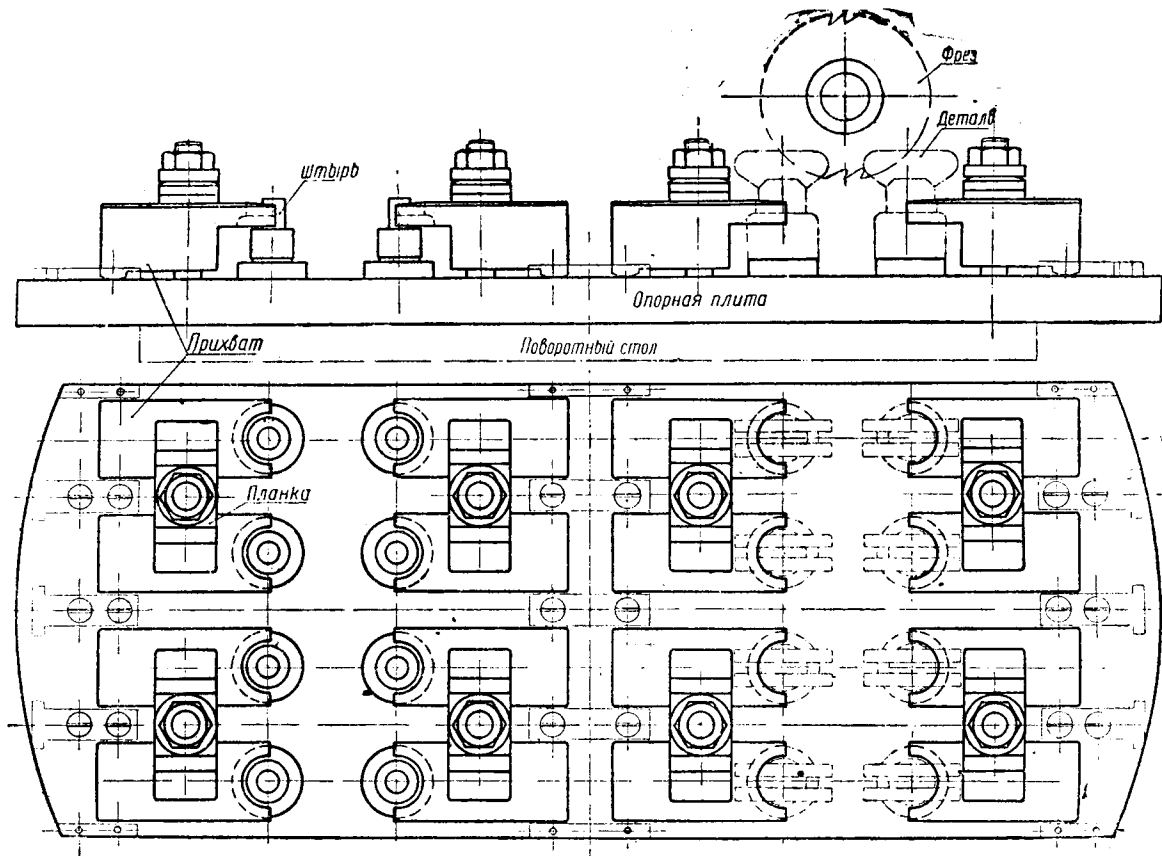
Фиг. 138. Фрезерование коллекторных пластин по новому технологическому процессу



