



П. Г. КАЦЕВ

ПРОТЯЖНЫЕ РАБОТЫ



6П4.65
К 30
УДК 621.919

Кацев П. Г.
К-30

Протяжные работы. Учеб. пособие для индивидуального и бригадного обучения рабочих на производстве. Изд. 2-е, переработ. и доп. М., «Высш. школа», 1968.

247 с. с илл. 14 000 экз. 43 к.

6П4.65

Книга знакомит с основами теоретических и практических знаний по обработке металлов протягиванием. В ней подробно изложены различные виды этого процесса обработки, описаны конструкции протяжных станков и протяжек. Приведены также основные сведения о допусках и посадках, об организации рабочего места и технике безопасности, об измерительных инструментах.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для индивидуальной и бригадной подготовки протяжчиков, а также может быть использована при повышении квалификации протяжчиков.

Отзывы о книге и пожелания просим направлять по адресу: Москва, К-51, Неглинная ул., 29/14, издательство «Высшая школа».

ПРЕДИСЛОВИЕ

В Программе Коммунистической партии Советского Союза определена главная экономическая задача партии и советского народа — создать материально-техническую базу коммунизма. Почетная роль в выполнении этой задачи принадлежит машиностроению. Машиностроение должно обеспечить широкую механизацию и автоматизацию процессов производства и на этой основе бурный рост самого важного экономического показателя развития народного хозяйства — производительности труда.

Задача повышения производительности труда может быть решена при условии широкого внедрения высокопроизводительных процессов во все отрасли народного хозяйства. В машиностроении одним из таких процессов является протягивание. Однако возможности процесса протягивания используются еще далеко не полностью вследствие сложности устройства протяжек, сложности и напряженности процесса резания при протягивании. Чтобы полнее использовать возможности протягивания, а также развивать и совершенствовать этот вид обработки, надо осваивать приемы работы протяжчиков-новаторов, хорошо знать протяжной инструмент, станки и приспособления и изучать основные явления и закономерности процесса.

Задача настоящей книги заключается в том, чтобы дать рабочему основные сведения о процессе протягивания и передовых приемах работы на протяжных станках, ознакомить его с наилучшими способами использования инструмента и оборудования.

В книге освещен процесс протягивания, описаны основные виды протяжек, современные протяжные станки и приспособления, различные протяжные работы и условия правильного использования протяжек. Особое внимание уделено неполадкам, возникающим при протягивании, и способам их устранения.

Второе издание дополнено описанием новых видов протяжных станков: шпоночно-протяжных станков и непрерывно-протяжных автоматов с движением детали и с движением инструмента. Описаны новые конструкции протяжек, в том числе наружных, оснащенных твердым сплавом, и внутренних с уплотняющим

съемным твердосплавным кольцом и др. Переработано изложение основных способов протягивания и схем резания при протягивании. Включен новый раздел «Контроль протяжек», где обобщен материал по существующим методам контроля различных параметров протяжек. Приведены данные по припускам на обработку различными видами протяжек, по усилиям протягивания и потребной мощности протяжных станков, хвостовикам протяжек и другие сведения, необходимые для практической работы протяжнику.

ВВЕДЕНИЕ

Протягивание занимает значительное место в технологии современного машиностроения. Оно успешно заменяет ряд других видов механической обработки: долбление, строгание, фрезерование (в том числе и зубофрезерование), зенкерование, развертывание, резьбонарезание резцами и метчиками, растачивание и даже точение. К преимуществам протягивания перед другими методами обработки относятся:

- высокая производительность труда, достигаемая резким сокращением как основного, так и вспомогательного времени, а также совмещением черного и чистового проходов;

- высокая точность размеров протягиваемого профиля и высокое качество протянутых поверхностей;

- надежность процесса, связанная с высокой стойкостью инструмента;

- простота наладки станков и выполнения процесса.

Область применения протягивания в современном машиностроении непрерывно расширяется. Оно применяется не только в массовом и крупносерийном производстве, где этот процесс во многих случаях незаменим, но и в мелкосерийном и даже индивидуальном производстве. Так, например, на УЗТМ протягиваются шлицевые отверстия в ведущем колесе шестикубкового экскаватора размером $320 \times 295 \times 30$ мм, весом около 2 Т.

На специальных шпоночно-протяжных станках протягиваются шпоночные пазы в отверстиях ступиц гребных винтов и других крупногабаритных деталей тяжелого машиностроения весом до 35 Т. При этом вес протяжного станка составляет 20 Т, тяговое усилие — 10 Т, мощность — 20 квт. Обработка пазов на таких станках производится автоматически.

Наряду с этим, протягиванием обрабатываются круглые отверстия диаметром 3 мм, прямоугольные отверстия размером 2×3 мм. Протягиванием обрабатываются не только плоскости, круглые и шлицевые отверстия, но и более сложные поверхности, такие как зубчатые зацепления наружные и внутренние, винтовые пазы и шлицы, прямоугольная и трапецидальная резьбы. Новатор Б. Ф. Данилов разработал и внедрил конструкцию

метчика-протяжки для нарезания метрических и многозаходных резьб.

Развитие протягивания в последнее десятилетие идет в направлении расширения области применения процесса, совершенствования конструкций протяжек и станков, применения твердых сплавов в протяжках, повышения скоростей станков и их автоматизации, создания различного вида станков для непрерывного протягивания и т. д.

При обработке протягиванием решающее значение для результатов работы имеет инструмент, его конструкция и качество изготовления.

Протяжка является сложным и точным инструментом, который выполняет также функции механизма подачи станка. Процесс резания при протягивании усложняется вследствие необходимости размещения стружки в ограниченном пространстве впадины зуба. Вместе с тем, к операции протягивания предъявляются высокие требования в отношении точности размеров и качества поверхности. Все это определяет высокие требования к качеству протяжек. Поэтому правильное конструирование протяжки и рациональная технология ее изготовления являются важнейшими для успеха работы, и протяжчик должен быть знаком и с этими вопросами наряду со знанием методов заточки протяжек, установки, последовательности операций при протягивании.

§ 1. РАБОЧЕЕ МЕСТО ПРОТЯЖЧИКА

Хранение протяжек. Протяжки должны находиться вблизи рабочего места протяжчика, однако не мешать ему работать. Если используется небольшой комплект протяжек, их можно класть в корыто станка на две поперечные деревянные рейки с вырезами-гнездами для протяжек. При отсутствии корыта или при работе большим комплектом протяжек, или несколькими разными комплектами их надо хранить в стойках (ящиках) в подвешенном (рис. 1, а), наклонном (рис. 1, б) или горизонтальном (рис. 1, в) для комплектов коротких протяжек или для прошивок положений. Протяжки малого диаметра удобно хранить и переносить в деревянных кассетах (рис. 1, г).

Стойки и ящики с короткими протяжками следует устанавливать на такой высоте над полом цеха, чтобы рабочему не приходилось наклоняться за ними.

Если протяжки в стеллажах подвешены, следует защитить их от ударов друг о друга.

Хранение вспомогательного инструмента и приспособлений. Для хранения чертежей, измерительного инструмента, подкладок, клиньев, переходных втулок, тяговых патронов, деталей, приспособлений и ключей на рабочем месте протяжчика должен быть шкаф с несколькими отделениями и полками.

Для хранения заготовок и обработанных деталей около протяжного станка необходимо иметь специально приспособленную тару или столы, избавляющие рабочего от необходимости ходить за заготовками и деталями или нагибаться за ними. Тара для протянутых деталей должна быть устроена так, чтобы не стекала на пол смазочно-охлаждающая жидкость.

Удаление стружки. Стружку со станка следует сгребать в двухдонные железные ящики, в которых верхнее дно должно иметь отверстия для стока смазочно-охлаждающей жидкости, особенно когда в качестве последней применяется масло.

Вспомогательный инвентарь. При каждом протяжном станке должно быть достаточное количество металлических и жестких волосяных щеток для очистки протяжек и станка от стружки, личной напильник для очистки налипающего на зубья металла,

лопата или совок для выгребания стружки, ведро для заливки в станок рабочего масла и смазочно-охлаждающей жидкости и масленка для смазки станка.

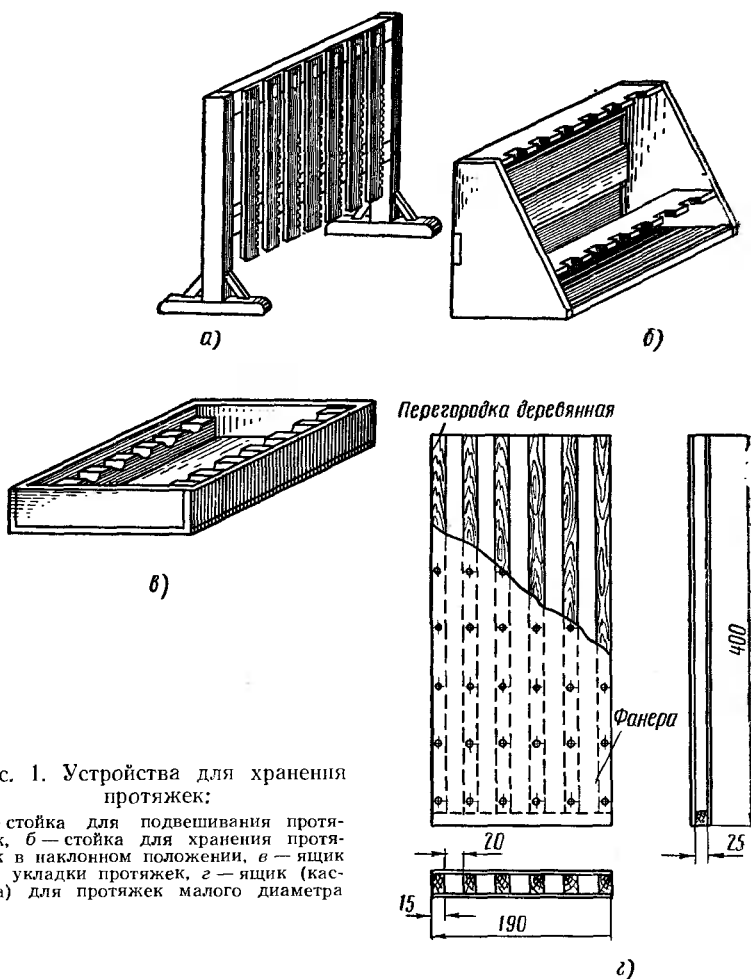


Рис. 1. Устройства для хранения протяжек:

а — стойка для подвешивания протяжек, б — стойка для хранения протяжек в наклонном положении, в — ящик для укладки протяжек, г — ящик (кассета) для протяжек малого диаметра

Подъемные устройства. Для подъема тяжелых деталей и приспособлений протяжной станок должен быть оборудован поворотным консольным краном. Величину вылета и место установки крана следует выбирать так, чтобы краном можно было брать протяжки и приспособления из стеллажа и укладывать их на протяжной станок.

§ 2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОТЯГИВАНИИ

Протяжчик должен твердо знать и выполнять следующие правила техники безопасности при работе на протяжных станках.

Перед началом работы. 1. Привести в порядок свою одежду: застегнуть обшлага рукавов, заправить рубашку в брюки и подобрать волосы под головной убор. Нельзя одеваться и раздеваться около станка; запрещается класть одежду и тряпки на станок.

2. Осмотреть свое рабочее место и убрать со станка, из-под ног и из проходов все, что может мешать работе.

3. Обратить внимание на пол: он должен быть чистым, сухим, ровным, около станка должна быть деревянная решетка под ноги.

4. Инструмент разместить в определенном порядке, протяжки хранить в специальных стеллажах, неисправный инструмент заменить.

5. Проверить исправность станка: ползун станка должен останавливаться, достигнув переднего или заднего выключателя. Нельзя работать на станке, если ползун, достигнув выключателя, продолжает хотя бы медленно перемещаться.

6. Убедиться, что ползун станка изменяет скорость движения в соответствии с положениями переключателя скоростей. Движение ползуна должно быть равномерным, без рывков как во время рабочего, так и обратного хода.

7. Проверить наличие и исправность ограждения.

8. Проверить исправность патронов для крепления инструмента и приспособлений для установки и крепления деталей.

9. Проверить исправность подъемного устройства и других приспособлений для обслуживания станка.

10. Проверить и обеспечить смазку станка смазочно-охлаждающей жидкостью.

11. Выборочно проверить соответствие заготовок техническим условиям.

12. О всех замеченных неисправностях и недостатках станка, приспособлений, предохранительных устройств и ограждений сообщить мастеру и до их устранения без указания мастера не приступать к работе на станке.

Во время работы. 1. Не браться незащищенными руками за режущую часть протяжки.

2. Не присоединять и не отсоединять протяжку на ходу станка, а также не поддерживать протяжку во время работы за режущую часть, так как руки рабочего могут быть прижаты зубьями протяжки к торцу обрабатываемой детали.

3. Не удалять стружку пальцами, пользоваться для этого щеткой, а также медным или латунным прутком.

4. Для закрепления протяжек пользоваться только исправными и специально предназначенными для этой цели патронами и устройствами.

5. Не забывать детали на протяжку. Если деталь не входит на направляющую, нужно установить причину и устранить ее.

6. Не прикасаться руками к протяжке во время ее рабочего и холостого ходов.

7. Не класть протяжки на станок и хранить их только в специальных стеллажах.

8. Во время работы не стоять против хода протяжки, так как в случае разрыва ее конец может отлететь вперед и ранить рабочего.

9. Не нагибаться над ползуном во время рабочего хода станка, потому что клин в случае поломки с большой силой выбрасывается из патрона вверх.

10. Не поправлять деталь на столе станка во время работы, а также не оставлять руки на приспособлении после пуска станка на рабочий или холостой ход.

11. Во время работы станка не держаться руками за валик переключения, так как руки могут быть защемлены между упорами валика и ползуна станка.

12. Не стоять вблизи работающей протяжки во избежание захвата одежды ее зубьями.

13. Содержать рабочее место в чистоте и порядке, своевременно убирать разлитое масло, эмульсию, обтирочный материал, стружку.

14. Не загромождать проходов, аккуратно укладывать полуфабрикаты и изделия. Следить, чтобы готовые детали своевременно убирались.

15. Обращать внимание на правильную установку и надежное закрепление протяжки и обрабатываемой детали.

16. Устанавливать тяжелые протяжки с помощью вспомогательных рабочих или при помощи подъемных приспособлений.

17. Трубки подачи воздуха и масла к пневматическим и гидравлическим зажимным устройствам оберегать от механических повреждений. Внезапное падение давления в пневматических и гидравлических приспособлениях может стать причиной несчастного случая. Перед началом работы проверить действие устройств, предотвращающих ослабление крепления детали в случае падения давления.

18. Устанавливать и снимать протяжки только защищенными руками (в рукавицах).

19. Применять режимы резания, которые указаны в операционной карте, изменения их только по согласованию с технологом.

20. Не опираться на станок во время работы и не позволять делать это другим; не передавать и не принимать чего-либо через станок во время его работы.

21. Работать только исправными протяжками и вспомогательным инструментом.

22. При ремонте, чистке и смазке для предотвращения пуска станка вывешивать на пусковых приспособлениях надпись «Не включать. Ремонт».

23. Об обнаруженных недостатках сообщать мастеру.

По окончании работы. 1. Остановить станок, убрать со станка стружку, очистить его от грязи и эмульсии и смазать.

2. Привести в порядок рабочее место.

3. Сообщить мастеру и своему сменщику о всех неполадках, замеченных в процессе работы.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные правила техники безопасности при работе на протяжном станке?

2. Каковы обязанности рабочего по содержанию рабочего места?

3. Почему нельзя во время работы стоять против хода протяжки и нагибаться над ползуном?

§ 3. ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ

Любая машина состоит из различных, соединенных между собой деталей. Некоторые из этих деталей соединены так, что могут двигаться одна относительно другой (например, вал — в подшипнике, ползун — в направляющих, поршень — в цилиндре); другие, наоборот, соединены неподвижно (например, шкив — на оси, зубчатое колесо — на валу).

Такие детали, подвижно или неподвижно соединенные между собой, называются сопрягаемыми деталями, а размеры, по которым происходит соединение, называют сопрягаемыми размерами.

Сопрягаемые детали, как правило, годны для сборки без дополнительной подгонки или подбора. Любой поршень или подшипник для данной марки двигателя должен собираться с любым цилиндром или валом той же марки. Свойство деталей входить в предназначенное им сопряжение без предварительного подбора или дополнительной подгонки называется взаимозаменяемостью деталей. Взаимозаменяемость деталей позволяет легко собирать машины на заводах-изготовителях и заменять изношенные детали новыми.

§ 4. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ДОПУСКАХ И ПОСАДКАХ

При соединении двух деталей, из которых одна входит в другую, различают охватывающую и охватываемую поверхности. Соответственно этому один из размеров соприкасающихся поверхностей называется охватывающим, а другой — охватываемым.

У цилиндров и конусов охватывающей поверхностью будет отверстие, а охватываемой — вал. Соответствующие им размеры являются диаметром отверстия и диаметром вала. Основным размером, общий для охватывающей и охватываемой поверхностей, от которого и начинается отсчет отклонений, называется номинальным размером. Разность охватывающего и охватываемого размеров определяет характер соединения или посадки,

т. е. показывает возможность перемещения одной детали относительно другой. Если охватывающий размер больше охватываемого, их разность называется **зазором**, а в тех случаях, когда охватываемый размер больше охватывающего, их разность называется **натягом** (рис. 2).

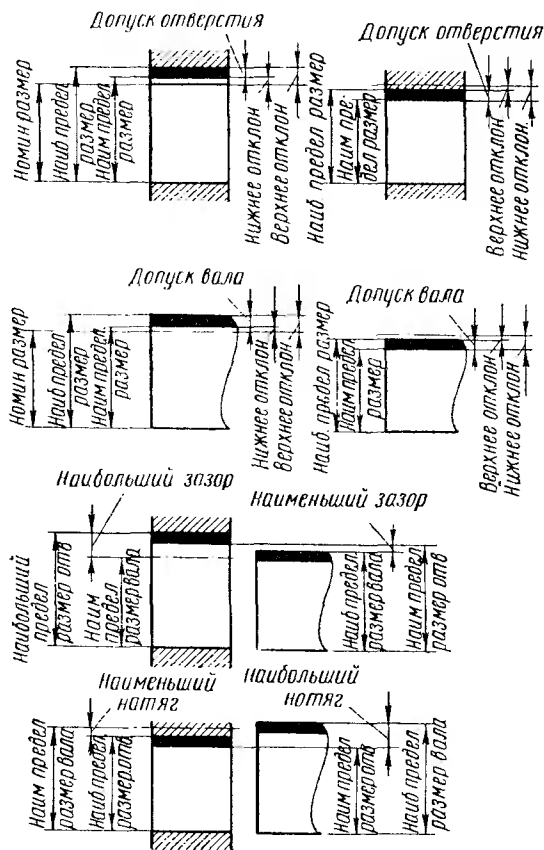


Рис. 2. Определение допусков, зазоров и натягов

Величина зазора или натяга определяется величинами отклонений охватывающего и охватываемого размеров от номинального.

Предельными называются размеры, между которыми должен находиться действительный размер. Один из них будет наибольшим предельным размером, другой — наименьшим.

Допуском называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Верхнее отклонение — разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

Нижним отклонением называется разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

Зазором называется положительная разность между диаметрами отверстия и вала, создающая свободу их относительного движения.

Наибольшим зазором называется разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала.

Наименьшим зазором называется разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

Натяг — положительная разность между диаметром вала и отверстия до сборки, создающая после сборки неподвижные соединения (размер вала больше размера отверстия).

Наибольший натяг представляет собой разность между наибольшим размером вала и наименьшим предельным размером отверстия.

Наименьший натяг — разность между наименьшим предельным размером вала и наибольшим предельным размером отверстия.

Допуском зазора или натяга называется разность между наибольшим и наименьшим зазором или наибольшим и наименьшим натягом. Допуск зазора или натяга равен сумме допусков вала и отверстия.

§ 5. СИСТЕМА ДОПУСКОВ

Системой допусков называется планомерно построенная совокупность допусков и посадок. Основные определения допусков и посадок в машиностроении даны в ГОСТ 7713—62.

Система допусков, принятая на заводах, состоит из системы отверстия и системы вала; по величине допусков она подразделяется на несколько классов точности, а по величине зазоров или натягов — на ряд посадок.

В системе отверстия для всех посадок одной и той же степени точности, отнесенных к одному и тому же номинальному диаметру, предельные размеры отверстия остаются постоянными. Различные посадки осуществляются путем соответствующего изменения предельных размеров вала.

Номинальный размер в этой системе является наименьшим предельным размером отверстий (рис. 3).

В системе вала предельные размеры вала остаются постоянными, а требуемые посадки достигаются путем изменения предельных размеров отверстия.

На заводах преимущественно применяется система отверстия,

так как она требует меньшей номенклатуры режущего и измерительного инструмента. Систему вала применяют там, где для изготовления валов употребляют калиброванный материал с постоянными размерами.

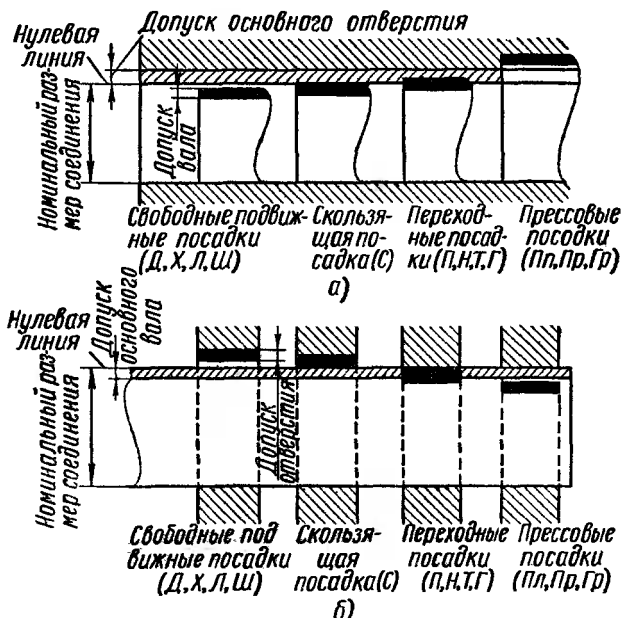


Рис. 3. Схемы допусков и посадок:
а — в системе отверстия, б — в системе вала

Допуск в системе отверстия всегда будет направлен в сторону увеличения отверстия (в тело), а допуск в системе вала — в сторону уменьшения вала (в тело).

Основания систем обозначаются: отверстия — буквой А, вала — В.

Все сказанное о допусках относится не только к валу и отверстию, но и ко всякой поверхности.

§ 6. КЛАССЫ ТОЧНОСТИ

В зависимости от величины допусков зазора и натяга при одинаковых посадках и одних и тех же номинальных диаметрах различают посадки разной степени точности, группируемые по отдельным классам точности.

Государственным стандартом в системе допусков для машиностроения предусмотрено 10 классов точности (для размеров от 1 до 500 мм). Пять из них — 1, 2, 2а, 3, 3а — более точные, имеющие наименьшие допуски; два класса — 4 и 5 — менее точные;

остальные три — 7, 8 и 9 (6-й класс в системе отсутствует) — имеют наибольшие допуски и предназначаются для несопрягаемых размеров.

Обработка по 1-му классу производится в ответственных сопряжениях весьма высокой точности (подшипники качения, шарики и ролики подшипников, детали точных измерительных машин и приборов).

Обработка по 2-му и 2а классам точности применяется в машинах и механизмах, работающих на больших скоростях: детали станков, тракторных, автомобильных и авиационных двигателей, электромашин и т. д.

По 3-му и 3а классам точности обрабатываются малоответственные детали автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных, текстильных машин и др.

Обработка по 4-му и 5-му классам точности применяется в сельскохозяйственном машиностроении, паровозо- и вагоностроении, в сопряжениях штампованных деталей.

Обработка по 7, 8 и 9-му классам точности производится только при изготовлении деталей (чаще заготовок, получаемых литьем, ковкой, штамповкой) с допускаемыми грубыми отклонениями от номинальных размеров. Сопрягаемые детали не обрабатываются по этим классам точности.

Классы точности обозначают арабскими цифрами, которые ставят внизу справа около буквы, указывающей систему (за исключением основного 2-го класса, в котором цифра 2 не ставится), например А, В, но А₃, В₃.

§ 7. ПОНЯТИЕ О ПОСАДКАХ

В машиностроении приняты 15 посадок, из которых 6 неподвижных, 4 переходных и 5 подвижных с зазором.

Неподвижные посадки: пресовая 1-я, пресовая 2-я, пресовая 3-я, горячая, пресовая, легкопресовая.

Переходные: глухая, тугая, напряженная, плотная.

Подвижные: скользящая, движения, ходовая, легкоходовая, широкоходовая. Кроме того, для диаметров 0,1—1 мм принимаются широкоходовая 1-я и 2-я посадки.

У каждой последующей из неподвижных посадок натяг меньше, чем у предыдущей. Первая из подвижных посадок — скользящая — имеет наименьший зазор или (что то же самое) наибольший натяг, равный нулю. У всех последующих подвижных посадок зазор больше, чем у предыдущих.

§ 8. ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК НА ЧЕРТЕЖАХ

На чертеже предельные отклонения обозначаются одним из следующих способов (размеры в мм):

$60^{+0,05}_{-0,03}$	»,	т. е. наибольший размер	60,05,	наименьший размер	59,97
$60 \pm 0,05$	»	»	»	»	59,95
$60 + 0,05$	»	»	»	»	60,00
$60 - 0,05$	»	»	»	»	59,95
$60^{+0,10}_{+0,05}$	»	»	»	»	60,05
$60^{-0,03}_{-0,05}$	»	»	»	»	59,95

Отклонение, указывающее наибольший допускаемый размер, обозначается над размерной линией, а отклонение, указывающее наименьший допускаемый размер, — ниже размерной линии (оно называется нижним).

Если отклонения назначаются по Государственным стандартам на допуски и посадки, то их обозначают условными знаками. Например: $\phi 60$ Т. Это означает, что указанный номинальный размер 60 мм должен быть выполнен с отклонениями 2-го класса точности, обеспечивающими тугую посадку.

Отклонения для размеров валов в системе отверстия обозначают знаками требуемых посадок (С, Д, Х, Пр и т. д.).

Отклонения для размеров в системе вала обозначают знаком В с добавлением индекса, указывающего класс точности, например $\phi 80$ В. Можно также указывать и численные отклонения $\phi 80^{-0,020}$.

§ 9. ЧИСТОТА ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Соблюдение допусков и посадок, установленных Государственными стандартами, а также соответствие чистоты поверхности той, которая указана в чертеже, обеспечивает полную взаимозаменяемость деталей при сборке.

ГОСТ 2789—59 устанавливает 14 классов чистоты поверхности. Максимальные числовые значения шероховатостей по высоте неровностей составляют от 0,05 мкм (для 14-го класса) до 320 мкм (для 1-го класса). С 6 по 14-й класс высота неровностей подразделяется еще и на разряды: а, б и в. Все классы чистоты поверхности обозначаются знаком равностороннего треугольника ∇ , рядом с которым указывается номер класса и разряд, например $\nabla 7$, $\nabla 7б$.

Шероховатость поверхностей грубее 1-го класса чистоты, установленного ГОСТом, обозначается знаком \sphericalangle , над которым указывается высота неровностей в микрометрах (микронах), например 500.

На чертежах, на которых нет необходимости специально определять шероховатость отдельных участков поверхностей, допускается применение знака \sim ; например, в тех случаях, когда поверхности деталей и заготовок, полученные прокаткой, отливкой, штамповкой, ковкой, не нуждаются в дополнительной обработке.

В табл. 1 приведены все классы чистоты и соответствующие им значения неровностей.

Таблица 1

Классы чистоты поверхности по ГОСТ 2789—59

Класс чистоты поверхности	Высота неровностей не более, мкм	Класс чистоты поверхности	Высота неровностей не более, мкм
1	320	8	3,2
2	160	9	1,6
3	80	10	0,8
4	40	11	0,4
5	20	12	0,2
6	10	13	0,1
7	6,3	14	0,05

Одним из основных требований, предъявляемых к протяжным операциям, является высокое качество поверхности обрабатываемых деталей.

При помощи протяжки можно получить поверхность различной чистоты:

грубую, соответствующую $\nabla 5$ — $\nabla 6$;

более чистую, соответствующую $\nabla 7$ — $\nabla 8$;

весьма чистую, соответствующую $\nabla 8$ — $\nabla 9$.

Чистота поверхности в пределах $\nabla 5$ — $\nabla 8$ достигается путем обработки протяжками с режущими и калибрующими зубьями.

Блестящую зеркальную поверхность, соответствующую $\nabla 9$ и выше, можно надежно получить лишь при использовании после режущей части проглаживающих зубьев. При этом безразлично, будет ли проглаживающая протяжка самостоятельной или комбинированной, имеющей режущие и уплотняющие зубья.

К чистоте обработки различных поверхностей протяжек предъявляются следующие требования:

передняя поверхность зубьев — $\nabla 8$;

задняя поверхность на вершине зуба — $\nabla 8$;

вспомогательная задняя поверхность (боковая) и задняя поверхность вспомогательных кромок — $\nabla 8$;

поверхность ленточки на калибрующих зубьях — $\nabla 9$;

хвостовая часть и направляющие протяжки обрабатываются по $\nabla 7$.

§ 10. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

При работе на протяжных станках, для проверки деталей после протягивания, как правило, пользуются предельными калибрами. Вместе с тем в ряде случаев, в частности для измерения протяжек, приходится пользоваться универсальным (шкаль-

ным) инструментом, главным образом микрометром и штангенциркулем, а также индикатором для выверки наладки станка.

Штангенциркуль применяют для измерения наружных и внутренних размеров и глубины детали. Он имеет величину отсчета по нониусу 0,1; 0,05; 0,02 мм.

На рис. 4 изображен прецизионный штангенциркуль, имеющий верхний предел измерения 300 мм и точность отсчета по нониусу 0,02 мм.

Штангенциркуль состоит из штанги 1 с губками 7 и 8. На штанге нанесены деления. По штанге 1 перемещается рамка 4

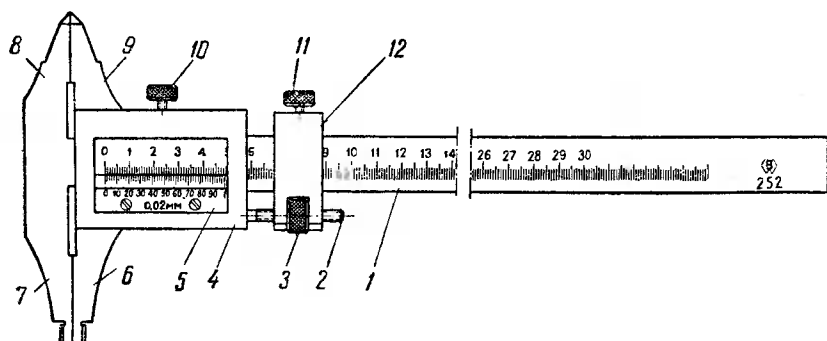


Рис. 4. Прецизионный штангенциркуль с точностью отсчета 0,02 мм

с губками 6 и 9. К рамке привинчен нониус 5. Для грубых измерений передвигают рамку 4 по штанге 1 и после закрепления винтом 10 производят отсчет. Для точных измерений пользуются микрометрической подачей рамки, состоящей из винта 2, гайки 3, движка 12 и винта 11. Зажав винт 11 движка, вращением гайки 3 подают рамку 4 до плотного прилегания губок 6 и 7 или 8 и 9 к измеряемой детали, после чего производят отсчет. Губки 6 и 7 служат для наружных и внутренних измерений. При измерении внутренних размеров к полученным показаниям прибавляют толщину губок, которая маркирована на них. Губки 8 и 9 служат для разметки наружных измерений.

Шкала нониуса (рис. 5, а) длиной 49 мм разделена на 50 частей, каждая из которых равна 0,98 мм. Так как одно деление измерительной линейки равно 1 мм, а одно деление нониуса — 0,98 мм, то можно сказать, что каждое деление нониуса меньше каждого деления измерительной линейки на $1,00 - 0,98 = 0,02$ мм. Это и есть та точность отсчета, которую может обеспечить данный штангенциркуль.

При измерении к количеству целых миллиметров, которое пройдено нулевым штрихом нониуса, надо прибавлять столько сотых долей миллиметра, сколько покажет штрих нониуса, сов-

павший со штрихом измерительной линейки. Например, по линейке штангенциркуля (рис. 5, б) нулевой штрих нониуса прошел 12 мм и его 12-й штрих совпал с одним из штрихов измерительной линейки. Так как совпадение 12-го штриха нониуса означает $0,02 \times 12 = 0,24$ мм, то измеряемый размер равен $12 + 0,24 = 12,24$ мм.

Микрометр (рис. 6) применяют для точного измерения длины, толщины и диаметра деталей. Точность отсчета до 0,01 мм.

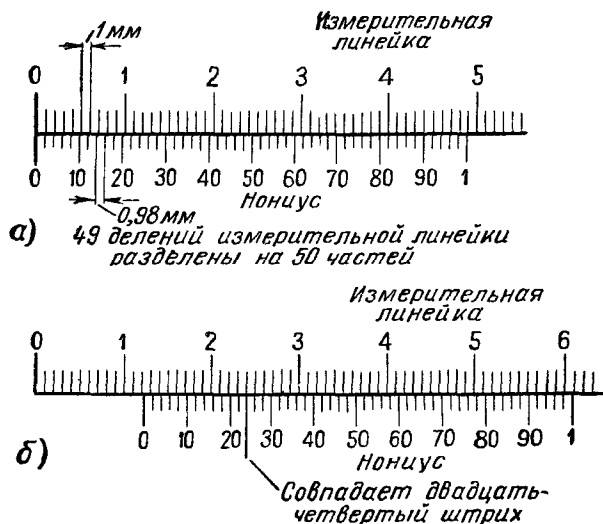


Рис. 5. Шкала нониуса с точностью отсчета 0,02 мм (а) и отсчет прецизионным штангенциркулем размера 12,24 (б)

Измеряемую деталь располагают между неподвижной пяткой 2 и микрометрическим винтом 3. Вращением барабана 6 микрометрический винт удаляют или приближают к пятке. На барабане имеется предохранительная головка 7 с трещоткой, предотвращающая слишком сильное нажатие микрометрическим винтом. Вращая головку 7, выдвигают микрометрический винт 3 и поджимают измеряемую деталь к пятке 2 до момента, когда вследствие проскальзывания храповичка возникнет звук трещотки. После этого закрепляют положение винта стопором 4 и производят отсчет. Для отсчета размера на стебле 5, составляющем одно целое со скобой 1 микрометра, нанесена шкала с миллиметровыми делениями, разделенными пополам.

Барабан 6 имеет по окружности 50 делений. При полном обороте барабана винт 3 перемещается на 0,5 мм, а при повороте на одно деление — 0,01 мм. Это и есть точность отсчета микро-

метра. При измерении сначала смотрят, сколько целых миллиметров или целых с половиной миллиметров открыл барабан на стебле, затем к этому прибавляют число сотых долей милли-

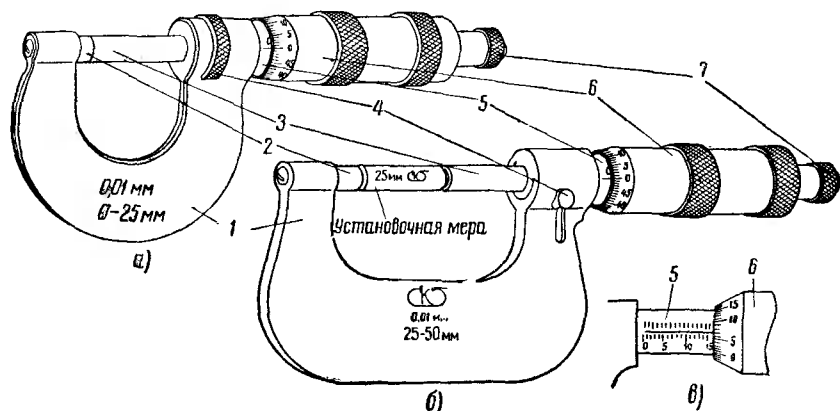


Рис. 6. Микрометры:
а — для размеров 0—25 мм, б — для размеров 25—50 мм,
в — отсчет размера

метра, которое совпало с линией на стебле. Как видно на рисунке, барабан открыл 16 целых делений на шкале стебля. С линией стебля совпал седьмой штрих фаски, следовательно, будем иметь еще 0,07 мм. Полный отсчет равен $16 + 0,07 = 16,07$ мм.

Индикатор применяют для точного измерения отклонений от определенного размера или от геометрической формы, например, для проверки перпендикулярности контрольной оправки к плоскости опорного фланца протяжного станка, для проверки радиального или осевого биения, конусности, непараллельности поверхностей и др.

Устройство индикатора часового типа показано на рис. 7. На измерительном стержне 3 нарезана рейка, которая входит в зацепление с зубчатым колесом 4. На одной оси с колесом 4 расположено колесо 9, с которым

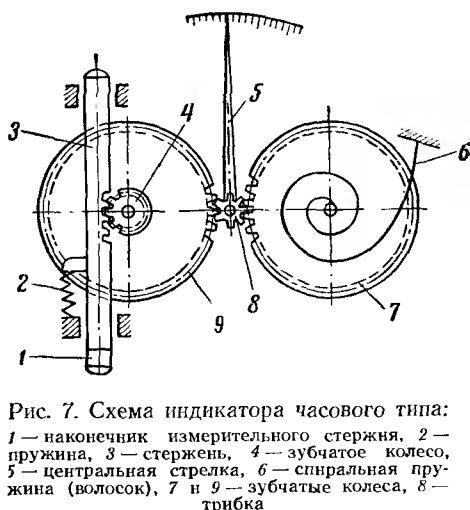


Рис. 7. Схема индикатора часового типа:
1 — наконечник измерительного стержня, 2 — пружина, 3 — стержень, 4 — зубчатое колесо, 5 — центральная стрелка, 6 — спиральная пружина (волосок), 7 и 9 — зубчатые колеса, 8 — трибка

сцепляется трибка 8. На оси трибки находится центральная стрелка 5, указывающая величину перемещения измерительного стержня 3. Для устранения мертвого хода имеется зубчатое колесо 7 с присоединенной к нему спиральной пружиной (волоском)

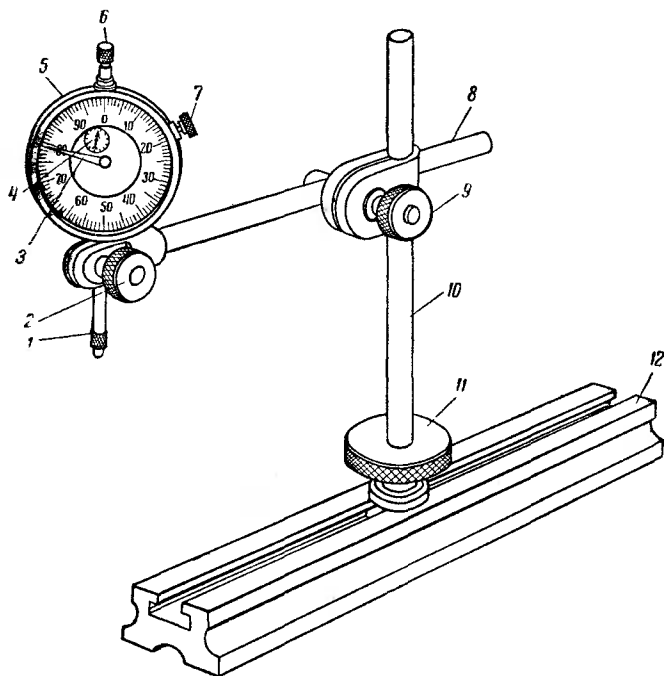


Рис. 8. Индикатор на штативе

6, один конец которой закреплен на колесе, а другой — на корпусе. Пружина 2 удерживает измерительный стержень в выдвинутом положении. Перемещению измерительного стержня на 0,01 мм соответствует отклонение центральной стрелки на одно деление шкалы. Вся круговая шкала имеет 100 делений и полный оборот центральной стрелки соответствует перемещению измерительного стержня на 1 мм.

На рис. 8 показан индикатор часового типа, установленный на штативе. Штатив состоит из основания 12, стойки 10, гайки 11, стержня 8, зажима 9, ушка с зажимом 2. Шкала индикатора вместе с ободком 5 может быть повернута относительно корпуса так, чтобы против центральной стрелки 3 можно было установить любое деление шкалы, обычно нулевое. Стопорное устройство 7 закрепляет шкалу в нужном положении. Головка 6 служит для подъема наконечника. Малая стрелка 4 служит для отсчета

целых оборотов центральной стрелки 3 или перемещения нако-
нечника 1 в миллиметрах.

Предельные калибры служат для определения пра-
вильности выполнения допусков на данный размер детали. Так
как размеры, установленные чертежом, являются предельными,
то и калибры для их измерения изготавливают с двумя жесткими,

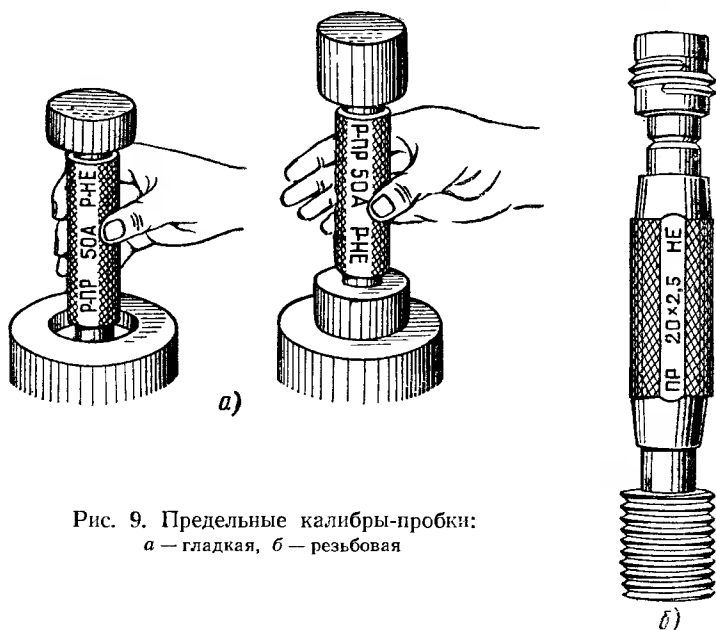


Рис. 9. Предельные калибры-пробки:
а — гладкая, б — резьбовая

неизменными размерами, соответствующими наибольшему и
наименьшему предельным размерам данной посадки и класса
точности.

Предельные калибры изготавливают в виде скоб, резьбовых
колец для измерения наружных размеров и резьб, и в виде про-
бок гладких и резьбовых для измерения внутренних размеров
и резьб.

Калибры-пробки (рис. 9) представляют собой стержни, на
обоих концах которых имеются цилиндры гладкие, или резьбо-
вые, или шлицевые в зависимости от формы контролируемого
отверстия.

Диаметр более длинного цилиндра выполнен по наименьшему
предельному размеру, а диаметр более короткого цилиндра — по
наибольшему предельному размеру. Длинный цилиндр является
проходной (приемной) стороной, а короткий — непроходной
(браковочной).

Правила пользования измерительными инструментами. Для обеспечения точных измерений нужно соблюдать следующие правила:

следить за тем, чтобы измерительный инструмент находил на измеряемую поверхность детали легко, без нажима, а браковочная сторона предельных калибров, наоборот, не находила на деталь;

следить за чистотой измеряемой поверхности и измерительного инструмента;

следить за температурой измеряемой детали (температура не должна превышать 20°C);

аккуратно обращаться с измерительными инструментами, оберегать от ударов и хранить их в инструментальном шкафу отдельно от других инструментов.

Контрольные вопросы

1. Что такое взаимозаменяемость?
 2. Что такое номинальный, предельный и действительный размеры?
 3. Что такое допуск размера?
 4. Какие бывают посадки?
 5. Какие существуют классы точности?
 6. Чем измеряется чистота обработанной поверхности?
 7. Каково устройство нониуса штангенциркуля?
 8. Как устроен микрометр и для каких измерений он применяется?
 9. Как устроен и для чего применяется индикатор?
 10. Что такое предельные калибры и для чего они применяются при протягивании?
 11. Изложите правила пользования точными измерительными инструментами.
-

§ 11. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ПРОТЯГИВАНИЯ

Протягивание является одним из высокопроизводительных способов механической обработки металлов, который широко применяется в производстве деталей машин, станков и других изделий машино- и приборостроения. Он возник значительно позднее других способов механической обработки металлов. Необходимость в нем вызывалась потребностью массового производства взаимозаменяемых изделий.

Протягивание начали широко применять в период первой мировой войны, когда для массового производства вооружения потребовались новые высокопроизводительные и точные методы обработки, в частности, для получения нарезов в стволах оружия.

Для выяснения особенностей и преимуществ протягивания рассмотрим способ получения шпоночного паза во втулке (ступице) какого-либо зубчатого колеса, маховичка, шкива и других деталей долблением (рис. 10).

Деталь 1 устанавливается на подвижной части 5 стола 6 долбежного станка, который сообщает резцу 2 (ширина режущей кромки равна ширине паза), укрепленному на стержне 3, возвратно-поступательное движение (рабочее движение). Стержень направляется втулкой 4. За каждый рабочий ход долбяка срезается слой металла определенной толщины и стол вместе с деталью перемещается (подается) в сторону резца на величину подачи. Так продолжается до тех пор, пока шпоночный паз не будет прорезан на требуемую глубину. Если надо получить шлицевое отверстие, то после обработки одного паза деталь поворачивается на определенный угол при помощи делительного приспособления.

При затуплении резец заменяется и снова налаживается станок. Чтобы сократить время обработки, можно на стержне 3 поместить не один резец, а два и более; каждый последующий резец должен выступать над предыдущим на величину подачи. В этом случае работа пойдет быстрее, так как за один ход ползуна станка будет сниматься во столько раз больший слой металла, сколько резцов будет укреплено на стержне; в остальном

процесс не изменяется. Но если число резцов выбрать с таким расчетом, чтобы за один ход ползуна паз прорезался на всю глубину, процесс обработки в корне изменится. В этом случае для обработки детали нужен только один рабочий ход. Никакого движения механизма подачи не нужно, так как подача заложена в самой конструкции инструмента — в выступающих один над другим резцах, каждый из которых последовательно срезает установленный слой металла.

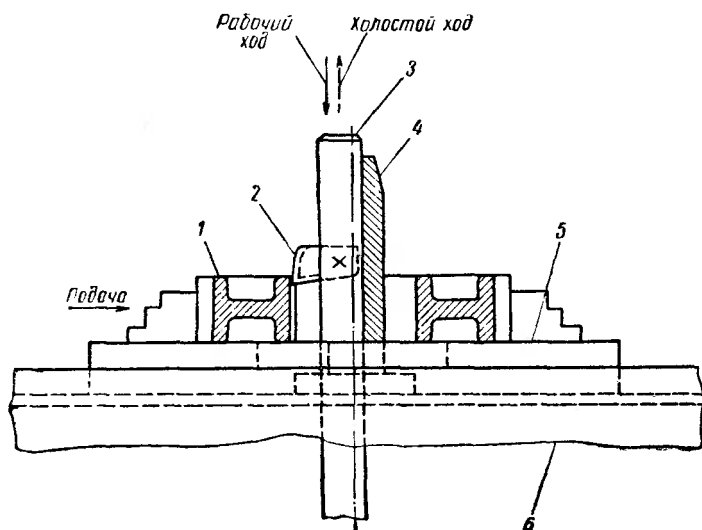


Рис. 10. Долбление шпоночного паза

Разделение работы между многими резцами резко повышает стойкость инструмента, который обрабатывает без замены большое количество изделий, не требуя переналадки во время работы. Точность обработки в данном случае не зависит от квалификации рабочего, так как она полностью определяется точностью изготовления инструмента.

Точно таким образом можно изготовить инструмент для прорезки многопазовых или так называемых шлицевых отверстий, а также любых других фасонных отверстий. Такой инструмент, имеющий форму длинных стержней или полос, выполненных из инструментальной стали и снабженных большим количеством поперечных зубьев, получил название **протяжки** (рис. 11, а). Станки, применяемые для работы протяжками, называются **протяжными**.

Протягивание имеет свои особенности:

1) требует применения точного многолезвийного, сложного в изготовлении инструмента;

- 2) имеет одно прямолинейное (иногда вращательное) рабочее движение;
- 3) изделие обрабатывается одновременно по всему профилю;
- 4) отсутствуют между инструментом и изделием промежуточные звенья в виде механизмов подачи и деления;
- 5) простота наладки станка, установки изделия и инструмента;
- 6) высокая точность и чистота обработанной поверхности;

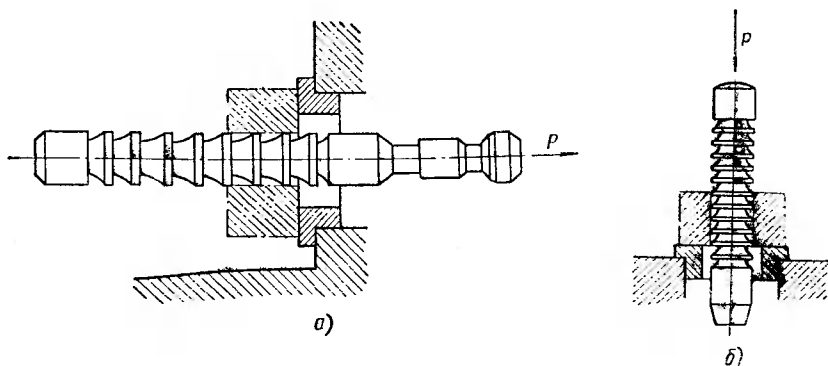


Рис. 11. Схема работы:
а — протяжки, б — прошивки

7) высокая производительность и экономичность процесса обработки.

Прошивка (рис. 11, б) в основе своей почти не отличается от протяжки. Протяжку протягивают сквозь обрабатываемое отверстие, а прошивку проталкивают. Протяжка испытывает растягивающее усилие, а прошивка — сжимающее; поэтому прошивки приходится делать сравнительно более короткими. Так как принципиального различия в устройстве и работе протяжек и прошивок нет, то в дальнейшем под протягиванием будут подразумеваться оба процесса.

Производительность протягивания в 3—12 раз выше, чем других способов механической обработки металла (развертывания, фрезерования, долбления, строгания, шлифования).

При протягивании цилиндрических или шлицевых отверстий в деталях среднего размера и веса один рабочий обрабатывает от 50 до 120 деталей в час, а при обработке прошивкой на прессе мелких деталей типа втулок — от 150 до 460 шт. в час. На протяжных станках с непрерывным рабочим движением и автоматической загрузкой заготовок производительность достигает 600—1000 деталей в час. Такая же производительность и при наружном протягивании. Даже при протягивании относительно тяжелых деталей с большими поверхностями, таких как блок

автомобильного или тракторного мотора, производительность достигает 40 шт. в час. При протягивании зубчатых колес с внутренним и наружным зубом производительность составляет от 40 до 2000 шт. в час.

Протяжка обеспечивает точность обработки в пределах 2-го и 3-го класса. Чистота протягиваемой поверхности достигается в пределах $\nabla 6$ — $\nabla 9$.

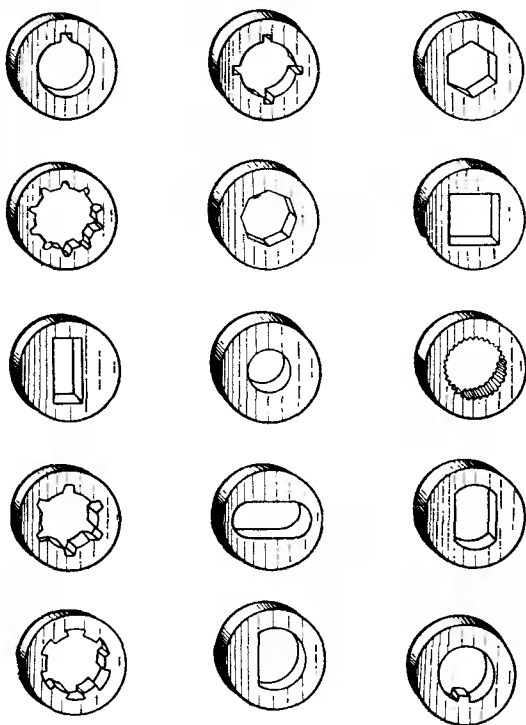


Рис. 12. Формы отверстий, обрабатываемых протяжками

Область применения протягивания. В настоящее время протягивание широко применяется в различных отраслях машиностроения для обработки всевозможных внутренних (замкнутых) и наружных (открытых) поверхностей различных деталей.

Внутреннее протягивание наиболее широко применяется для обработки различных отверстий: круглых (цилиндрических), квадратных, многогранных, шлицевых с различным профилем прямых и винтовых канавок, а также шпоночных и других фигурных пазов в отверстиях детали (рис. 12). Диаметр протягиваемых отверстий составляет от 5 до 400 мм, длина их

доходит до 10 м. Чаще всего протягиваются отверстия диаметром от 10 до 75 мм с длиной, не превышающей 2,5—3 диаметра. Ширина протягиваемых пазов составляет от 1,5 до 100 мм.

Протяжки особенно широко применяются в авиационной, автотракторной и станкостроительной промышленности. Например, современный автомобильный завод использует до 1000 типоразмеров протяжек. Они применяются при обработке отверстий

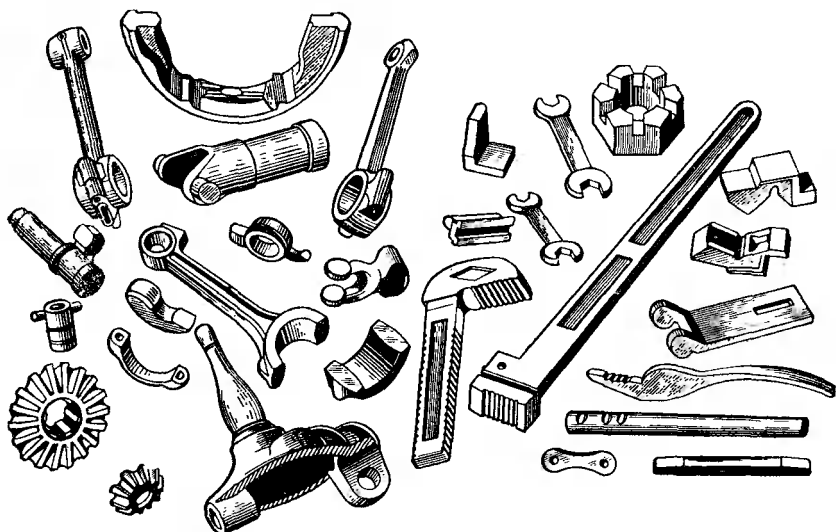


Рис. 13. Детали, обрабатываемые наружными протяжками

поршня, шатуна, шлицевых отверстий с различной формой шлиц (прямоугольных, елочных, эвольвентных), а также различных профильных отверстий и пазов, шпоночных канавок, трака гусениц, зева шестигранных ключей зубчатых колес и муфт внутреннего зацепления. Протягивание применяется и в общем машиностроении и при обработке деталей пишущих и швейных машин, велосипедов, мотоциклов, деталей оборудования для пищевой и текстильной промышленности, фото- и киноаппаратуры.

В тяжелом машиностроении этот способ используется при обработке круглых шлицевых и других отверстий в деталях грязевого насоса, лебедки, экскаватора, деталей буровой машины (отверстий крейцкопфа, шатуна, звездочек, талевого блока, отверстий в цилиндрических и конических колесах).

Наружное протягивание применяется вместо фрезерования, строгания, шлифования. Чаще всего обрабатываются поверхности площадью 100—200 см². Вместе с тем наружное протягивание выгодно при обработке в массовом производстве

больших поверхностей (блоков и головок цилиндров автомобильных и тракторных двигателей). Чаще всего протягиваются плоскости, фасонные поверхности, различные пазы, рифления, например зубчатые колеса, хвосты турбинных лопаток, пазы в дисках газовых турбин и др. (рис. 13).

Протяжками обрабатываются все виды металлов и пластических масс, допускающих обработку резанием.

§ 12. ВИДЫ ПРОТЯГИВАНИЯ

Протягивание осуществляется разнообразными по конструкции протяжками при различном относительном перемещении инструмента и заготовки и различном главным рабочем движении, которое может быть вращательным (круговым) и возвратно-поступательным. Основные виды внутреннего протягивания представлены на рис. 14.

Протяжка протягивается через неподвижное изделие в горизонтальном направлении (рис. 14, а). Этот вид протягивания применяется не только в массовом, но и в серийном производстве. Стоимость горизонтально-протяжного станка ниже, чем вертикально-протяжного, но занимаемая им площадь цеха больше. Кроме того, такие станки, как правило, автоматизировать сложнее, чем вертикальные.

Протяжка протягивается через неподвижное изделие сверху вниз (рис. 14, б). Преимуществом этого вида протягивания является возможность автоматизации, малая площадь, занимаемая станком. Кроме того, улучшаются условия охлаждения протяжки, так как направление движения смазывающе-охлаждающей жидкости совпадает с направлением протягивания. Исключается влияние веса протяжки на форму и размеры протягиваемого отверстия и на равномерность затупления режущих кромок по окружности зуба. Установка изделия упрощается, а захват протяжек патроном производится автоматически. Недостатками этого вида протягивания является большая высота станков, часто требующая использования пространства, находящегося ниже уровня пола цеха.

Протяжка протягивается через неподвижное изделие снизу вверх (рис. 14, в). Преимущества этого вида те же, что и в предыдущем случае, и связаны с вертикальной конструкцией станка. Несколько лучше условия охлаждения, так как жидкость задерживается в чашечке, образованной обращенной кверху передней поверхностью зубьев. Удаление стружки, оставшейся на протяжке, происходит автоматически при падении протяжки (после окончания рабочего хода) на специальные амортизаторы. Недостатки те же, что и в предыдущем случае, и, кроме того, силы резания направлены от фундамента, что препятствует использованию больших мощностей.

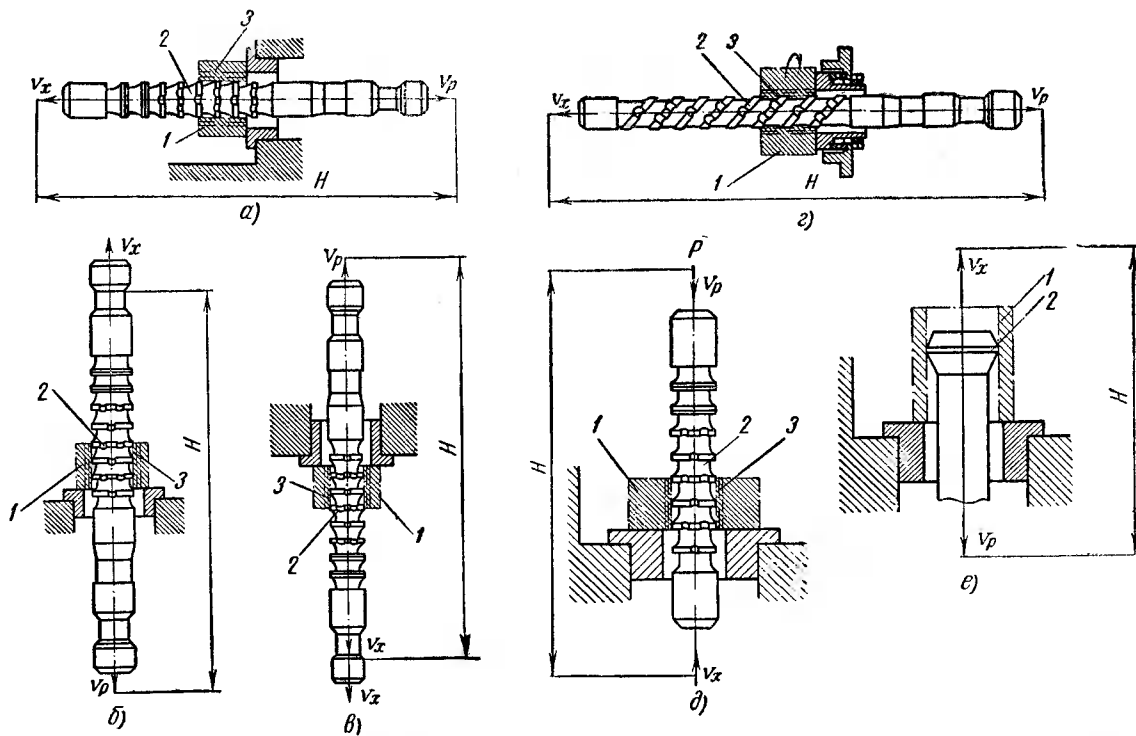


Рис. 14. Виды внутреннего протягивания:

1 — изделие, 2 — протяжка, 3 — слои срезаемого металла, H — длина хода инструмента (изделия), v_p — рабочий ход, v_x — холостой ход

Протяжка (или изделие) вращается во время движения рабочего хода (рис. 14, г). Вращение может осуществляться принудительно от какого-либо привода или путем самовращения под действием составляющей усилия протягивания. Станки горизонтально- и вертикально-протяжные для внутреннего протягивания могут быть с копирными винтами или другими механизмами для вращения протяжки (изделия) или с шариковыми опорными приспособлениями для самовращения протяжки (изделия).

Прошивка проталкивается через неподвижное изделие сверху вниз (рис. 14, д). Этот процесс осуществляется на прессах с ручным, ножным, механическим или гидравлическим приводом, а также на прошивных станках с гидравлическим приводом. Преимущества этого вида обработки протягиванием: простота обслуживания (короткий инструмент и отсутствие какого либо соединения его со станком), малая занимаемая площадь, относительно низкая стоимость и простота оборудования, универсальность применения. Недостаток — длина прошивки ограничена (не более 15 диаметров), что уменьшает величину съема припуска за один проход. Этот вид обработки применяется в массовом, серийном и мелкосерийном производствах.

Обработка уплотняющей прошивкой (или протяжкой) (рис. 14, е). Прошивка (или протяжка) проталкивается (или протягивается) через подготовленное отверстие в вертикальном или горизонтальном направлении. Обработка производится на тех же станках, что и прошивание в предыдущем случае (или на соответствующем протяжном станке, если применяется протяжка). Преимуществами этого вида обработки являются: высокая чистота получаемой поверхности изделия (до 12-го класса), простота оборудования, инструмента и операции (особенно в случае прошивания), легкое обслуживание, высокая производительность, малая производственная площадь. Недостатки: необходимость подготовки отверстия с высокой точностью и чистотой поверхности, зависимость правильности получаемой геометрической формы отверстия от равномерности толщины стенок изделия и качества подготовки отверстия. Применяется в производствах различного характера (от массового до мелкосерийного).

Основные виды наружного протягивания представлены на рис. 15.

Протяжка совершает рабочее движение сверху вниз, изделие закреплено неподвижно (рис. 15, а). Оборудование — наружно-протяжной станок (для прошивок). Преимущества: относительно небольшая площадь, необходимая для размещения станка; хорошее охлаждение инструмента во время всего процесса как результат совпадения направления движения жидкости и инструмента; высокая производительность. Недостаток — большая высота станка.

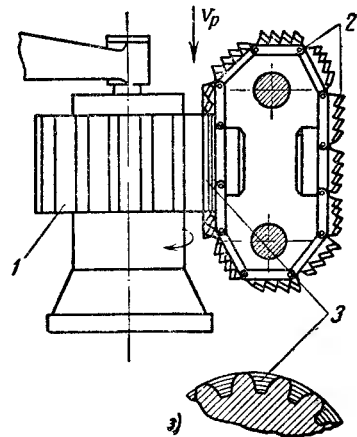
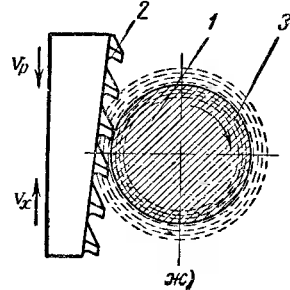
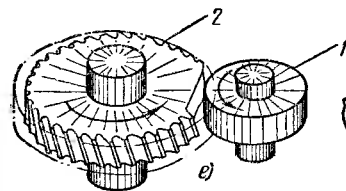
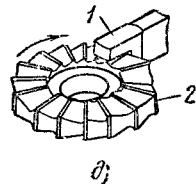
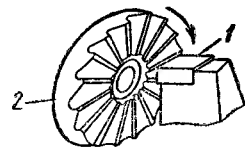
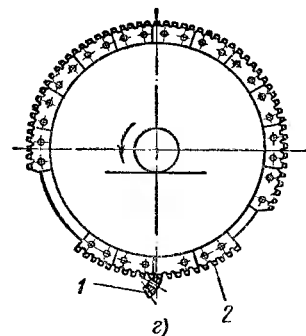
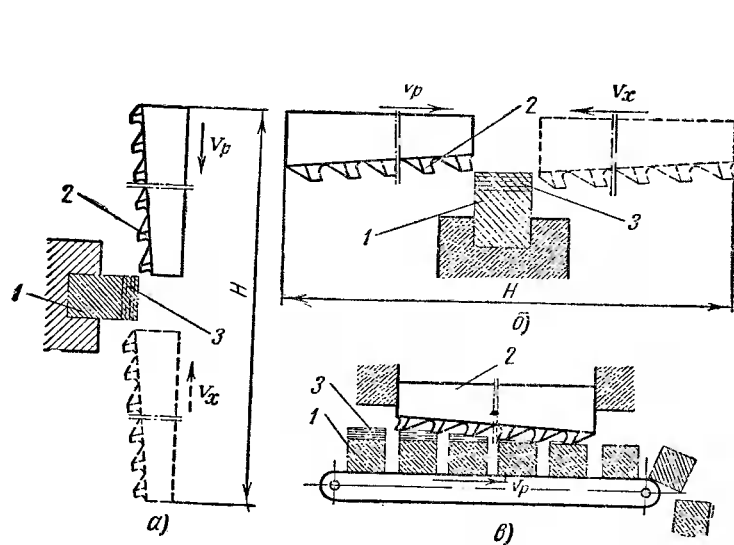


Рис. 15. Виды наружного протягивания:

1 — изделие, 2 — протяжка, 3 — слой срезаемого металла, H — длина хода инструмента (изделия), v_p — рабочий ход, v_x — холостой ход

Протяжка движется горизонтально, изделие закреплено неподвижно (рис. 15, б). Оборудование: горизонтально-протяжной станок с гидравлическим или электромеханическим приводом. Примером такого станка является специальный станок туннельного типа для протягивания блоков двигателей. Преимущества: легкая установка изделия, простота приспособлений, большие возможности для устройства автоматических транспортирующих и загрузочных устройств. Недостатки: большая длина рабочего хода H , большая длина станка и занимаемая площадь. Станок применяется только в массовом производстве.

Протяжка закреплена неподвижно, а изделия, закрепленные на цепном конвейере, движутся непрерывно и прямолинейно (рис. 15, в). Оборудование: конвейерные станки непрерывного действия с механическим приводом. Преимущества: непрерывность процесса протягивания, увеличение производительности в 6—10 раз по сравнению с возвратно-поступательным движением протяжки, возможность полной автоматизации процесса. Недостатки: высокая стоимость специального оборудования, оправдываемая только при большом масштабе производства.

Протяжка, вращаясь вокруг своей оси, тем самым совершает непрерывное круговое главное движение (рис. 15, г). Один из подобных видов протягивания применяется для обработки зубьев конических колес на автомобильных заводах. Зубья протяжки располагаются на спиральной поверхности периферии диска и обрабатывают впадину эвольвентного зуба конического колеса. Протяжке сообщается дополнительное движение подачи вдоль впадины зуба в направлении от узкого конца зуба к широкому при черновой и в обратном направлении при чистовой обработке. Заготовка совершает делительное перемещение (поворачивается на один зуб). Оборудование: специальные станки с вращением протяжки, привод — механический. Преимущества: высокая производительность, малая площадь, занимаемая оборудованием, и небольшая высота его, отсутствие ограничений в увеличении скорости резания, накладываемое особенностями возвратно-поступательного движения инструмента.

Другая разновидность протяжек, совершающих круговое главное движение, показана на рис. 15, д. На протяжке, изображенной сверху, зубья расположены на торце диска по винтовой поверхности и за один оборот обрабатывают плоскость изделия; на нижней протяжке зубья расположены на винтовых поверхностях обоих торцов, а также на спиральной поверхности периферии, и обрабатывают одновременно три поверхности. Применяются такие протяжки для обработки небольших изделий.

Протяжки, предназначенные для наружного протягивания тел вращения, показаны на рис. 15, е, ж.

Протяжка и изделие вращаются (рис. 15, е). Дисковая вращающаяся протяжка, зубцы которой расположены на спираль-

ной поверхности, обрабатывает изделие за один оборот протяжки. Изделие имеет принудительное вращение. Обработку производят на токарных, фрезерных и некоторых других станках, специально переоборудованных для этой цели. Преимущества: высокая производительность, связанная с вращательным рабочим движением, компактность оборудования, возможность увеличения скорости резания.

Протяжка имеет прямолинейное движение, изделие вращается (см. рис. 15, ж). Протяжка движется по касательной к обрабатываемой поверхности, изделие вращается станком принудительно. Преимущества: высокая производительность, возможность обработки тел вращения с прямолинейными и криволинейными образующими. Недостаток — высокая стоимость специального оборудования; оправдывается только в массовом производстве.

Наружное протягивание методом обкатки для нарезания прямозубых и косозубых колес (рис. 15, з). Реечная модульная протяжка имеет поступательное рабочее движение, а обрабатываемая заготовка вращается вокруг своей оси принудительно посредством соответствующей зубчатой передачи. Преимущества: высокая производительность, простота обслуживания. Недостаток — высокая стоимость специального оборудования.

Основные направления в развитии протягивания. За последние годы наметились следующие основные направления в развитии протягивания:

1. Применение непрерывного рабочего движения. Непрерывное рабочее движение увеличивает производительность, облегчает возможность полной автоматизации обработки и включения протяжного станка в автоматическую линию. Это движение осуществляется: вращением круговой протяжки или вращением протягиваемого изделия, закрепленного на круглом столе станка, при неподвижных протяжках и непрерывным прямолинейным конвейерным движением изделий или протяжек.

2. Автоматизация протяжных станков и включение их в автоматические линии, а также создание автоматических линий протяжных станков.

3. Замена горизонтально-протяжных станков вертикально-протяжными, так как последние занимают в 2—3 раза меньшую производственную площадь.

4. Увеличение скорости резания при протягивании. В настоящее время уже известны протяжные станки для наружного протягивания по чугуно со скоростью протягивания до 120 м/мин.

5. Расширение области применения протягивания. Протягивание применяется вместо хонингования в комбинации с уплотняющими (деформирующими) зубьями, которые обеспечивают высокую чистоту поверхности как в сырых, так и в термообработанных изделиях. Протягивание также применяется в мелкосо-

рийном производстве и тяжелом машиностроении для обработки деталей больших размеров. Появились переносные пневмогидравлические протяжные приспособления, позволяющие применять протягивание при обработке больших изделий. Так, например, протягивание применяется при сборке самолетов для получения на месте точного отверстия.

Совершенствование протяжного инструмента осуществляется путем применения твердых сплавов, изготовления протяжек преимущественно из быстрорежущей стали (до 90—95%), применения сборных конструкций и прогрессивных схем резания, позволяющих увеличивать подачу на зуб.

§ 13. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЦА И ОБРАЗОВАНИЕ СТРУЖКИ

Инструмент, при помощи которого срезают с металла стружку, называется режущим.

Основной формой режущих инструментов является клин. Самый простой режущий инструмент в форме клина — резец, который применяется на токарных, строгальных, долбежных и расточных станках. Все остальные режущие инструменты представляют собой видоизменения форм резца.

Резец (рис. 16, а) состоит из головки (рабочей части) и тела (стержня), служащего для закрепления резца в суппорте или державке. Головка резца имеет переднюю поверхность 1, по которой сходит стружка, и задние (главную 2 и вспомогательную 3) поверхности, обращенные к обрабатываемой детали. Пересечение передней и задней поверхностей образует главную 4 и вспомогательную 5 режущие кромки. Основную работу резания выполняет главная режущая кромка. Пересечение главной и вспомогательной режущих кромок образует вершину 6 резца.

Основные поверхности и геометрия резца. Форма режущей части резца и углы заточки определяют его геометрию. При работе резца на заготовке различают следующие поверхности (рис. 17):

- обрабатываемую, с которой снимается стружка;
- обработанную, полученную после снятия стружки;
- поверхность резца, образуемую на обрабатываемой заготовке непосредственно режущей кромкой и являющуюся переходной между обрабатываемой и обработанной поверхностями.

Для определения углов резца установлены следующие исходные плоскости: плоскость резания и основная плоскость.

Плоскостью резания называется плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через главную режущую кромку.

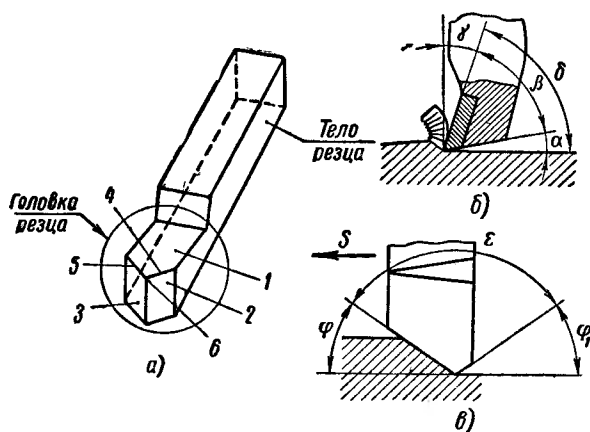


Рис. 16. Элементы резца и его геометрия

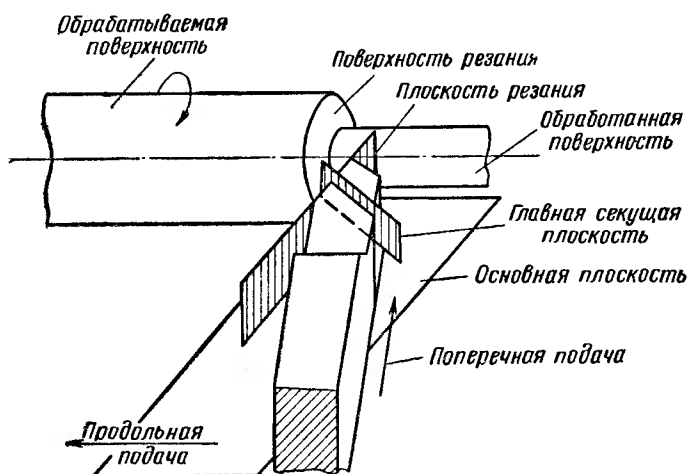


Рис. 17. Основные поверхности в процессе резания

Основной плоскостью называется плоскость, параллельная направлениям продольной и поперечной подачи. У токарных и строгальных резцов, имеющих призматическое тело, основная плоскость совпадает с нижней опорной поверхностью резца.

Главные углы резца измеряются в главной секущей плоскости, перпендикулярной к проекции главной режущей кромки на основную плоскость. К главным углам резца, характеризующим его основные режущие свойства, относятся: задний угол, угол заострения, передний угол и угол резания (см. рис. 16, б).

Главным задним углом α называется угол между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания. Этот угол служит для облегчения процесса резания; он уменьшает трение между поверхностью резания и задней поверхностью резца.

Углом заострения β называется угол между передней и задней поверхностями резца.

Передним углом γ называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной к плоскости резания. Передний угол непосредственно влияет на процесс стружкообразования.

Углом резания δ называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания.

Углы α , β , γ , δ связаны между собой следующими зависимостями:

$$\beta = \delta - \alpha; \quad \gamma = 90 - \delta.$$

Главным углом в плане ϕ называют угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи (рис. 16, в).

Вспомогательным углом в плане ϕ_1 называют угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением, обратным направлению подачи.

Углом при вершине в плане ϵ называют угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость.

Образование стружки. Если к режущему инструменту, имеющему форму клина, приложить усилие P (рис. 18, а), то под его действием клин врежется в материал, отрывая стружку от основной массы металла.

При резании мягких и вязких металлов (медь, мягкая сталь и др.) в первый момент работы резца в месте соприкосновения его с деталью наблюдается сжатие близлежащих слоев металла. При дальнейшем движении резца образуется трещина, направленная от его вершины под углом к направлению главного движения. После этого откалывается небольшая частица материала, называемая элементом стружки, которая скользит вверх по передней поверхности резца. В то же время начинает-

ся сжатие следующего слоя. При резании твердых металлов (например, высокоуглеродистой стали) происходит полное отделение элементов стружки. Стружка, состоящая из отдельных элементов, слабо связанных между собой, носит название стружки скалывания (см. рис. 18, а). При резании же более мягких металлов такого полного отделения не наблюдается, между элементами сохраняется связь, в результате чего образуется сливная стружка (рис. 18, б).

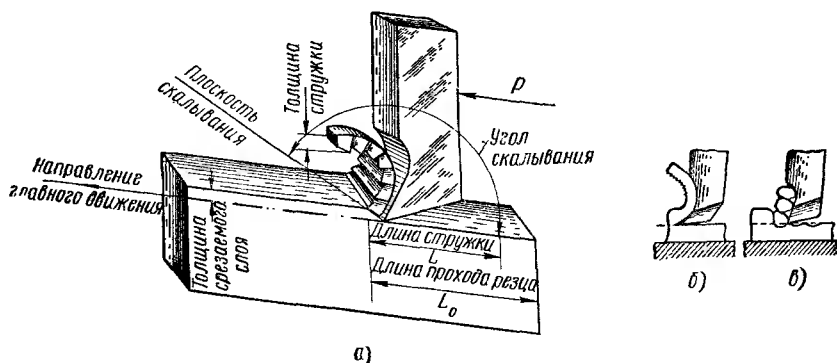


Рис. 18. Схема образования стружки и ее виды:
а — стружка скалывания, б — сливная стружка, в — стружка надлома

В процессе резания в стружке и в отдельных ее элементах происходит сжатие частиц металла и сложный процесс деформации. В результате пластической деформации сечение стружки увеличивается в ширину и толщину и значительно уменьшается в длину L по сравнению с длиной прохода резца L_0 (см. рис. 18, а). Поверхность стружки скалывания и стружки сливной, обращенная к резцу, получается гладкой, другая сторона имеет зубчатый вид. При резании твердых или хрупких металлов (чугун, литейная бронза) процесс отделения стружки происходит несколько иначе: резец как бы вырывает элемент стружки из общей массы, предварительно надломив его. Такая стружка называется элементной или стружкой надлома (рис. 18, в).

§ 14. ГЕОМЕТРИЯ ЗУБЬЕВ И ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОТЯГИВАНИИ

На примере протягивания паза рассмотрим основные элементы протяжки и процесса резания при протягивании.

На рис. 19 представлена режущая часть пазовой (шпоночной) протяжки *I* в процессе работы — протягивания паза в изделии *II*. На рисунке показаны основные элементы режущей части протяжки: передняя поверхность зуба 7, задняя поверх-

ность зуба 5, главная режущая кромка 8, боковая поверхность зуба 6, обработанная поверхность изделия I, обрабатываемая поверхность изделия 9, поверхность резания первого и второго зубьев 3 и 2, спинка зуба 4, переходные кромки 10, стружкоде-
лительная канавка 11, передний угол γ , задний угол α , угол за-
острения β , глубина стружечной канавки h , вспомогательный

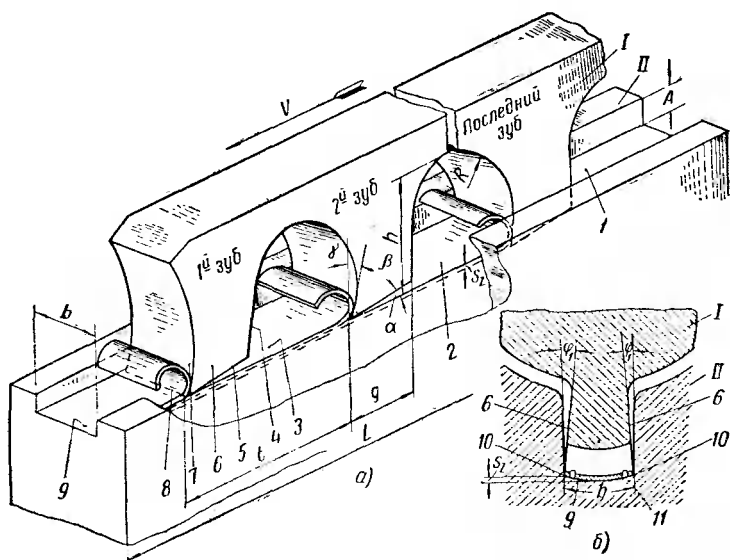


Рис. 19. Геометрия зубьев протяжки:
I — протяжка, II — изделие;
а — общий вид, б — поперечное сечение зуба

угол (угол поднутрения вспомогательных кромок) ϕ_1 , шаг зубьев t , длина задней поверхности g , радиус закругления дна стружечной канавки R , длина режущей кромки b .

Каждая режущая кромка зуба протяжки при своем рабочем движении срезает полоску металла на длине обрабатываемой поверхности L .

Разница высот соседних зубьев протяжки, определяющая толщину срезаемого слоя металла, называется подачей на зуб.

Длина соприкосновения режущей кромки зуба с обрабатываемым металлом, т. е. с поверхностью резания, называется шириной среза b .

Площадь поперечного сечения стружки (среза)

$$f = s_z \cdot b \text{ мм}^2,$$

где s_z — подача на зуб, или толщина среза, мм;
 b — ширина среза, мм.

Площадь продольного сечения стружки: $F = s_z \cdot L$.

Толщиной среза при любом способе резания называется расстояние между двумя последовательными положениями режущей кромки инструмента, измеряемое по перпендикуляру к поверхности резания. При протягивании толщина среза равна подаче на зуб. Величина подачи при протягивании определяется как разность между высотой или полуразность диаметров двух соседних зубьев. Слой металла A , срезаемый за проход протяжки, называется припуском и подсчитывается по формуле

$$A = s_z \cdot z,$$

где z — число режущих зубьев протяжки;

s_z — подача на один зуб, мм.

Скоростью резания называется путь, проходимый режущей кромкой инструмента в минуту, относительно обрабатываемой поверхности детали. Скорость обозначается буквой v и измеряется в м/мин.

Для правильной работы протяжки большое значение имеет геометрия зубьев.

Передний угол γ оказывает влияние на усилие протягивания, чистоту протянутой поверхности и стойкость протяжки. При небольших подачах на зуб (до 0,02 мм) влияние это незначительно, так как при этом величина радиуса закругления режущей кромки зуба протяжки близка к толщине среза. Поэтому на зачистных и калибрующих зубьях передний угол принимают равным 0—5°, чтобы обеспечить их большую стойкость. Для режущих зубьев при подаче на зуб более 0,02 мм, рекомендуемые значения переднего угла γ даны в табл. 2.

Таблица 2

Рекомендуемые величины передних углов γ

Обрабатываемый материал	Передний угол γ , град
Сталь $\sigma_B = 588 \text{ Мн/м}^2$ (60 кг/мм ²)	15—18
Сталь $\sigma_B = 588—980 \text{ Мн/м}^2$ (60—100 кг/мм ²)	12—15
Сталь $\sigma_B > 980 \text{ Мн/м}^2$ (100 кг/мм ²)	8—10
Чугун $HB < 150$	8—10
Чугун $HB > 150$	4—8
Ковкий чугун	10—12
Алюминий	12—15
Бронза	0—5
Баббит	10—15
Медь красная	15
Латунь обыкновенная	10
Сталь жаропрочная нержавеющая	20
Латунь свинцовистая	5

Задний угол α служит для уменьшения трения задней поверхности зуба об обрабатываемую поверхность. С увеличением заднего угла уменьшается величина износа по задней поверхности зуба протяжки. Однако с увеличением заднего угла уменьшается угол заострения β и, следовательно, ослабляется режущая кромка и ухудшается отвод тепла от зуба протяжки; это ограничивает величину заднего угла. Протяжки, затачиваемые по задней грани, и регулируемые протяжки позволяют использовать преимущества увеличенных задних углов.

У калибрующих зубьев, для которых важно сохранить поперечные размеры, задний угол меньше, чем у обдирочных. Кроме того, для сохранения размера при переточках на задних гранях калибрующих зубьев у протяжек для внутреннего протягивания шлифуют цилиндрические ленточки шириной $f=0,2-1,2$ мм.

В табл. 3 приведены рекомендуемые величины задних углов протяжек.

Таблица 3

Рекомендуемые величины задних углов α

Тип протяжки	Задний угол α°			Допуск на величину заднего угла α°	
	обдирочных зубьев	чистовых зубьев	калибрующих зубьев	обдирочных зубьев	чистовых и калибрующих зубьев
Круглые, шлицевые . .	3	2	1	+30	± 15
Шпоночные	3	2	2	+30	+30
Наружные регулируемые	3—4	3—4	3—4	+30	+30
Наружные нерегулируемые	3—4	2	1—2	+30	± 15

Стружкоделительные канавки. Для облегчения образования и удаления стружки на режущих зубьях протяжек шлифуют в шахматном порядке стружкоделительные канавки.

На шпоночных, шлицевых и многогранных протяжках стружкоделительные канавки располагаются так, чтобы расстояние между ними на одном зубе не превышало 5 мм. При длине кромки 5 мм вместо стружкоделительных канавок делают фаски поочередно на одной стороне одного зуба и на другой другого.

На круглых протяжках расстояние между стружкоделительными канавками назначается в пределах от 5 до 10 мм.

Образование стружки при протягивании. Процесс образования стружки при протягивании имеет некоторые особенности. При протягивании срезаются сравнительно тонкие и широкие стружки. Поперечное сечение стружки для каждого зуба остается постоянной величиной на всей длине протягиваемой поверхности.

Важной особенностью стружкообразования при протягивании является то, что стружка не имеет свободного отвода от режущих кромок протяжки, а должна размещаться в стружечной канавке зуба до тех пор, пока зуб не пройдет по всей поверхности обработки. Исключение составляют винтовые протяжки, а также специальные конструкции наружных протяжек со свободным отводом стружки.

Разные материалы дают при резании стружку различной формы. При обработке хрупких металлов (чугун, бронза) образуется стружка надлома, скалывающаяся в виде кусочков или легко разрушающейся спирали. Такая стружка хорошо размещается в стружечной канавке.

Металлы средней твердости дают стружку скалывания (ступенчатую), элементы которой прочно связаны между собой. Она сходит с режущей кромки в виде ленты, свернутой в плоскую спираль.

Мягкие металлы при резании дают сливную стружку в виде ленты, которая свертывается в валик. Элементы стружки мягкого металла настолько прочно соединены один с другим, что с трудом можно заметить границу между ними.

Проследим образование витка стружки и его размещение при протягивании. Для этого рассмотрим наиболее простой случай — протягивание плоской выступающей поверхности, когда отделение стружки от поверхности обработки происходит только по главной режущей кромке. При этом возможны два случая образования стружки.

В первом случае (рис. 20, а) стружка свободно свивается в спираль, не касаясь поверхности стружечной канавки, потому что радиус свободного завивания стружки меньше радиуса канавки. Продолжая завиваться, стружка сходит по передней поверхности зуба, не касаясь дна стружечной канавки. Когда диаметр завитка стружки сравняется с высотой стружечной канавки зуба, завиток стружки начинает вращаться, скользя своими наружными витками по дну канавки с одной стороны и по обрабатываемой поверхности детали с другой. Скольжение

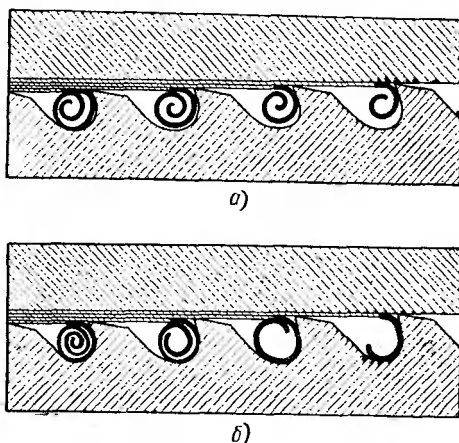


Рис. 20. Стружкообразование при протягивании:

а — первый случай, б — второй случай

стружки в канавке может продолжаться лишь до того момента, когда дальнейшее нормальное уплотнение стружки, т. е. уменьшение зазора между ее витками, становится невозможным.

Во втором случае стружка начинает движение непосредственно по передней поверхности зуба (рис. 20, б). Это вызвано тем, что радиус завитка стружки равен или больше радиуса стружечной канавки. Затем стружка идет по дну канавки к обрабатываемой поверхности, которая в свою очередь заставляет стружку свертываться внутрь первого витка, и т. д., пока канавка не заполнится и дальнейшее уменьшение зазора между витками станет невозможным. Если продолжать и дальше резание, то вновь возникающая стружка уже не сможет нормально свертываться в спираль, а будет образовывать складки, спрессовываться, забивать канавку. При этом резко возрастет усилие резания и произойдет или поломка зуба, или обрыв протяжки, или станок остановится вследствие перегрузки.

Радиус кривизны стружки для данного материала при свободном ее завивании зависит главным образом от толщины стружки: чем больше толщина стружки, тем больше ее радиус. Но кроме того, на величину радиуса влияет также ряд других причин: смазка, скорость резания, острота режущей кромки, геометрия зуба. Стружечная канавка протяжки должна иметь объем, достаточный для размещения срезаемой стружки, а глубина (высота зуба) и радиус должны соответствовать радиусу образующегося завитка стружки, который зависит от пластичности обрабатываемого материала.