Фиг. 139. Спускной клапан

Фиг. 141. Стержень

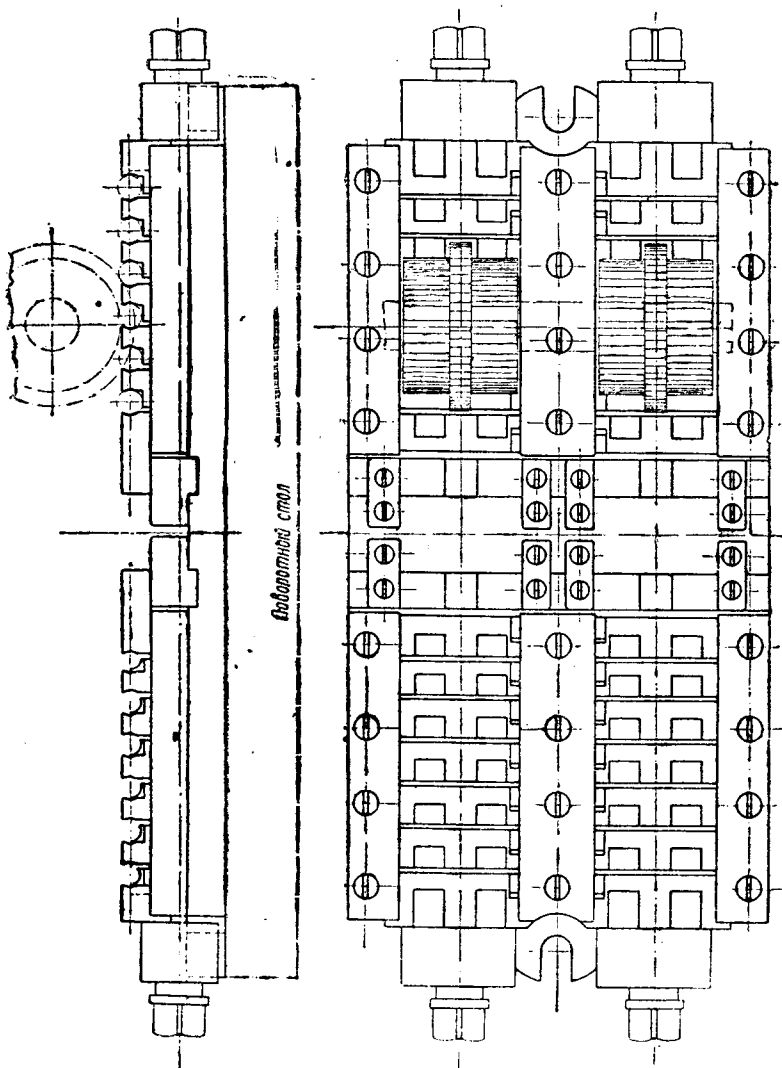
Рентабельность применения приспособления. Стоимость двух приспособлений для фрезерования паза и скосов составляет 1015 руб., а поворотного стола 500 руб. (взято 50% полной его стоимости). Экономия заработной платы на обработке одной детали равна 4 коп., а при накладных расходах в 280% составляет по одной детали 11,2 коп. При годовой программе в 30 000 спускных клапанов экономия выражается в 3360 руб.



Фиг. 1-10. Фрезерование ступенчатых клапанов по новому технологическому процессу

За вычетом затрат на приспособление и поворотный стол чистая экономия составляет $3360 - 1515 = 1845$ руб.

Фрезерование стержня. На фиг. 141 показан стержень, у которого фрезеруют лыску и паз. Стержень обрабаты-

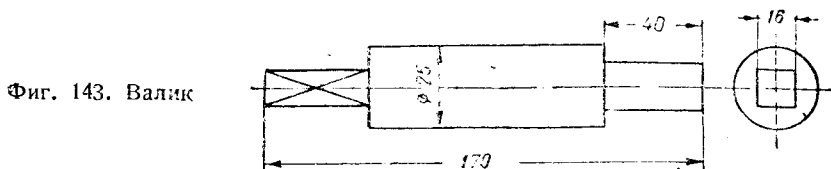


Фиг. 142. Фрезерование стержня в новом приспособлении

вают в многоместном приспособлении с поворотным столом двумя наборами из шести фрез. Одновременно фрезеруют 12 деталей.

По старому технологическому процессу фрезерование выполняли за две операции. Новое приспособление дало возможность повысить производительность в 5 раз. На фиг. 142 показана схема фрезерования стержней по новому методу.

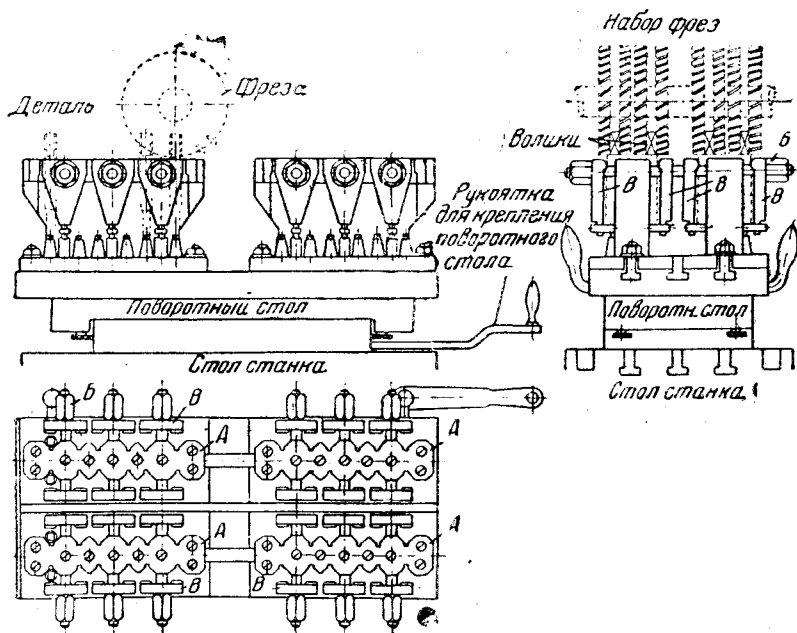
Люберецкий завод сельскохозяйственных машин им. Ухтомского. Показывая новые методы работ в 3-м механическом цехе Люберецкого завода, фрезеровали валики льнотеребильной машины, косилки и северного комбайна.



Фиг. 143. Валик

На фиг. 143 показан такой валик. По старому технологическому процессу квадраты валиков фрезеровали при помощи однорядного приспособления на 10 деталей.

Процесс фрезерования для получения квадрата повторялся дважды. За смену обрабатывали не более 200 валиков.



Фиг. 144. Фрезерование квадратов валиков в новом приспособлении

По новому технологическому процессу валики фрезеровали в приспособлении при помощи поворотного стола. Одновременно обрабатывали 24 валика набором из восьми фрез. На фиг. 144 показано фрезерование квадратов валиков в новом приспособлении. Тов. Гудов за 7 час. обработал 792 валика.

Фрезеровщик Мишаков, соревнуясь с т. Гудовым, обязался перекрыть его выработку и за 7 час. изготовил 886 валиков.

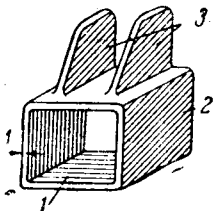
Сравнение старого и нового способов работы

Анализируя распределение ручного и машинного времени при старом и новом способах работы и выражая это время в процентном отношении к общей затрате времени, получаем:

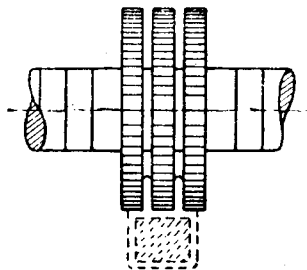
Старый метод работы	
Машинное время	60,4 ⁰ / ₀
Вспомогательное время	33,6 ⁰ / ₀
Новый метод работы (работал т. Гудов)	
Машинное время	82,6 ⁰ / ₀
Вспомогательное время, не перекрываемое машинным	17,4 ⁰ / ₀
Ручное время, перекрываемое машинным	34 ⁰ / ₀
Новый метод работы (работал т. Миняков)	
Машинное время	92,5 ⁰ / ₀
Вспомогательное время, не перекрываемое машинным	7,5 ⁰ / ₀
Ручное время, перекрываемое машинным	49 ⁰ / ₀

Для работы по новому технологическому процессу соответственно подготовили рабочее место. Большое внимание уделили размещению заготовок и готовых деталей, подобрали соответствующие ключи, совки для удаления стружки, смётки и т. п.

Завод «Электросила» им. Кирова (Ленинград).