Если протягивается отверстие (рис. 21, а), то срезаемая полоса металла имеет форму желоба (рис. 21, б). Свертывание такого желоба в спираль требует больших усилий, чем свертывание плоской стружки.

Представим теперь себе, что цилиндрическая протяжка имеет зубья с непрерывной режущей кромкой, без стружкоделительных канавок. Такие зубья будут срезать стружку по всей окружности отверстия, т. е. снимать ее «чулком». Свертывание такого чулка требует больших усилий и невозможно без разрывов «чулка» по окружности во многих местах. При этом металл будет образовывать складки, забивать стружечную канавку и плохо в ней размещаться. Все это вызовет резкое увеличение усилия и обрыв протяжки. Ухудшение условий образования стружки не только грозит поломкой инструмента, но и снижает чистоту поверхности. Поэтому режущие зубья протяжек конструируются так, чтобы они срезали металл узкими полосами шириной не более 10 мм для протяжек средних диаметров, а чаще всего не более 5—8 мм.

Это деление срезаемой стружки по ширине достигается прорезкой на зубьях специальных стружкоделительных канавок, размещаемых в шахматном порядке. Таким образом, каждый

последующий зуб срезает, кроме положенной толщины стружки, еще и те узкие полоски металла, которые остались от предыдущего зуба. Тогда полоса стружки будет иметь вдоль всей ее длины ребро высотой, равной толщине стружки (рис. 21, в). Эти ребра увеличивают сопротивление стружки свертыванию в спираль. Кроме того, они увеличивают диаметр витка стружки и вызывают необходимость в увеличении объема стружечной канавки.

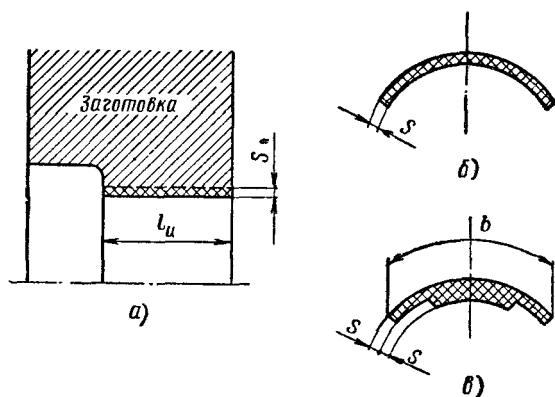


Рис. 21. Элементы срезаемого слоя:

а. — в продольном сечении, *б.* — в поперечном сечении, без стружкоделительных канавок, *в.* — в поперечном сечении, со стружкоделительными канавками, l_u — длина протягивания, s — толщина срезаемого слоя

Силы резания при протягивании. Чтобы снять какой-то слой металла протяжкой, надо к ней приложить силу. Величину силы, с которой станок тянет протяжку во время работы, можно увидеть на манометре протяжного станка, шкала которого градуирована в килограммах. Протяжчик все время следит за показаниями манометра, чтобы вовремя остановить станок, если сила возрастет более допустимой. Чтобы спроектировать протяжку достаточной мощности, важно рассчитать силы резания при протягивании.

От чего зависит сила резания при протягивании и как она изменяется во время работы? Прежде всего сила тем больше, чем больше снимается металла, т. е. чем больше площадь сечения срезанного слоя металла. Эта площадь f равняется произведению подачи на зуб (толщины среза) s_z на ширину среза b :

$$f = s_z \cdot b.$$

Ширина среза b равна длине режущей кромки зуба. Для круглой протяжки величина b равна длине окружности зуба, т. е. $b = \pi D$, где D — диаметр зуба протяжки. Значит, чем боль-

Таблица 4

Сила резания на 1 мм длины режущей кромки, кг/мм

Подача на зуб S_z , мм	Обрабатываемый материал								
	углеродистая сталь			легированная сталь			чугун		
	HB < 197	HB = 198— 229	HB > 229	HB < 197	HB = 198— 229	HB > 229	серый		ковкий HB = 149— 201
							HB < 180	HB > 180	
сила резания k , кг/мм									
0,01	6,5	7,1	8,5	7,6	8,5	9,1	5,5	7,5	6,3
0,02	9,5	10,5	12,5	12,6	13,6	15,8	8,1	8,9	7,3
0,025	10,9	12,1	14,4	14,2	15,2	16,8	9,3	10,3	8,4
0,03	12,3	13,6	16,1	15,7	16,9	18,6	10,4	11,6	9,4
0,04	14,3	15,8	18,7	18,4	19,8	21,8	12,1	13,4	10,9
0,05	16,3	18,1	21,6	20,7	22,2	24,5	14,0	15,5	12,5
0,06	17,7	19,5	23,2	23,8	25,5	28,2	15,1	16,6	13,4
0,07	19,6	21,7	25,8	26,0	28,2	31,2	16,7	18,4	14,3
0,075	20,2	22,4	26,9	27,0	29,2	32,5	17,3	19,2	15,6
0,08	21,3	23,5	28,0	28,0	30,2	33,5	18,0	20,0	16,4
0,09	23,1	25,5	30,4	30,4	32,8	36,2	19,5	21,6	17,9
0,10	24,7	27,3	32,5	32,8	35,4	39,0	20,7	23,6	19,2
0,11	26,6	29,4	35,0	35,1	38,1	42,0	22,6	25,4	20,6
0,12	28,5	31,5	37,5	37,8	40,7	45,0	24,3	26,8	22,0
0,125	29,4	32,6	38,7	39,0	42,0	46,5	25,0	27,9	23,0
0,13	30,4	33,6	39,8	40,3	43,4	48,0	25,8	28,5	23,4
0,14	32,4	35,7	42,5	42,3	45,7	50,5	27,3	30,3	25,0
0,15	34,2	37,9	45,0	44,5	48,0	53,0	29,0	32,1	26,1
0,16	36,0	39,8	47,2	47,1	51,0	56,0	30,5	33,6	27,6
0,17	37,8	41,6	49,6	49,5	53,6	59,2	32,0	35,3	29,1
0,18	39,5	43,6	52,0	52,5	56,5	62,5	33,4	37,0	30,2
0,19	41,1	45,5	54,0	55,5	60,0	66,2	34,6	38,8	31,9
0,20	42,7	47,3	56,2	57,6	62,0	68,5	36,0	40,2	32,6
0,21	44,2	48,8	58,0	58,0	64,3	71,0	37,5	41,5	33,8
0,22	45,6	50,3	60,0	62,0	66,7	73,8	38,5	42,7	34,9
0,23	46,8	51,7	61,6	64,0	68,7	76,2	39,5	43,8	35,8
0,24	48,0	53,1	63,2	66,2	70,9	78,6	41,0	45,1	36,8
0,25	49,5	54,5	65,0	68,0	73,0	81,0	42,1	46,5	37,6
0,26	51,0	56,1	66,6	70,6	75,3	83,4	42,9	47,7	39,0
0,27	52,5	57,4	68,2	72,2	77,6	85,8	44,4	48,7	40,2
0,28	54,0	58,8	70,0	74,4	79,8	88,3	45,5	50,0	41,3
0,29	54,9	60,0	72,0	76,0	83,0	92,0	46,2	51,0	41,9
0,30	56,4	61,5	73,0	78,5	84,5	93,3	47,6	52,2	43,1

ше подача на зуб и диаметр зуба, тем больше сила резания при протягивании. Но в работе одновременно участвует несколько зубьев, каждый из которых снимает металл с площадью сечения f . Таким образом, сила будет тем больше, чем больше зубьев одновременно участвует в работе.

В этом легко убедиться, если смотреть на манометр станка в то время, как протяжка вступает в работу. Как только первый зуб начнет резать, стрелка манометра покажет какую-то силу, например 19,6 кН (2 Т), и будет стоять на этой цифре, пока

второй зуб не вступит в работу. При входе второго зуба стрелка поднимается еще на 19,6 кН (2 Т) (если подача на этот зуб такая же) и будет показывать 39,2 кН (4 Т), пока в работу не войдет третий зуб, и так до тех пор, пока первый зуб не дойдет до конца детали. В момент выхода из детали первого зуба стрелка упадет на 19,6 кН (2 Т), чтобы подняться вновь при входе в работу очередного зуба.

При работе протяжками со спиральным зубом таких скачков сил резания не наблюдается, так как длина режущей кромки, находящейся в контакте с изделием, не изменяется.

Чтобы определить силу, приходящуюся на 1 мм длины режущей кромки, нужно разделить силу резания, действующую на один зуб — в нашем случае 19,6 кН (2 Т), — на длину режущей кромки. Значения величин сил резания p (в кГ) на 1 мм длины режущей кромки протяжки приведены в табл. 4.

Из таблицы видно, что значение p для одной и той же марки стали тем больше, чем меньше подъем на зуб. Это значит, что снятие слоя металла толщиной, например, 0,1 мм двумя зубьями с подачей $s_z=0,05$ мм потребует почти в полтора раза меньше усилия, чем при одновременной работе пяти зубьев с подачей $s_z=0,02$ мм. Отсюда следует, что выгоднее работать с большими значениями подачи на зуб s_z .

Контрольные вопросы

1. В чем заключается метод протягивания?
 2. Каковы основные преимущества метода протягивания в сравнении с другими методами обработки металлов резанием (развертывание, фрезерование и др.)?
 3. Приведите несколько примеров обработки протягиванием внутренних поверхностей (отверстий) и наружных поверхностей.
 4. Как различаются способы протягивания по характеру движения протяжек и по характеру движения изделий?
 5. Каковы преимущества вертикально-протяжных станков?
 6. Какие элементы геометрии резца являются основными?
 7. Какие элементы протяжки являются основными?
-

Протяжки можно подразделить на две группы: одна — для внутреннего протягивания, другая — для наружного протягивания.

Каждая группа включает самые разнообразные виды протяжек, соответствующие различной форме обрабатываемых поверхностей. По конструктивному выполнению протяжки могут быть цельными и сборными (составными).

По направлению режущих кромок относительно рабочего движения различают протяжки с кольцевыми и винтовыми зубьями (протяжки для внутреннего протягивания) или с прямым и наклонным зубом (протяжки для наружного протягивания, плоские и шпоночные).

По материалу, из которого изготавливаются режущие части, протяжки делятся на быстрорежущие, твердосплавные и изготовленные из легированной инструментальной стали.

По схеме резания различают протяжки с профильной, генераторной и групповыми схемами резания.

По количеству протяжек в комплекте протяжки бывают однопроходные и многопроходные (комплектные).

§ 15. ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ ВНУТРЕННИХ ПРОТЯЖЕК И ПРОШИВОК

Внутренние протяжки (цельные и сборные) в зависимости от формы протягиваемого отверстия бывают круглые, многогранные, шлицевые, шпоночные и др.

Основные конструктивные элементы внутренних протяжек — общие для всех видов (рис. 22).

Прошивки отличаются отсутствием хвостовой части, так как прошивка проталкивается давлением штока станка на торец цапфы задней направляющей прошивки.

Хвостовик 1 протяжки служит для соединения протяжки посредством патрона с рабочей кареткой протяжного станка. Конструкция хвостовика зависит от типа протяжки и конструкции патронов.

Основные типы хвостовиков показаны на рис. 23. Хвостовики *а, б, в, г, д* называются цилиндрическими и применяются для протяжек, получаемых обработкой в центрах (цилиндрические.

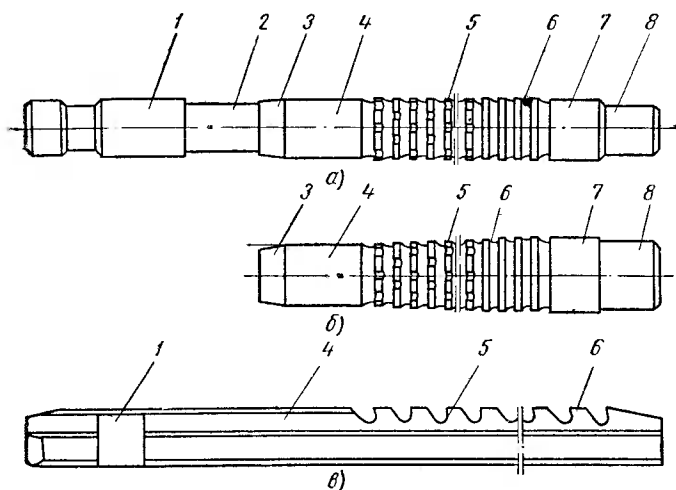


Рис. 22. Основные части протяжек и прошивков:
а — круглая протяжка, *б* — круглая прошивка, *в* — шпоночная протяжка;
1 — хвостовик, *2* — шейка, *3* — переходный конус, *4* — передняя направляющая часть, *5* — режущая часть, *6* — калибрующая часть, *7* — задняя направляющая часть, *8* — опорная цапфа

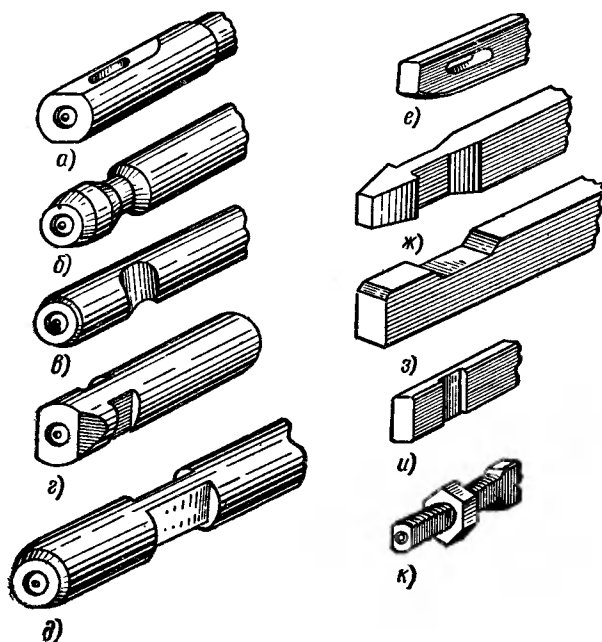


Рис. 23. Типы хвостовиков

шлицевые, квадратные, шестигранные и др.). Хвостовики *е, ж, з, и, к* называются призматическими (плоскими) и применяются для протяжек с прямоугольным поперечным сечением.

Каждый тип хвостовика имеет свое назначение:

а — для закрепления в тяговом патроне при помощи чеки (клина);

б — для закрепления в быстродействующем патроне (ГОСТ 4044—61);

в — для закрепления протяжек малых диаметров (ГОСТ 4044—61);

г — для закрепления в двухкулачковом быстродействующем патроне;

д — для закрепления вилкой (применяется для протяжек с малыми поперечными размерами);

е — для закрепления чекой (клином) протяжек с поперечным сечением некруглой формы;

ж — для закрепления в двухкулачковых быстродействующих патронах (ГОСТ 4043—61), может закрепляться при помощи вилки;

з — для закрепления в быстродействующем патроне с одним кулачком;

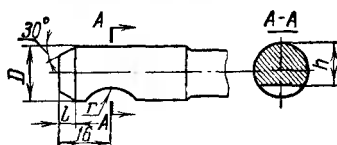
и — для неподвижного крепления поперечной шпонкой плоских шпоночных протяжек, работающих без отсоединения от протяжного станка;

к — для жесткого присоединения к станку плоских шпоночных протяжек.

Таблица 3

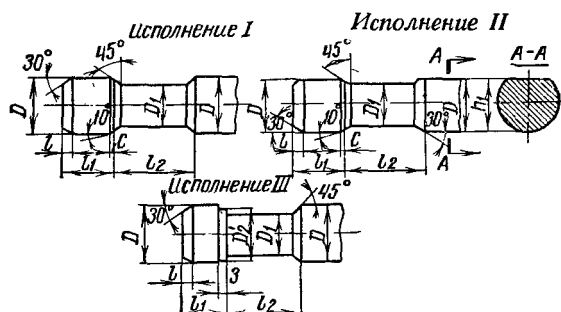
Хвостовики круглых протяжек под быстросменные патроны

А. Для размеров *D*
от 5 до 11 мм
включительно



Размеры, мм				Площадь по сечению <i>A-A</i> , мм ²
<i>D</i>	<i>h</i>	<i>r</i>	<i>l</i>	
5	3,4	3	1,2	14,3
5,5	3,8			17,6
6	4			20,1
7	4,7	4	2	27,6
8	5,4			36,3
9	6			45,3
10	6,8	6	3	57,2
11	7,5			69,4

Б. Для размеров D
более 11 мм



Размеры, мм								Площадь по сечению размера D_1 , мм ²
D	D_1	D_2	l	l_1	l_2	h_1	C	
12	8	11,8	5	16	28	10,5	0,5	50,3
14	9,5	13,7				12,5		70,8
16	11	15,7				14		95
18	13	17,7				16		132,7
20	15	19,7				18		176,7
22	17	21,7				20		226,9
25	19	24,7				23	1,0	283,5
28	22	27,6				26		380,1
32	25	31,6				29,5		490,8
36	28	35,6	8	20	32	33,5	1,5	615,7
40	32	39,5				37,5		804,2
45	34	44,5				42		907,9
50	38	49,5				47		1134,1
55	42	54,4	12	25	36	51	2	1385,4
60	45	59,4				56		1590,4
70	52	69,4				66		2123,7
80	60	79,2		32	40	75		2827,4
90	70	89,2				85		3848,4
100	75	99,2				94		4417,9

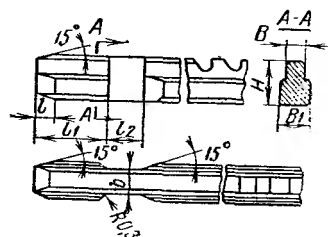
Хвостовики могут изготавливаться цельными (заодно с протяжкой), сварными и съемными. В последних двух случаях хвостовики делают из стали 40Х и закаливают до $HRC\ 40-45$.

Размеры хвостовиков протяжек приведены в табл. 5 и 6.

Таблица 6

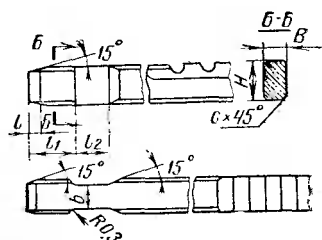
Хвостовики шпоночных протяжек под кулачковые патроны

А. Для размеров B
от 3 до 10 мм



Размеры, мм								Площадь по сечению размера B , мм ²
B	B_1	H	l	l_1	l_2	b	c	
3	4	6	3	16	12	2,5	0,5	15
4	6	9				4		36
5	8	11	4			5		55
6	10	15				6		90
8	12	18	6	20	16	8	0,8	144
10	15	22				10		220

Б. Для размеров D
более 10 мм



Размеры, мм							Площадь по сечению размера B , мм ²
B	H	l_1	l_2	b	c		
12	28	6	20	18	8		224
14	30				10		300
16	36	8			11,5		402,5

Размеры, мм							Площадь по сечению размера <i>B</i> , мм ²	
<i>B</i>	<i>H</i>	<i>I</i> ₁	<i>I</i> ₂	<i>b</i>	<i>c</i>			
18	40		25	22	13	1,0	520	
20	45				15		675	
24	50				18		900	
28	55				21		1155	
32	60	10	30	28	24		1440	
36					28		1680	
40					32		1920	
45					36		2160	
50		12	40	36	40		2400	

Съемные хвостовики применяются для самых различных видов и размеров внутренних протяжек. В протяжках для глубоких отверстий используются только съемные хвостовики или тяги.

Съемные хвостовики можно изготовлять не к каждой протяжке в отдельности, а для всех протяжек данного размера или группы размеров как вспомогательный инструмент к станку.

Преимущества съемных хвостовиков перед сварными или цельной конструкции:

экономия металла;

меньшая трудоемкость изготовления протяжки за счет уменьшения длины и ликвидации операций по обработке хвостовой части;

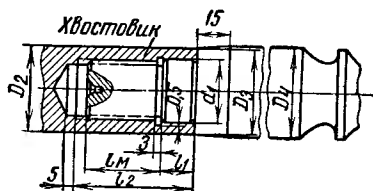
возможность применения протяжки с любым видом крепления к патрону протяжного станка.

Съемный хвостовик соединяют с протяжкой внутренней или наружной, метрической или прямоугольной резьбой, а также кольцевыми выступами типа байонетного замка (табл. 7, 8).

Размеры поперечного сечения хвостовика выбираются с таким расчетом, чтобы обеспечить зазор между хвостовиком и подготовленным отверстием заготовки в пределах 0,5—1,0 мм. Сопряжение цилиндрических хвостовиков с соответствующими поверхностями отверстия в патроне выполняется по ходовой или легкоходовой посадке 2-го класса точности.

Таблица 7

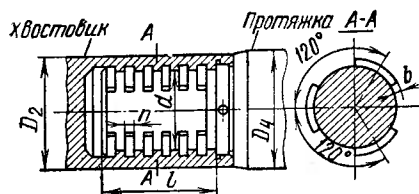
Хвостовики съемные с метрической резьбой



Резьба	l	Направляющий пояс		l _к	d	D наим.	d _{хв}
		d ₁	l ₁				
2M16×1	20	18	10	25	23	24	23
2M18×1	25	20	10	40	24	26	25
1M22×1,5	25	24	10	40	28	30	29
2M24×1,5	30	26	12	49	32	34	33
2M24×1,5	30	26	12	45	34	36	35
2M27×1,5	30	29	15	50	38	40	39
2M27×1,5	35	29	15	55	40	42,5	42
2M30×1,5	35	32	15	55	41,5	44	43
2M33×1,5	35	35	15	55	45	50,5	50
3M42×1,5	40	44	15	60	58	62,5	62
3M45×1,5	45	47	15	65	62	76	75
3M48×1,5	50	50	20	75	66	76	75
3M52×1,5	55	54	20	80	72	76	75

Таблица 8

Хвостовики съемные с кольцевой нарезкой



D ₄	D ₂	d	Кольцевая нарезка		
			b	n	l
40—45	$D_2 = D_4 - (2 \div 5) \text{ мм}$	$d = \frac{D_2}{1,5}$	3	4	42
45—50			3	4	42
50—55			3,5	4	50
55—60			3,5	5	52
60—70			4	5	62
70—80			5	6	72

Шейка 2 и переходный конус 3 (см. рис. 22) связывают хвостовую и направляющую части. На шейку обычно наносится маркировка протяжки. Для отдельных типов хвостовиков (рис. 23, б), а также для шпоночных и плоских протяжек шейка не выделяется, а делается за одно целое с хвостовиком. Форма поперечного сечения шейки такая же, как и хвостовиков. Диаметр шейки обычно на 0,3—1,0 мм меньше диаметра хвостовой части. Длина шейки выбирается с таким расчетом, чтобы вставленная в деталь протяжка легко присоединялась к тяговому патрону, когда он находится в исходном положении, т. е. в наибольшей близости к столу станка.

Передняя направляющая часть протяжки (см. рис. 22) служит для установки обрабатываемой детали на протяжку перед протягиванием и для направления и центрирования протяжки относительно оси протягиваемой детали. Размер и форма поперечного сечения передней направляющей части соответствуют размеру и форме поперечного сечения детали до протягивания.

Диаметр передней направляющей части выполняется по ходовой или легкоходовой посадке 2-го класса точности. Длина берется равной 0,75—1,0 от длины протягивания, что обеспечивает размещение и центрирование детали. Излишняя длина нежелательна, так как при этом увеличивается расстояние до первого зуба и общая длина протяжки.

Задняя направляющая часть 7 (см. рис. 22) препятствует перекосу детали на протяжке и повреждению обработанной поверхности и зубьев в момент выхода последних зубьев калибрующей части из отверстия. Плоские шпоночные протяжки выполняются, как правило, без задней направляющей. Поперечные размеры задней направляющей должны соответствовать наименьшему допустимому размеру готового отверстия с отклонениями по легкоходовой посадке 2-го класса точности. Длина задней направляющей принимается в пределах 0,5—1,0 длины протягивания.

У очень длинных и тяжелых протяжек задняя направляющая имеет также опорную цапфу 8 (см. рис. 22), за которую протяжка поддерживается люнетом, скользящим по направляющим корыта протяжного станка. Это необходимо для поддержания и центрирования протяжки во время рабочего хода и для удержания протяжки при обратном ходе станка и перед началом работы.

Часто протяжка имеет задний хвостовик такой же формы и размеров, как и хвостовик по ГОСТ 4044—61 (см. рис. 23, б), служащий для захвата протяжки патроном каретки обратного хода станка при работе на станках с полуавтоматическим или автоматическим циклом. Если протяжка должна быть определенным образом ориентирована (например, для попадания в

Таблица 9

Наибольшие допускаемые длины протяжек

Шпоночные протяжки								
Площадь сечения хвостовика ($B \times H$), мм ²	35	50	150	240	390	545	645	835
L , мм	500	700	900	1000	1100	1200	1300	1500

Протяжки, обрабатываемые в центрах

Интервал диаметров протяжек	10—11	Св. 11 до 12	Св. 12 до 15	Св. 15 до 18	Св. 18 до 20
L , мм	400	600	750	850	1000
Интервал диаметров протяжек	Св. 20 до 24	Св. 24 до 30	Св. 30 до 40	Св. 40	
L , мм	1100	1350	1450	1500	

шлицы, прорезанные предыдущей протяжкой), задняя замковая часть снабжается плоским срезом.

Режущая часть 5 протяжки (см. рис. 22) служит для срезания припуска, оставленного под протягивание, и состоит из ряда последовательно расположенных режущих зубьев, каждый из которых срезает слой металла определенного сечения. По величине подачи зубья могут быть разделены на обдирочные, переходные и чистовые. Количество режущих зубьев зависит от величины припуска, принятой подачи на зуб и выбранной схемы резания.

Калибрующая часть 6 протяжки состоит из небольшого числа зубьев, размеры и форма которых одинаковы и соответствуют форме и размерам готового отверстия.

Назначение калибрующей части: а) зачистка поверхности после режущих зубьев и обеспечение стабильности получаемых размеров; б) замена режущих зубьев, постепенно теряющих размер вследствие переточки. Поперечные размеры калибрующих зубьев D_k равны наибольшим допускаемым размерам готового

отверстия с учетом усадки или разбивания отверстия после протягивания:

$$D_k = D_{\text{макс}} \pm \delta,$$

где δ — величина усадки (+) или разбивания (—) отверстия в результате протягивания.

Профиль зубьев и стружечных канавок у калибрующей части такой же, как у режущей. Режущие кромки калибрующих зубьев имеют прямую ленточку, которая предназначена для сохранения размеров протяжки при переточках. Шаг калибрующих зубьев равен шагу режущих зубьев t ; у протяжек для точных отверстий (2-го и 3-го класса) шаг калибрующих зубьев принимается меньшим, т. е.

$$t_k \approx (0,6 \div 0,7) t.$$

Количество калибрующих зубьев берется от 4 до 8: большее число для более точных протяжек, меньшее — для неточных, регулируемых и наружных протяжек.

Чистота поверхностей хвостовой части и направляющих протяжки должна соответствовать $\nabla 7$, режущей и калибрующей частей — $\nabla 8$, а ленточки на калибрующих зубьях — $\nabla 9$.

Предельные длины протяжек устанавливают, исходя из условий технологичности конструкции, удобства эксплуатации и длины хода протяжных станков (табл. 9).

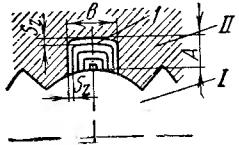
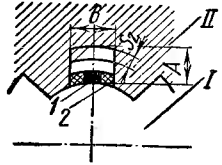
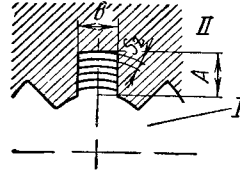
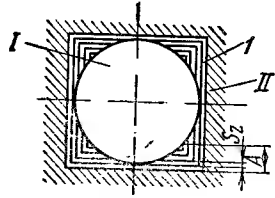
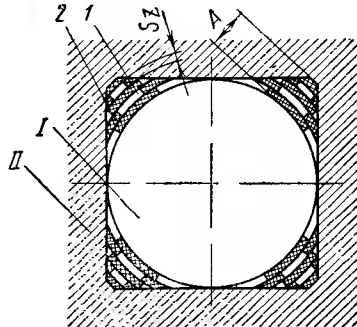
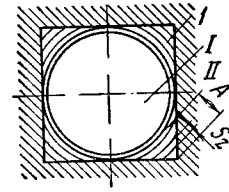
§ 16. СХЕМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОТЯГИВАНИИ

Схемой резания при протягивании называется порядок распределения работы срезания припуска между зубьями протяжки. Выбор схемы резания при конструировании режущей части протяжки зависит от формы, размеров и способа получения заготовок, от формы и размеров протянутых изделий. От принятой схемы резания, в свою очередь, зависит выбор протяжки (длина, стойкость и т. д.) и технология изготовления, т. е. схема резания влияет на производительность и экономичность процесса протягивания. При конструировании внутренних и наружных протяжек применяют профильную, генераторную и групповую (прогрессивную) схемы резания (табл. 10).

Профильная схема резания — срезание припуска — производится зубьями, имеющими поперечный профиль, подобный профилю, заданному на изделии. Изготовление точного профильного контура на всех зубьях, к тому же имеющих различные размеры, сопряжено с определенными трудностями. Поэтому профильную схему резания применяют лишь у протяжек, предназначенных для обработки поверхностей простейших форм, например круглых и плоских. Применение профильной схемы для

Схемы резания при протягивании и их применение

Операция протягивания	Схемы резания		
	профильная	групповая (прогрессивная)	генераторная
Протягивание плоскости			
Протягивание цилиндрического отверстия			
Протягивание фасонной поверхности			

Операция протягивания	Схемы резания		
	профильная	групповая (прогрессивная)	генераторная
Протягивание шлицевого отверстия			
Протягивание квадратного отверстия			

протягивания квадратного или шлицевого отверстия вызывает необходимость в выполнении на протяжке ряда квадратных (шлицевых) зубьев с постепенным увеличением размера квадрата (шлица), что отрицательно сказывается на конструкции протяжки:

- уменьшается площадь поперечного сечения стержня протяжки; а следовательно, снижается ее прочность;

- невозможно получить передний угол при заточке на всех участках сторон квадрата, что резко снижает стойкость и чистоту обработанной поверхности.

технологически трудно изготовить такую протяжку.

Поэтому при протягивании фасонных внутренних и наружных поверхностей применяют генераторную схему резания.

Генераторная схема резания заключается в том, что срезание припуска производится зубьями, имеющими переменный профиль, постепенно переходящий от прямолинейной или круглой формы к заданному профилю на изделии.

Заданный контур на изделии формируется при генераторной схеме вспомогательными режущими лезвиями всех зубьев, главные режущие лезвия прямолинейны или являются дугами концентрических окружностей.

Генераторные протяжки проще изготовить, чем профильные. Так, например, протяжка для протягивания квадрата получается обработкой на конус и плоским шлифованием на этом конусе четырех плоскостей. При сложном профиле зубьев генераторные протяжки шлифуются на проход фасонным кругом, что также значительно упрощает их изготовление.

Исходная круглая форма, положенная в основу образования генераторной протяжки, позволяет:

- получать на дуговых участках ее режущих зубьев положительные передние углы;

- получать наибольшее возможное поперечное сечение стержня протяжки, а следовательно, увеличивать ее прочность;

- изменять толщину среза так, чтобы режущие зубья с более короткими режущими лезвиями имели большую толщину среза, что дает возможность сократить число режущих зубьев и длину протяжек.

К недостаткам генераторной схемы резания относятся трудность получения задних углов на вспомогательных кромках и меньшая точность получаемого профиля по сравнению с профильной схемой. Поэтому для точных фасонных профилей необходимо последние зубья выполнять по профильной схеме резания.

Групповая (прогрессивная) схема резания отличается тем, что металл срезается не кольцевыми слоями по всему профилю, а разделяется на части так, что каждый зуб срезает металл только с части профиля; следующий за ним зуб

того же диаметра снимает металл с другой части профиля и т. д., пока не будет снят металл со всего профиля. Зубья одинакового диаметра, срезающие каждый свой участок профиля, а все вместе срезающие слой металла по всему профилю, равной подаче, образуют секцию. Количество зубьев в секции от 2 до 5.

Режущие участки на первых зубьях секций образуются посредством удаления с полного рабочего профиля зуба ненужной части лезвия. Для этого на зубьях создают разделительные устройства в виде шлицев, лысок, выкружек или фасок, располагаемых в шахматном порядке или в других сочетаниях. В соответствии с разделительными устройствами различают ряд вариантов групповой схемы резания: шахматную, шлицевую, многогранную, переменного резания и т. д. Все эти схемы резания относятся к групповой схеме, так как протягивание профиля осуществляется группами зубьев.

Для упрощения изготовления протяжки и срезания стружек без утолщений, вызываемых стружкоделительными канавками, последний зуб каждой секции имеет непрерывную режущую кромку по всему профилю, диаметр его меньше номинального диаметра секции на 0,02—0,04 мм. Благодаря этому последний зуб срезает металл не по всему профилю, а только полоски металла, оставшиеся от предыдущих зубьев секции.

Схемы резания, применяемые для цилиндрических протяжек. При профильной схеме резания, как указывалось выше, все зубья имеют стружкоделительные канавки и небольшую подачу. Поэтому протяжка имеет большое количество зубьев и значительную длину. Стойкость таких протяжек низкая из-за неблагоприятных условий резания, особенно в местах прорезки стружкоделительных канавок. Несмотря на простоту изготовления, круглые протяжки с профильной схемой резания невыгодны. Поэтому применяют различные варианты групповой схемы резания.

Схема переменного резания. Черновые зубья здесь построены секциями, но незатылованные стружкоделительные канавки заменены широкими затылованными выкружками (рис. 24, а, б). Число зубьев в секции 2—5. На чистовых зубьях стружка разделяется также затылованными выкружками, заменяющими стружкоделительные канавки (рис. 24, в). Выкружки обеспечивают создание увеличенного угла между главной и вспомогательной режущими кромками, а именно угол $\omega = 140^\circ$ — 160° , а также заднего угла на переходных вспомогательных участках $\alpha > 0$. Это повышает стойкость протяжек.

Схемы резания, применяемые для шлицевых протяжек. Обработку отверстий с прямобочными, эвольвентными и трапецидальными шлицами ведут либо обычными протяжками (с профильно-генераторной схемой резания), либо прогрессивными протяжками (с групповой схемой резания). При профильно-

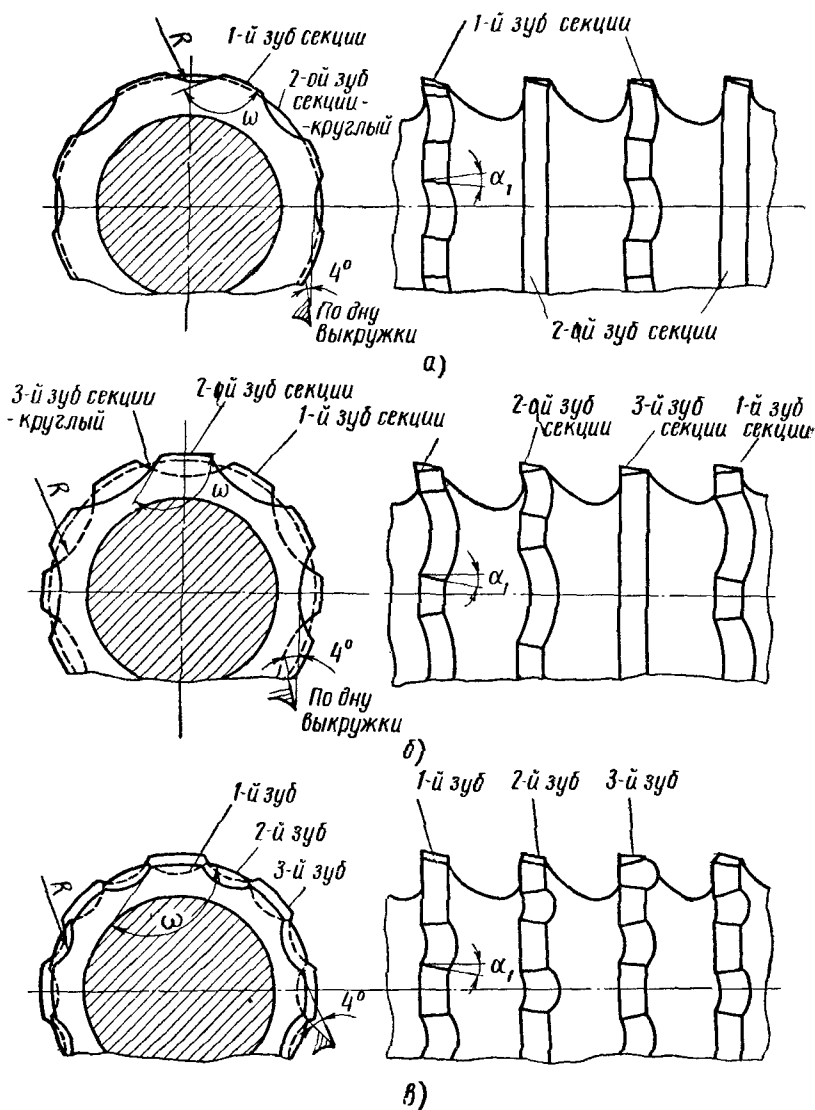


Рис. 24. Зубья круглых протяжек с переменной схемой резания:
 а — двухзубая секция, б — трехзубая секция, в — несекционные чистовые зубья с выкружками и подачей на каждый зуб, R — радиус выкружки, α_1 — задний угол на вспомогательной кромке, ω — угол между главной и вспомогательной режущими кромками

генераторной схеме резания каждый черновой зуб имеет подачу, а для разделения стружек применяются канавки или фаски, расположенные в шахматном порядке. Износ уголков зубьев здесь еще больше, чем у круглых протяжек, из-за дополнительного трения по боковым сторонам шлица. Протяжки имеют большую длину или состоят из нескольких штук в комплекте. Такие протяжки неэкономичны и не обеспечивают высокого качества изделий. Поэтому сейчас стали применять групповые схемы резания также и при протягивании шлицевых отверстий.

Схема П. П. Юнкина. Черновые секции здесь состоят из двух зубьев (рис. 25, а). Первый из них имеет на шлицах режущее лезвие длиной более половины ширины шлица, созданное при помощи двух затылованных фасок, выполненных по боковым сторонам шлица под углом 45° к его оси. Второй зуб каждой секции имеет режущее лезвие по всей ширине шлица, а диаметр на 0,04 мм меньше диаметра первого зуба соответствующих секций. Таким образом, второй зуб секции срезает узкие участки металла, оставшиеся в уголках шлица. Угол ω у первых зубьев секций (с фасками) равен 135° , а угол $\alpha_1 > 0$. К тому же стружка, срезаемая этими зубьями, не имеет трения о боковые стороны шлица в отверстии, так как ее ширина меньше ширины шлица, образованного предыдущими секциями. Второй зуб каждой секции окончательно формирует шлицы, поэтому у них нельзя увеличить угол ω или сделать угол $\alpha_1 > 0$. Однако условия работы этих зубьев улучшены тем, что они срезают только узкие стружки (шириной до 2 мм) в уголках шлица. Такая стружка завивается в спираль и отходит от боковых сторон шлицев, не создавая трения между боковой стенкой шлицев и стружкой, что также уменьшает нагрев и износ уголков. Такие протяжки позволяют применять подачу до 0,4 мм, что значительно уменьшает длину протяжек, время на обработку изделия, а также снижает их стоимость.

Схема переменного резания. Черновые зубья построены аналогично шлицевым зубьям протяжек, работающим по схеме Юнкина, но фаски на первых зубьях секций заменены затылованными выкружками (рис. 25, б). Дело в том, что при помощи выкружек гораздо проще создать симметричные фаски требуемой ширины с одинаковыми углами ω . Но этой схеме присущи те же недостатки, что и круглым протяжкам: при большом числе шлицев выкружка получается мелкой и может не обеспечить разделение стружки, а при малом числе шлицев, наоборот, выкружки получаются широкими и глубокими. В этих случаях выгоднее применять многогранную схему резания.

Многогранная схема резания отличается тем, что образование режущих участков на зубе производится не с помощью выкружек, а с помощью затылованных лысок (рис. 25, в), создающих как бы многогранник. При четырех- и пятизубых

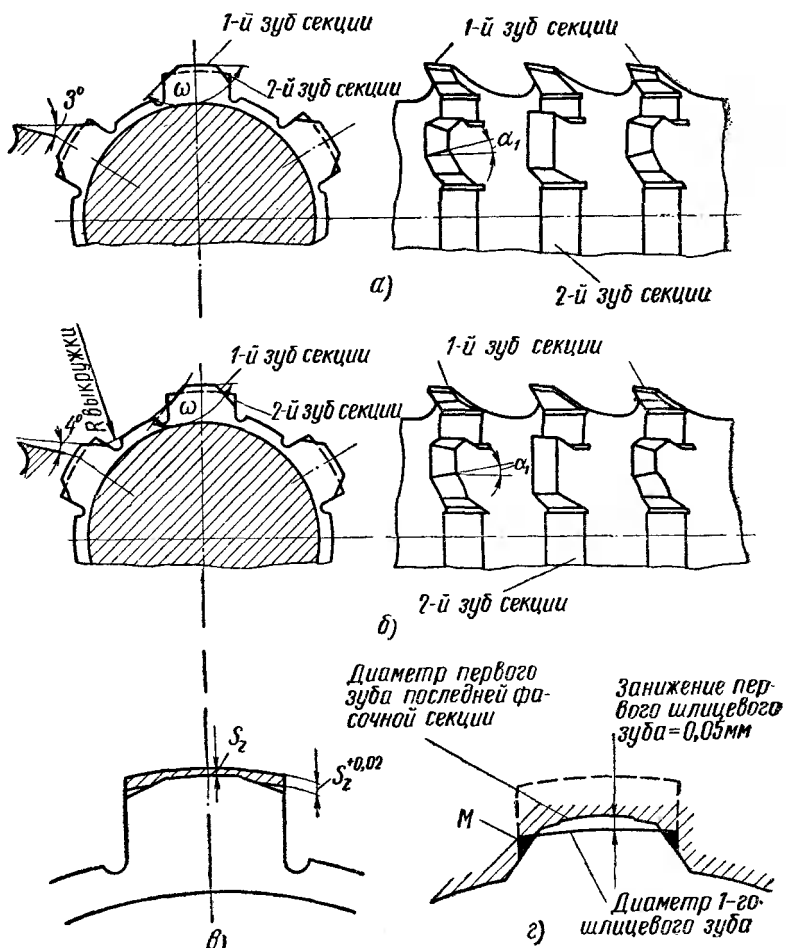
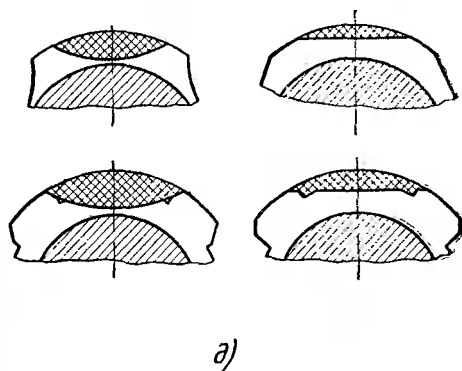


Рис. 25. Зубья шлицевых протяжек с групповыми схемами резания:

а — схема Юнкина — секция зубьев с фасками, б — секция зубьев протяжек с переменной схемой резания, в — сечение среза, снимаемого первым несекционным зубом, г — сечение среза M , снимаемого первым шлицевым зубом, расположенным после фасочного, д — многогранная схема резания



секциях применение лысок вместо глубоких и широких выкружек позволяет снизить трудоемкость изготовления протяжек, так как глубина удаляемого слоя металла для получения лысок меньше, чем для выкружек.

В ряде случаев при протягивании сложных поверхностей отдельные их участки образуются по разным схемам резания. Так, при протягивании различных пазов (шпоночных, шлицевых и т. д.) боковые стороны образуются генераторным методом, а дно — обыкновенным (профильным). Такую схему условно назовем профильно-генераторной.

§ 17. ФОРМА СТРУЖЕЧНЫХ КАНАВОК

Зубья протяжки должны удовлетворять следующим основным требованиям:

геометрическая форма зуба и величина его углов выбираются такими, при которых обеспечивается наибольшая стойкость протяжки;

форма канавки между зубьями не должна препятствовать свободному образованию и перемещению стружки при ее завитании в виток;

объем канавки должен быть достаточным для размещения стружки, срезаемой со всей длины протягиваемой поверхности;

зуб должен противостоять усилиям, возникающим при протягивании;

размеры зубьев должны обеспечивать возможно большее количество переточек протяжки.

При протягивании стали и других пластичных металлов этим требованиям в наибольшей мере удовлетворяют зубья, имеющие криволинейную вогнутую спинку, сопрягающуюся со стружечной канавкой (рис. 26, а).