Фиг. 145. Обойма щёткодержателя



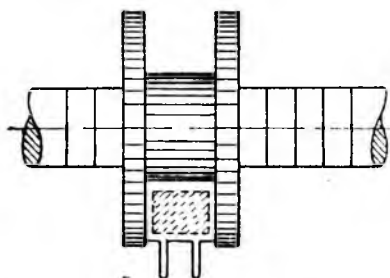
Фиг. 146. Фрезерование гребешков (первая операция) после рационализации технологического процесса

Стахановец-фрезеровщик Гомон, применяя новые методы работы, непрерывно повышал производительность. Вначале он добился выполнения норм на 723%, а в течение года — на 2400%.

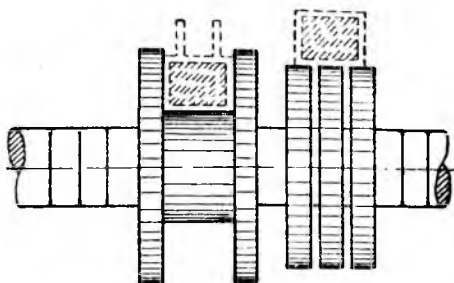
На фиг. 145 показана обойма щёткодержателя. По старому технологическому процессу её обрабатывали следующим образом. Сначала производили обдирку боковых поверхностей 2 и гребешков 3, затем опиливали обоймы вручную кругом, после чего деталь полировали и никелировали. Такая технология позволяла выполнить в смену 20 деталей.

Вначале т. Гомон разработал технологию, предусматривавшую обработку этой детали в две операции: 1) обработка гребешков набором фрез (фиг. 146); 2) обработка наружной поверхности с трёх сторон (фиг. 147).

Обе операции выполняли в приспособлениях. Такой метод обработки дал возможность выполнить в смену 200 деталей. Фрезеровщик Гомон не остановился на достигнутом. Он совместил обе операции в одну. Для этого он сконструировал приспособление с двумя оправками и применил набор фрез.

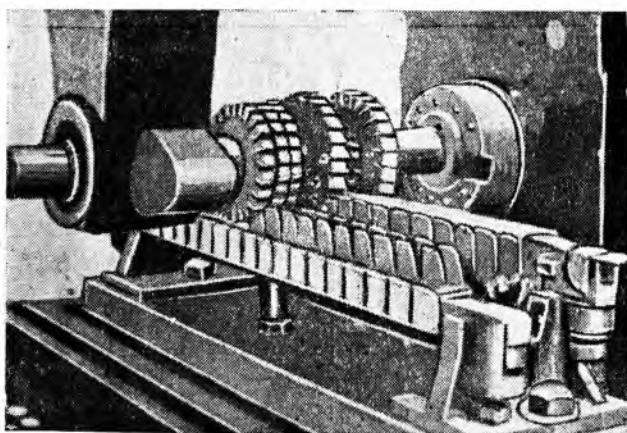


Фиг. 147. Фрезерование трёх плоскостей (вторая операция)



Фиг. 148. Схема фрезерования обойм кругом (совмещение первой и второй операции) после вторичного улучшения технологического процесса

Для уменьшения потерь рабочего времени применили четыре оправки. Во время обработки обойм на двух оправках производили заправку других обойм. Благодаря этому удалось со-



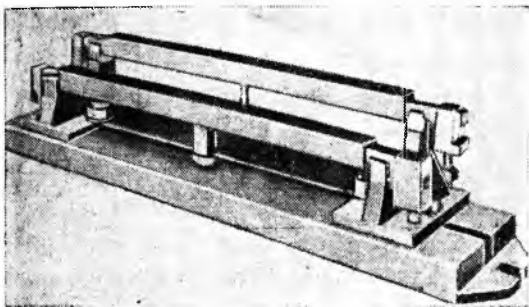
Фиг. 149. Фрезерование обоймы в новом приспособлении

вместить ручное и машинное время. На фиг. 148 показана схема фрезерования, на фиг. 149 — фрезерование обойм в новом приспособлении, а на фиг. 150 — приспособление для фрезерования обойм. При таком методе обработки в течение смены стали изготавливать 600 деталей. Новая технология дала возможность: 1) резко увеличить производительность; 2) сократить число ра-

бочих, занятых на обработке этой детали; 3) освободить рабочих от ручной работы; 4) повысить качество обработки.