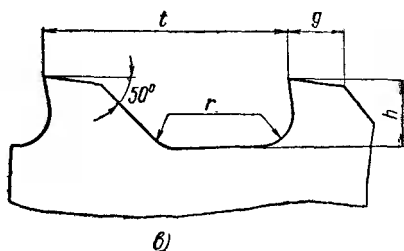
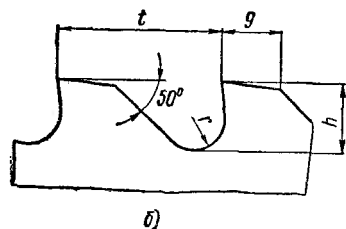
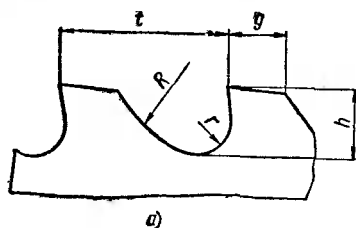


Рис. 26. Профили зубьев протяжки в продольном сечении:

а — профиль зубьев прогрессивных протяжек, б — обычный профиль, в — профиль зубьев с удлинением шага

Передняя грань, дно канавки и спинка зуба соединены между собой плавными переходами, что обеспечивает беспрепятственное движение стружки и хорошие условия для ее размещения в довольно большом объеме канавки. Зубья, имеющие криволинейную спинку, наиболее пригодны для использования в протяжках с групповой схемой резания, где вследствие больших подач образуется много стружки.

При протягивании хрупких металлов (чугун, бронза, латунь и др.), а также при обработке стали протяжками с профильной схемой резания (особенно в условиях серийного производства) вполне допустимо применять зубья с прямолинейной спинкой (рис. 26, б), которые проще в изготовлении. Основные размеры зубьев и стружечных канавок обеих форм определяются следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} h &= (0,35 \div 0,4) t; & r &= (0,5 \div 0,55) h; \\ g &= (0,3 \div 0,35) t; & R &= (0,65 \div 0,8) t, \end{aligned}$$

где t — шаг зубьев.

Иногда для обеспечения прочности протяжки делают мелкие канавки с глубиной, равной $(0,25 \div 0,3) t$. При протягивании глубоких отверстий применяют канавки удлиненной формы (рис. 27, в) с прямолинейным участком между закругленным дном у передней поверхности зуба и спинкой зуба. В этом случае основные размеры определяются из следующих соотношений:

$$\begin{aligned} h &= (0,15 \div 0,2) d; & r &= (0,5 \div 0,55) h; \\ g &= (1,5 \div 1,6) \sqrt[3]{d}, \end{aligned}$$

где d — номинальный диаметр протяжки.

Для уменьшения усилия протягивания, облегчения формирования стружечного валика и его размещения во впадине, а также для более легкого удаления стружки из впадины, поверхность впадины зубьев должна иметь чистоту не ниже $\nabla 7$.

§ 18. МАТЕРИАЛ И РАСЧЕТ ПРОТЯЖЕК

Протяжка — сложный и дорогой инструмент, от которого требуется высокая точность обработки при высокой стойкости и прочности. Лучшим материалом для протяжек является быстрорежущая сталь. В условиях мелкосерийного и единичного производства для изготовления протяжек применяется также более дешевая легированная инструментальная сталь 9ХВГ, ХВГ, ХГ. Однако для крупносерийного и массового производства целесообразнее изготавливать протяжки из быстрорежущей стали, несмотря на более высокую ее стоимость. Особенно это относится к

протяжкам, работающим по литейной корке стали и по чугуну, а также к протяжкам с фасонным, сложным профилем.

Для экономии быстрорежущей стали протяжки изготавливают со сварными или съёмными хвостовиками.

Таблица 11

Инструментальные материалы для изготовления протяжек

Обрабатываемый материал	Протяжки для простых поверхностей (цилиндрические, плоские, шпоночные и т. п.)	Протяжки для сложных поверхностей (шлицевые, квадратные, фасонные и т. п.)
Углеродистая и легированная конструкционная сталь твердостью <i>HB</i> 240—250, преимущественно в горячекатаном, отожженном и нормализованном состоянии; цветные металлы; чугун твердостью <i>HB</i> ≤ 220	P9; 9XBG; XBG; XГ	P9; 9XBG; XBG
Легированная конструкционная сталь в термообработанном состоянии (главным образом после закалки с высоким отпуском) твердостью <i>HB</i> 240—302; легированная и быстрорежущая инструментальная сталь в отожженном состоянии; твердый чугун (<i>HB</i> ≥ 220)	P9; XBG	P18; P9
Чугун	BK6M; BK8	—
Легированные конструкционные стали в термообработанном состоянии (закалка и отпуск) твердостью <i>HB</i> > 300, нержавеющая сталь	P18; P9	P18
Жаропрочные стали и сплавы	P18; P9Ф5; BK6M; BK8M	—
Титановые сплавы	P18; P9Ф5; P9K10; P9K5; BK6M; BK8M	—

В табл. 11 даны рекомендации по выбору стали для протяжек в зависимости от обрабатываемого материала и вида обрабатываемых поверхностей.

Протяжки из легированной инструментальной стали хромируют. Слой хрома толщиной 3—5 мкм повышает стойкость про-

тяжек на 50—100%; увеличение толщины слоя хрома приводит к его отслаиванию.

Протяжки из быстрорежущей стали следует цианировать для повышения стойкости, особенно при резании тонкими стружками. Твердые сплавы применяются для оснащения режущей части протяжек, предназначенных главным образом для обработки чугуна.

Углеродистые инструментальные стали У10А и У12А используются только для простых коротких протяжек и прошивок, работающих в легких условиях, а также для выравнивающих прошивок, подвергаемых хромированию.

Корпуса и плиты составных протяжек изготавливают из углеродистой конструкционной стали 15, 20 (с цементацией и закалкой), 45 и 50; их можно также отливать из серого и модифицированного чугуна. Шпонки и упоры выполняются из стали 15 с цементацией и закалкой до $HRC\ 40-50$. Для штифтов, регулировочных клиньев, хвостовиков и крепежных винтов применяют стали 40, 45 и 40Х с термической обработкой до $HRC\ 35-45$.

Расчет протяжек. Расчет протяжек в основном сводится к определению шага зубьев, объема канавки для размещения стружки и прочности.

В процессе протягивания образуется стружка, которая не имеет свободного выхода и должна полностью размещаться в стружечной канавке.

Необходимый и достаточный объем канавки определяется из соотношения между ее объемом и объемом стружки, срезаемой одним зубом за один ход протяжки. Величина этого отношения называется коэффициентом заполнения канавки:

$$\frac{V_{\text{вп}}}{V_c} = K.$$

Для простоты расчета отношение объемов заменяется отношением соответствующих площадей. Площадь продольного сечения срезаемого слоя F_c определяется как произведение длины протягивания l_n на подачу на зуб s_z .

Площадь сечения канавки берется не вся, а только ее расчетная (активная) часть F_a , которой является площадь круга диаметром, равным высоте зуба h . Таким образом, получим:

$$\frac{F_{\text{вп}}}{F_c} = \frac{\pi \cdot h^2}{4 \cdot s_z \cdot l_n} \geq K.$$

Высота зуба протяжки h определяется по формуле

$$h \geq 1,13 \sqrt{K \cdot s_z \cdot l_n}.$$

Минимально допустимая величина коэффициента заполнения канавки K зависит от свойств обрабатываемого материала, тол-

щины и ширины среза, конструктивных особенностей протяжек, охлаждения и т. д.

В табл. 12 приведены рекомендуемые значения коэффициента K размещения стружки при обработке конструкционной стали при ширине стружки $b \leq 1,2 \sqrt{d}$ (по данным НИИТавтопрома).

Таблица 12

Коэффициенты размещения стружки при обработке стали

Подача, мм	Шаг зубьев, мм		
	4,5—8	10—14	16—25
	Величина K		
До 0,05	3,3	3,0	2,8
0,05—0,1	3,0	2,7	2,5
Свыше 0,1	2,5	2,2	2,0

Примечания.

1. При $b > 1,2 \sqrt{d}$, где d — диаметр протягиваемого отверстия, значение K увеличивается на 0,3.

2. При шаге $t \leq 8$ мм подача больше 0,1 мм рекомендуется лишь при узких стружках ($b \leq 3$ мм).

3. При обработке чугунов $K \geq 1,5$.

Расчет протяжек на прочность заключается в определении силы резания при протягивании P и напряжения, вызываемого этой силой в материале протяжки.

Сила резания при протягивании P рассчитывается по формуле

$$P = p_{sz} \Sigma b,$$

где p_{sz} — сила резания, приходящаяся на 1 мм длины режущей кромки протяжки при данной величине подъема на зуб, кг/мм;

Σb — наибольшая суммарная длина режущих кромок всех одновременно работающих зубьев, мм.

Для круглых протяжек $\Sigma b = \pi d z_{\max}$ — длина окружности зуба протяжки диаметром d , умноженная на наибольшее число одновременно работающих зубьев. Для шпоночных протяжек $\Sigma b = B z_{\max}$, где B — ширина зуба протяжки, мм; z_{\max} — наибольшее число одновременно работающих зубьев.

Значение силы резания для различных подъемов на зуб протяжки и обрабатываемых материалов при нормальных условиях эксплуатации протяжек дана в табл. 4 (см. стр. 46).

Полученное значение P не должно превышать тягового усилия протяжного станка.

Расчет на прочность ведется по наиболее опасному сечению протяжки, площадь которого F_{\min} является наименьшей. Такими опасными сечениями являются сечения по первой стружечной канавке, по окну и по выточке на хвостовике. Условие прочности определяется по формуле

$$\sigma = \frac{P}{F_{\min}} \leq \sigma_{\text{доп}}$$

где σ — действительные напряжения, н/м^2 ($0,102 \cdot 10^{-6} \text{ кг/мм}^2$);
 P — сила резания при протягивании, н ($0,102 \text{ кг}$);
 F_{\min} — минимальная площадь поперечного сечения протяжки, м^2 ;
 $\sigma_{\text{доп}}$ — допустимая величина напряжения в материале протяжки, н/м^2 ($0,102 \cdot 10^{-6} \text{ кг/мм}^2$).

Для протяжек круглых, шлицевых, квадратных и других с кольцевой канавкой $\sigma_{\text{доп}} = 294\text{—}323 \text{ Мн/м}^2$ ($30\text{—}35 \text{ кг/мм}^2$).

Для протяжек шпоночных, пазовых, плоских и других с односторонней режущей кромкой $\sigma_{\text{доп}} = 147\text{—}196 \text{ Мн/м}^2$ ($15\text{—}20 \text{ кг/мм}^2$).

Меньшие значения $\sigma_{\text{доп}}$ относятся к протяжкам, изготовленным из стали марки ХВГ, а большие — к протяжкам из быстрорежущей стали или ее заменителей.

Протяжки из быстрорежущей стали малого диаметра надежно работают при напряжениях

$$\sigma_{\text{доп}} \text{ до } 588 \text{ Мн/м}^2 \text{ (} 60 \text{ кг/мм}^2 \text{)}.$$

Протяжки могут выдерживать гораздо большие напряжения при отсутствии изгибающих усилий.

§ 19. ПРОТЯЖКИ ДЛЯ ВНУТРЕННЕГО ПРОТЯГИВАНИЯ

Круглые (цилиндрические) протяжки. Наиболее часто встречаются в машиностроении отверстия длиной 2—3 диаметра, для обработки которых и применяются круглые (цилиндрические) протяжки.

Круглая протяжка обычной конструкции (рис. 27) имеет профильную схему резания. Каждый зуб срезает металл по всей окружности на глубину подачи на зуб. Последующий зуб имеет одинаковую форму с предыдущим, но больший диаметр (на величину двойной подачи на зуб). Для разделения стружки по окружности зубьев имеются стружкоделительные канавки. Толщина слоя металла, срезаемого каждым зубом такой протяжки, не превышает 0,05 мм. Эта конструкция наиболее старая, но она до сих

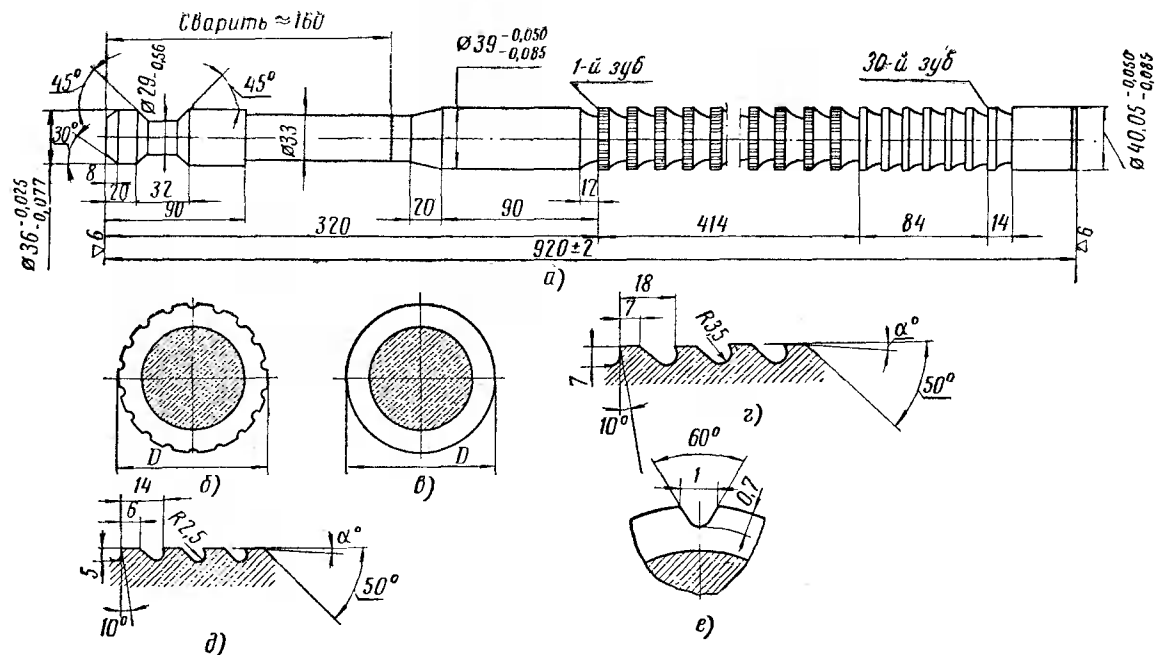


Рис. 27. Круглая протяжка обычной конструкции:

а — общий вид, б — поперечный профиль 1—23-го зубьев (имеют по периметру 18 канавок для разделения стружки, расположенных в шахматном порядке), в — поперечный профиль 24—30-го зубьев, г — продольный профиль 1—23-го зубьев, д — продольный профиль 24—30-го зубьев, е — профиль канавок для разделения стружки. Диаметр зубьев: 1-го — 39,00 мм, 30-го — 40,05 мм. Подача на зуб — 0,05 — мм на диаметр

пор еще широко распространена. Преимущество ее состоит в сравнительной простоте расчета и изготовления. Однако такие протяжки имеют относительно низкую стойкость, сравнительно большую длину и непригодны для обработки поверхностей с литейной или ковочной коркой. Кроме того, ими трудно получить высокую чистоту обработки. Чтобы избежать этих недостатков, применяют различные варианты прогрессивных протяжек с групповыми схемами резания.

Протяжка с групповой переменной схемой резания показана на рис. 28. Протяжка состоит из ряда двузубых секций; первый зуб каждой секции имеет 12 затылованных выкружек, а второй — круглый, без выкружек, по диаметру меньше на 0,04 мм. Подача на каждую группу черновых зубьев составляет 0,2 мм по диаметру. Чистовые зубья (с 81 по 87) имеют по 12 затылованных выкружек, расположенных в шахматном порядке, а выкружки 81-го зуба — в шахматном порядке по отношению к 79-му зубу. Эти зубья являются несекционными и имеют подачу на каждый зуб, уменьшающуюся от 0,05 до 0,02 мм на диаметр. Зубья с 88 по 94-й — калибрующие. Они имеют непрерывную круглую режущую кромку. Подача на первый калибрующий зуб (88) составляет 0,01 мм по диаметру для зачистки следов от разделения стружки; у остальных зубьев диаметр одинаков.

Протяжка предназначена для протягивания поковок по корке с большой подачей, так как при этом режущая кромка работает под коркой и не испытывает ее разрушающего действия. Кроме того, наличие затылованных выкружек и большого угла между главной и вспомогательной кромкой (на углах выкружек) создает благоприятные условия резания и придает прочность зубу в слабом месте — в уголках.

На рис. 29 показана круглая пустотелая прогрессивная протяжка диаметром 210А с переменной схемой резания. Черновая режущая часть состоит из четырех четырехзубых секций с подачей 0,24—0,26 мм на секцию по диаметру. У первых трех зубьев режущие кромки разделены выкружками, у четвертого — непрерывная (гладкая) режущая кромка. Секции чистовой режущей части протяжки состоят из двух зубьев с подачей на секцию от 0,08 до 0,04 мм на диаметр. Для облегчения протяжки, экономии быстрорежущей стали и снижения трудоемкости изготовления, ее делают пустотелой и без хвостовой части. Протяжка соединяется с тягой при помощи окна на передней направляющей части и специальной чеки с заплечиками.

Винтовые протяжки для протягивания глубоких цилиндрических отверстий (рис. 30) диаметром до 25 мм имеют два зуба, расположенных по винтовой линии. Длина винтовой протяжки равна примерно 10 диаметрам, шаг зубьев — 3 диаметрам. Диаметр сердцевины (тела) протяжки, определяющий глубину стружечной канавки зубьев, равен вначале примерно 0,65

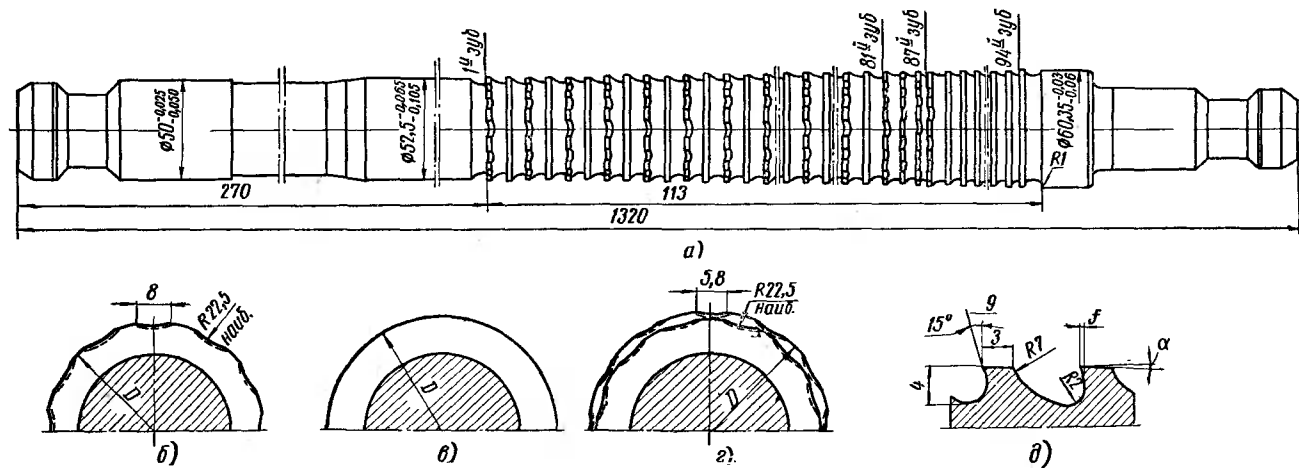


Рис. 28. Круглая протяжка с групповой переменной схемой резания:

а — общий вид, *б* — поперечный профиль нечетных зубьев с 1 по 79-й, *в* — поперечный профиль четных зубьев со 2 по 80-й и с 88 по 94-й без выкружек, *г* — поперечный профиль 81–87-го зубьев, *д* — продольный профиль 1–81-го зубьев.

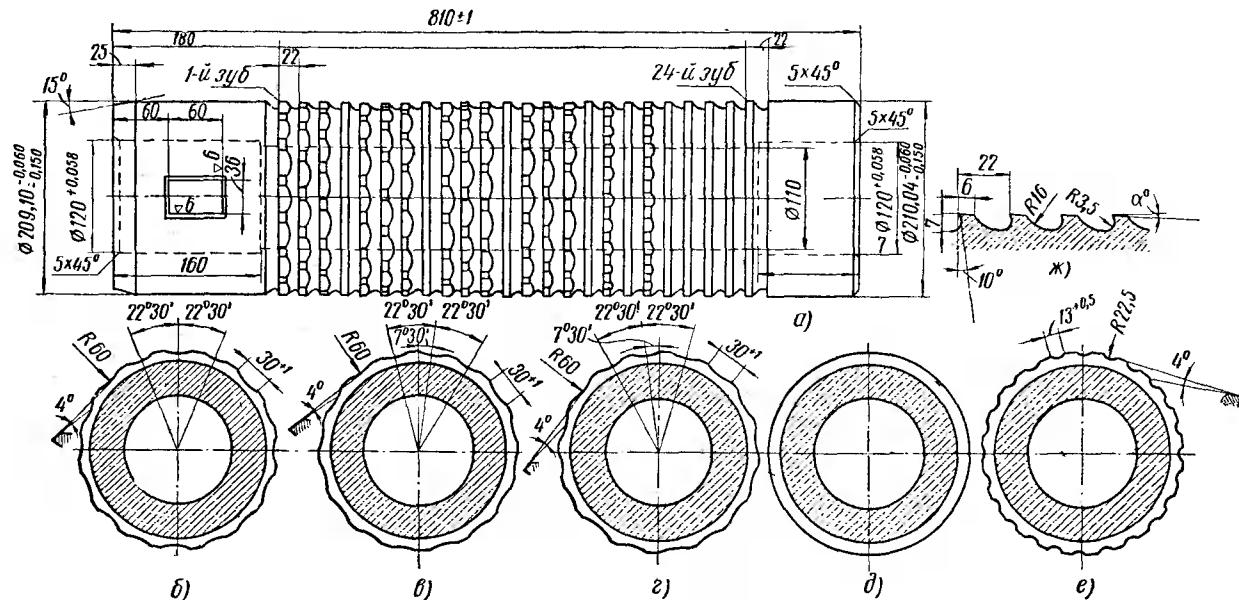


Рис. 29. Круглая протяжка для отверстий большого диаметра:

а — общий вид, *б* — поперечный профиль 1, 5, 9 и 13-го зубьев (имеют по периметру 16 выкружек), *в* — поперечный профиль 2, 6, 10 и 14-го зубьев (имеют по периметру 16 выкружек), *г* — поперечный профиль 3, 7, 11 и 15-го зубьев (имеют по периметру 16 выкружек), *д* — поперечный профиль 4, 8, 12, 16, 18, 20, 21, 22, 23 и 24-го зубьев, *е* — поперечный профиль 17 и 19-го зубьев (имеют по периметру 24 выкружки), *ж* — продольный профиль зубьев. Всего зубьев 24; диаметр 1-го зуба 209,10 мм; 24-го — 210,04 мм; подача на секцию зубьев — 0,25—0,09 мм по диаметру

номинального диаметра протяжки и уменьшается до 0,4—0,45 к концу. Хвостовик протяжки имеет прямоугольную резьбу для соединения с тягой.

Отверстие обрабатывают последовательно четырьмя подобными двухзаходными протяжками. Диаметр протяжки постепенно возрастает вследствие того, что винтовые кромки режущей

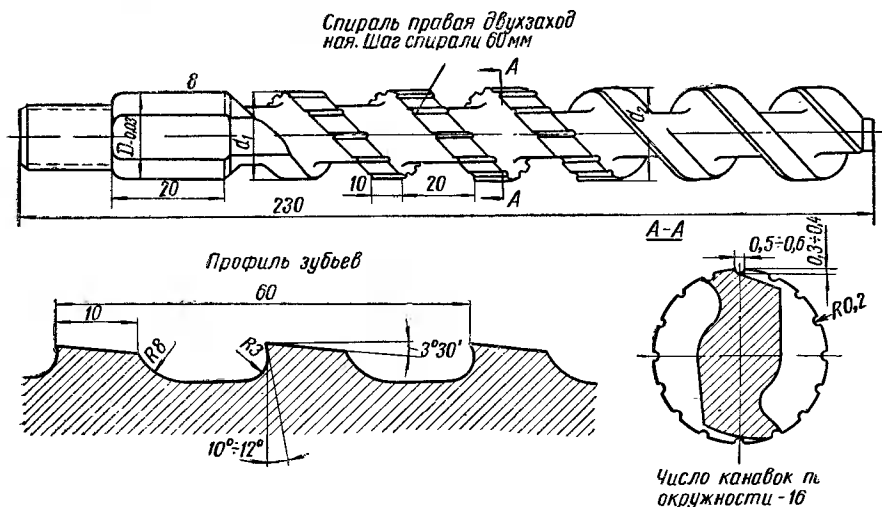


Рис. 30. Протяжка с винтовым зубом для протягивания глубоких отверстий

части расположены на конической поверхности. Калибрующая часть протяжки имеет цилиндрическую форму. Разность диаметров составляет в данном случае 0,2 мм и представляет собой величину снимаемого протяжкой припуска на диаметр.

Номинальные значения D , d_1 и d_2 показанные на рис. 30 для различных протяжек комплекта, составляют:

Номер протяжки в комплекте	D	d_1	d_2
I	21,20	21,30	21,50
II	21,45	21,50	21,70
III	21,65	21,70	21,90
IV	21,85	21,95	22,00

Протяжки с кольцевыми зубьями для протягивания глубоких отверстий имеют ограниченное число зубьев (до 12), ибо в работе одновременно находятся все зубья. Шаг зубьев больше обыкновенного, так как требуется разместить значительное количество стружки. Протяжки диаметром

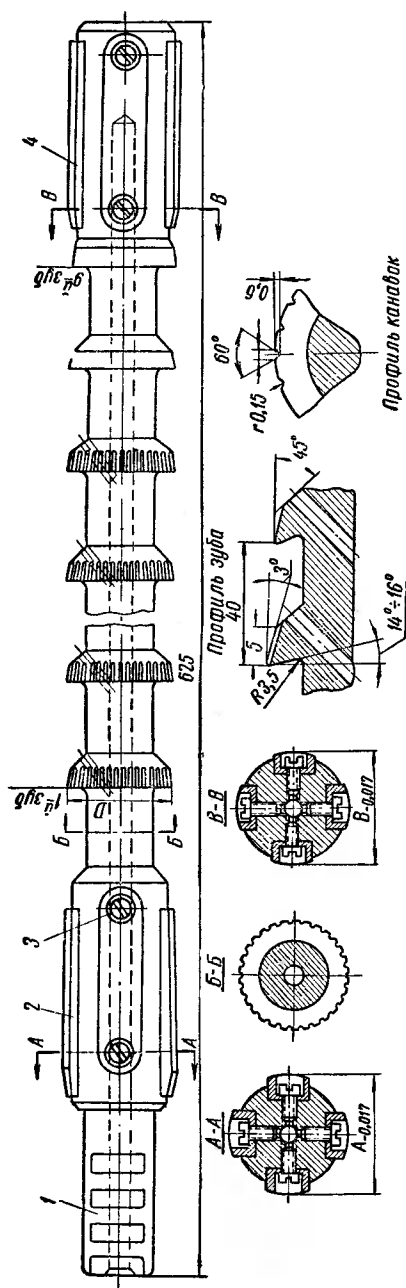


Рис. 31. Протяжка для протягивания глубокого цилиндрического отверстия диаметром 40 мм:
1 — хвостовик, 2, 4 — текстолитовые планки, 3 — винт для крепления планок

до 45 мм изготавливаются цельными, а диаметром более 45 мм — сборными.

На рис. 31 показана протяжка длиной 625 мм для протягивания круглого отверстия диаметром 40 мм, длиной 2500 мм. Для подачи охлаждения к режущим кромкам служат центральный и радиальные каналы. Протяжка соединяется с тягой, длина которой больше длины протягиваемого отверстия, посредством хвостовика с байонетным замком или с резьбой.

Протяжки для шлицевых отверстий. Форма зубьев шлицевых протяжек в поперечном сечении соответствует профилю протягиваемых шлицев: прямых и винтовых, прямоугольных, с эвольвентным, трапецидальным и треугольным профилями.

Протяжки могут быть *шлицевыми*, имея только шлицевые зубья и *комбинированными* — с круглыми, шлицевыми и фасочными зубьями, т. е. протягивающими одновременно гладкое цилиндрическое отверстие и шлицы. В этом случае порядок расположения зубьев может быть различным.

В шлицевых протяжках применяют профильно-генераторную и групповую схемы резания.

Шлицевые протяжки для винтовых шлицев бывают с кольцевым и винтовым зубьями. Изготавливают их чаще цельными.

Конструкция шлицевой протяжки с переменной схемой резания показана на рис. 32.

Для уменьшения трения на боковых поверхностях шлицевых выступов делается боковое поднутрение, образующее вспомогательный угол в плане, равный $1-2^\circ$. Для сохранения размера зуба оставляется ленточка величиной $0,7-1$ мм. Поднутрение делается только начиная с зуба, диаметр которого по шлицам отличается от диаметра первого зуба примерно на $2,5$ мм.

Для увеличения стойкости шлицевые зубья снабжаются переходной кромкой с таким же задним углом α , как и на главной кромке. Переходная кромка получается срезанием уголка, образуемого пересечением главной и вспомогательной режущих кромок. Форма и размеры переходных кромок на последних режущих и на всех калибрующих зубьях должны соответствовать форме и размерам переходной части на профиле шлицевой канавки изделия.

При протягивании шлицев комплектом протяжек передняя направляющая часть протяжек, кроме первой протяжки комплекта, должна иметь шлицевые выступы, соответствующие форме и размерам шлиц, обработанных предыдущей протяжкой, со скосами для облегчения попадания в шлицы.

При повышенных требованиях к точности взаимного расположения элементов шлицевого отверстия применяют конструкцию шлицевой протяжки, в которой шлицевые и круглые зубья расположены через один, как показано на рис. 33.

Калибрующие шлицевые протяжки (рис. 33) служат для выправления изделия со шлицевыми отверстиями, деформированных при цементации и термообработке. Они отличаются порядком расположения зубьев. Для обеспечения концентричности наружного и внутреннего диаметров, а также для попадания шлицевых зубьев в готовые пазы круглые зубья расположены сзади, через зуб со шлицевыми зубьями.

Шлицевая протяжка бокового резания (рис. 34) служит для окончательного протягивания шлицев, предварительно образованных шпоночной протяжкой в отверстии большого диаметра ($320 \times 295 \times 30$ мм) ведущего колеса шестикубового экскаватора. Протяжка не имеет хвостовой части; ее первые 12 зубьев имеют главную режущую кромку на боковых сторонах и предназначены для обработки стенок паза; остальные зубья, окончательно обрабатывающие паз по наибольшему диаметру, — обычной конструкции и имеют режущую кромку по диаметру.

Протяжки для протягивания шлицев с эвольвентным профилем бывают эвольвентные, комбинированные, эвольвентно-цилиндрические и комплектные. Схема образования пазов эвольвентного шлицевого отверстия при использовании комплекта из трех протяжек показана на рис. 35. Здесь первая протяжка является комбинированной цилиндрическо-шли-

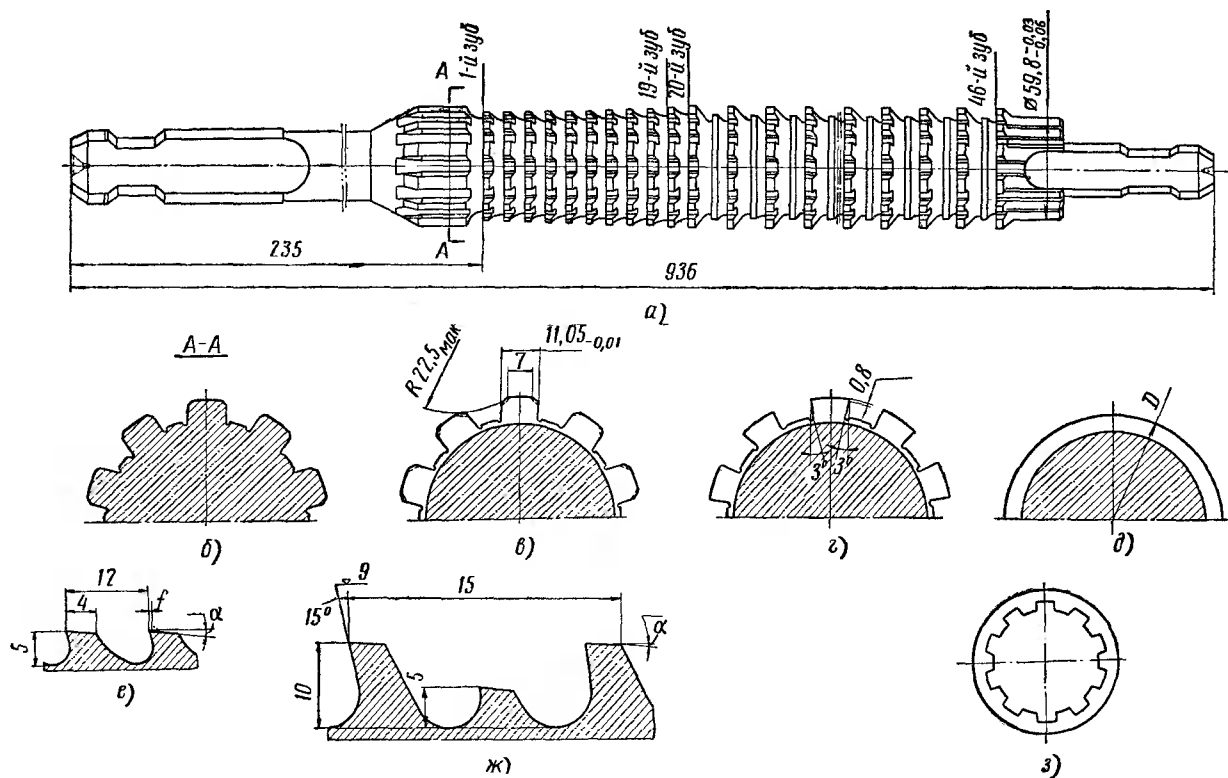


Рис. 33. Шлицевая калибрующая протяжка с переменной схемой резания:

а — общий вид, *б* — поперечный профиль передней направляющей, *в* — поперечный профиль 20, 24, 28 и 32-го шлицевых зубьев с затылованными выкружками, *г* — поперечный профиль шлицевых зубьев с 5 по 46-й с боковым поднутрением 3° и боковыми ленточками 0,8–1 мм, *д* — поперечный профиль круглых зубьев без выкружек (нечетные зубья с 21 по 45-й), *е* — продольный профиль шлицевых зубьев с шагом 12 мм, *ж* — продольный профиль чередующихся шлицевых зубьев с шагами 12 и 15 мм, *з* — поперечный профиль изделия

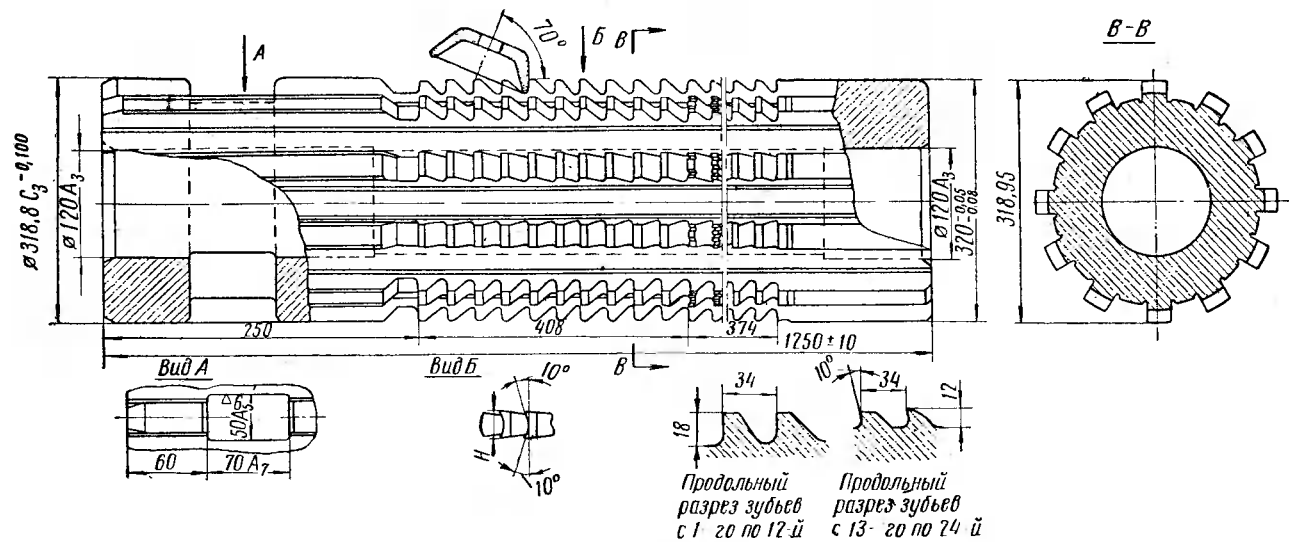


Рис. 34. Шлицевая протяжка бокового резания

цевой протяжкой трапецеидального профиля, вторая протяжка — шлицевая трапецеидального профиля, третья — эвольвентного профиля.

Эвольвентная шлицевая протяжка обрабатывает пазы шлицевого отверстия или зубья зубчатого колеса с внутренним зацеплением по наружному диаметру или по боковой стороне (в первом случае обработка производится по профильной схеме резания, во втором — по генераторной схеме).

На рис. 36 показана конструкция протяжки для протягивания шлицевого отверстия с эвольвентным профилем. Протяжка имеет круглые зубья для протягивания отверстия и шлицевые для протягивания эвольвентных шлицев. В обеих группах зубьев применена переменная схема резания, которая образуется в данном случае так же, как и на шлицевых протяжках для протягивания прямоугольных шлицев.

Протяжки для протягивания винтовых шлицев обычно имеют стружечные канавки и зубья кольцевой формы, т. е. расположенные в плоскостях, перпендикулярных оси протяжки. Шлицевые выступы этих протяжек располагаются по винтовым линиям, соответственно шлицам изделия.

При относительно больших углах наклона шлицев (более 15—20°) стружечные впадины выполняются винтовыми, но с направлением, обратным направлению шлицевых выступов (при правом наклоне шлицев впадины для стружки делают левыми и наоборот).

На рис. 37 показана шлицевинтовая протяжка с кольцевым зубом для протягивания нарезов в стволах 37-миллиметровой пушки. Схема резания шахматно-шлицевая, т. е. каждый зуб-кольцо прорезает не все 16 нарезов, а только 8 (через один), а другие 8 нарезав прорезает следующий зуб того же диаметра. Шлицы, образующие режущие выступы, прорезаны по винтовой линии, соответствующей подъему винтовой нарезки. Все протяжки комплекта, кроме первой, имеют на переднем направлении шлицевые выступы с заходами (скосами) для попадания в нарезы, образованные предыдущей протяжкой. Центральное осевое отверстие и боковые (радиальные) отверстия служат для подвода охлаждающей жидкости к режущим кромкам. Резьбовой хвостовик служит для соединения протяжки с тягой. Специальный механизм станка обеспечивает вращение протяжки наряду с осевым перемещением.

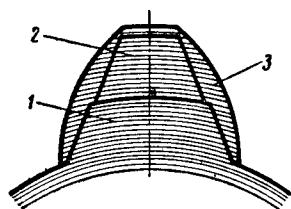


Рис. 35. Схема образования эвольвентного шлицевого отверстия комплектом из трех протяжек:

1 — первая протяжка, 2 — вторая протяжка, 3 — третья протяжка

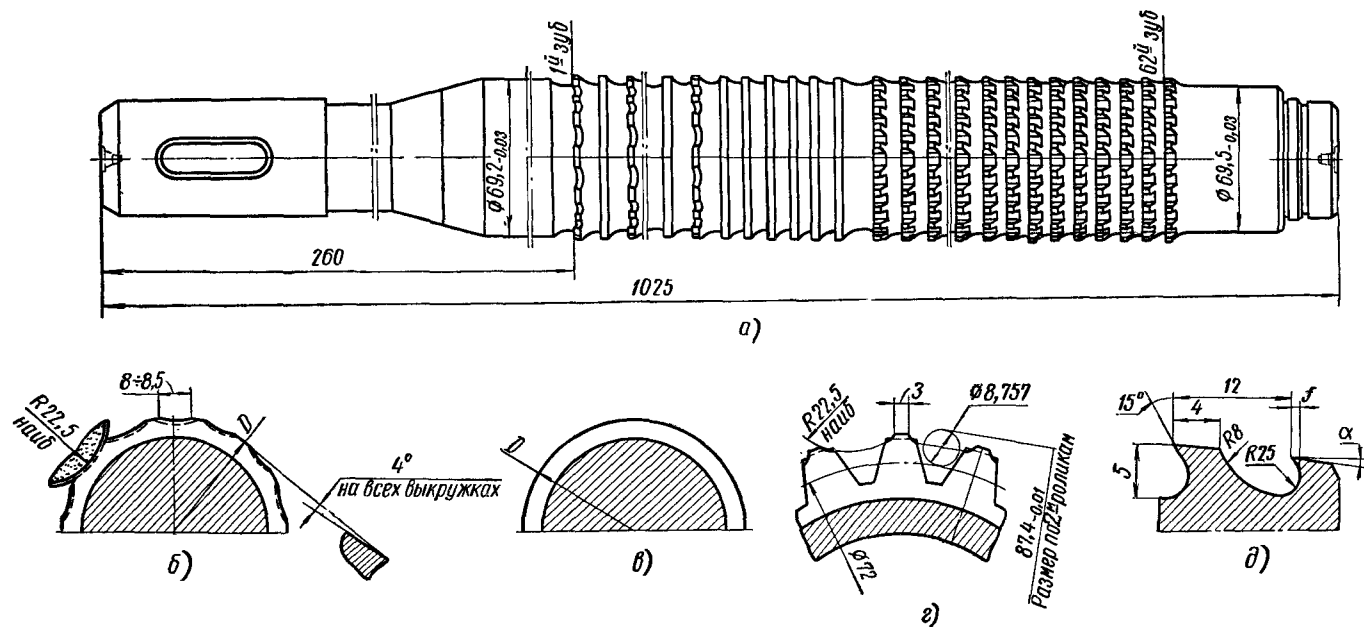


Рис. 36. Эвольвентная протяжка с переменной схемой резания:

а — общий вид, б — поперечный профиль круглых зубьев (1, 3, 5 и 7-й), имеющих по 14 затылованных выкружек, в — поперечный профиль круглых зубьев (2, 4, 6, 8, 10, 12 и 13-й) без выкружек, г — поперечный профиль 14–62-го шлицевых зубьев (на четных зубьях с 14 по 54-й делается по 18 затылованных выкружек), д — продольный профиль зубьев

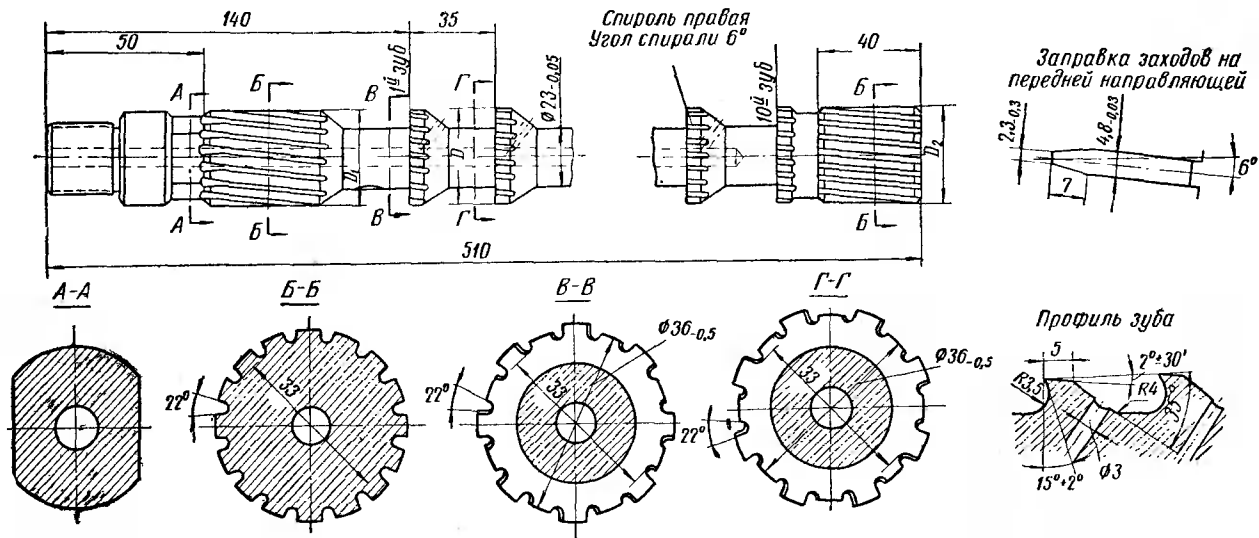


Рис. 37. Протяжка с шахматно-шлицевой схемой резания для протягивания винтовых нарезов

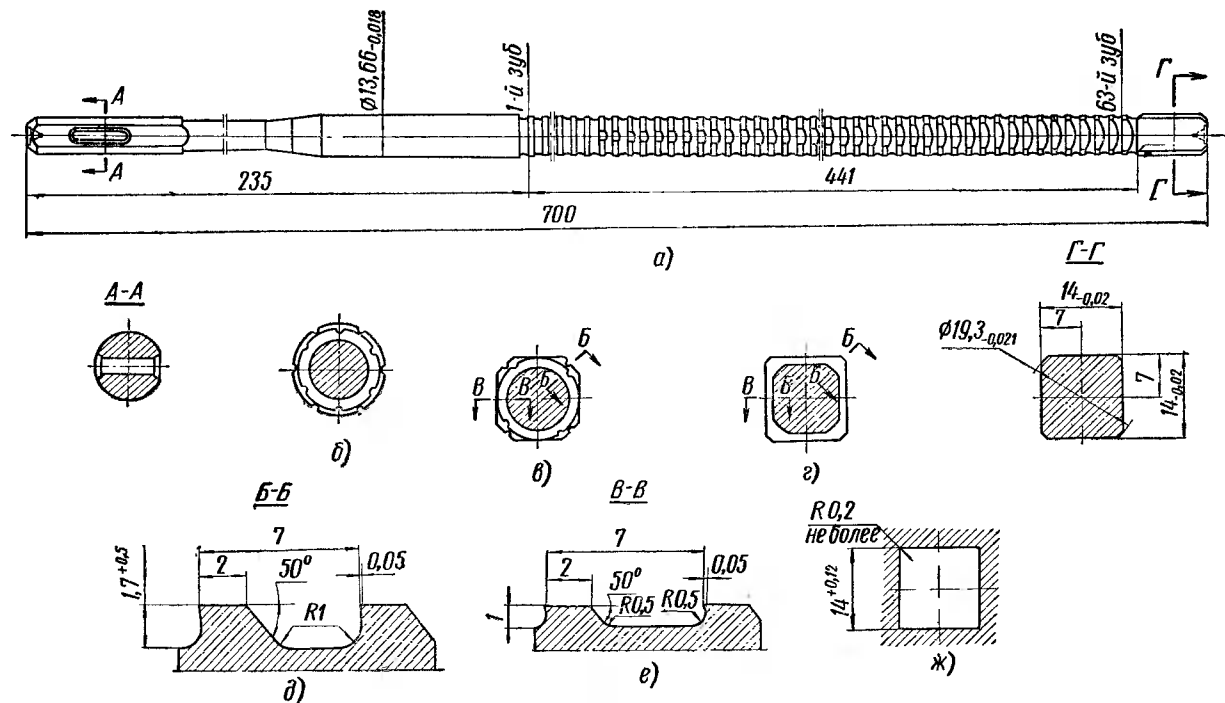


Рис. 38. Протяжка для образования квадратного отверстия:

а — общий вид, б — поперечный профиль 1—9-го круглых зубьев, в — поперечный профиль 10—30-го зубьев, г — поперечный профиль 31—63-го зубьев, д — продольный профиль 1—17-го зубьев в сечении Б—Б, е — продольный профиль 31—63-го зубьев в сечении Б—Б, ж — профиль и размеры изделия

При нарезании шлицев с большим углом подъема или для нарезания резьбы применяются протяжки с винтовыми зубьями, на которых нарезаются шлицевые или другой формы режущие выступы под углом, равным углу шлицев или резьбы, которые надо получить на изделии.

Квадратные и многогранные протяжки служат для протягивания отверстий соответствующей формы; заготовка,

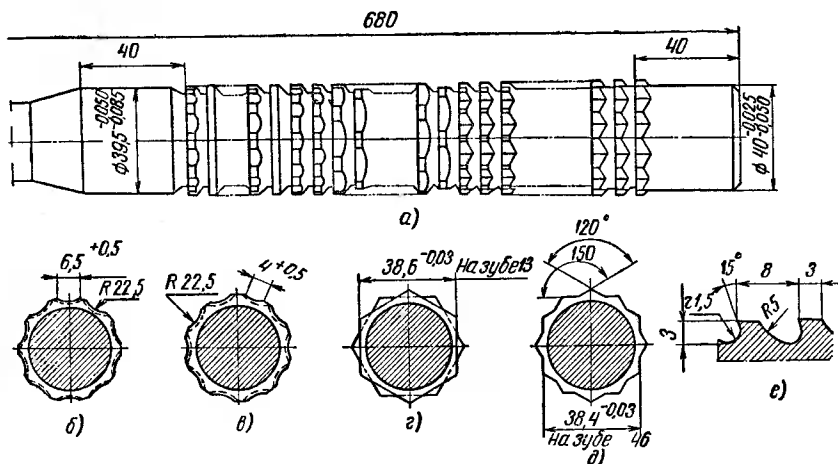


Рис. 39. Протяжка для протягивания 12-гранного отверстия:

а — общий вид, *б* — сечение зубьев 1, 3, 5, 9; *в* — сечение зубьев 11, 12, *г* — сечение зубьев с 13 по 32, *д* — сечение зубьев с 33 по 46, *е* — профиль зубьев в осевом сечении

как правило, имеет отверстие круглой формы. Эта группа протяжек образует необходимую геометрическую форму протягиваемого отверстия по генераторной схеме резания. Многогранные отверстия обычно протягивают комплектом из двух, трех и более протяжек.

На рис. 38 показана первая протяжка комплекта для протягивания квадратного отверстия. Она имеет несколько круглых зубьев, начиная с первого, и круглую переднюю направляющую. Последующие протяжки не имеют круглых зубьев, и форма поперечного сечения передней направляющей соответствует форме протянутого многогранника. Главные режущие кромки зубьев протяжки имеют профиль по дуге окружности, а вспомогательные — профиль протягиваемого квадратного (или шестигранного) отверстия. Для уменьшения трения между вспомогательными режущими кромками и протянутой поверхностью отверстия их шлифуют на проход на приподнятом центре задней бабки.

Конструкция протяжки для протягивания 12-гранного отверстия представлена на рис. 39.

Режущая часть протяжки начинается с участка, состоящего из пяти двузубых секций с переменной схемой резания: нечетные зубья имеют по 10 выкружек, четные зубья — круглые. Подача на секцию равна 0,12 мм на диаметр. Последний десятый зуб этой секции имеет диаметр 39,95 мм. Затем идут зубья 11 и 12, диаметром 40,00 мм, с 10 выкружками, расположенными в шахматном порядке между собой и к зубу 9. Зубья с 13 по 32 имеют по 6 граней, они также расположены в шахматном порядке между собой. Подача на диаметр составляет 0,2 мм на каждую пару зубьев (зубья 13 и 14 имеют диаметр 40,20 мм). Расстояние между сторонами шестигранника на зубе 13 составляет 38,6_{-0,03}, а далее уменьшается в соответствии с заданным подъемом заднего центра на 0,25 мм при шлифовании профиля шлицев. На последнем, 46 зубе, эта величина составляет 38,4_{-0,03} мм, а диаметр зуба равен 44,20 мм. Зубья с 33 и до 46 имеют форму 12-гранника с подачей на каждый зуб на диаметр 0,20 мм. Диаметр задней направляющей части выполнен соответственно внутреннему диаметру отверстия.

Шпоночные протяжки служат для прорезки шпоночных сквозных пазов в отверстиях различных изделий. Они бывают двух типов: с плоским телом и цилиндрическим. Наиболее широко применяются протяжки с плоским телом (рис. 40), которые в свою очередь бывают с утолщенным телом и с тонким телом, или ленточные.

Первые (с утолщенным телом) имеют тело большей толщины, чем сами зубцы, что обеспечивает жесткость протяжки при малой ширине зуба; применяются для пазов шириной 3—10 мм. Вторые (ленточные протяжки) имеют тело такой же толщины, как и зубья, и применяются для пазов шириной 12—45 мм.

При малой серийности выпуска протягивание ведется одной протяжкой, а глубина паза достигается подкладками, закладываемыми под протяжку в направляющем пазу приспособления после каждого прохода. Шпоночные протяжки при работе движутся в направляющем пазу приспособления. Шпоночные протяжки для пазов шириной более 16 мм часто выполняются сборными.

Протяжка с цилиндрическим телом представляет собой одношпоночную протяжку, обычно изготавливаемую совместно с цилиндрической как одно целое или сборной. Такие протяжки работают без направляющей оправки.

На рис. 41 показана комбинированная сборная круглошпоночная протяжка, которая совмещает операции протягивания отверстия и шпоночного паза. Шпоночная секция крепится винтами.

Круглые режущие зубья расположены только на части протяжки, а в другой ее части расположены заглаживающие зубья, которые направляют протяжку по отверстию детали. Эти зубья

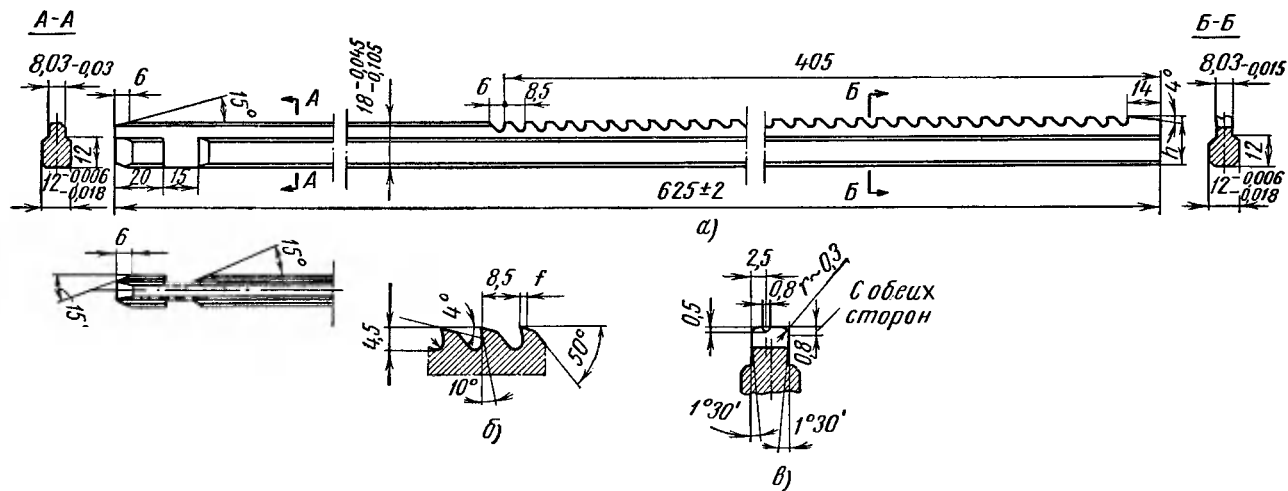


Рис. 40. Плоская шпоночная протяжка:

a — общий вид, *б* — продольный профиль режущих (с 1 по 42) и калибрующих (с 43 по 47) зубьев, *в* — поперечный профиль зубьев

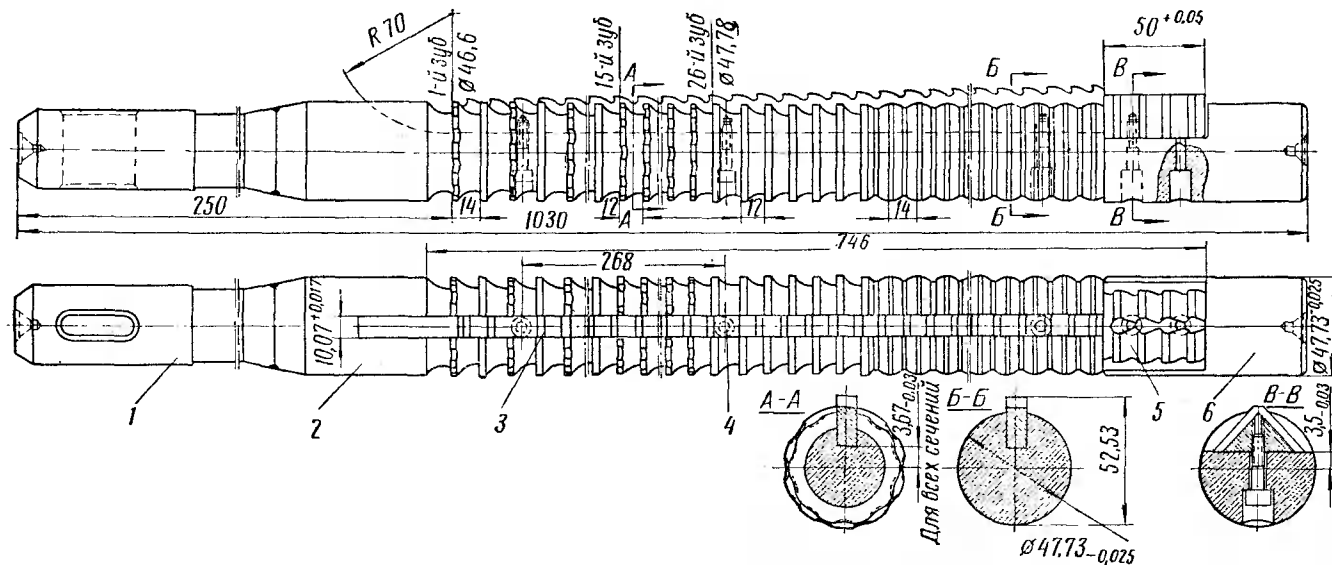


Рис. 41. Комбинированная сборная круглошпоночная протяжка:

1 — хвостовик, 2 — протяжка, 3 — шпоночная секция, 4 — винт М6×25, 5 — фасочная секция, 6 — задняя направляющая

также способствуют улучшению чистоты поверхности. За шпоночной секцией крепится фасочная.

Прошивки (см. рис. 22, б) по своей конструкции и области применения аналогичны протяжкам. Отличаются отсутствием хвостовой части и небольшой длиной (не более 15 диаметров), что связано с работой прошивки на продольный изгиб. Небольшая длина прошивки ограничивает величину снимаемого ею припуска. Прошивками широко пользуются для калибрования отверстий после термической обработки. Прошивки, как и протяжки, могут иметь различные схемы резания, кольцевые и винтовые зубья.

Протяжки и прошивки, обрабатывающие изделие путем пластической деформации металла, без снятия стружки, называются *выглаживающими* или *уплотняющими*. Они дают гладкую, блестящую поверхность высокой чистоты ($\nabla 9 - \nabla 12$) с уплотненным наружным слоем.

Существуют следующие виды *выглаживающих* протяжек и прошивок:

1) обычные протяжки и прошивки с уплотняющими зубьями, расположенными после режущей части (рис. 42);

2) уплотняющие однозубые протяжки (прошивки) или так называемые дорны (см. рис. 14, е);

3) уплотняющие протяжки и прошивки как самостоятельный вид инструмента (см. рис. 44 и 45).

Выглаживающие зубья не имеют режущих кромок и могут быть различной формы (шарообразной, грушевидной и др.).

Выглаживающие протяжки и прошивки изготавливают из инструментальной стали и хромируют. В ряде случаев *выглаживающие* зубья в виде колец, изготовленных из твердого сплава группы ВК, насаживают и закрепляют на цилиндрическую оправку. Твердосплавные уплотняющие зубья обладают высокой стойкостью, на них не налипают металл, благодаря чему поверхность изделия имеет очень высокую чистоту.

На рис. 42 представлены два варианта крепления к обычной режущей круглой протяжке 1 уплотняющего кольца 2, изготовленного из твердого сплава или инструментальной стали. Преиму-

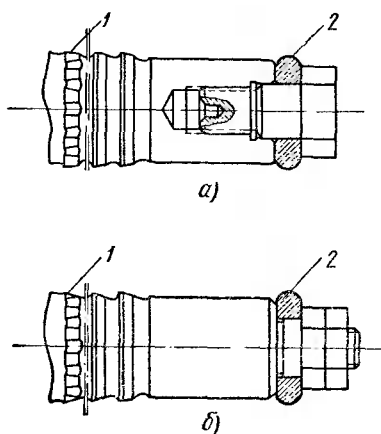


Рис. 42. Способы присоединения съемного уплотняющего кольца к протяжке:

а — винтом, входящим в нарезанное отверстие в торце задней направляющей, б — гайками, навинчивающимися на резьбовой хвостовик задней направляющей

щества такой конструкции: износ уплотняющего кольца не выводит из строя всю протяжку; кольцо можно присоединять к изношенной протяжке, повышая тем самым чистоту поверхности изделия; уменьшение размера режущей части протяжки вследствие износа может компенсироваться установкой кольца большего размера; подбирая размер кольца, можно получать отверстия требуемого размера после потери размера калибрующих зубьев

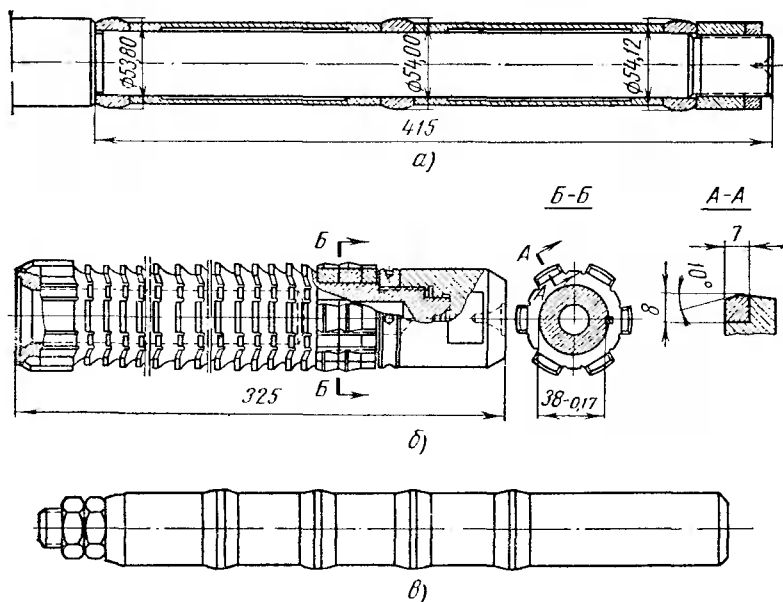


Рис. 43. Уплотняющие протяжки и прошивки:

а — сборная уплотняющая протяжка, *б* — шлицевая сборная калибрующая и выглаживающая прошивка, *в* — уплотняющая прошивка с кольцами твердого сплава

протяжки, колебаний в жесткости стенок заготовки и других причин, вызывающих изменение упругих деформаций заготовки. Стойкость кольца из сплава ВК6М достигает нескольких тысяч метров обработанной поверхности.

На рис. 43 приведены некоторые конструкции уплотняющих протяжек и прошивок.

Сборная уплотняющая протяжка, предназначенная для обработки отверстия длиной 410 мм, диаметром 54Аз, показана на рис. 43, *а*. Протяжка имеет три уплотняющих кольца из стали Х12М диаметрами 53,80; 54,00 и 54,12 мм, закаленные до HRC 62—64. Диаметр отверстия под протягивание равен 53,5Аз. В качестве смазки используется 10%-ный графитно-масляный раствор.

Для калибровки шлицевого отверстия применяется сборная прошивка с режущими и уплотняющими шлицевыми зубьями, оснащенными напайными пластинками твердого сплава ВК8 (рис. 43, б). Корпус уплотняющего кольца изготовлен из стали 40Х. Для получения высокой чистоты отверстия в изделии из стали 18ХГТ после термической обработки до $HRC\ 52-62$ на автозаводе им. Лихачева применяется выглаживающая сборная прошивка с кольцами из твердого сплава (рис. 43, в) диаметрами 24,035; 24,05; 24,06; 24,06 мм.

На рис. 44 показана протяжка для обработки отверстия в цилиндре плунжера домкрата грузового автомобиля методом пластического деформирования. Длина цилиндра 196 мм, наружный диаметр 49 мм, диаметр отверстия $38^{+0,1}$ мм. Чистота поверхности в пределах 9—10-го класса. Протяжка сборная, состоит из хвостовика 1, трех заглаживающих колец 4, 6 и 8 с диаметрами 37; 37,9 и 38,16 мм, оправки 2 с диаметром 22 мм и промежуточных втулок 3, 5 и 7, длины которых подобраны таким образом, чтобы перед самым выходом из цилиндра одного заглаживающего кольца в него начинало входить следующее. Обращает на себя внимание большой перепад размеров колец (1 мм).

Стойкость заглаживающих колец протяжки, изготовленной из стали У10А и хромированной (толщина слоя хрома 5—7 мкм) позволяет обработать 80 деталей, а стойкость заглаживающих колец из стали Р9 в четыре раза больше.

Для калибрования шлицев закаленных шестерен (твердость $HRC\ 56-62$) на ЗИЛе применяется специальная протяжка (рис. 45), состоящая из оправки 4, шести шлицевых колец 3 с заглаживающим профилем, передней направляющей 2 и двух гаек 1.

Для правильного расположения шлицевых колец, в них сделана шпоночная канавка, а в оправке — шпонка шириной на 0,5 мм меньше ширины паза в кольцах, благодаря чему кольца могут самоустанавливаться по шлицам.

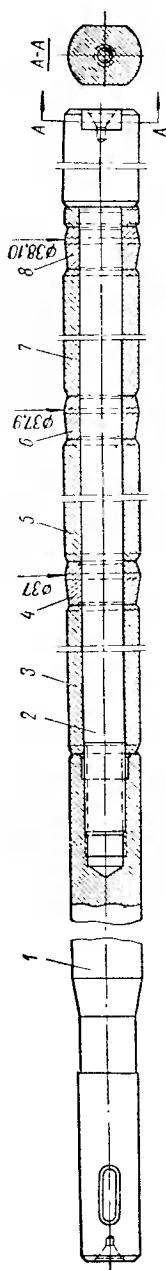


Рис. 44. Уплотняющая протяжка для обработки отверстия в цилиндрах плунжера домкрата грузового автомобиля

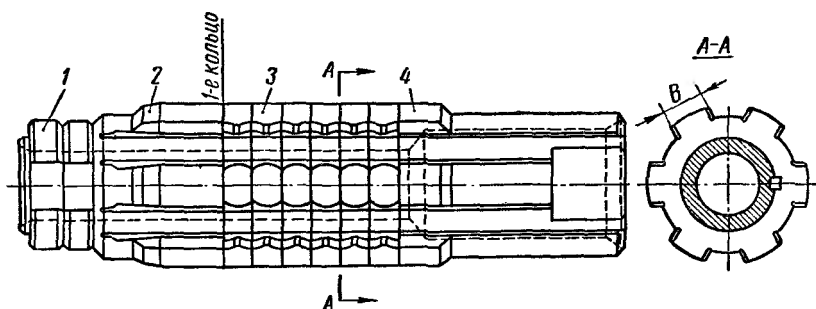


Рис. 45. Протяжка для калибрования закаленных шлицев

§ 20. ПРОТЯЖКИ ДЛЯ НАРУЖНОГО ПРОТЯГИВАНИЯ

Наружным протягиванием обрабатывают различные поверхности: открытые плоскости, уступы, пазы, наружные угловые поверхности, внутренние угловые поверхности, вогнутые цилиндрические поверхности без выемки на заготовке и с заранее подготовленной выемкой, выпуклые цилиндрические поверхности, фасонные поверхности. Как правило, наружные протяжки выполняются сборными и состоят из корпуса и рабочей части. Конструктивная форма корпуса определяется типом станка.

На рис. 46 показана наружная протяжка для горизонтально-протяжных станков общего назначения (вверху — в сборе, внизу — со снятыми секциями). Эта протяжка имеет хвостовик для закрепления в патроне тяговой головки станка, перемещается по направляющим приспособлениям и работает как обычная внутренняя протяжка.

Для полного использования протяжки в целях удлинения срока службы ее изношенную калибрующую секцию передвигают на место режущей, которую, в свою очередь, ставят на место предшествующей секции и т. д.

На рис. 47, а показана наружная протяжка для вертикальных протяжных станков. Эта протяжка также сборная и служит для обработки подошвы подшипника. Она состоит из корпуса 4 корытообразного сечения и трех секций 1, 2 и 3. Корпус протяжки приспособлен для крепления в инструментальной каретке протяжного станка. Корпус устанавливается в определенном положении и закрепляется винтами и шпонками. Рабочую часть составляют из отдельных участков-секций. Это облегчает изготовление протяжки и в ряде случаев является единственным способом для создания фасонной протяжки.

Первая секция 1 обрабатывает нижнюю узкую плоскость выступа 8 (рис. 47, б). Две плоские двусторонние протяжки, входя-

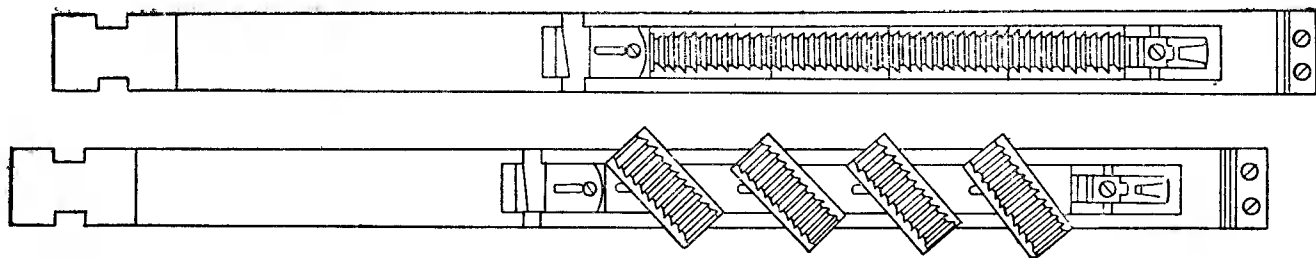


Рис. 46. Наружная сборная протяжка с хвостовой частью для работы на горизонтально-протяжных станках общего назначения

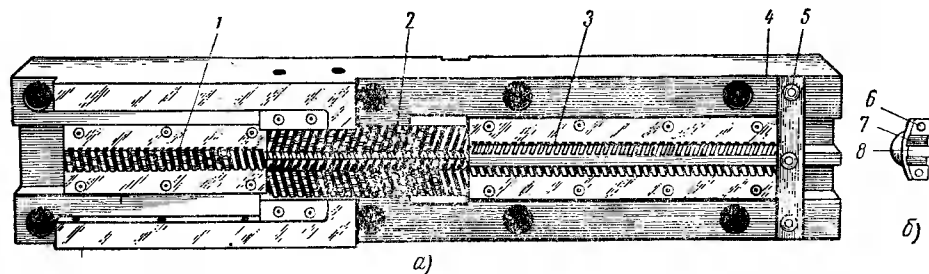


Рис. 47. Наружная сборная протяжка для вертикально-протяжных станков, предназначенная для обработки подошвы подшипника

щие в секцию 2, снимают стружку с обеих боковых плоскостей 6 детали и одновременно обрабатывают стороны выступа 8. Наконец, две пазовые протяжки секции 3 прорезают канавки 7. Концевой упор 5 служит для восприятия осевых усилий протягивания.

Режущая часть наружных протяжек, так же как внутренних, может быть выполнена по различным схемам резания: профильной, генераторной и групповой.

Схему резания выбирают в зависимости от типа и размеров обрабатываемой наружной поверхности. Как правило, наружное протягивание применяют для снятия больших припусков. В связи со сложностью переналадки станка протягивание в два прохода чаще всего производят на разных станках.

Недостаточность тяговой силы протяжных станков часто ограничивает возможность перевода той или иной операции на протягивание.

При обработке ряда наружных поверхностей (плоскостей, вогнутых, цилиндрических и угловых) наиболее целесообразна групповая — трапецеидальная схема резания.

Поскольку наружные протяжки чаще всего выполняются в виде комплекта коротких протяжек на общей державке, схема строится следующим образом. На первой протяжке делают сквозные трапецеидальные шлицы и подачу на каждый зуб, т. е. на ней собирают все первые зубья секций. При шлифовании профиля трапеций торец поднимают на 1—1,5 мм для образования заднего угла на боковых режущих кромках. Вторая протяжка — круглая или плоская без стружкоделителей, имеет те же подачи на зуб, что и трапецеидальная.

Схема позволяет производить переточку не только по передней, но и по задней грани. Трапеции допускают 15—20 переточек по задней грани до их восстановления. После восстановления их шлифованием они используются вновь. На рис. 48 показаны зубья и схема снятия припуска при трапецеидальной схеме резания: для обработки плоскости (рис. 48, а), для обработки вогнутой цилиндрической поверхности (рис. 48, б).

Протяжки в виде комплекта проще изготовлять и перетачивать, чем другие прогрессивные протяжки.

Профильная схема резания при наружном протягивании по стали применяется для обработки плоскостей шириной менее 5 мм, вогнутых поверхностей с постоянным радиусом (протяжка имеет круглую форму) и при обработке широких плоскостей в качестве чистовой секции комплекта.

Такая схема применяется также для различных случаев обработки чугуна.

На рис. 49 показаны профильная (а) и генераторная (б) схемы резания, а на рис. 50 — соответственно конструкции режущей части профильной (а) и генераторной (б) протяжек. Каждый зуб профильной протяжки имеет фасонный профиль, изготовление и

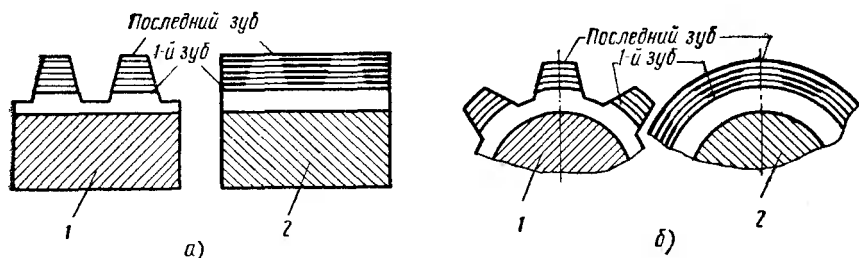


Рис. 48. Зубья наружных протяжек с прогрессивной трапецевидальной схемой резания:

а — для обработки плоскости, *б* — для обработки вогнутой цилиндрической поверхности;

1 — первая протяжка комплекта (с первыми зубьями всех секций), *2* — вторая протяжка комплекта (со вторыми зубьями всех секций)

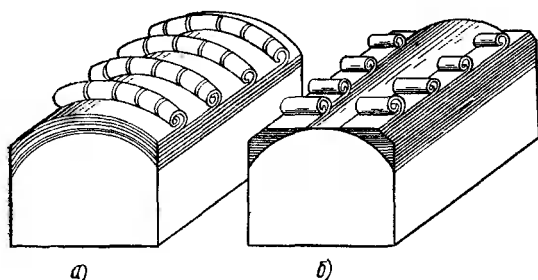


Рис. 49. Срезание стружки с фасонной поверхности при схемах резания:

а — профильной, *б* — генераторной

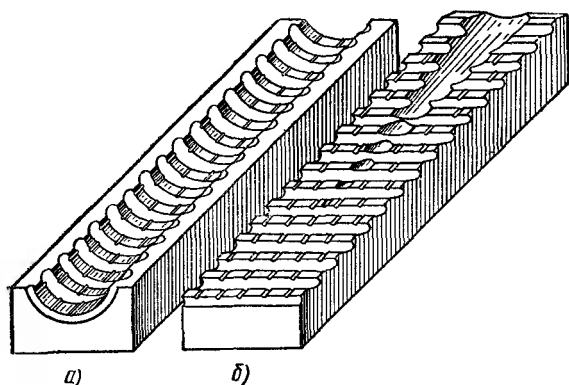


Рис. 50. Фасонные протяжки:

а — профильная, *б* — генераторная

заточка которого сложны. Главные режущие кромки генераторной протяжки имеют прямолинейную форму; изготавливается она почти так же, как обычная (плоская) шпоночная протяжка.

Благодаря тому что генераторная протяжка срезает плоские узкие полосы металла, облегчается процесс образования стружки и ее размещения во впадине, что позволяет применять большие подачи на зуб, а следовательно, уменьшать длину протяжки и вести обработку «по-черному».

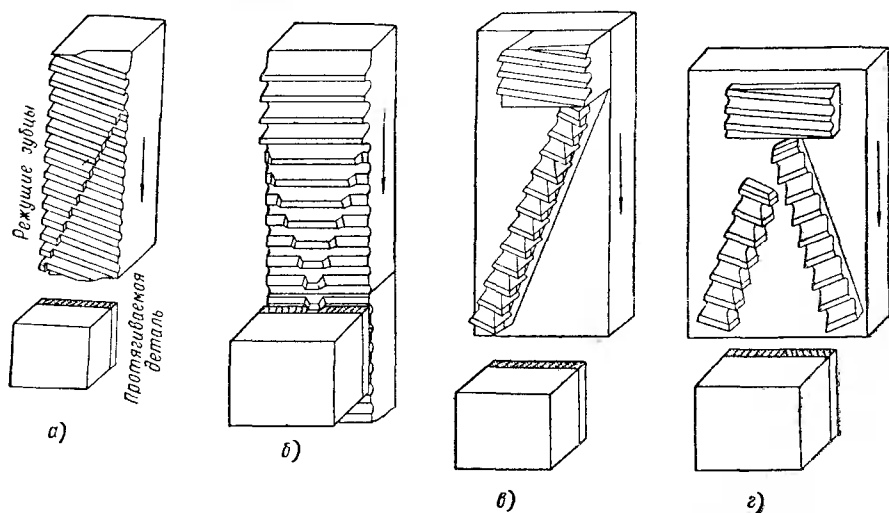


Рис. 51. Протяжки с генераторной схемой резания

На рис. 51 показаны протяжки с генераторной схемой резания для обработки плоскостей: прямые односторонние (рис. 51, а), прямые двусторонние (рис. 51, б), наклонные односторонние (рис. 51, в) и наклонные сдвоенные (рис. 51, г).

Преимущество наклонных протяжек состоит в простоте устройства, легкости изготовления и замены; недостатки — низкая чистота обработки и большая длина протяжки, что ограничивает ширину протягиваемой поверхности до 50 мм для односторонней и до 120 мм для сдвоенной наклонной протяжки.

Круговые (дисковые) вращающиеся протяжки применяются для обработки плоских и фасонных поверхностей небольшого размера. Зубья протяжки могут быть расположены на цилиндрической, торцевой или конической поверхности диска. На рис. 52 показана дисковая протяжка для обработки плоскостей. Зубья ее расположены четырьмя группами, обрабатывающими за один оборот протяжки четыре детали. Обработка идет при непрерыв-

ном вращении протяжки. Подача на зуб от 0,012 до 0,05 мм, общий снимаемый припуск от 0,12 до 0,2 мм. Изделия устанавливаются и снимают в моменты, когда обработанные поверхности совпадают с пространством между группами зубьев.

Протяжки со вставными или напаянными зубьями из быстрорежущей стали или твердого сплава применяются для протягивания внутренними протяжками шпоночных канавок, пазов и плоскостей, а также наружными протяжками с шагом более 25 мм.

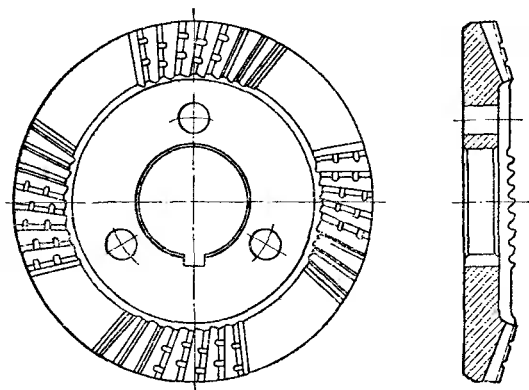


Рис. 52. Дисковая вращающаяся протяжка

Напайные пластины применяют как быстрорежущие, так и твердосплавные. Для обработки чугуна используют пластины твердого сплава ВК6М и ВК8 различной формы. Вставные ножи могут быть гладкими, они крепятся клиньями. Такое крепление позволяет регулировать высоту последнего зуба.

Можно также вставлять стандартные рифленные ножи, применяемые для фрез.

Крепление к корпусу секций рабочей части наружных протяжек. В большинстве случаев наружные протяжки сменяют и регулируют непосредственно на станке, без снятия корпусов. Конструкция крепления должна обеспечивать возможность такой наладки. Крепление секций к корпусам производится винтами, клиньями и накладками (рис. 53).

Винты можно располагать сверху по концам секций (рис. 53, а) или вдоль секций (рис. 53, б). В протяжках с небольшой нагрузкой секции можно прижимать краем головок винтов (рис. 53, в). Наиболее простым считается крепление винтом снизу (рис. 53, г) или одновременно с двух сторон (рис. 53, д, е, ж).

Для низких секций, когда отверстия под винты близко подходят к дну стружечных канавок (рис. 53, з); дно резьбовых отверстий рекомендуется делать плоским.

Для крепления секций обычно пользуются винтами диаметром 5—10 мм с цилиндрической головкой и с внутренним шестигранником.

Иногда для компенсации износа отдельных секций применяют специальные тонкие листовые прокладки, а также регулировочные клинья (рис. 54).

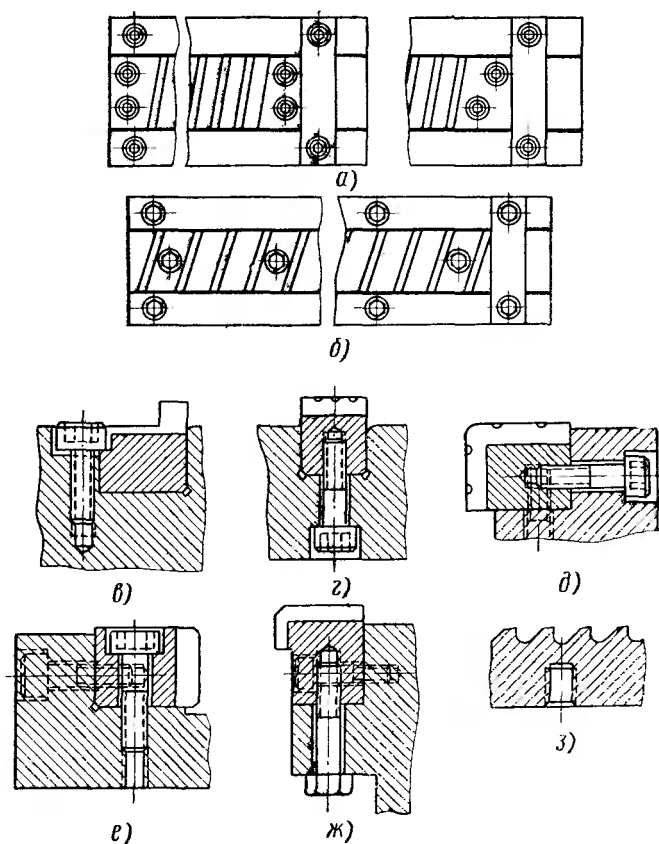


Рис. 53. Крепление к корпусу секций рабочей части наружных протяжек

В этом случае регулирование секции 2 производится перемещением клина 1 винтом 3.

Корпус с наружными протяжками закрепляется на инструментальной каретке вертикального протяжного станка винтами и шпонками. Корпус можно устанавливать непосредственно на инструментальную каретку или на промежуточную плиту, что упрощает конструкцию корпуса.

Протяжки, оснащенные твердым сплавом. Твердосплавные протяжки начали широко применяться в США после 1952 г. Для них созданы протяжные станки с рабочей скоростью до 120 м/мин. Твердосплавными протяжками обрабатывают как чугун, так и специальные стали и сплавы. Форма этих протяжек различна: круглые — для обработки отверстий, комбинированные фасонные — для обработки наружных поверхностей и т. д. Применяются конструкции с напайными пластинками твердого сплава, с пластинками твердого сплава, напаянными на

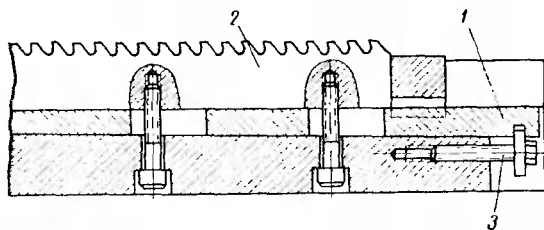
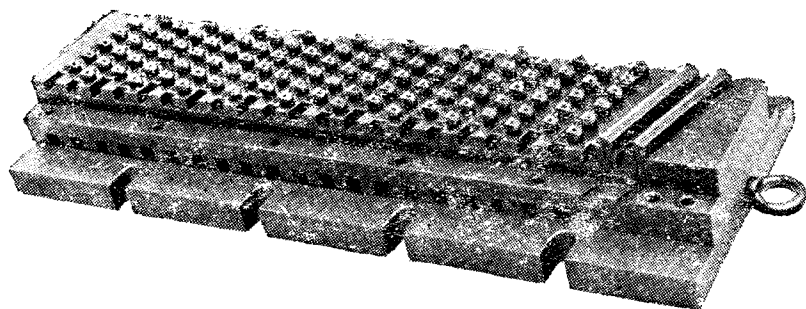


Рис. 54. Регулирование наружных протяжек клиньями для компенсации износа

механически закрепляемые ножи, и с пластинами твердого сплава, закрепляемыми непосредственно на корпусе протяжки. Для внутреннего протягивания выпускаются твердосплавные кольца диаметром до 230 мм. Большое значение имеет качество напайки и заточки твердого сплава. Заточку следует производить алмазными кругами. Не рекомендуется применять большие передние и задние углы лезвий, так как твердый сплав довольно хрупок. В качестве материала применяются сплавы группы ВК. Стойкость твердосплавных протяжек в 5—30 раз превосходит стойкость протяжек из быстрорежущей стали.

Конструкция сборной наружной протяжки для обработки плоскостей показана на рис. 55.

В корпусе протяжки 6 размещены вставные ножи 4, которые при помощи винтов 5 устанавливаются все на один размер вне протяжки по шаблону или в индикаторном приспособлении. Для обеспечения равномерного вылета ножей наружная плоскость корпуса 6 изготавливается с уклоном на величину снимаемого припуска. Уклон имеет увеличение в сторону калибрующих ножей. Ножи закрепляются при помощи клиньев 2 винтами 3. В случае выхода из строя ножи 4 могут быть быстро заменены. Калибрующие ножи 7 при помощи клиньев 8 и винтов 9 регулируются по высоте. Закрепляются ножи 7 клиньями 2. Подача на зуб достигается за счет различной высоты планок 1. Благодаря расположению ножей в шахматном порядке и различной высоте планок 1 осуществляется прогрессивная (групповая) схема резания.



a)

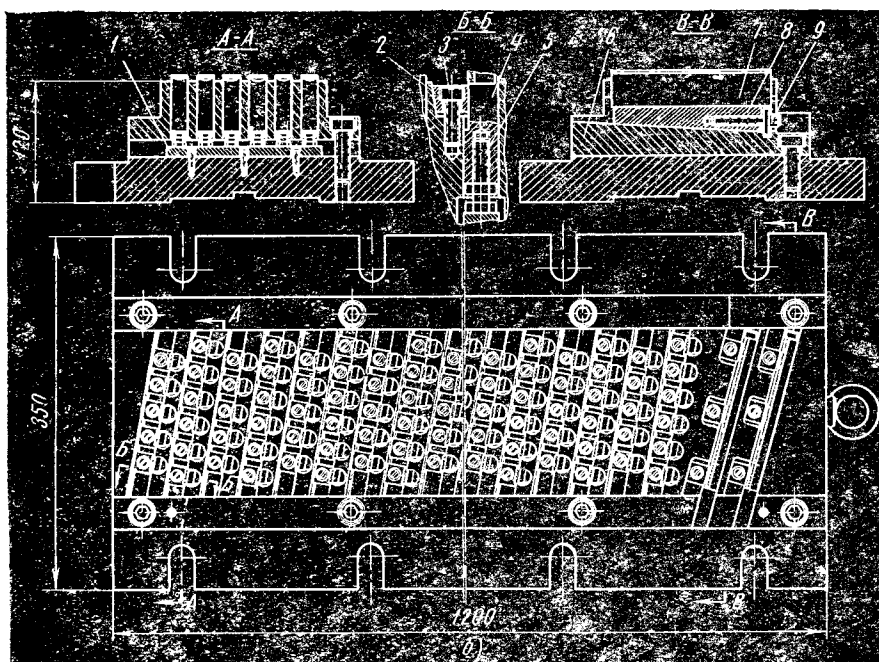


Рис. 55. Сборная твердосплавная наружная протяжка:
а — общий вид, б — схема

Опорная площадка ножа под пластину твердого сплава ВК6М фрезеруется под углом на 2° большим, чем передний угол лезвия. Это позволяет не шлифовать всю поверхность передней грани, а только ленточку шириной 2—3 мм. Калибрующий нож набирается из ряда таких пластин. Заточка ножей по передней и задней граням производится алмазным кругом АЧК 125×32×10×3, АСО 10Б1 — 10%, на универсально-заточном станке ЗА64М. Скорость заточки 30 м/сек без охлаждения. Протяжка разработана и внедрена инж. С. И. Житническим.