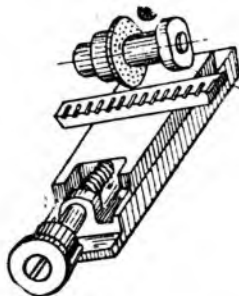
Прежде при обдирке на камне поверхности получались неровными.

Завод им. М. Гельца. Завод им. М. Гельца имеет большой парк фрезерных станков. Многие из них оснащены много-

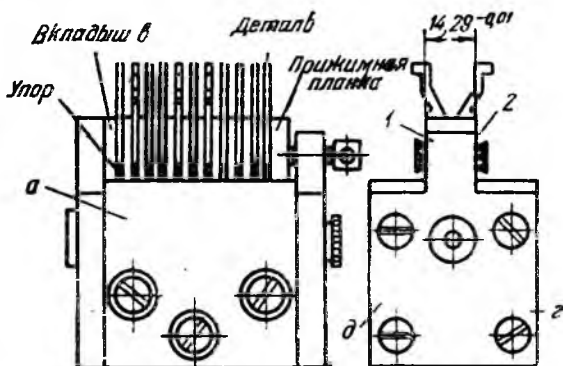


Фиг. 150. Приспособление для фрезерования обояма

местными приспособлениями. Новые методы на этом заводе стали применять не только на фрезеровании, но и на шлифовании. Стахановец-шлифовщик Строилов применил набор шлифовальных кругов и многоместное приспособление.



Фиг. 151. Шлифование 14 канавок

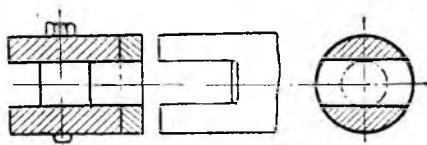


Фиг. 152. Шлифование плоскостей ползушка в многоместном приспособлении

На фиг. 151 показано шлифование 14 канавок одним шлифовальным кружком. Канавки расположены точно на расстоянии 9 мм друг от друга. Раньше канавки шлифовали на универсально-заточном станке одним прорезным вулканитовым кружком. На шлифование детали уходило 42 мин. Тов. Строилов изготовил простую оправку, на которой установил набор из 14 кружков, и на плоско-шлифовальном станке начал провезать сразу все 14 канавок.

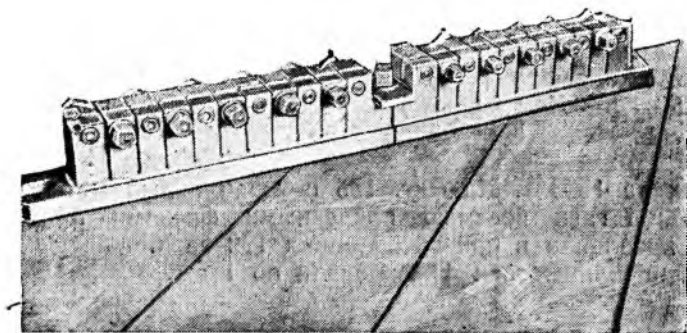
При таком способе на обработку детали требовалось всего 6 мин. Норма была выполнена на 750%. Детали обрабатывались при следующих режимах шлифования: подача на глубину шлифования $t = 0,02$ мм, подача стола $S = 6$ м/мин, скорость круга $v = 25$ м/сек.

Совершенствуя этот метод, т. Строилов разработал многоместное приспособление на 160 деталей, и производительность увеличилась в 80 раз (фиг. 152).