На Московском заводе малолитражных автомобилей по предложению Р. И. Маркова разработаны и внедрены на операции протягивания полуотверстий чугунных крышек подшипника коленчатого вала протяжки, оснащенные твердым сплавом ВК8.

Внедрение указанных протяжек обеспечило повышение стойкости в 8—10 раз по сравнению со стойкостью ранее применявшихся быстрорежущих протяжек. Уменьшились размеры и количество сколов краев детали в месте выхода инструмента, которые при относительно небольшом затуплении быстрорежущей протяжки были значительными.

Скорость резания на вертикально-протяжном станке сохранилась прежней $v=10$ м/мин при работе без смазочно-охлаждающей жидкости.

Комплект протяжек, установленных на станке, имеет три секции. Каждая секция (рис. 56) состоит из оправки 1 с установленными на ней шестнадцатью кольцами (ножами) 2. Положение каждого кольца на оправке определяется шпонкой 3. Набор колец на оправке закрепляется гайкой 4. Оправки, гайки и шпонки для всех секций протяжки одинаковы. Кольца различаются лишь по наружному диаметру, который получается шлифованием в сборе на оправке. Все новые режущие кольца перед установкой на оправку одинаковы.

На корпус режущего кольца напаяны 11 пластинок твердого сплава (рис. 57). После напайки пластин шлифуют отверстие в корпусе и его торцы, а затем на зубьях затачивают передний угол, равный 10—15°, базируясь по шлифованному отверстию.

Шлифование режущих колец по диаметру, заточку задних углов и прорезание стружкоделительных канавок осуществляют в сборе на оправке.

Первая и вторая секции комплекта протяжек — режущие, третья — включает режущие и калибрующие зубья. Подача режущих колец 0,16 мм по диаметру. Последние четыре зуба третьей секции не имеют подачи на зуб.

Так как протяжка при обработке крышек подшипников работает половиной своего профиля, то после затупления ее поворачивают вокруг оси на 180° для работы незатупленной частью режущих колец.

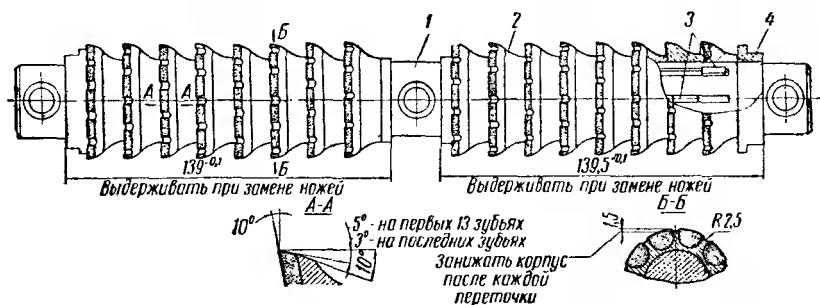


Рис. 56. Секция сборной твердосплавной протяжки

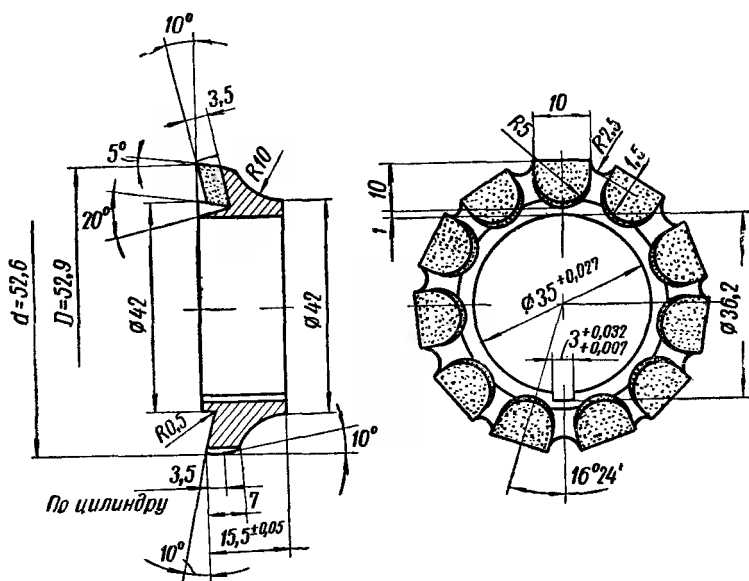


Рис. 57. Зуб твердосплавной протяжки

При износе режущих колец третьей секции (после неоднократной переточки) она перешлифовывается на размер второй секции. В таком же порядке вторая секция перешлифовывается на размер первой. Новый комплект ножей шлифуется и затачивается на размер третьей секции.

§ 21. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПРОТЯЖЕК

Качество изготовления протяжек имеет решающее значение для результатов протягивания.

Рассмотрим особенности технологии изготовления протяжек на примере изготовления круглой протяжки диаметром 12 мм и длиной 500 мм.

После заготовительных операций (отрезка заготовки, подрезка торцов, центровка) следует обточка, по наружному диаметру — предварительная и чистовая.

Токарную обработку по наружному диаметру проводят с двумя люнетами, для чего предварительно протачивают две шейки под люнеты диаметром, равным диаметру заготовки после окончательной наружной обточки. Проточку шеек ведут также в люнетах. Для этого на заготовку надевают муфточку, имеющую три винта, радиально расположенных под углом 120°. С помощью винтов биение муфточки выверяют с точностью до 0,05 мм и протачивают первую шейку. После этого устанавливают и выверяют вторую муфту и протачивают вторую шейку, оставляя припуск на диаметр 0,5—0,7 мм, с допуском, равным — 0,15 мм.

Для выравнивания внутренних напряжений, возникающих при обточке, проводят старение. Заготовки подвешивают за один конец и в таком состоянии выдерживают в течение трех суток.

Проверку биения и правку проводят в центрах. Биение не должно превышать 0,1 мм.

Токарную обработку впадин зубьев и остальных элементов протяжки производят также в двух люнетах. Припуск на диаметр составляет также 0,5—0,7 мм, а допуск равен 0,15 мм.

Рабочую часть протяжки подвергают термообработке. Хвостовик от закалки изолируют шнуровым асбестом.

Затем проводят окончательное шлифование. Сначала шлифуют две базовые шейки под люнеты, чтобы создать базу для окончательного шлифования протяжек. При этом муфточки выверяются с точностью 0,005 мм. Шлифование протяжек проводят в двух люнетах на базовых шейках. Шлифуют затылки у зубьев, впадины (шейки), хвостовик, переднюю и заднюю направляющие, задний захват.

Следующей операцией является заточка зубьев протяжки по передней поверхности и затем окончательное шлифование впадин.

Окончательную заточку зубьев по задней поверхности проводят на круглошлифовальном станке, для чего протяжку устанавливают в центрах и двух люнетах на базовых шейках.

Особенности изготовления круглых прогрессивных протяжек с переменной схемой резания. Изготовление прогрессивной круглой протяжки имеет некоторые особенности.

Токарная обработка впадин зубьев этих протяжек производится фасонными резцами (рис. 58, а), профиль которых выполнен радиусами R и r и прямолинейным участком под углом γ .

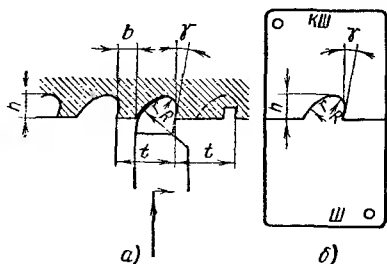


Рис. 58. Токарная обработка впадин зубьев круглой протяжки:

а — обработка впадин, б — контроль профиля резцов и впадин

Профиль впадины зубьев проверяют шаблоном, а фасонных резцов — контршаблоном (рис. 58, б).

Спинку зубьев протяжки шлифуют кругом, заправленным по радиусу R с подачей в поперечном направлении.

При шлифовании режущих зубьев с равномерным подъемом (обычная или профильная схема резания) стол круглошлифовального станка устанавливают под углом, соответствующим углу подъема на зуб. При этом зубья шлифуют

в окончательный размер по диаметру на проход, а затем шлифуют каждый зуб по задней поверхности. Протяжки с переменной схемой резания с двумя зубьями в секции в зависимости от размеров протяжки и навыков шлифовщика шлифуют двумя методами. Шлифование по первому методу проводят с последующим уменьшением диаметра вторых зубьев в секции при заточке заднего угла, т. е. аналогично шлифованию обычных протяжек. По второму методу шлифуют отдельно каждую секцию, поворачивая стол на величину, соответствующую разнице в диаметре зубьев секции с учетом шага зубьев, и затем зубья шлифуют по задней поверхности (рис. 59).

В сложных протяжках с многозубыми секциями все зубья секции одновременно шлифуют по цилиндру, а затем диаметр последнего зуба секции занижают на 0,04 мм (при помощи лимба станка).

Выкружки на режущих зубьях делают на заточном станке после окончательного шлифования зубьев и перед окончательной заточкой протяжки по передним поверхностям. Применяются два способа шлифования выкружек: с поперечным врезанием круга и с продольной подачей.

На рис. 60 показан шлифовальный круг формы ПП в рабочем положении при шлифовании с поперечным врезанием круга. За-

тылование выкружек обеспечивается заправкой круга на конус под углом $\alpha=6^\circ$ и поворотом шлифовальной головки на угол β . Недостатками этого способа является появление прижогов режущей кромки зубьев вследствие большой поверхности контакта круга и шлифуемой выкружки; и зависимость величины бокового заднего угла $\alpha_{бок}$ на выкружке от угла конуса на круге. Чаще всего угол получается слишком большим. Это приводит к быстрому увеличению ширины выкружек после переточек, в результате чего срок службы протяжки сокращается.

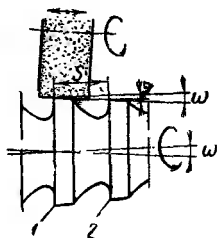


Рис. 59. Шлифование протяжки с кружком с поперечным врезанием

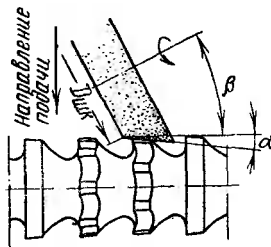


Рис. 60. Шлифование выкружек с поперечным врезанием круга

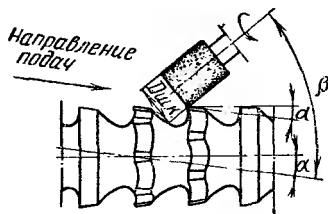


Рис. 61. Шлифование выкружек с продольной подачей круга

Для образования выкружек с помощью продольной подачи применяют круги формы ПВ (прямые с выточкой) на керамической связке зарнистостью 60—80 и твердостью С1. Круг заправляют по торцу, т. е. без изменения диаметра, при этом увеличивается число заправок и снижается расход кругов. Диаметр шлифовального круга зависит от размера выкружки и угла поворота оси шпинделя шлифовального станка. Для получения заднего угла α задний центр поднимают так, чтобы ось протяжки составляла с горизонтальной плоскостью угол $\alpha=4^\circ$ (рис. 61).

Преимуществом этого способа образования выкружек является то, что износ круга не влияет на форму и размер выкружки, сокращаются затраты времени на правку круга, меньше расход кругов, исключается возможность прижогов вследствие малой площади контакта.

Особенности изготовления плоских протяжек. Заготовками для изготовления плоских протяжек служат прокат и поковки.

При изготовлении протяжек из поковок концы заготовки следует отрезать и произвести правку заготовки на прессе. Затем такую заготовку фрезеруют. Если заготовка из полосы, то ее шлифуют по одной широкой поверхности. И в том и в другом случае заготовки крепят в многоместном пневматическом приспособлении, устанавливаемом на плите шлифовального или фрезерного станка.

Для предотвращения сдвига заготовок вдоль плиты служит упор, устанавливаемый также на столе станка.

Фрезерование узких сторон заготовки передней направляющей и другие подобные операции производят также на фрезерных станках с креплением заготовок в быстродействующих пневматических приспособлениях или в приспособлениях с винтовым ручным зажимом. Для фрезерования угла подъема зубьев применяется зажимное приспособление с поворотной верхней плитой, которую устанавливают под необходимым углом. Профиль зубьев фрезеруют на горизонтально- или универсально-фрезерных станках при помощи дополнительной поворотной фрезерной головки в многоместном приспособлении. Замковый паз на протяжках фрезеруют на вертикально-фрезерном станке концевой фрезой. Протяжки устанавливают по всей ширине магнитной плиты. Затем фрезеруют уступ, для крепления протяжки также используют пневматическое приспособление.

После термообработки следует предварительное шлифование широких сторон, затем затачивание профиля и доводка передней грани зубьев, окончательное шлифование широких сторон, шлифование уступа, шлифование спинки зубьев в приспособлении или в струбцинах, шлифование калибрующих зубьев, передней направляющей и хвостовой части, шлифование по конусу с наклоном магнитной плиты.

Стружкоделительные канавки шлифуются так же с наклоном магнитной плиты. Готовые протяжки маркируются.

Контрольные вопросы

1. Какие части протяжки являются основными и каково их назначение?
 2. Назовите основные схемы резания при протягивании, их преимущества и недостатки.
 3. Из каких марок сталей изготавливают протяжки?
 4. Перечислите основные типы внутренних протяжек. Каково их назначение?
 5. Перечислите основные типы наружных протяжек. Каково их назначение?
 6. Каковы преимущества и недостатки протяжек, оснащенных твердым сплавом? Где они применяются?
 7. Как определяется коэффициент заполнения стружечной канавки и от чего зависит его величина?
-

§ 22. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПРОТЯЖНЫХ СТАНКОВ

Протяжные станки делятся на основные типы по следующим признакам.

По назначению — для внутреннего и наружного протягивания.

По степени универсальности — на станки общего назначения и специальные.

По направлению и характеру рабочего движения — на горизонтальные, вертикальные, непрерывного действия с прямолинейным конвейерным движением, с круговым движением протяжки или заготовки, с комбинацией различных одновременных движений заготовки и протяжки.

По роду автоматизации — обычные; полуавтоматы; автоматы, встраиваемые в автоматические линии общего типа; автоматические линии протяжных станков для выполнения нескольких операций протягивания на одном изделии.

По количеству кареток или позиций — с одной, двумя или несколькими каретками; однопозиционные (обычные) и многопозиционные (с поворотными столами).

Привод станков, как правило, гидравлический, однако существуют станки с механическим приводом, а для высокоскоростных протяжных станков применяется усовершенствованный электромеханический привод.

Отечественная промышленность выпускает все виды протяжных станков, включая специальные по требованиям заказчиков.

По ГОСТ 5393—50 горизонтальные протяжные станки значатся с наибольшим тяговым усилием от 6,18 кН до 1,47 Мн (от 0,63 до 150 Т) при длине хода ползуна от 400 до 3200 мм, а вертикальные соответственно от 6,18 кН до 184 Мн (от 0,63 до 80 Т и 400—2500 мм). Выпускаемые у нас горизонтально-протяжные станки универсального назначения имеют наибольшее тяговое усилие от 9,8 кН до 0,98 Мн (от 10 до 100 Т), а вертикально-протяжные — от 24,5 кН до 0,196 Мн (от 2,5 до 20 Т), ход ползуна соответственно 100—2000 мм и 600—1750 мм, пределы скоростей рабочего хода от 0,5 до 14,5 м/мин, скорость обратного хода от 5 до 25 м/мин.

В обозначении модели протяжного станка указываются группа, тип и тяговое усилие. Согласно принятой классификации

металлорежущих станков протяжные станки входят в группу 7, в которой к типу 5 относятся горизонтальные и к типу 7 — вертикальные. Эти цифры стоят первыми в обозначении станка. Следующие две цифры обозначают тяговое усилие станка в тоннах. В обозначение модели станка, кроме цифр, могут входить и буквы. Если буква стоит после первой цифры, это обозначает, что конструкция станка подвергалась усовершенствованию; если буква стоит в конце номера станка, это значит, что данный станок является видоизменением основной «базовой» модели. Специальные протяжные станки обозначаются условными заводскими номерами.

Примеры обозначений станков. Станок модели 7A510: 7 — протяжной станок, 5 — горизонтального типа, А — усовершенствованный в сравнении с моделью 7510 (полуавтоматический цикл работы, большие скорости рабочего и холостого хода, бесступенчатое регулирование рабочей скорости и др.), 10 — тяговое усилие 10 *T*; станок 7720В: 7 — протяжный станок, 7 — вертикального типа, 20 — тяговое усилие 20 *T*, В — для внутреннего протягивания (в отличие от модели 7720 для наружного протягивания).

Станок ВП-3: специальный станок, вертикально-протяжной полуавтомат для протягивания стыков вкладышей.

§ 23. ГОРИЗОНТАЛЬНО-ПРОТЯЖНЫЕ СТАНКИ

Станки данного типа широко применяются в массовом и крупносерийном производстве.

Основные паспортные данные станков приведены в табл. 13.

Таблица 13

Краткая техническая характеристика
горизонтально-протяжных станков

Модель станка	Номинальное тяговое усилие, <i>T</i>	Длина хода каретки, мм		Скорость рабочего хода, м/мин		Скорость обратного хода, м/мин	Электродвигатель	
		наибольшая	наименьшая	наибольшая	наименьшая		мощность, кВт	число оборотов в минуту
7510	10	1400	120	3,4	0,5	19	6	1000
7510М	10	1400	120	7,5	0,5	22	10	970
7A510	10	1250	100	13,0	1,5	25	14	970
7520	20	1600	230	6,0	0,6	20	18,7	975
7A520	20	1600	100	11,0	1,5	25	20	970
7530М	30	1800	100	5,0	0,5	20	25,5	975
7540	40	2000	100	6,8	1,0	20	40	975
7551	70	2000	—	3,7	0,3	23	55	980
7552	100	2000	—	3,7	0,3	23	—	980

Горизонтально-протяжной станок модели 7520 одинарного действия предназначен для протягивания внутренних поверхностей различной формы и размеров и получил широкое распространение на заводах.

Конструкция станка. Станок состоит из следующих основных узлов (рис. 62): станины 1 с рабочей ползушкой, гидравлического цилиндра 2, механизма управления 3, корыта 7, системы охлаждения 5, гидравлического привода 8, электрооборудования 9, рабочей каретки 10, кулачка 12, путевых выключателей 11 и 14, штанги управления 13, наконечников системы охлаждения 4 и 6.

Сварная станина удлиненной коробчатой формы несет на себе направляющие, по которым перемещается каретка. К торцу станины прикреплен рабочий цилиндр с поршнем и штоком. В станине расположены бак для эмульсии и насос с электродвигателем для подачи смазочно-охлаждающей жидкости. Резервуар с маслом для питания гидросистемы, плунжерный насос и электродвигатель расположены под рабочим цилиндром. Плунжерный насос высокого давления НПМ-709 приводится в движение электродвигателем мощностью 19,7 кВт с 1000 об/мин. Управление станком осуществляется кнопочной коробкой и конечными упорами. К опорной части станины станка прикреплено корыто, имеющее направляющую пластину, по которой вручную перемещается люнет. Люнет удерживает протяжку за цапфенную часть не только перед началом работы, но и в процессе ее движения.

Гидравлическая система протяжного станка (рис. 63). После пуска электродвигателя насоса высокого давления при помощи кнопки «пуск» масло из резервуара 19 нагнетается шестеренчатым насосом 20 по трубопроводам 18 и 21 в реверсивный золотник и по каналу 22 в цилиндр 15. Затем масло из золотника по каналу 27 попадает в камеру цилиндра 28 и одновременно по каналам 32 и 30 в правый торец клапана 33. Цилиндр 3 сообщается с резервуаром 19 через каналы 26, 24 и проточку реверсивного золотника 25. Скользящий блок плунжерного насоса 12 при включении кнопки «пуск» перемещается вправо до тех пор, пока регулируемая гайка 29 не упрется в корпус цилиндра, что будет соответствовать нулевому эксцентриситету плунжерного насоса 12. Перемещение скользящего блока направо осуществляется вследствие разности площадей поршней в цилиндрах 28 и 15.

Одновременно масло, поступающее по каналу 32 в правую камеру клапана 33, перемещает плунжер влево. При таком положении плунжера маслопроводы 4 и 5 станут сообщающимися, и плунжерный насос начнет работать на себя в случае неточности в установке скользящего блока в нулевом положении. Включением кнопки «рабочий ход» включается соленоид 23 рабочего хода, который перемещает плунжер реверсивного золотника в крайнее положение. После этого камеры цилиндров 3 и 28 будут сооб-

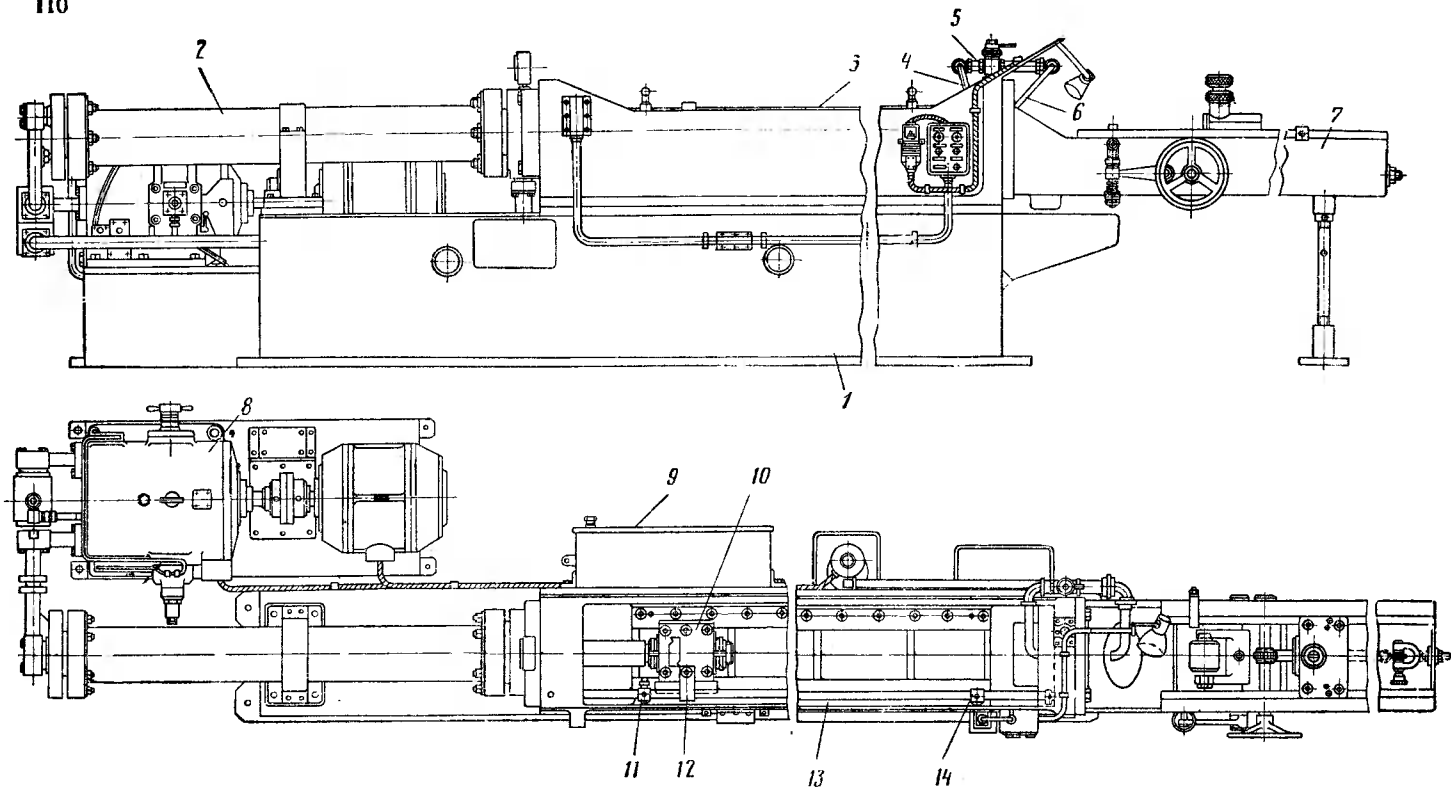


Рис. 62. Горизонтально-протяжной станок 7520

щаться через выточки. Вследствие разности площадей поршней в цилиндрах 3 и 15 скользящий блок плунжерного насоса 12 смещается вправо до упорного винта 13; в таком положении плунжерный насос начинает работать. Скорость рабочего хода устанавливается винтом 13 при помощи штурвала 14.

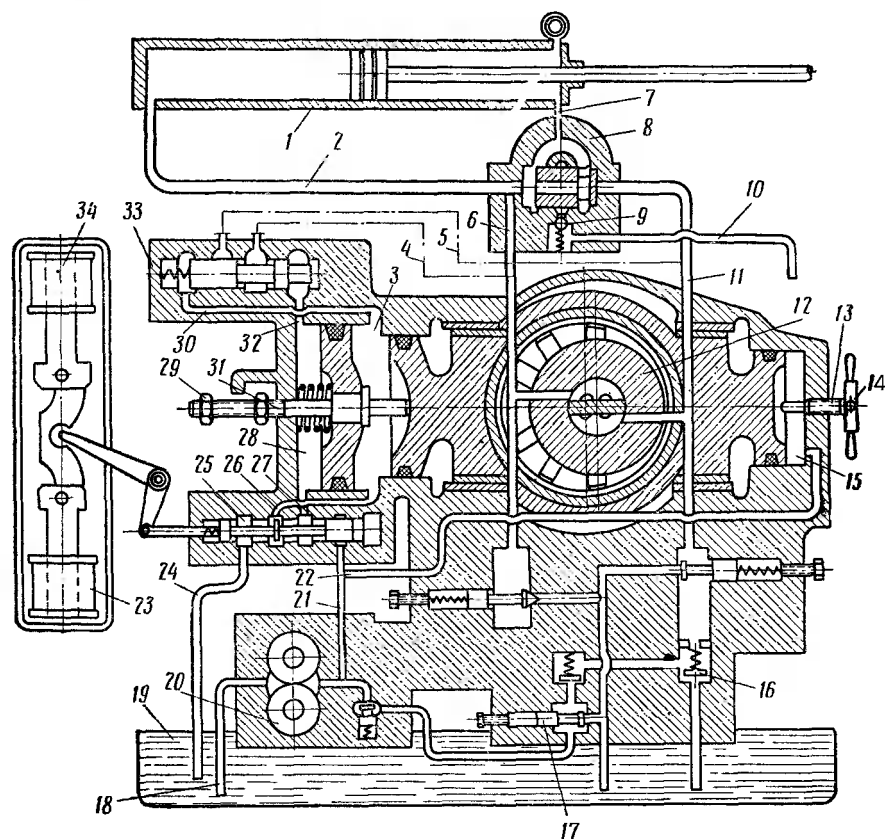


Рис. 63. Гидравлическая схема станка 7520

Благодаря тому что обе камеры клапана 33 соединены с потоком масла от шестеренчатого насоса, плунжер под действием усилия пружины отодвигается в крайнее правое положение и закрывает маслопроводы 4 и 5. В это время масло по маслопроводам 6 и 2 через дифференциальный золотник 8 отсасывается из полости обратного хода рабочего цилиндра 1 плунжерным насосом и нагнетается по маслопроводам 11 и 7 и дифференциальному золотнику в полость рабочего хода цилиндра. Плунжер

дифференциального золотника во время рабочего хода должен занимать крайнее левое положение. Избыток масла, получающийся вследствие разности объемов полостей рабочего цилиндра, через клапан 9 дифференциального золотника по трубке 10 сливается обратно в резервуар 19.

При рабочем ходе поршня всасывающий клапан 16 давлением масла сверху закрывается. Масло, нагнетаемое шестеренчатым насосом, в это время поступает обратно в резервуар через клапан 17. В конце рабочего хода при помощи упора, установленного на ползуне станка, выключается соленоид рабочего хода. Реверсивный золотник в этот момент под действием пружины и рычагов становится в среднее положение, соответствующее положению кнопки «стоп», благодаря чему блок плунжерного насоса занимает нейтральное положение, и подача масла в рабочую полость цилиндра прекращается. Обратный ход каретки станка осуществляется путем нажатия кнопки «холостой ход», которая включает соленоид 34 обратного хода, причем плунжер реверсивного золотника 25 занимает крайнее левое положение и тем самым закрывает маслопровод 21, благодаря этому прекращается доступ масла в камеры цилиндров 28 и 3, а в цилиндр 15 оно продолжает нагнетаться. При таком положении плунжера реверсивного золотника камеры 28 и 3 соединены через проточки плунжера с маслопроводом 24 и резервуаром 19.

Под действием поршня цилиндра 15 блок плунжерного насоса перемещается влево до упорного винта 31, устанавливаемого на необходимую скорость обратного хода. Плунжерный насос после перемещения дифференциального золотника 8 в крайнее правое положение через всасывающий клапан 16 нагнетает масло из резервуара по маслопроводам 6 и 2 в полость обратного хода рабочего цилиндра 1. Полость рабочего хода цилиндра по маслопроводам 7 и 2, соединенным посредством канала 27 реверсивного золотника, сообщается с полостью цилиндра обратного хода. Вследствие разности рабочих площадей полостей рабочего и холостого хода (за счет площади сечения штока) скорость холостого хода намного больше скорости рабочего хода. В конце ускоренного обратного хода упор, установленный на каретке, выключает соленоид обратного хода. Реверсивный золотник в этом случае находится в нейтральном положении, благодаря чему и скользящий блок плунжерного насоса также занимает нейтральное положение. Работа станка на этом заканчивается.

§ 24. ПРОТЯЖНЫЕ СТАНКИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Протяжные станки непрерывного действия отличаются от обычных протяжных станков тем, что рабочее движение изделия или протяжки совершается непрерывно.

Техническая характеристика указанных станков приведена в табл. 14.

Таблица 1

**Техническая характеристика горизонтально-протяжных станков
непрерывного действия отечественного производства**

Наименование параметров	Модели станков	
	МП-17	МП-11
Наибольшее тяговое усилие станка, кг	2500	5000
Скорость протягивания, м/мин	3,35	6
Наибольшая длина инструментальной плиты, мм	1000	1600
Размер опорной плиты звена тяговой цепи (для установки приспособления, длина и ширина), мм	200×130	225×120
Расстояние между опорными плитами для крепления приспособлений, мм	80	55
Количество опорных плит (звеньев цепи), шт.	18	24
Расстояние от плоскости опорной плиты приспособления до плоскости крепления инструментальной плиты, мм	150	150
Наибольшая ширина инструментальной плиты, мм	160	230
Мощность электродвигателя привода, кВт	2,8	7
Число оборотов электродвигателя привода, об/мин	1420	970
Мощность электродвигателя охлаждения, кВт	2,8	2,8
Число оборотов электродвигателя охлаждения, об/мин	1420	1420
Габариты станка (длина×ширина×высота), мм	3300×1370×1250	4480×1715×1386
Вес станка без приспособления и инструментальной плиты, кг	3000	6200

Примечание. По специальному заказу станки могут поставляться с другими скоростями резания.

**§ 25. ВЕРТИКАЛЬНО-ПРОТЯЖНОЙ СДВОЕННЫЙ
СТАНОК 7А720Д ДЛЯ НАРУЖНОГО
ПРОТЯГИВАНИЯ**

Станок предназначен для обработки наружных поверхностей. Он имеет два подводных стола и две каретки, которые выполнены конструктивно так же, как у одинарных станков. Работа ка-

реток станка согласована: если с одной стороны совершается рабочий ход, то с другой — обратный, который заканчивается с незначительным опережением рабочего хода. На стороне обратного хода можно снять обработанную деталь и установить заготовку во время рабочего хода другой стороны. Это обеспечивает высокую производительность. Подобные станки удобны также для выполнения двух операций на одной детали.

Рабочие каретки и столы приводятся в движение от отдельных гидравлических цилиндров, куда через золотниковую систему поступает масло под высоким давлением от одного поршневого регулируемого насоса. Обрабатываемые детали закрепляются в приспособлениях, устанавливаемых на столах. Режущий инструмент (протяжки) при помощи инструментальных плит закрепляется на каретках, перемещающихся по вертикальным направляющим станины. Большинство узлов и деталей такие же, как и у одинарного станка 7А720.

Станок состоит из следующих узлов: основания 1 (рис. 64), станины 7, кареток 6, тумбы 2, гидропровода 8, электрооборудования 5, охлаждения 4, столов 3.

Основание представляет собой сварную конструкцию коробчатой формы, разделенную на три сообщающиеся камеры. К средней части приварены лотки для удаления стружки. На основании монтируется станина, тумба и насосы охлаждения.

Станина — сварная, коробчатой формы, с внутренними ребрами жесткости, полостями для крепления рабочих цилиндров и стальными калеными направляющими для рабочих кареток. На станине монтируются рабочие каретки, рабочие цилиндры и тумба. Предусмотрена ниша для монтажа электрооборудования. Внутренняя полость используется для размещения гидроаппаратуры.

Каретка представляет собой чугунную отливку коробчатой формы с направляющими, имеющими форму ласточкина хвоста. К передней плоскости каретки крепится инструментальная плита. Сбоку к кареткам привернуты планки для крепления кулачков установки длины хода рабочих кареток.

Тумба — сварная, коробчатой формы, с внутренними ребрами жесткости, плоскостью для размещения накладных столов и лапами для крепления тумбы к основанию и станине.

Для монтажа и обслуживания станка в тумбе сделаны окна, закрываемые крышками. С правой и левой сторон тумбы смонтированы рукоятки управления станком.

Гидропривод состоит из отдельных узлов, монтируемых на баке, станине и накладных столах. К основным узлам гидропривода относятся: гидронасос типа НПМ-714, рабочие цилиндры и цилиндры столов, золотниковая коробка с золотниками, обратные клапаны, гидравлические сопротивления, кран и система трубопровода.

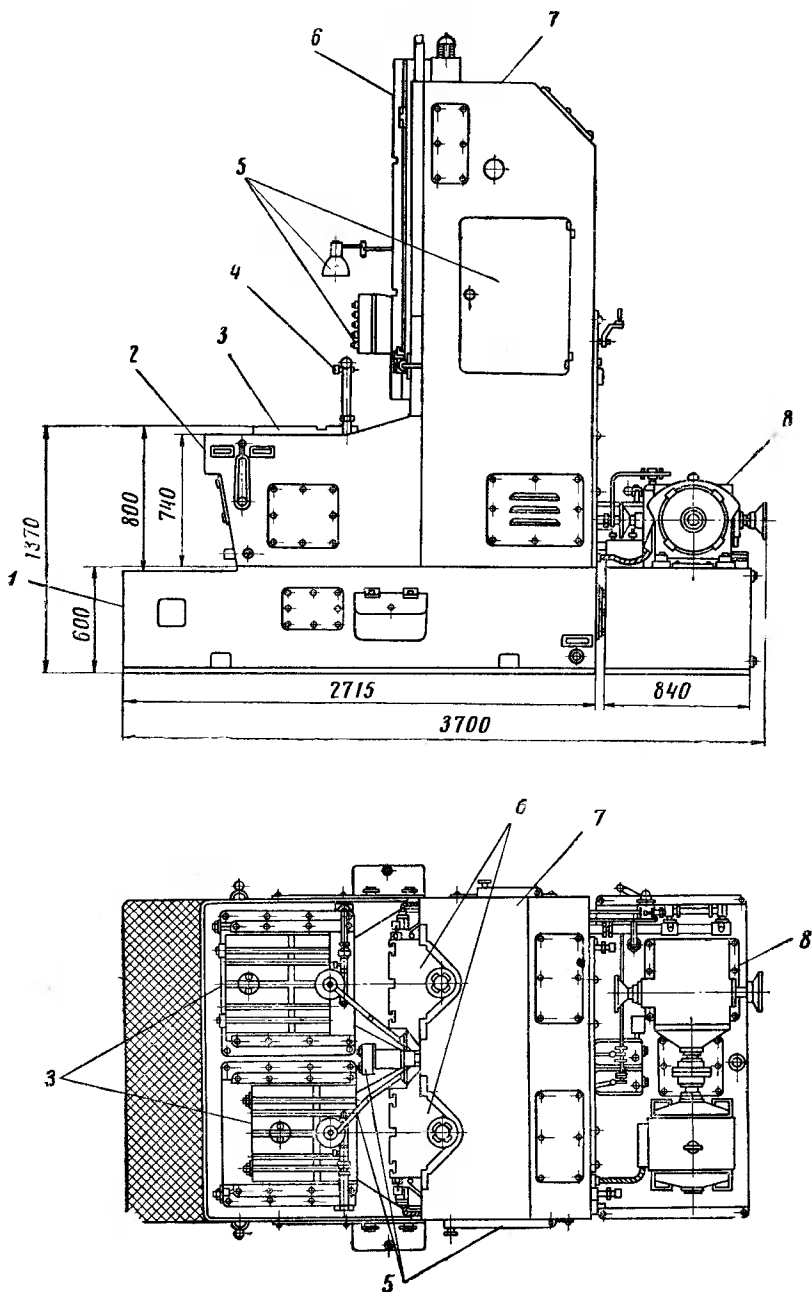


Рис. 64. Вертикально-протяжной сдвоенный станок 7A720Д для наружного протягивания

Непрерывный цикл. Подвод правого стола с одновременным отводом левого (рабочий ход правой каретки с одновременным обратным ходом левой) и отвод правого стола с одновременным подводом левого стола (обратный ход правой каретки с одновременным рабочим ходом левой каретки и т. д.).

Полный цикл. Подвод правого стола с одновременным отводом левого (рабочий ход правой каретки с одновременным обратным ходом левой) и отвод правого стола с одновременным подводом левого (обратный ход правой каретки с одновременным рабочим ходом левой) — стоп.

Простой цикл. Подвод правого стола и отвод левого стола (рабочий ход правой каретки и обратный ход левой) — стоп, подвод левого и отвод правого стола (рабочий ход левой и обратный ход правой каретки) — стоп.

Технические характеристики основных типов вертикально-протяжных станков универсального назначения, выпускаемых отечественной промышленностью, приведены в табл. 15.

Таблица 15

Краткая техническая характеристика вертикально-протяжных станков

Модель станка	Номинальное тяговое усилие, т	Наибольший ход каретки, мм	Скорость рабочего хода каретки, м/мин		Скорость обратного хода каретки, м/мин	Ход стола, мм	Электродвигатель		Вид протягивания
			наибольшая	наименьшая			мощность, кВт	число оборотов в минуту	
7705	5	600	6	0,5	13	50	6	1000	Наружное и внутреннее
7A705B	5	800	13,5	1,5	20	—	14	970	Внутреннее
7705A	5	600	6	0,5	13	50	6	1000	Наружное
7705B	5	600	6	0,5	13	—	6	1000	Прошивание
7710	10	1350	7,8	1	21	80	11,8	1000	Наружное
7A710	10	1200	7,5	1	22	80	11,8	1000	"
7B710	10	1000	13	0,5	20	125	14	970	"
7A710Д ¹⁾	10	1000	13	1,5	—	125	14	970	"
7710B	10	1000	12	1,5	20	—	20	970	Внутреннее
7720	20	1600	13	1,5	20	160	20	970	Наружное
7B720	20	1250	13	1,5	20	160	20	970	"
7720B	20	1250	11	1,5	25	—	20	970	Внутреннее
7A720Д ¹⁾	20	1250	11	1,5	—	160	20	970	Наружное

¹⁾ Сдвоенный

§ 26. ШПОНОЧНО-ПРОТЯЖНЫЕ СТАНКИ

Протягивание круглых отверстий, шпоночных, щлицевых и других канавок является наиболее распространенным видом протяжных работ. В то же время это наиболее простые работы, выполнение которых не требует сложных и больших протяжных станков и часто не требует даже протяжек, а только резцов.

В последние годы получили развитие шпоночно-протяжные станки вертикального исполнения. На этих станках можно обрабатывать протяжкой круглые отверстия, фасонные отверстия, шпоночные и шлицевые канавки при помощи адаптера и поворотного стола, шпоночные и шлицевые канавки в конических отверстиях при помощи наклонного адаптера, наружные плоские или фасонные поверхности.

Шпоночно-протяжные станки могут работать с переналадкой как резцами, так и протяжками. Станки имеют систему охлаждения инструмента. По требованию заказчика станки снабжаются поворотно-делительными столами.

Шпоночно-протяжные станки нашли широкое применение в промышленности, особенно в индивидуальном и мелкосерийном производстве, благодаря тому, что обладают значительной универсальностью, обеспечивают высокую точность и чистоту обработки, имеют небольшие габаритные размеры, являются незаменимыми для обработки крупногабаритных деталей (гребных винтов, колес больших диаметров и т. д.). Во многих случаях шпоночно-протяжные станки успешно заменяют долбежные и протяжные станки. На рис. 65 представлена принципиальная схема работы шпоночно-протяжного станка. На столе 1 с помощью приспособлений 3 и 4 устанавливается изделие 2. Адаптер 5 служит для направления протяжки или резца 7. За каждый рабочий ход резец подается на величину подачи при помощи клинового устройства 6. На рис. 66 показан общий вид одной из моделей шпоночно-протяжных станков.

Обращает на себя внимание компактность станка, простота устройства и управления.

В табл. 16 приведены основные данные отечественных шпоночно-протяжных станков моделей МП81 и МП82.

Станки предназначены для обработки шпоночных пазов в цилиндрических и конических отверстиях, ступиц гребных винтов, изготовленных из нержавеющей стали или бронзы. На каждом из станков может обрабатываться один или два диаметрально расположенных паза. Деление окружности в этом случае обеспечивается поворотом стола, на котором установлено и закреплено обрабатываемое изделие, до жесткого упора. Высокая точность обработки и чистота получаемой поверхности исключают дальнейшую ручную пригонку паза.

На указанных станках могут обрабатываться пазы различного профиля в отверстиях крупногабаритных деталей, применяемых в тяжелом машиностроении, турбостроении и в производстве крупных электрических машин и генераторов. Для этого применяют специальные резцы, соответствующие профилю обрабатываемого паза.

Обработка пазов ведется автоматически, скорость рабочего хода и тяговое усилие регулируются бесступенчато.

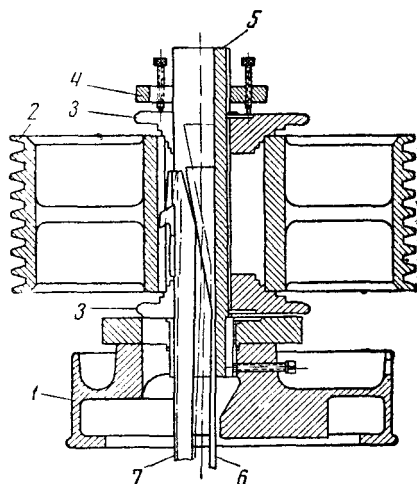


Рис. 65. Схема работы шпоночно-протяжного станка

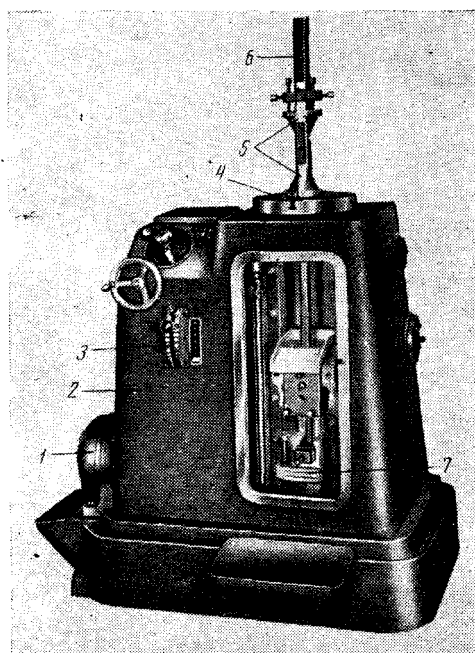


Рис. 66. Шпоночно-протяжной станок:
1 — двигатель главного привода, 2 — станина, 3 — регулятор скорости рабочего движения, 4 — стол, 5 — приспособления для установки изделия, 6 — адаптер, 7 — тяговая головка

Техническая характеристика шпоночно-протяжных станков

Параметры	Станки	
	МП81	МП82
Тяговое усилие (наибольшее), кг . . .	6000	10 000
Длина рабочего хода ползуна, мм	400—1000	600—1670
Скорость рабочего хода, м/мин	2—12	2—12
Скорость обратного хода, м/мин	20	20
Диапазон внутренних диаметров ступиц, в которых производятся шпоночные пазы, мм	100—300	300—600
Наибольшие размеры шпоночного паза, мм (ширина×глубина)	70×15	120×30
Наибольший вес обрабатываемой детали, кг	4000	35 000
Наибольшая производительность гидронасоса главного привода, л/мин	200	300
Мощность электродвигателя, квт	14	20
Габариты станка мм:		
длина	2900	3600
ширина	1800	2425
высота	4070	6660
Вес станка, кг	9000	20 000

§ 27. УХОД ЗА СТАНКАМИ

Новые станки, выпускаемые заводами-изготовителями, а также станки, побывавшие в ремонте, проверяют на точность. Проверка осуществляется при помощи индикаторов, контрольных плит и линейек, уровней.

Так, например, для проверки параллельности направляющих станины для каретки горизонтально-протяжных станков на направляющих станины устанавливают специальный мостик, на который перпендикулярно к направляющим ставят уровень. Мостик с уровнем перемещают вдоль направляющих по всей их длине. Допускаемое отклонение 0,03 на 1000 мм.

Параллельность оси штока направляющим станины должна быть в пределах 0,02 мм на длине 300 мм. Перпендикулярность направления перемещения каретки к поверхности опорной плиты в пределах 0,03 мм на длине 300 мм. Перпендикулярность протянутого отверстия к опорной поверхности детали должна быть на диаметре 200 мм при длине не менее 50 мм в пределах 0,02 мм.

В процессе эксплуатации станок следует своевременно регулировать и ремонтировать. Необходимо предохранять станок от коррозии, смазывать все трущиеся части станка, удалять стружку.

§ 28. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОТЯГИВАНИЯ

Приспособлением для протягивания называется дополнительное устройство к протяжному станку, позволяющее устанавливать, закреплять и направлять протяжной инструмент, а также

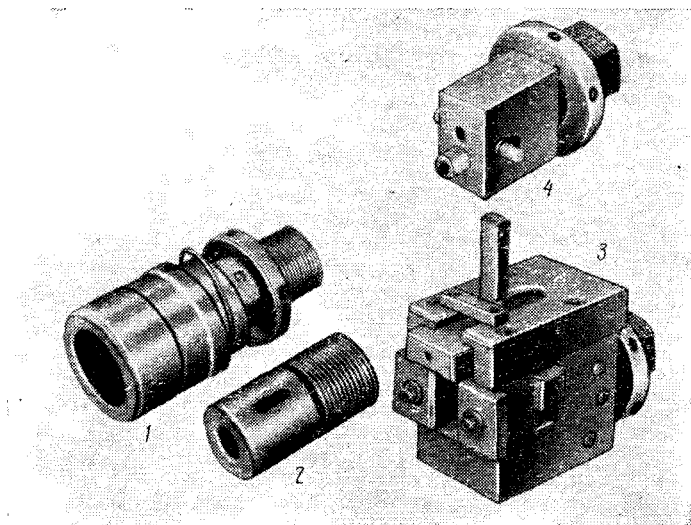


Рис. 67. Патроны для закрепления протяжек с различными хвостовиками:

1 — для хвостовика, изображенного на рис. 23, б, 2 — для хвостовика, изображенного на рис. 23, а, в, 3 — для хвостовика, изображенного на рис. 23, з, 4 — для хвостовика, изображенного на рис. 23, в.

создавать дополнительную опору для длинных и тяжелых протяжек; устанавливать, закреплять и фиксировать в определенном положении обрабатываемую деталь в соответствии с требованиями технологического процесса.

По назначению приспособления подразделяются на:

- патроны для крепления протяжек при внутреннем протягивании и создания дополнительной опоры для длинных протяжек;
- приспособления для крепления и регулирования наружных протяжек;

- приспособления для направления протяжек или придания протяжкам дополнительного движения;

- приспособления для установки, базирования и закрепления обрабатываемых деталей;

приспособления для деления, предназначенные для изменения и точной фиксации различных положений детали относительно протяжки;

приспособления, предупреждающие деформирование деталей от усилий протягивания.

Патроны для внутренних протяжек (рис. 67). Такие патроны служат для соединения замковой части протяжек с тяговым устройством каретки протяжного станка. Конструкция патрона

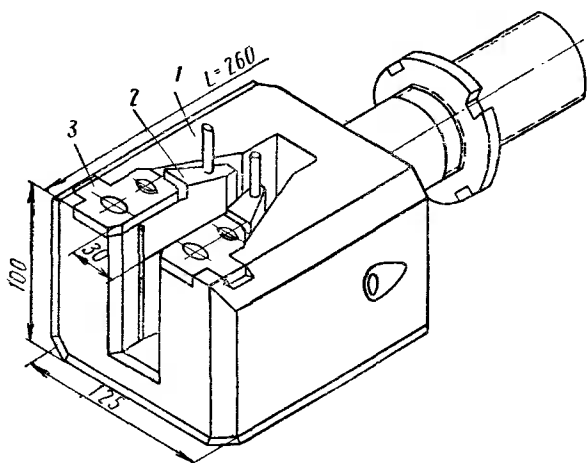


Рис. 68. Патрон для крепления шпоночной протяжки

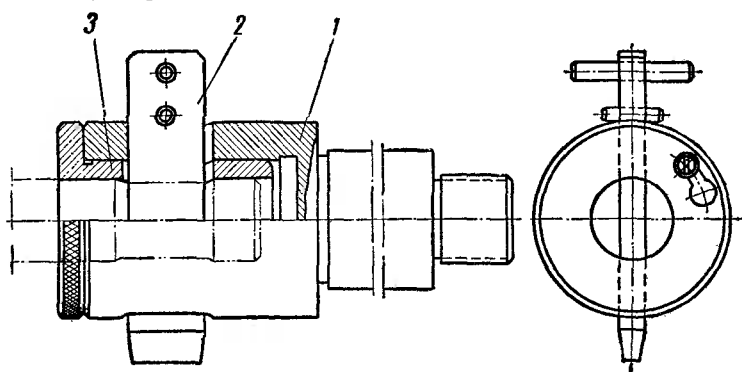
должна обеспечивать быстроту и надежность закрепления протяжки и сохранение правильного положения оси протяжки (совпадения ее с осью движения тягового устройства станка).

Конструкция патрона зависит от конструкции замковой части протяжки (см. рис. 22) и характера работы (ручное или автоматическое крепление протяжки).

Патрон, показанный на рис. 68, служит для закрепления шпоночной протяжки большого размера. Он состоит из корпуса 1, внутри которого на оси качаются кулачки 2, удерживаемые сверху планками 3. Толкатели под действием пружин сводят кулачки вместе, последние заходят в выточку хвостовика протяжки и захватывают ее.

Патрон для протяжек, закрепляемых клином (хвостовик см. по рис. 23, а, е), состоит из корпуса 1 (рис. 69), в который вставляется сменная втулка 3. Протяжка хвостовиком вставляется вручную в отверстие втулки 3 и закрепляется клином 2. Форма и размеры отверстия втулки 3 зависят от размеров и формы хвостовика протяжки.

Патрон, показанный на рис. 70, применяется для внутренних протяжек типа шпоночных, имеющих хвостовую часть по ГОСТ 4043—61 (см. рис. 23, ж).



ис. 69. Патрон для крепления протяжек клином

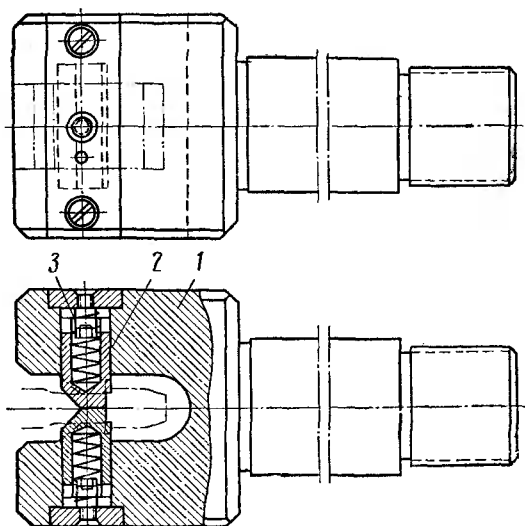


Рис. 70. Быстросменный патрон для крепления протяжек типа шпоночных

Патрон состоит из корпуса 1, в окна которого находятся кулачки 2, которые поджимаются один к другому под действием пружин 3. После установки заготовки хвостовик протяжки вставляется в направляющий паз приспособления (адаптера). При продвижении протяжки под действием скосов передней части кулачки отжимаются и протяжка от руки рабочего может свободно

перемещаться во внутреннюю полость патрона. Как только уступы передней замковой части пройдут за пределы кулачков, последние под действием пружин войдут в углубления хвостовика и произойдет захват протяжки. Это позволит осуществить перемещение протяжки при включении рабочего хода каретки протяжного станка. Освобождают протяжку после выполнения

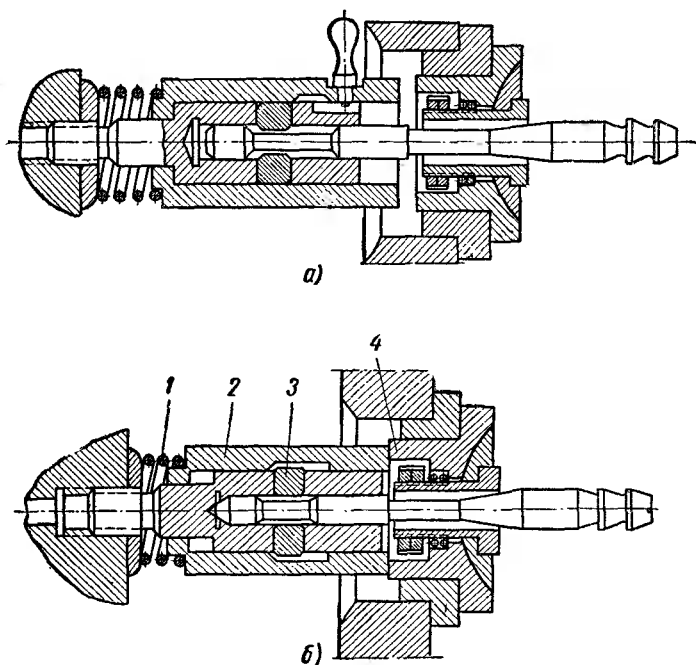


Рис. 71. Быстросменные патроны для протяжек

рабочего хода. Рабочий перемещает протяжку вверх и выводит из контакта с кулачками переднюю замковую часть протяжки. В случае выполнения операции протягивания шпоночного паза одной протяжкой за несколько проходов при такой конструкции патрона не требуется производить вертикального перемещения суппорта каретки протяжного станка. Патрон этой конструкции можно использовать для закрепления ряда протяжек с различными размерами замковой части. Это особенно важно в условиях мелкосерийного производства, когда на протяжном станке выполняются операции протягивания ряда заготовок различными протяжками.

На рис. 71,а показан быстросъемный патрон, управляемый вручную, а на рис. 71,б — автоматический.

В автоматическом патроне хвостовик протяжки захватывается кулачками 3, которые сходятся под действием гильзы 2, удерживаемой в положении зажатия пружиной 1. В конце обратного хода каретки станка гильза 2 упирается в торец опорного приспособления 4 (или другой неподвижный упор) и смещается, вследствие чего кулачки раздвигаются. Аналогичным образом работает и патрон, управляемый рукояткой.

На рис. 72 и в табл. 17 приведены конструкция и размеры автоматических патронов к вертикально-протяжным станкам по нормали станкозавода им. Кирова.

Таблица 17

Основные размеры патронов
(см. рис. 72)

Основные размеры, мм										
Диаметр хвостовика протяжки	d	d_1	D	D_1	L	L_1 наиб.	l	l_1	l_2 наиб. (ход)	b
12 14 16	12 14 16	35	83	55	195	115	55	62	18	8
18 20	18 20	45	104	65	232	132	70	72	20	
22 25 28	22 25 28	50	115	75	273	158	85	94	22	12
32 36	32 36	65	132	85	320	180	100	110	28	
42 50	42 50	85	167	110	398	208	140	123	32	

Универсальный патрон для крепления протяжек, показанный на рис. 73, имеет рычажно-кулачковый зажим для крепления протяжек диаметром от 16 до 32 мм на вертикально-протяжных станках. Хвостовик корпуса 2 при помощи шпонки и гайки 1 закреплен в ползуне станка 3. В пазах 7 корпуса на осях 9 шарнирно закреплены кулачки 8, соединенные шарнирными тягами 6 с кронштейнами 5. В крайнем верхнем положении конусная часть стола С, преодолевая усилие пружины 4, нажимает на гильзу 10, а тяга 6 разводит кулачки. При движении ползуна вниз пружина 4 разжимается и, действуя на гильзу 10 и тягу 6, зажимает хвостовик кулачками 8. Для центрирования протяжки в патроне служат сменные кулачки 11, которые крепятся винтом 12.

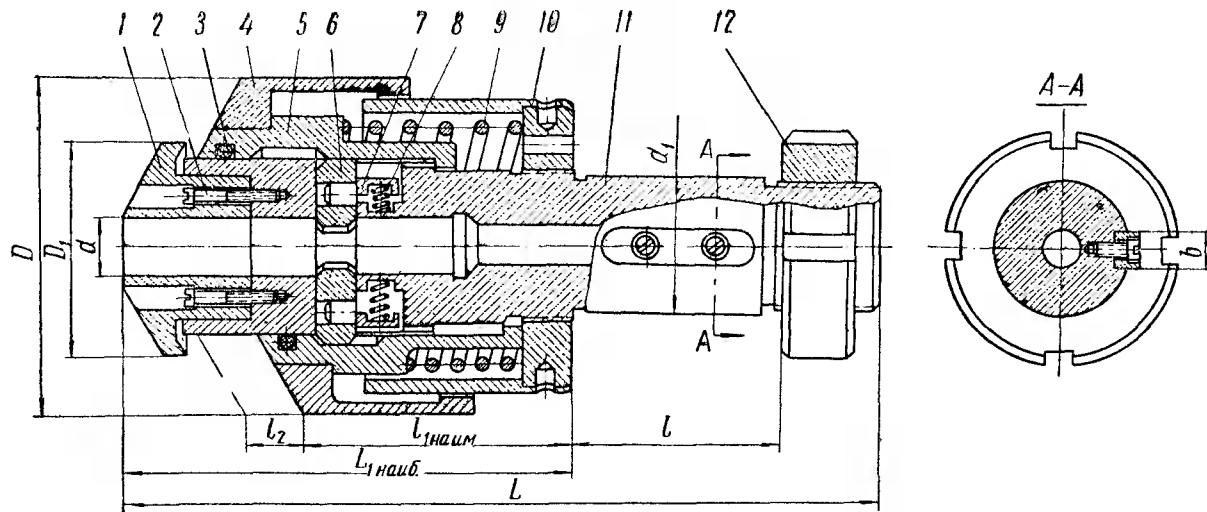


Рис. 72. Автоматический патрон к вертикально-протяжным станкам:

1 — кольца, 2 — винт, 3 — уплотнительное кольцо, 4 и 10 — кожухи, 5 — гильза, 6 — кулачок, 7 — упор, 8 и 9 — пружины, 11 — корпус, 12 — гайка

На рис. 74 показано приспособление для поддержки длинных протяжек. Опорная цапфа протяжки установлена на одной подвижной опоре, а средняя часть протяжки лежит на второй подвижной опоре. Тяга связывает обе опоры и позволяет регулировать расстояние между ними.

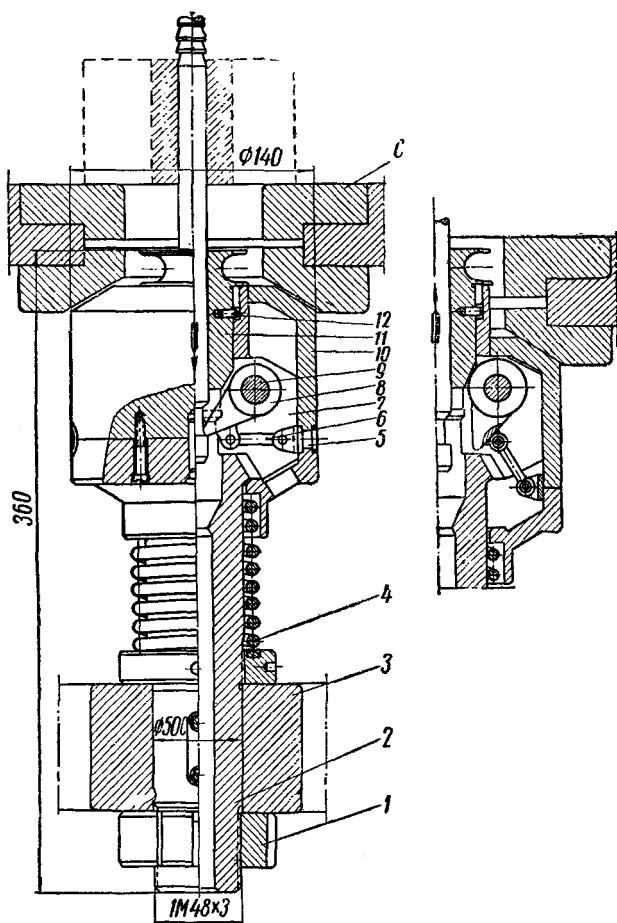


Рис. 73. Универсальный патрон для крепления протяжек

Приспособления для установки изделия. На рис. 75 показана конструкция шаровой опоры, которая применяется в тех случаях, когда по каким-либо причинам не может быть обеспечена перпендикулярность опорного торца детали к оси подготовленного под протягивание отверстия, в частности, когда опорный торец не обработан перед протягиванием отверстия.

В корпусе 1 установлен подвижной шаровой сегмент 2, в отверстие которого вставлен опорный фланец 3.

Сегмент удерживается в корпусе при помощи стакана 4 и пружин 5. При больших усилиях протягивания подобные опоры не обеспечивают правильной самоустановки детали.

На рис. 76 показан адаптер для предварительного протягивания шпоночной протяжки пазов шлицевого отверстия большого размера.

Приспособление состоит из корпуса 1, в котором имеется продольный паз для протяжки 6. Основание паза имеет уклон 1 : 20 для клина 8. Центрирующим хвостовиком адаптер устанавливают в отверстие станка и закрепляют посредством шпильки 2, гайки 3 и прижимной планки 4. Обрабатываемую деталь 5 надевают на штырь корпуса 1, протяжку 6 устанавливают в паз на опорный клин и соединяют с патроном станка. В момент обратного хода протяжки опорный клин убирается и протяжка свободно возвращается

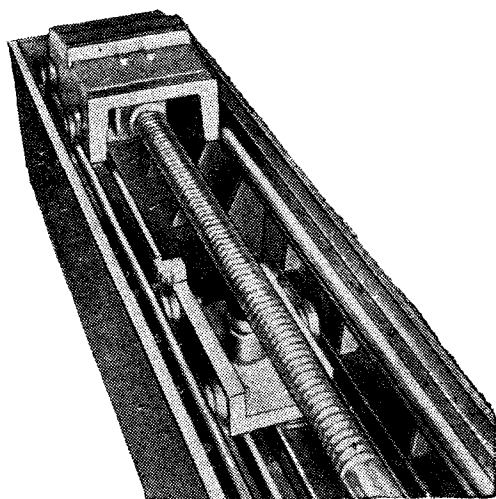


Рис. 74. Приспособление для поддержки длинных протяжек

по дну паза корпуса. Затем протяжку приподнимают и под ее опорную плоскость подкладывают клин 8 с прокладкой 7 для второго прохода. Доведя паз до требуемой глубины, обрабатываемую деталь поворачивают для обработки следующего паза: фиксатор 9 устанавливают в первый паз и в первое фиксирующее отверстие диаметром 20 мм, расположенное на торце корпуса.

В мелкосерийном и единичном производстве при протягивании шпоночных пазов в отверстиях с диаметром более 150 мм применяется универсальное приспособление (рис. 77), которое позволяет протягивать паз без прокладок. Направление шпоночной протяжки 1 обеспечивается пазом неподвижного центровика 2, а деталь 3 и сменная центрирующая втулка 4, укрепленная на плите 5, перемещаются вертикально. Протяжка, соединенная с ползуном станка, работает в горизонтальном положении и перемещается по пазу приспособления в обе стороны. Протягиваемая деталь при помощи рычага 6 и пневматического цилиндра 7 при рабочем ходе протяжки опускается на переднюю на-

правляющую, а при обратном ходе поднимается, чтобы зубья протяжки не соприкасались с поверхностью паза детали. Для обработки различных деталей необходимо менять центрирующую втулку 4.

На рис. 78 показан пример наружного протягивания сложного профиля на горизонтально-протяжном станке. Протяжка направляется приспособлением. Установка и базирование изделия также осуществляются в приспособлении.

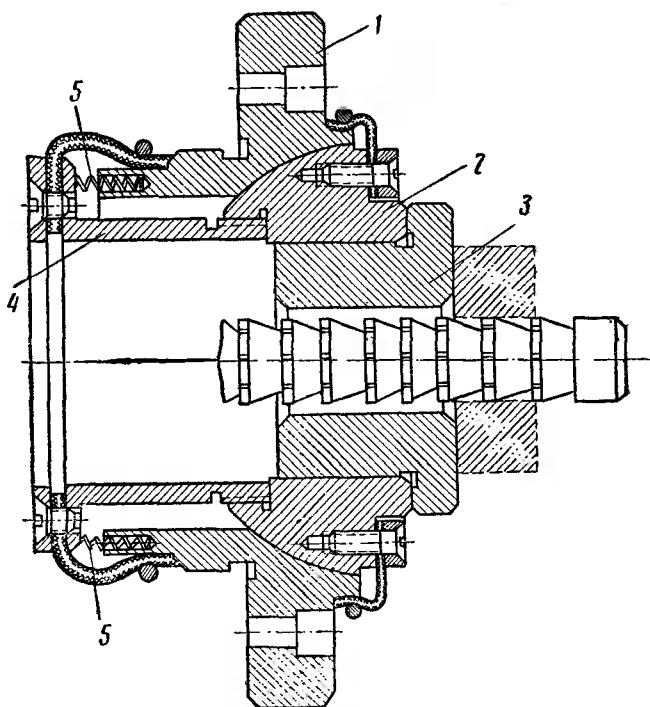


Рис. 75. Шаровая самоустанавливающаяся опора

Приспособление, показанное на рис. 79, применяется для протягивания плоскости стыка и установочных площадок крышек коренных подшипников двигателя.

В приспособлении протягиваются четыре крышки, опирающиеся на четыре сменных угольника 13, 15, 18 и 19, которые центрируются на корпусе приспособления выступами М и крепятся болтами.

Обрабатываемая деталь устанавливается на угольник до упора в сухари 14. Поворотом рукоятки крана 2 сжатый воздух подается в цилиндр 20, шток 21 которого, вращая нарезанными

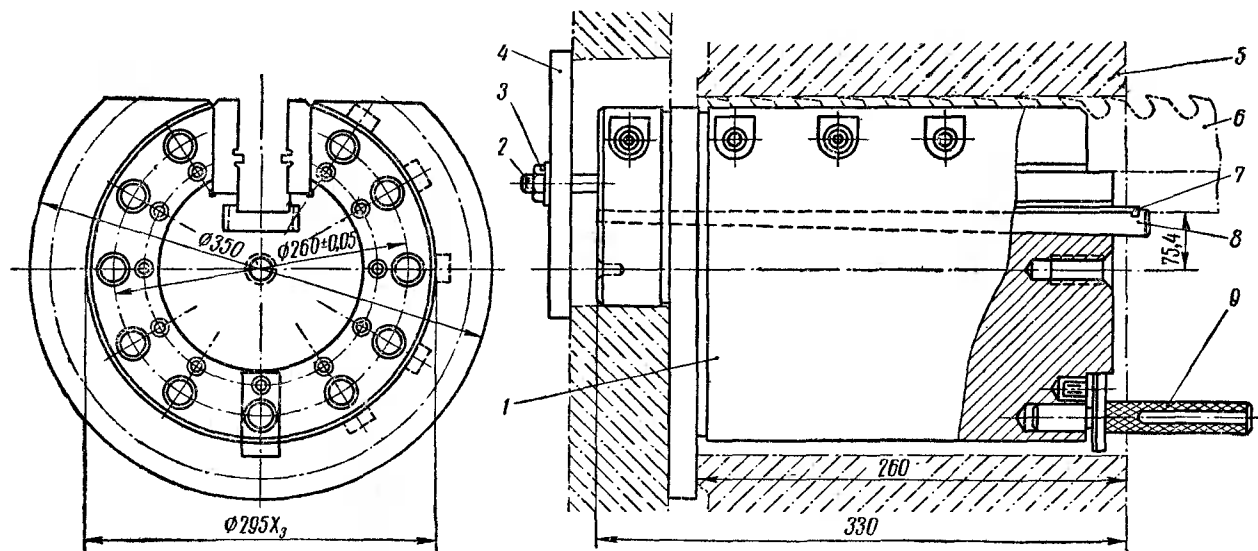


Рис. 76. Адаптер для протягивания пазов больших размеров

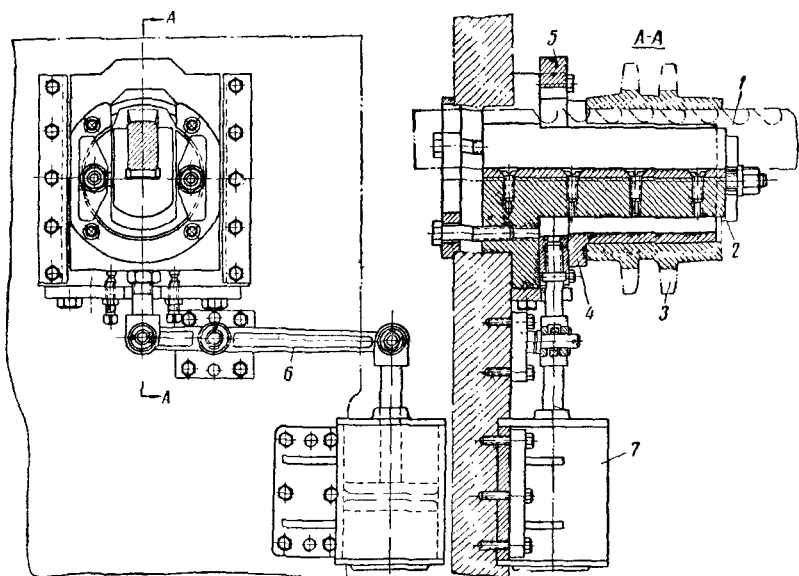


Рис. 77. Универсальное приспособление для протягивания шпоночных пазов в отверстиях диаметром более 150 мм

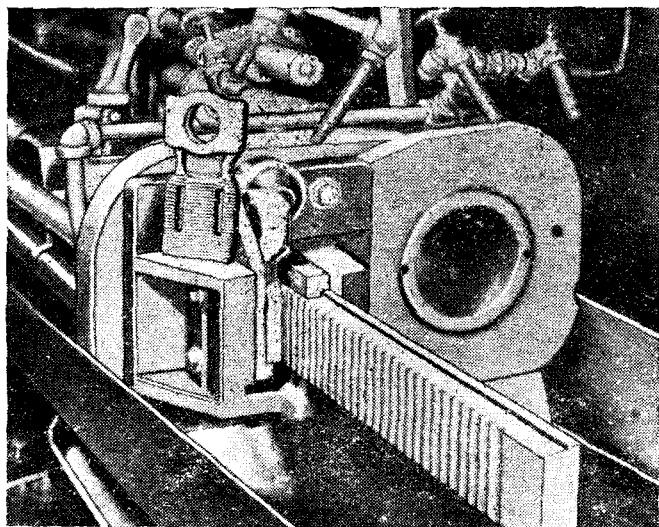


Рис. 78. Наружное протягивание на горизонтально-протяжном станке

на нем зубцами валик 22, перемещает скалку 16 с укрепленной на ней планкой 17. Цилиндрическими поверхностями *П* планка центрирует деталь и поджимает ее к сухарям 14. Одновременно зубчатый валик 2 перемещает ползун 8, который штифтом 9 надвигает на обрабатываемую деталь зажимную планку 10,

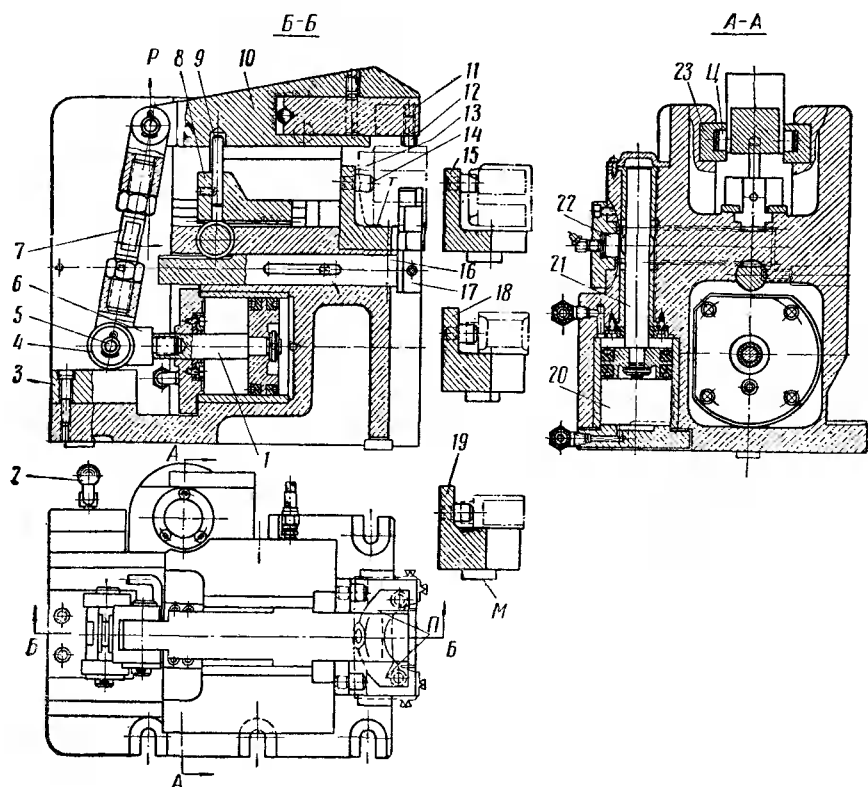


Рис. 79. Приспособление для обработки протягиванием плоскостей стыка и установочных площадок крышек коренных подшипников

качающуюся на цапфах *Ц* в пазах неподвижных планок 23. Дальнейшим поворотом рукоятки крана 2 приводится в действие шток 1 второго пневматического цилиндра. Через распорную штангу 7 шток поворачивает планку 10 на цапфах *Ц*. Деталь прижимается к опорной плоскости *Т* угольника сухарями 12 качалки 11, установленной цилиндрическим хвостовиком в планке 10.

Поворотом рукоятки крана в начальное положение деталь освобождается, планка 10 сдвигается влево, открывая устано-

вочное гнездо приспособления для снятия обработанной детали и установки новой заготовки.

Рычажно-шарнирный зажимный механизм, применяемый здесь, довольно часто используется в протяжных приспособлениях, так как при небольшом диаметре пневматического цилиндра обеспечивает большую силу зажатия при значительном ходе зажимных элементов.

Механизм регулируется вращением распорной штанги 7, имеющей по концам левую и правую резьбы. Рекомендуемый угол штанги с вертикалью в положении зажатия равен $8-6^\circ$. При таком угле сила P , приложенная к концу планки 10 будет в 5—6 раз больше силы на штоке 1. Отверстие в ушке 6 для оси 5 имеет овальную форму, благодаря чему ролики 4 постоянно находятся в соприкосновении с опорной планкой 3, предотвращая изгиб штока 1.

Производительность приспособления в среднем около 125 деталей в час.

На рис. 80 показано приспособление для одновременной обработки протягиванием в большой головке шатуна трех поверхностей: плоскости стыка с крышкой, боковых поверхностей, служащих базой для дальнейшей обработки, и цилиндрической поверхности под вкладыш.

Деталь отверстием малой головки надевается на палец 1, запрессованный в корпусе приспособления, и обработанными плоскостями торцов головок опирается на фланец пальца 1 и планку 2.

Для центрирования большой головки шатуна и зажатия его большой и малой головок пользуются пневматическим цилиндром 8, установленным на рычаге 7, который качается на оси 6 в пазу планки 5; планка укреплена гайками 20 на круглых стойках 4, установленных на корпусе приспособления.

Для зажатия детали сжатый воздух подается в верхнюю полость цилиндра 8. Шток 9 цилиндра, перемещаясь вниз, нажимает на конец рычага 11, который сухарем 13 давит на плунжер 14 и через плунжер 16 и пружину 17 перемещает ползун 19, центрирующий выступами В (см. вид А) большую головку шатуна. Рычаг 11, продолжая поворачиваться, концом прижимает малую головку шатуна к фланцу пальца 1, а рычаг 7, поворачиваясь на оси 6, сухарями 3 прижимает большую головку шатуна к опоре 2. Для освобождения детали воздух подается в нижнюю полость цилиндра 8. Шток 9 при этом идет вверх, а цилиндр упирается правым концом рычага 7 в опору 10, установленную на корпусе приспособления. Рычаг 11 под действием пружин 12, 15 и 17 поднимается, ползун 19 пружиной 18 отводится от детали вправо.

Производительность приспособления, показанного на рис. 81, около 200 деталей в час.

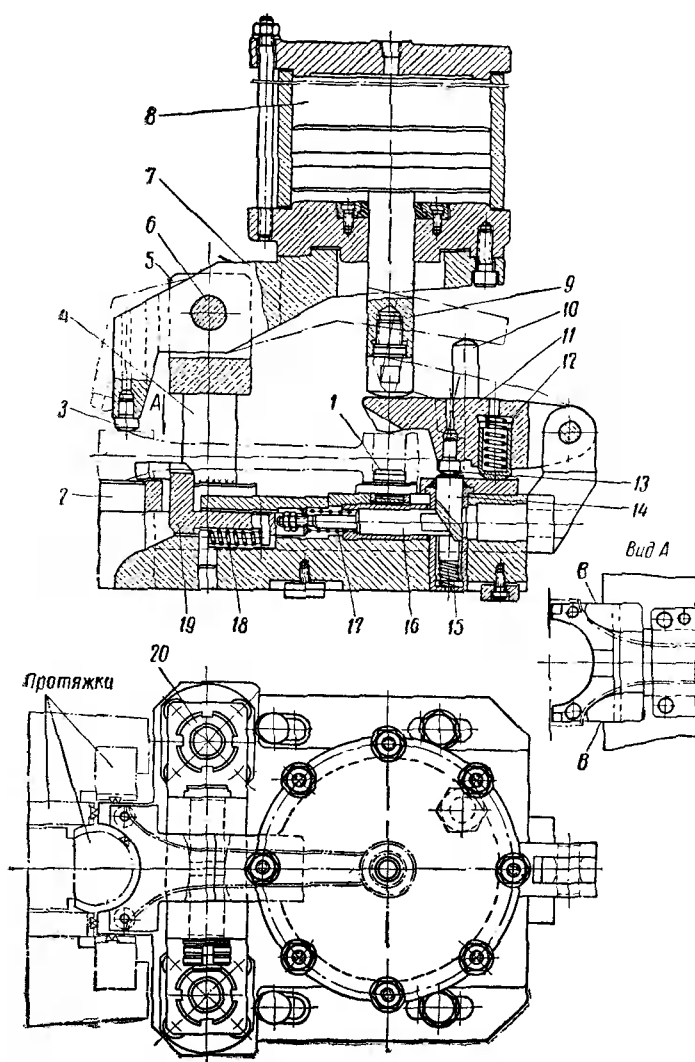


Рис. 80. Приспособление для обработки большой головки шатуна

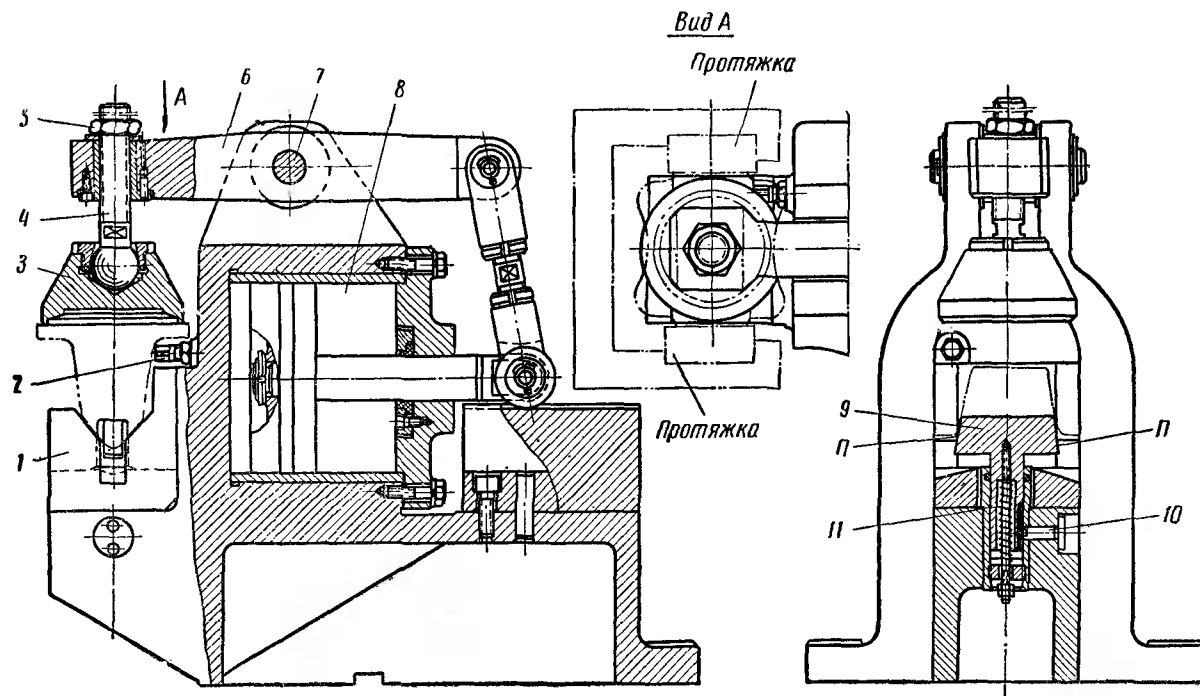


Рис. 81. Приспособление для обработки плоскостей ушков вилки кардана

Приспособление, показанное на рис. 81, применяется для обработки протягиванием наружных поверхностей ушков вилки карданного вала.

Обрабатываемая деталь устанавливается в призму 1, упирается в неподвижный регулируемый болт 2 и наклонными плоскостями П пальца 9 центрируется по внутренним поверхностям ушков.

Деталь зажимается при помощи пневматического цилиндра 8 через рычажно-шарнирный механизм. Рычаг 6, поворачиваясь на

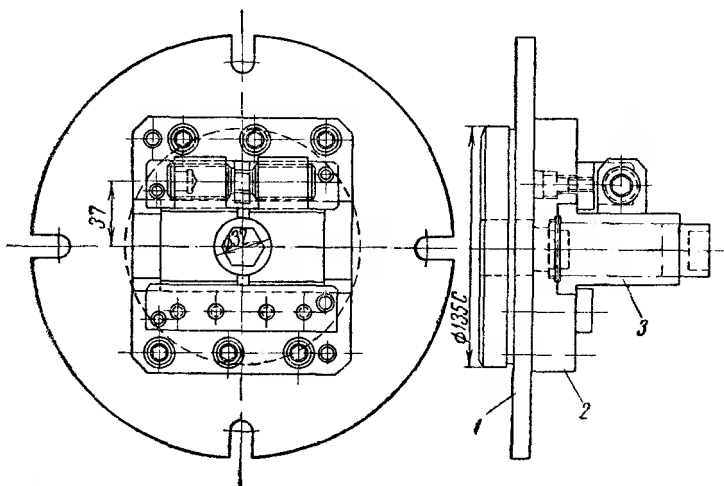


Рис. 82. Приспособление для протягивания тонкостенных втулок

оси 7, прижимает деталь к призме качающейся шайбой 3, преодолевая сопротивление пружины 11. Палец 9 при этом опускается. От проворачивания палец удерживается шпонкой 10.

В приспособлении обрабатываются три детали разной длины. При переналадке приспособления с одной детали на другую изменяют положение шайбы 3 по высоте, вращая винт 4, который контрится гайкой 5.

Приспособление для предупреждения деформации детали. Протягивание тонкостенных втулок без специального приспособления сопровождается радиальной деформацией стенок. После выхода протяжки стенки втулки вследствие упругой деформации сжимаются и отверстие получается меньше того размера, который был задан.

Приспособление для предупреждения деформации детали после протачивания состоит из круглой плиты 1 (рис. 82), установленной центрирующим пояском диаметром 135 мм в отверстие стола станка. На плите укреплена прямоугольная планка 2,

имеющая поперечный паз, по которому с помощью винта 3 свободно перемещаются две зажимные губки. Винт имеет левую и правую нарезки и удерживается кронштейном, изготовленным в одной детали с планкой.

Протягиваемая тонкостенная втулка устанавливается между губками, зажимные поверхности которых сделаны по размерам наружного диаметра детали. Затем через подготовленное отверстие протягивается протяжка. Благодаря приспособлению размер отверстия получается соответствующим поперечным размерам калибрующих зубьев протяжки.

На рисунке показано протягивание шестигранного отверстия, но такое приспособление пригодно для любых отверстий.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные типы протяжных станков.
 2. Каковы основные характеристики отечественных протяжных станков: тяговое усилие, длина хода, скорость рабочего движения?
 3. Какие задачи выполняют протяжные приспособления?
 4. Какие вам известны патроны для закрепления протяжек?
-

**§ 29. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ
ПРОЦЕССЕ**

Разработка и документация технологического процесса. Технологический процесс изготовления того или иного изделия разрабатывается в общезаводских или цеховых технологических отделах на основе чертежа изделия, на котором указываются технические требования, предъявляемые к готовому изделию. Кроме того, при разработке технологического процесса учитывается оборудование, которым располагает данный завод, цех или участок для осуществления данной обработки, а также установленный размер выпуска данных изделий. Технологический процесс записывают на бланках или картах, имеющих различную форму и назначение. Заполненные карты или бланки называются техническими документами.

Операционная (инструкционная) карта. Операционная карта — технологический документ, используемый непосредственно на рабочем месте и содержащий все сведения, необходимые для выполнения данной операции (см. стр. 138—140). В этой карте приводятся данные о материале и форме заготовки, подлежащей обработке. В карте указывается, как, в каком порядке, при помощи каких приспособлений и инструментов (режущих и измерительных), а также при каких режимах резания должна быть выполнена данная операция; указываются рациональные режимы резания для каждого перехода, время, необходимое для его выполнения, и другие сведения, связанные с выполнением данной операции.

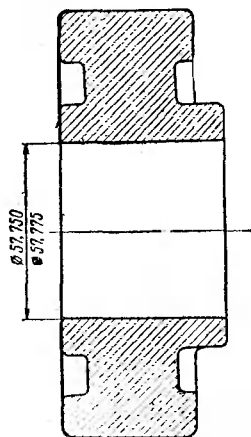
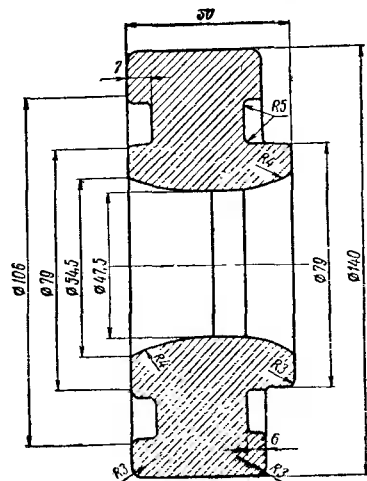
Большинство протяжных операций не подразделяется на переходы и проходы и осуществляется за одну установку изделия, одним инструментом и за один ход станка.