Фиг. 153. Фрезерование по старому технологическому процессу с креплением в тисках одной детали

Станкозавод им. Ленина. Раньше фрезеровали детали по 1 шт., закрепляя их в тисках (фиг. 153). На фиг. 154 показано специальное приспособление для обработки детали. Упоры фрезеровали двумя фрезами в многоместном приспособлении. Одновременно обрабатывали 20 деталей. Приспособление состоит из разрезного сваренного корпуса. В нём имеются отверстия для установки деталей. Против каждого отверстия сделаны прорезы



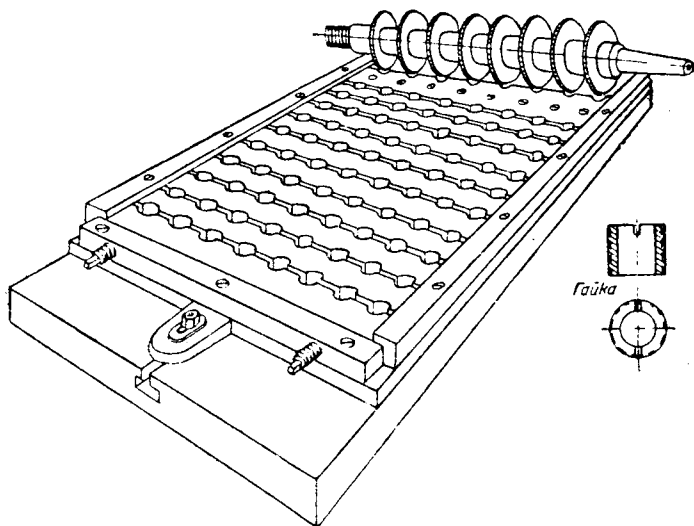
Фиг. 154. Многоместное приспособление для одновременного крепления 20 деталей

для пружинения места зажима. Деталь крепят болтами, которые стягивают разрезные места корпуса. Для установки фрез на нужный размер имеются установочные штыри. После внедрения такого приспособления производительность увеличилась в 9 раз.

Судоремонтный завод им. Марти. Производственная отдача оборудования на фрезерном участке этого завода была низкой. Детали, как правило, обрабатывали по 1 шт. Больше того, на вертикально-фрезерных станках вместо торцевых фрез применяли оправки с одним резцом, что резко снижало режим подачи при фрезеровании. По приказу директора на заводе была создана бригада по внедрению новых методов работы. За

короткий промежуток времени бригада провела большую работу по организации рабочих мест и внедрению многоместных приспособлений.

Впервые на заводе стали применять многоместные приспособления, которые позволили стахановцу-фрезеровщику Бережному выполнить сменное задание по фрезерованию шлиц конденсатор-



Фиг. 155. Новый метод фрезерования конденсаторных гаек в многоместном приспособлении

ных гаек на 1503%. На фиг. 155 показан новый метод фрезерования шлиц гаек восемью прорезными фрезами при одновременном креплении в приспособлениях 192 гаек.

Раньше шлицы гаек фрезеровали по 1 шт.

Пути освоения высокопроизводительных методов фрезерования

Можно отметить большое число заводов, на которых применяют новые методы фрезерования. Их внедряют тем быстрее и шире, чем активнее и инициативнее инженерно-технические и другие работники предприятий.

На Коломенском машиностроительном заводе организовали 14 бригад по внедрению стахановских методов работы. Эти бригады состояли из инженерно-технических работников и практиков-производственников. Они в первую очередь занялись изучением работы отстающих участков и рациональной организацией рабочих мест.

На Киевском заводе «Трансигнал», благодаря инициативе передовых инженеров, разработали и внедрили большое число различных многоместных высокопроизводительных приспособлений. Это резко увеличило отдачу отдельных участков.

Внедрение высокопроизводительных методов фрезерования шло последовательными этапами.

Первый этап — улучшение организации и обслуживания рабочего места.

Второй этап — увеличение режимов фрезерования и простейшая рационализация технологических процессов.

Третий этап — внедрение простых приспособлений.

Четвёртый этап — внедрение высокопроизводительных многоместных приспособлений и наборов фрез.

Таковы были пути освоения высокопроизводительных методов фрезерования машиностроительными заводами.

СОВЕТЫ НАЧИНАЮЩИМ ФРЕЗЕРОВЩИКАМ

Для того чтобы работать высокопроизводительно, давать продукцию отличного качества, без брака, начинающему фрезеровщику советую постоянно помнить следующее.

1. Рабочее место необходимо содержать в образцовом порядке. Станок, режущий и мерительный инструмент, приспособления должны быть в полной исправности и в хорошем состоянии. Всё, что не требуется для данной работы, нужно убрать от станка и с рабочего места.

2. Приступая к работе в начале рабочего дня, фрезеровщик прежде всего должен проверить состояние станка: хорошо ли затянуты клинья стола, крепко ли закреплён хобот станка, плотно ли замкнута гайка подшипника, поддерживающего рукава, и в порядке ли передача от мотора к шпинделю. Опорная плоскость стола не должна иметь каких-либо вмятин или забоин.

3. После осмотра станка нужно тщательно смазать все его трущиеся части. Каждая маслёнка должна быть в исправности. Необходимо следить за тем, чтобы резервуар для охлаждающей жидкости был чистым и чтобы жидкость была нужного качества.

4. Включив станок, необходимо на холостом ходу проверить его работу и убедиться в отсутствии постороннего шума в коробке скоростей и коробке подач. Только убедившись в том, что станок находится в порядке, можно приступить к его наладке.

5. Получив сменное задание, нужно хорошо с ним ознакомиться, внимательно изучить чертёж детали и усвоить рекомендуемый технологический процесс обработки данной детали. Стро-

гая технологическая дисциплина является неизменным условием высокопроизводительной работы.

6. Станок должен быть налажен в соответствии с установленным технологическим процессом. Применяв рекомендуемый режим резания и обработав первую деталь, нужно представить её в отдел технического контроля (ОТК) для проверки. Деталь, признанную годной, нужно поместить как образец на тумбочке, вместе с рабочим чертежом, картой накладки и нарядом.

7. В продолжение всего рабочего дня необходимо по-хозяйски проверять, как ведут себя в работе станок, приспособления, режущий инструмент, правильно ли выбран режим резания, полностью ли использованы мощность станка, полезная площадь стола в продольном и поперечном направлениях и т. д. Если можно что-либо улучшить, то нужно совместно с технологом цеха применить более рациональный метод обработки.

8. Для того чтобы добиться высокопроизводительного фрезерования, необходимо пользоваться: многоместными приспособлениями, многошпиндельными делительными головками, круглыми и продольно-поворотными столами, а также другими универсальными и специальными приспособлениями.

9. Производительность фрезерования можно значительно повысить, работая одновременно несколькими фрезами. Каждая фреза должна быть тщательно заточена, и биение её не должно превышать установленного предела. Во всех случаях, когда это возможно, необходимо обрабатывать детали одновременно несколькими фрезами.

10. Фрезеруемые детали должны быть закреплены жёстко. Крепление должно исключать возможность появления каких-либо вибраций (дрожания) при фрезеровании.

11. Широко используйте обратный ускоренный ход стола станка для возвращения его в исходное положение.

12. Помните, что усиленная работа станка, приспособлений и режущего инструмента требует особо тщательного наблюдения за их состоянием.

13. Помогайте цеховому планировщику в распределении работ, чтобы путём подбора типовых деталей и операций сократить число наладок станка. Добивайтесь закрепления за станком определённых деталей.

14. Внимательно прислушивайтесь к советам и указаниям наладчика, мастера и опытных фрезеровщиков. Изучайте работу лучших фрезеровщиков цеха и осваивайте их богатый опыт.

15. Повседневню повышайте уровень своих знаний. Читайте техническую литературу. В совершенстве усвойте технику фрезерования. Учитесь хорошо пользоваться всей предоставленной вам техникой.

16. Сдавайте всё оборудование и работу своему сменщику в полном порядке. По окончании работы тщательно вычистите и смажьте станок и наведите образцовый порядок на рабочем месте.

17. Строго соблюдайте технологическую дисциплину и особенно строго — трудовую дисциплину. Постоянно думайте о том, как дать государству больше продукции, более высшего качества при меньшей затрате материала, энергии и рабочего времени.

18. Боритесь с потерями рабочего времени. Тщательно готовьте работу. Ни одна минута рабочего времени не должна быть потеряна.