§ 30. ВЫБОР ПРИПУСКОВ ПРИ ПРОТЯГИВАНИИ

При протягивании отверстий и наружных поверхностей снимается определенный припуск — слой металла, который остается после предварительной обработки поверхности, а также избыточный металл, который следует удалить, чтобы образо-

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА (Лицевая сторона)

Московский автотаврический завод им. Лихачева	Инструкционная карта	Наименование детали	Зубчатое колесо 3-й передачи промежуточного вала		Деталь № 1201701051	
Цех	Коробка скорос- тей	Наименование операции	Протянуть отверстие $\varnothing 57,775-57,750$		Операция №	
Отделение					2	
Марка материала		Характеристика заготовки	Вес заго- товки, кг	Сопротив- ление разрыву	Твердость заготовки	Охлаждение
30ХГТ		Поковка	3,72	—	4,2—4,8	Масло
Станок №	Наименование	Фирма	Модель	Мощность	Мерительный инструмент	
50532	Горизонтально- протяжной	«Лапойнт»	3	10 т	№ п/п	Наименование и размер
					№	



1	Пробка $\varnothing 57,775-57,750$	1М1953
Приспособление		
№ 1п2118		
Вид установки детали		
Свободное протягивание с упором на опорный фланец станка		
Способ крепления		

№ перехода	Вспомогательный инструмент				Режущий инструмент			
	Наименование и размер	Количество	№	Количество	Наименование и размер	№	Стойкость	Время на смену
1	Патрон	1	Д8301	1	Протяжка	1Р1092	500	

(Обратная сторона карты)

№ п/п	Наименование приема	Время, мин	Изменение	№ п/п	Наименование приема	Время, мин	Изменение
1	Взять деталь, надеть на протяжку, вставить в патрон и закрепить клином. Снять деталь и отложить на место, открепить протяжку	0,14		6	Подвести охлаждение к протяжке	0,01	
2	Включить движение ползуна станка рукояткой рабочего хода	0,02		7	Отвести охлаждение	0,01	
3	Протянуть отверстие	—		8	Очистить протяжку от стружки	0,08	
4	Включить движение ползуна станка рукояткой обратного хода	0,02		9	Проверить деталь	0,09 : 30 = = 0,003	
5	Обратный ход ползуна	—					

Штучное время										
Количество одновременно обрабатываемых изделий	Машинное, машинно-ручное	Ручное	Оперативное	Отдых и личные надобности	Организационное обслуживание	Подналадка	Всего			
1	0,11	0,293	0,403	0,0363	0,008	0,006	0,45			
Подгот.-заключ. время на партию	Норма выработки в смену	Норма времени на 1 шт.	Разряд работ							
	933	0,45								
№ п/п	Наименование	Длина обработки l_n	Врезание и подвод инструмента $l_{доп}$	Диаметр обработки D	Ширина обработки B	Глубина резания t	Подача S	Число оборотов n	Скорость резания v	Время, T
1	Протянуть отверстие	49	10	57	—	—	—	—	6 м/мин	0,11

$$T_m = \frac{l_n + l_n + l_{доп}}{1000} \left(\frac{1}{v_{р.х}} + \frac{1}{v_{о.х}} \right) = \frac{410 + 49 + 10}{1000} \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{15} \right) = 0,11,$$

где $l_n = 410$ мм — рабочая длина протяжки;
 $v_{о.х} = 15$ м/мин — скорость обратного хода;
 $v_{р.х} = 6$ м/мин — скорость рабочего хода.

Составил _____

Начальник
техн. части _____Начальник
тех. отдела _____

вать новый требуемый профиль на изделии (шлицы, пазы и т. д.). Необходимо, чтобы припуск был наименьшим, так как от этого зависит выбор длины протяжки.

Диаметр отверстия до и после протягивания имеет определенные допустимые отклонения.

Припуск A на диаметр отверстия может быть определен как разность между наименьшим диаметром отверстия после протягивания $d_{\text{наим}}$ и наименьшим диаметром отверстия до протягивания d_0 .

Наименьший диаметр отверстия до протягивания d_0 выбирается на 0,1 мм меньше диаметра инструмента (сверла, зенкера), которым обрабатывается отверстие, т. е. на величину, учитывающую износ инструмента. Таким образом, $d_0 = d_{\text{инстр.}} - 0,1$ мм. На рис. 83 показано расположение полей допусков. При этом приняты следующие обозначения:

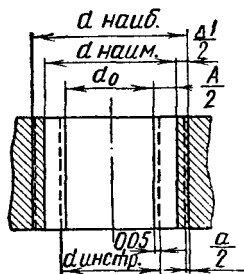


Рис. 83. Расположение полей допусков и припуск на протягивание

d — номинальный диаметр отверстия;

d_0 — наименьший диаметр отверстия до протягивания;

$d_{\text{инстр.}}$ — номинальный диаметр инструмента;

A — полный припуск на протягивание;

$d_{\text{наим}}$ — наименьший диаметр отверстия после протягивания;

$d_{\text{наиб}}$ — наибольший диаметр отверстия после протягивания;

Δ_1 — допуск на диаметр d ;

d_1 — величина разбивания отверстия;

0,1 мм — величина, учитывающая уменьшение диаметра инструмента при переточках.

Ниже в табл. 18 и 19 приведены значения Δ_1 и a_1 .

Таблица 18

Допуски на диаметр d

d	Δ_1 , мм		
	от 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18
Допускаемые отклонения	+0,10	+0,12	+0,14

В табл. 20 и 21 приведены значения припусков на протягивание круглых и шлицевых отверстий, шпоночных пазов, прямоугольных и квадратных отверстий и прямоугольных канавок.

Таблица 19

Величина разбивания d_1

Допуск на диаметр, отверстия, <i>мм</i>	d_1 , <i>мм</i>	Допуск на диаметр отверстия, <i>мм</i>	d_1 , <i>мм</i>
До 0,025	0	0,11—0,17	0,02
0,027	0,002	0,18—0,29	0,03
0,03 —0,033	0,004	0,30—0,34	0,04
0,035—0,05	0,005	Св. 0,34	0,05
0,06 —0,10	0,01		

Таблица 20

Припуски на протягивание квадратных и прямоугольных отверстий, *мм*

Большой размер отверстия	Припуск на ширину и высоту отверстия	Допустимое отклонение предварительной обработки
От 10 до 18	0,8	+0,24
Св. 18 » 30	1,0	+0,28
» 30 » 50	1,2	+0,34
» 50 » 80	1,5	+0,40
» 80 » 120	1,8	+0,46

Таблица 21

Припуски на чистовое протягивание прямоугольных канавок, *мм*

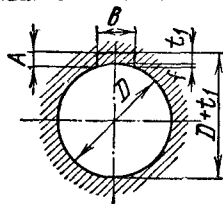
Ширина канавки	Припуск на ширину	Допустимое отклонение предварительной обработки
От 3 до 6	0,4	+0,16
» 6 » 10	0,6	+0,20
» 10 » 18	0,8	+0,24
» 18 » 30	1,0	+0,28
» 30 » 50	1,2	+0,34

При протягивании шпоночных канавок для выбора припуска можно пользоваться табл. 22.

Припуски на протягивание для круглых отверстий приведены в табл. 23.

§ 31. ПРОТЯГИВАНИЕ ГЛАДКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

Протягивание гладких цилиндрических отверстий широко применяется в машиностроении для получения точных (2—3-го классов) отверстий с высокой чистотой поверхности ($\nabla 6—9$). Диаметр протягиваемых отверстий колеблется от 5 до 400 *мм*. Обычная длина отверстий не превышает трех диаметров. Заго-



Ширина паза в	Диаметр отверстия D	f при		Исполнение I		Исполнение II		Припуск A	
		D _{наим}	D _{наиб}	t ₁	допустимое отклонение по A _в	t ₁	допустимое отклонение по A _в	исполнение I	исполнение II
3	Св. 7 до 10	0,338	0,23	1,1		—	—	1,558	—
4	» 10 » 14	0,417	0,292	1,6		—	—	2,137	—
5	» 14 » 18	0,462	0,354	2,1	+0,12	1,9		2,682	2,482
6	» 18 » 24	0,515	0,381	2,6		2,3		3,235	2,935
8	» 24 » 30	0,686	0,543	3,1		2,6	+0,12	3,946	3,406
10	» 30 » 36	0,858	0,708	3,6		2,9		4,618	3,878
12	» 36 » 42	1,029	0,875	3,6	+0,16	2,9		4,789	4,049
14	» 42 » 48	1,201	1,045	4,1		3,3		5,461	4,661
16	» 48 » 55	1,372	1,189	5,1		3,6		6,632	5,132
18	» 55 » 65	1,514	1,271	5,6		4,0		7,274	5,674
20	» 65 » 75	1,577	1,358	6,1		4,3	+0,16	7,877	6,037
24	» 75 » 90	1,972	1,629	7,2	+0,2	5,2		9,372	7,332
28	» 90 » 105	2,233	1,901	8,2		5,9		10,633	8,293
32	» 105 » 120	2,497	2,173	9,2		6,7		11,897	9,397
36	» 120 » 140	2,764	2,354	10,2		7,4	+0,2	13,204	10,354
40	» 140 » 170	2,918	2,386	11,2	+0,24	8,7		14,358	11,818
45	» 170 » 200	3,032	2,564	12,2		9,9		15,742	13,132
50	» 200 » 230	3,175	2,75	14,2		11,2	+0,24	17,615	14,615

Примечание. Исполнение I и II в соответствии с ГОСТ 8788—58.

Припуски на протягивание отверстий

Диаметр протягиваемого отверстия, мм	Отношение длины протягивания к диаметру			
	до 1	до 2	до 3	свыше 3
	Величина припуска, мм			
10—18	0,65	0,75	0,75	0,7 ¹⁾
18—30	0,8	0,9	1,0	1,1
30—50	1,1	1,2	1,3	—
50—80	—	—	1,0 ²⁾	1,2 ²⁾
	1,2	1,4	—	—
	0,9 ¹⁾	1,0 ²⁾	1,0 ²⁾	1,2 ²⁾

П р и м е ч а н и е. Припуски даны для отверстия, подготовленного по 5-му классу сверлом или зенкером за исключением случаев, оговоренных в сносках.

1) Припуски предусматривают двухинструментальную подготовку отверстия (например, сверление и зенкерование, сверление и развертывание).

Припуски даны для отверстий, расточенных на токарно-револьверных станках.

товка под протягивание имеет исходное отверстие с соответствующим припуском на обработку.

Порядок обработки отверстий:

1. В поковках и отливках отверстие надо предварительно просверлить, оставив припуски на протягивание (см. табл. 23).

2. Отверстия в поковках, поступающих из кузницы, протягивают после зенкерования или непосредственно по-черному. Протягивать по-черному более выгодно, чем после зенкерования. Однако возможность применения протягивания по-черному ограничивается мощностью станка, разностенностью изделия, недостаточной прочностью протяжки, несовпадением оси протянутого отверстия с осью заготовки, углом ковочного уклона.

3. В отливках, поступающих из литейных цехов с отверстиями, протягивать отверстия по-черному нецелесообразно вследствие сильного износа протяжек при работе по корке. В этом случае отверстие предварительно зенкеруют твердосплавными зенкерами. Протягивают отверстия на горизонтально-протяжных и вертикально-протяжных станках для внутреннего протягивания. Как правило, операция выполняется в виде так называемого свободного протягивания. Деталь надевается подготовленным отверстием на переднюю направляющую протяжки и в процессе работы силой резания при протягивании прижимается своим торцом к опорной поверхности стола станка (фланца). При протягивании деталей значительного веса, для надевания ее на направляющую и удержания в процессе работы используют подъемные механизмы. Специальные устройства для установки и закрепления детали применяют также при про-

тягивании глубоких отверстий и при координатном протягивании.

Последовательность работы при протягивании:

- осмотреть станок и убедиться в его исправности;
- включить главный привод;
- привести ползун станка с патроном в начальное положение, т. е. подвести его к опорному фланцу станка;
- насадить деталь на направляющую часть протяжки;
- хвостовик протяжки продвинуть через отверстие в столе (фланце) станка, вставив замковую часть хвостовика в патрон;
- закрепить протяжку в патроне станка (вручную или автоматически);
- направить охлаждающую жидкость на протяжку в месте входа ее в отверстие и выхода из него;
- включить рабочий ход станка;
- следить за рабочим ходом протяжки до автоматической остановки ползуна;
- отсоединить протяжку от станка.

§ 32. ПРОТЯГИВАНИЕ ШПОНОЧНЫХ И ДРУГИХ ПАЗОВ

Шпоночные пазы обрабатывают протягиванием с большой производительностью, точностью и высокой чистотой поверхности. Протягивают чаще всего пазы шириной от 3 до 20 мм. Базой для обработки пазов является обычно поверхность отверстия, которая может служить и направляющей для протяжки. Чаще всего пазы протягивают с применением направляющей оправки (адаптера). Деталь надевают на переднюю цилиндрическую часть оправки с небольшим зазором. Задняя цилиндрическая часть оправки вставляется в отверстие стола непосредственно или при помощи переходного кольца и прикрепляется к столу винтами. Вдоль всей оправки прорезан паз, который служит направлением для протяжки (рис. 84, а, б). Насадив заготовку на переднюю цилиндрическую часть оправки, вдвигают протяжку зубьями кверху в паз оправки до тех пор, пока первый зуб протяжки не коснется торцевой поверхности заготовки. Затем протяжку присоединяют к патрону станка (если патрон не автоматический) и включают рабочий ход. После остановки станка протяжку отсоединяют от патрона и очищают от стружки; ползун возвращается в рабочее положение, а деталь снимается с оправки и заменяется новой, после чего операция повторяется. В крупносерийном производстве шпоночными протяжками работают также без отсоединения от патрона (рис. 85). Для этого протяжку снизу срезают и таким образом уменьшают высоту гладкой части. В исходном положении протяжка опускается

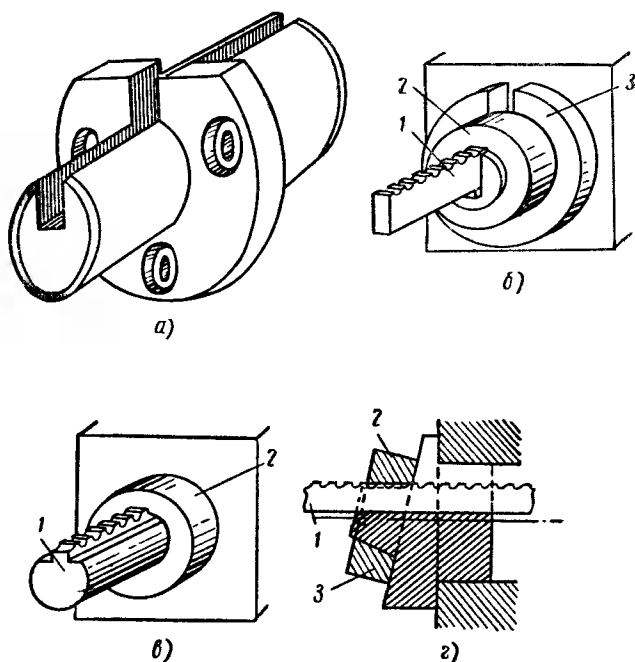


Рис. 84. Схемы протягивания шпоночных пазов:
 а — общий вид направляющей оправки (адаптера), б — протягивание плоской шпоночной протяжкой, в — протягивание шпоночной протяжкой с цилиндрическим телом, г — протягивание шпоночной канавки в коническом отверстии:
 1 — протяжка, 2 — изделие, 3 — адаптер

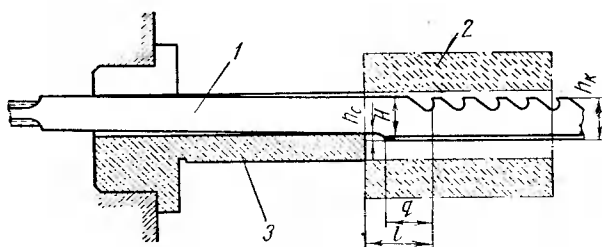


Рис. 85. Протягивание без отсоединения протяжки:
 1 — протяжка, 2 — изделие, 3 — оправка

за счет зазора в замке и упругой деформации на величину среза h_c , что позволяет насадить деталь на оправку над режущими зубьями. Длина l может быть значительно меньше длины отверстия. Расстояние q от уступа до первого зубца должно быть таким, чтобы протяжка получила надежное направление в оправке раньше, чем первый зуб войдет в работу. Высота уступа h_c должна быть не меньше разности высот гладкой части H и того зубца h_k , который при исходном положении протяжки находится против торца детали.

Если для протягивания паза требуется несколько проходов, а протяжка только одна, то на основание паза кладут прокладку определенной толщины для каждого нового прохода. Для возврата протяжек без отсоединения их с использованием обратного хода станка служит клин, который вынимают из направляющего паза при обратном ходе (см. рис. 77). Этот же клин служит для компенсации износа протяжки после переточки. Такая конструкция особенно удобна при протягивании больших пазов. В массовом производстве применяют также комплекты шпоночных протяжек в количестве, равном числу проходов, необходимых для прорезки паза на всю глубину. Направлять шпоночную протяжку в отверстия можно цилиндрической направляющей, соединенной с протяжкой (рис. 84, в), или круглыми режущими и уплотняющими зубьями комбинированной протяжки (см. рис. 41).

Шпоночные канавки в конических отверстиях протягивают на оправке, посадочная часть которой располагается под углом к оси станка (рис. 84, г).

В мелкосерийном и единичном производствах при протягивании шпоночных пазов в отверстиях с диаметром, большим 150 мм, применяют универсальное приспособление (см. рис. 77).

При протягивании шпоночными протяжками необходимо, помимо общих правил работы, соблюдать следующие требования:

1. Глубина паза в направляющей оправке должна быть такой, при которой режущая кромка первого зуба при начальном положении протяжки не была бы выше отверстия в детали, а только касалась его. В противном случае при работе первые зубья быстро затупятся или выкрошатся.

2. Глубина паза в оправке должна быть на 1—1,5 мм больше глубины протягиваемого паза. Это позволит пользоваться подкладками различной толщины. При помощи подкладок можно быстро добиться правильного положения новой или переточенной протяжки в пазу оправки, а также протягивать глубокие канавки за несколько проходов одной и той же протяжки. После каждого прохода закладывают новую, более толстую подкладку.

3. Положение тягового патрона в ползуне станка надо отрегулировать так, чтобы протяжка двигалась по пазу направляющей оправки без всякого перекоса.

Другие пазы, например типа ласточкина хвоста, а также двусторонние, протягивают почти так же, как и обычные шпоночные пазы. Различие состоит лишь в том, что при этом не применяются адаптеры, а протяжка направляется и деталь базируется непосредственно по поверхности подготовленного отверстия одной и той же поверхностью, предусмотренной в конструкции протяжки. При высоких требованиях к точности взаимного расположения паза и отверстия необходимо готовить последнее с высокой точностью или, что более надежно, предусмотреть в конструкции протяжки несколько зубьев для окончательного протягивания цилиндрического отверстия.

§ 33. ПРОТЯГИВАНИЕ ШЛИЦЕВЫХ ОТВЕРСТИЙ

Протягивание шлицевых отверстий позволяет получать в исходном круглом отверстии определенное число шлицев различного профиля, удовлетворяя при этом высоким требованиям, предъявляемым к точности размеров, форме профиля, чистоте поверхности. Диаметр шлицевых отверстий, обрабатываемых протягиванием, достигает 420 мм.

Протягивание шлицевых отверстий имеет много общего с протягиванием круглых отверстий. Шлицевые отверстия с различным профилем шлицев получают:

многошлицевыми протяжками, формирующими одновременно весь профиль отверстия — в массовом, крупносерийном и серийном производстве;

одношлицевыми (типа шпоночных) протяжками с делением заготовки на нужное число шлицев — в мелкосерийном, единичном производстве, в ремонтном деле, при обработке шлицевых отверстий большого диаметра, т. е. во всех случаях, когда изготовление многошлицевой протяжки себя не оправдывает.

При протягивании шлицевых отверстий исходное круглое отверстие может быть получено любым чистовым инструментом, включая круглую протяжку. Для получения шлицев, симметричных оси отверстия, и для обеспечения соосности его внутренней и наружной окружностей протягивание цилиндрического отверстия и шлицев следует производить комбинированной шлицевой протяжкой (см. рис. 32). Если обработку приходится вести комплектом из двух и более протяжек, то на последней протяжке комплекта предусматривают несколько круглых зубьев, оставляя для них небольшую часть припуска по внутреннему диаметру шлицевого отверстия. Это обеспечивает соосность внутреннего и наружного диаметров отверстия. Так обрабатываются, в частности, шлицевые отверстия по-черному. Комплекты шлицевых протяжек могут работать в два или несколько проходов без промежуточных операций, или с промежуточными операциями в тех случаях, когда перед окончательным протягиванием шли-

цевого отверстия производится обработка других поверхностей или термическая обработка детали.

Шлицевые отверстия протягивают на горизонтальных и вертикальных протяжных станках для внутреннего протягивания методом свободного протягивания. Длинные детали устанавливаются в соответствующие приспособления, а тяжелые удерживаются подъемными устройствами как при надевании детали на переднюю направляющую, так и во время рабочего хода станка.

Шлицевые отверстия можно протягивать шпоночными протяжками с последовательным делением в приспособлениях типа адаптеров, имеющих также механизм для деления (см. рис. 76).

Винтовые шлицы протягивают протяжками, режущие выступы которых расположены по винтовой линии (см. рис. 37), используя приспособления, обеспечивающие дополнительное вращение протяжек или детали.

§ 34. ПРОТЯГИВАНИЕ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ

Понятие «глубокое отверстие» для протягивания характеризуется определенным отношением длины к диаметру.

В табл. 24 приведены нижние пределы отношения длины L отверстия к диаметру D при глубоком протягивании.

Таблица 24

Нижние пределы отношения $\frac{L}{D}$				
Диаметр отверстия D , мм	5—15	20—30	40	50 и выше
$\frac{L}{D}$ минимальное	4	6	7	10

Глубоким протягиванием обрабатывают, например, цилиндры нефтяных насосов, стойки шасси самолетов, различные детали в приборостроении, стволы артиллерийского и стрелкового оружия, детали гидроприводов различных гидросистем, цилиндры компрессоров и т. д.

Верхние пределы отношения $\frac{L}{D}$ в практике протягивания глубоких отверстий для диаметров до 15 мм достигают 90—70 и для диаметров 40—100 мм и выше — 70—40.

Протягивание глубоких отверстий имеет следующие особенности:

1. Зубом снимается большое количество металла, что предъявляет особые требования к конструкции инструмента — необ-

ходимо предусматривать возможность размещения стружки в стружечной канавке или непрерывный ее отвод во время протягивания.

2. Большая нагрузка на протяжку, вызываемая большим числом режущих зубьев, находящихся одновременно в работе. При протягивании глубоких отверстий, как правило, все зубья протяжки находятся в работе.

3. Сложность охлаждения режущей кромки зубьев во время протягивания, что требует применения специальных способов подвода охлаждающей жидкости.

На рис. 86 показаны схемы протягивания глубоких отверстий и два способа подвода охлаждающей жидкости.

Глубокое отверстие под протягивание готовят сверлением, растачиванием, зенкерованием. Особо высокие требования предъявляются к прямолинейности оси подготовленного отверстия во избежание изгиба и поломки протяжек.

Скорость резания при протягивании глубоких отверстий не должна превышать 5 м/мин.

В качестве примера глубокого протягивания рассмотрим протягивание цилиндрического отверстия диаметром $40^{+0,05}$ мм, длиной 2000 мм, материал — сталь 40X $\sigma_b = 538—688$ Мн/м², (55—70 кг/мм²), HB=160—190.

Отверстие в заготовке просверлено с припуском 1 мм на диаметр. Протяжка (см. рис. 31) с кольцевым зубом имеет обычную профильную схему резания. Охлаждающая жидкость к режущим кромкам подается через центральное осевое отверстие, а каждому зубу — через радиальные отверстия. Передняя и задняя направляющие снабжены текстолитовыми планками 2 и 4, прикрепленными винтами 3. Этим предупреждается заклинивание протяжки в отверстии, которое может произойти вследствие неодинакового диаметра по длине (конусность и др.). Такое устройство позволяет также изменять диаметр направляющей при износе или изменении диаметра заготовок. Чтобы избежать ослабления сечения протяжки на передней направляющей, отверстия для крепления четырех текстолитовых планок просверлены попарно в различных плоскостях. На задней направляющей, которая не несет никакой нагрузки, отверстия просверлены в одной плоскости. Хвостовик 1 протяжки присоединяется к полой тяге посредством быстродействующего резьбового затворного соединения.

§ 35. ПРОШИВАНИЕ

Обработка отверстий прошивками производится в основном так же, как и протяжками. Этот способ применяется для обработки деталей с малым припуском, так как длина прошивки (а следовательно, и число зубьев) ограничена ее работой на про-

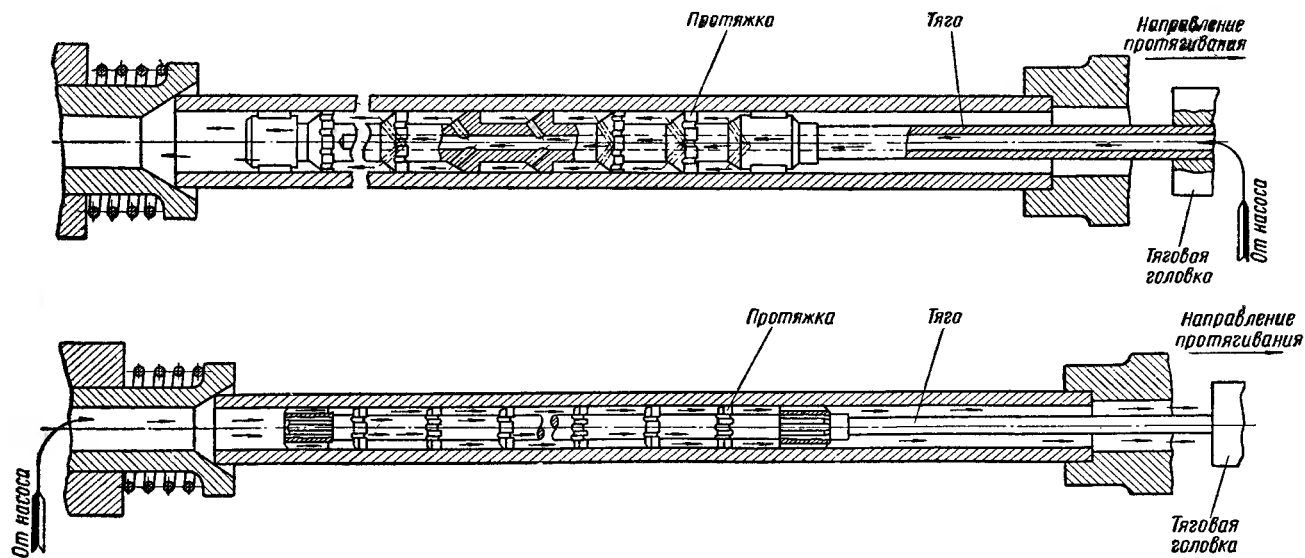


Рис. 86. Схемы протягивания глубоких отверстий и два способа подвода охлаждающей жидкости

дольный изгиб и не превышает обычно 15 диаметров. Пределы диаметров прошивок такие же, как и у протяжек. Прошивки широко используются для калибрования отверстий после термической обработки. Деталь в процессе обработки прошивкой устанавливают на горизонтальный стол прессы (прошивного станка). В отверстие детали вставляют направляющую часть прошивки, и ползун прессы продавливает прошивку сквозь отверстие. Выпавшую из детали прошивку вынимают из специального гнезда под столом, очищают от стружки и вставляют в новую деталь. Простота и быстрота операции, относительно невысокая стоимость инструмента и станка, быстрота переналадки — тако- вы преимущества прошивания.

Правила, относящиеся к очистке от стружки самой прошивки, обрабатываемой детали и опорного приспособления, а также все указания относительно подачи смазывающей жидкости здесь такие же, как и при протягивании. То же относится и к неполадкам при прошивании и методам их устранения.

§ 36. ПРОТЯГИВАНИЕ КВАДРАТНЫХ И ШЕСТИГРАННЫХ ОТВЕРСТИЙ

Квадратные и шестигранные отверстия обычно протягиваются одной или двумя протяжками. Заготовка, как правило, имеет исходное круглое отверстие, полученное в результате заготовительных операций или предварительной механической обработки. Квадратные и шестигранные отверстия, применяемые в машиностроении, обычно имеют точность не выше четвертого класса и чистоту поверхности $\nabla 6$. Поэтому отверстия протягиваются окончательно в размер без чистовой обработки.

§ 37. КООРДИНАТНОЕ ПРОТЯГИВАНИЕ

Наиболее распространен *свободный* способ внутреннего протягивания. Сущность его заключается в том, что деталь устанавливают на столе станка без закрепления, а протяжка проходит, направляясь по подготовленному отверстию без каких-либо внешних направляющих приспособлений. Такое протягивание применяется, когда протянутое отверстие является базой для обработки других поверхностей.

В тех случаях, когда положение протянутого отверстия относительно других поверхностей или осей изделия должно быть выдержано с определенной точностью, деталь закрепляют на своих базах в специальном приспособлении, которое служит во время работы и направляющей для протяжки. Такое протягивание называется *несвободным* или *координатным*.

Примеры применения координатного протягивания показаны на рис. 87, буквы X и Y обозначают координаты протягиваемого профиля.

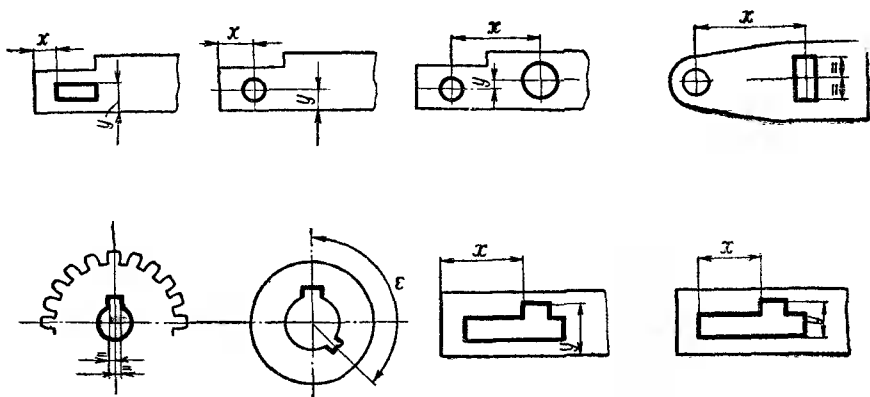


Рис. 87. Координированные отверстия и канавки

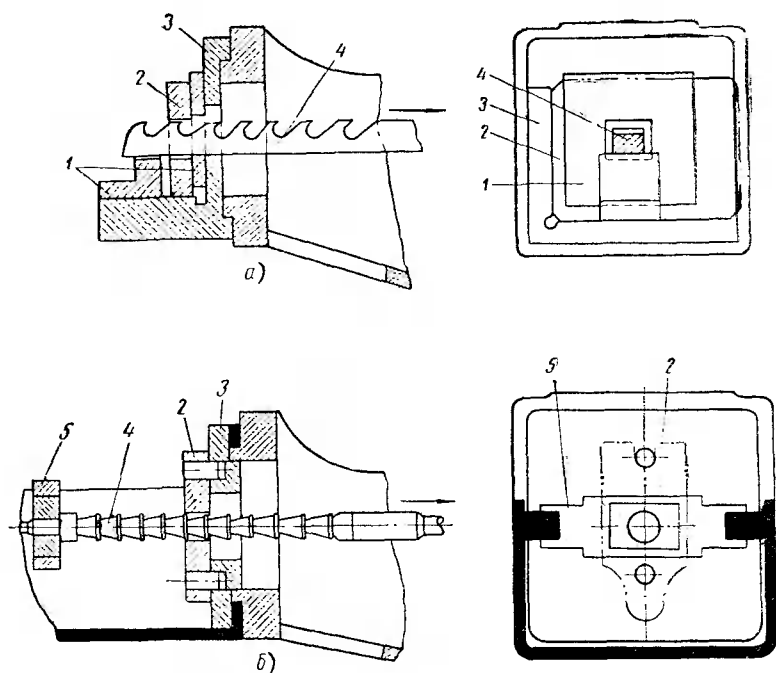
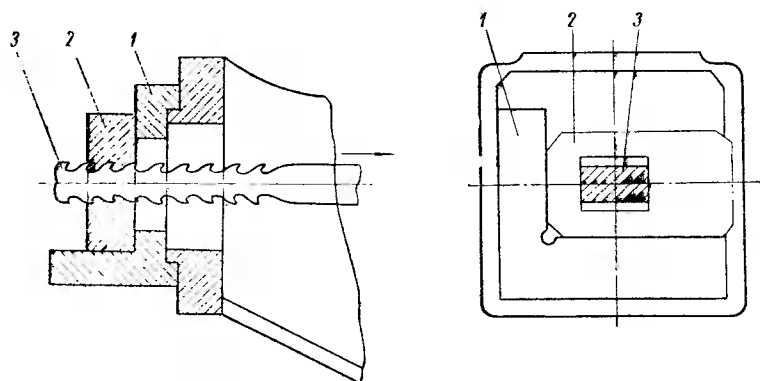


Рис. 88. Схемы координатного протягивания:

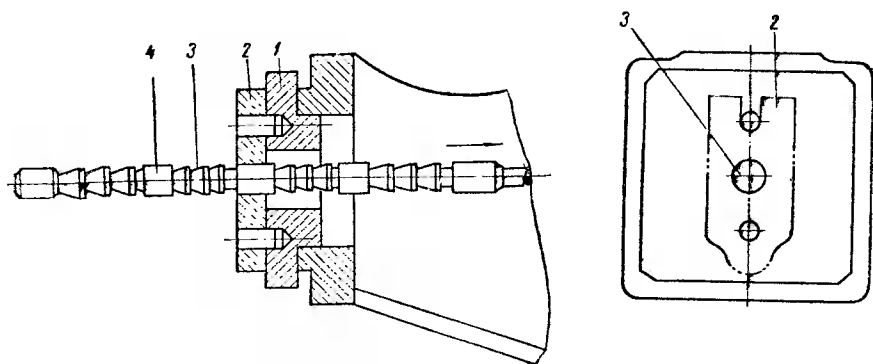
a — протягивание прямоугольного отверстия, *б* — протягивание круглых и шлицевых отверстий;
1 — неподвижные направляющие, *2* — обрабатываемая деталь, *3* — протяжное приспособление, *4* — протяжка, *5* — люнет

Координатное протягивание отверстий осуществляется как на горизонтальных, так и на вертикальных протяжных станках.

На рис. 88, *а* приведена схема координатного протягивания прямоугольного отверстия на горизонтальном станке.



а)



б)

Рис. 89. Схемы координатного протягивания без принудительного направления протяжки:

1 — приспособление, 2 — обрабатываемая деталь, 3 — протяжка, 4 — промежуточные направляющие.

На рис. 88, *б* изображена схема того же станка, подготовленного для протягивания круглых, шлицевых и других точно расположенных отверстий. В этом случае обрабатываемая деталь 2 жестко закрепляется в приспособлении 3. Протяжка 4 поддерживается люнетом 5, перемещающимся по направляющим корыта стаика. В обоих случаях имеет место протягивание с принудительным направлением протяжки.

При другом способе координатного протягивания протяжка не имеет принудительного направления. Направление протяжки, а следовательно, и координаты протягиваемого отверстия определяются положением предварительных отверстий. Схема наладки горизонтально-протяжного станка для этого способа протягивания показана на рис. 89, а.

Применение этого метода при протягивании круглых и шлицевых отверстий показано на рис. 89, б. Чтобы уменьшить смещение протяжки, добавляют промежуточные направляющие 4.

Координатное протягивание обеспечивает точность взаимного расположения поверхностей по 3-му классу, а без принудительного направления протяжки — по 4-му классу.

§ 38. ПРОТЯГИВАНИЕ (ПРОШИВАНИЕ) УПЛОТНЯЮЩИМИ ПРОТЯЖКАМИ

Протягивание (прошивание) уплотняющими протяжками (прошивками), или дорнирование, основано на пластической деформации поверхностного слоя металла обрабатываемого изделия. Этот процесс дает высокую чистоту поверхности ($\nabla 9$ — $\nabla 12$), а также более износоустойчивый наклепанный слой.

Этот вид протягивания применяется как чистовая операция для обработки цилиндрических отверстий в незакаленных деталях из стали и различных цветных сплавов (медь, алюминий, магний и др.). Для обработки чугуна и хрупких цветных сплавов уплотняющее прошивание можно применять лишь при достаточной толщине стенок изделия и малом припуске на обработку. В автотракторном производстве обработка выглаживающими прошивками латунных и бронзовых втулок обычно сочетается с их запрессовкой в основную деталь.

Уплотняющее прошивание применяется также для калибровки шлицевых отверстий в стальных деталях после термической обработки (закалки и отпуска), когда высокая твердость не допускает использования режущих протяжек.

Однозубая прошивка (дорн) с шлицевыми выступами применяется для продавливания нарезов в стволах стрелкового оружия. За один проход дорна получают нарезы требуемой чистоты поверхности и размера.

Однозубыми уплотняющими протяжками (дорнами) можно обрабатывать как сквозные, так и глухие отверстия.

Таким образом, обработку уплотняющими протяжками (дорнами) можно применять в виде:

1) добавочной операции после обычного протягивания режущими протяжками сырых или термически обработанных деталей;

2) комбинированной обработки протяжкой, в которой после режущей части располагаются уплотняющие зубья;

3) самостоятельной окончательной операции обработки отверстий после сверления, зенкерования, развертывания, растачивания для получения высокой точности и чистоты поверхности, а также для одновременной запрессовки втулок из цветного металла и калибровки отверстия;

4) самостоятельной операции для получения фасонного отверстия из круглого, как, например, дорнирование нарезов в стволах стрелкового оружия.

Уплотняющими протяжками работают на станках для внутреннего протягивания и на прошивных станках (прессах). Технология процесса, скорость рабочего хода, охлаждение в основном такие же, как и при протягивании режущими протяжками.

§ 39. НАРУЖНОЕ ПРОТЯГИВАНИЕ

Наружное протягивание является высокопроизводительным и точным методом механической обработки. Его успешно применяют взамен других способов обработки поверхностей с целью снижения трудоемкости и стоимости обработки. Наружным протягиванием можно заменить строгание, фрезерование, а в некоторых случаях шабрение и шлифование. При протягивании взамен фрезерования сложных фасонных контуров (например, кулачков) не только снижается трудоемкость и стоимость обработки, но и обеспечивается высокое качество деталей.

Наружное протягивание осуществляется на станках:

горизонтально-протяжных для внутреннего протягивания (см. рис. 78);

вертикально-протяжных для наружного протягивания (см. рис. 91);

непрерывного действия конвейерного типа (см. рис. 15, в);

непрерывного действия роторного типа;

специальных, для круговых протяжек (см. рис. 15, г, д);

применяемых при протягивании тел вращения (см. рис. 15, е, ж) и других изделий.

Наружное протягивание всегда «несвободное»: заготовка закрепляется в приспособлении, а протяжка получает жесткое направление в направляющих ползуна станка.

При наружном протягивании на вертикально-протяжных станках очистка протяжки от стружки должна происходить без участия рабочего — смыванием охлаждающей жидкостью или другим способом.

На горизонтально-протяжных станках наружными протяжками работают, в общем, так же, как и при протягивании отверстий. Но здесь детали обязательно закрепляются в приспособлениях, имеющих также направляющую часть для протяжек. Протяжка вставляется в окно, образованное обрабатываемой поверхностью детали и направляющими элементами приспособ-

ления, и присоединяется к ползуну станка. В зависимости от конструкции приспособлений наружные протяжки работают или с отсоединением от ползуна после каждого хода, или без отсоединения с выводом протяжки в исходное положение обратным ходом станка, после того как деталь будет снята с приспособления.

На рис. 90 показана операция протягивания сегментов кассового аппарата с зубьями на внешней и внутренней дуге, протягиваемыми одновременно. Ширина впадины $1,35^{+0,05}$ мм. Вследствие V-образной формы сечения этих деталей накладывать их

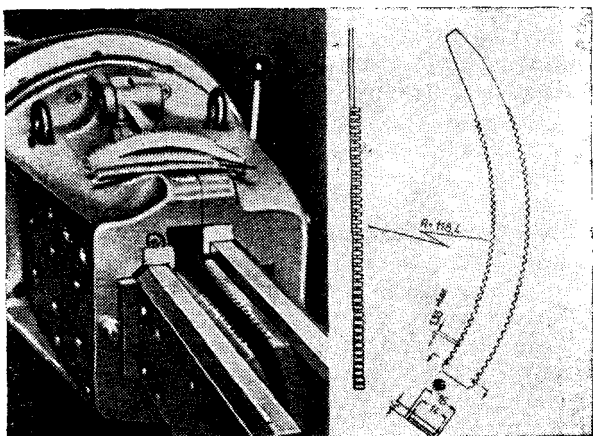


Рис. 90. Протягивание сегментов кассового аппарата

одно на другое невозможно, а также нельзя протягивать «пакетом».

Обработка на вертикальных протяжных станках для наружного протягивания выполняется более просто и производительнее, так как здесь не нужно переставлять протяжку. Набор наружных протяжек на одной державке прикрепляется неподвижно винтами к ползуну станка, поэтому нет необходимости отсоединять протяжку от станка и присоединять ее вновь после каждого хода. Обрабатываемая деталь устанавливается в специальном приспособлении, поставленном на стол станка, и зажимается вручную или автоматически. После установки детали включается рабочий ход станка. Сначала получает движение стол станка, подводящий обрабатываемую деталь к протяжке, а затем ползун с протяжкой опускается вниз и обрабатывает деталь. Когда протяжка полностью сходит с обрабатываемой деталью, ползун ненадолго останавливается в нижнем положении. За это время стол отодвигается назад и отводит деталь от протяжки, после чего ползун начинает обратный ход (вверх). Как только стол

отходит назад, протянутую деталь снимают и устанавливают новую, после чего цикл работы повторяется.

При работе на вертикальных наружно-протяжных станках необходимо выполнять следующие правила:

1. Подача охлаждающей жидкости должна быть настолько сильной и так направлена на протяжку, чтобы при обратном ходе ползуна вся стружка с зубьев протяжки вымывалась струей жидкости, так как ручная очистка исключается. Вместе с тем, необходимо все время следить за состоянием протяжки и при застревании стружки остановить станок, очистить протяжку и устранить причину застревания.

2. Закреплять протяжку в державке и самое державку на ползуне станка следует очень прочно, чтобы не возникло дрожание протяжки и станка.

3. Деталь должна быть крепко зажата в приспособлении, а приспособление прочно закреплено на столе станка. В противном случае возможны дрожание станка и детали и выкрашивание зубьев протяжки.

4. Припуск на обработку не должен превышать установленной нормы во избежание поломки первых зубьев протяжки. Поэтому здесь так же, как и при внутреннем протягивании, нужен предварительный контроль заготовок.

5. Следить за показаниями манометра станка, чтобы своевременно прекратить работу станка при его перегрузке и убереечь протяжку от поломки.

На рис. 91 представлена операция наружного протягивания на вертикально-протяжном станке 7Б720.

На станке установлена протяжка, оснащенная твердосплавными зубьями (см. рис. 55). Обрабатываются различные детали из чугуна, представленные на рис. 92 (толстыми линиями обозначены поверхности обработки). Применение одной наладки для обработки группы деталей (в данном случае 12 деталей) позволяет успешно применять наружное протягивание в серийном производстве.

Предварительное протягивание зубьев зубчатого колеса полуоси заднего моста. Материал — сталь 12Х2Н4А, снимаемый припуск 9,5 мм, предварительная нарезка 20 зубьев модуля 5 с оставлением припуска на окончательную обработку 0,7—0,6 мм на сторону.

Протягивание производится на вертикально-протяжном станке. Одновременно обрабатываются две детали. Производительность 14 зубчатых колес в час. Заготовки устанавливаются в приспособлении, как показано на рис. 93. Переключение на следующий зуб и фиксация осуществляются автоматически во время холостого хода.

Деталь устанавливают и снимают вручную.

Зубья цилиндрических колес протягиваются одновременно

по всей окружности протяжкой-трубой, которая может быть изготовлена цельной из одной заготовки (рис. 94) или сборной из отдельных реек. Этой протяжкой нарезают зубья в заготовках колес, отлитых из серого чугуна. Зубчатое колесо диаметром 101,6 мм имеет 87 зубьев высотой 2,2 мм, расположенных по винтовой линии с углом подъема 22° ; длина зуба 19 мм.

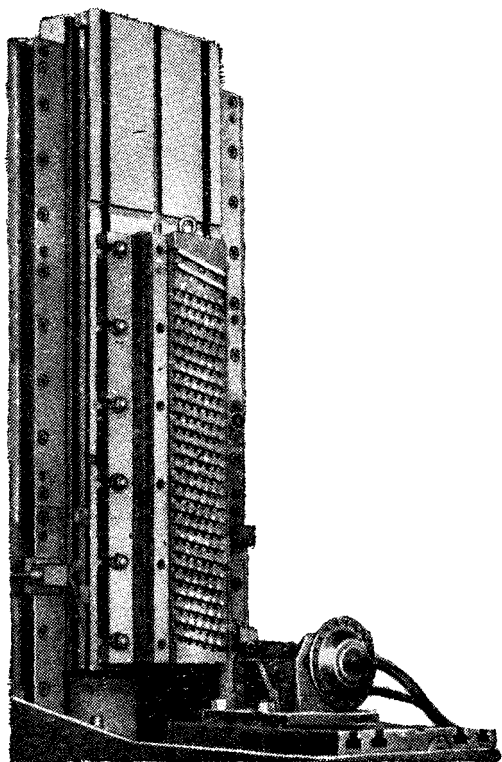


Рис. 91. Наружное протягивание на вертикально-протяжном станке 7Б720 деталей из чугуна протяжкой, оснащенной твердым сплавом

Протягивают зубчатые колеса на 25-тонном гидравлическом прессе (рис. 95). Заготовку устанавливают на верхнем торце цилиндрического приспособления *A* (вращающегося в основании на шариковых подшипниках) посредством винтового копира *B*. Копир установлен в головке *C*, имеющей два выступа, входящих в каждую из двух винтовых канавок копира *B*. Протяжка *D* устанавливается в плите, движущейся в цилиндриче-

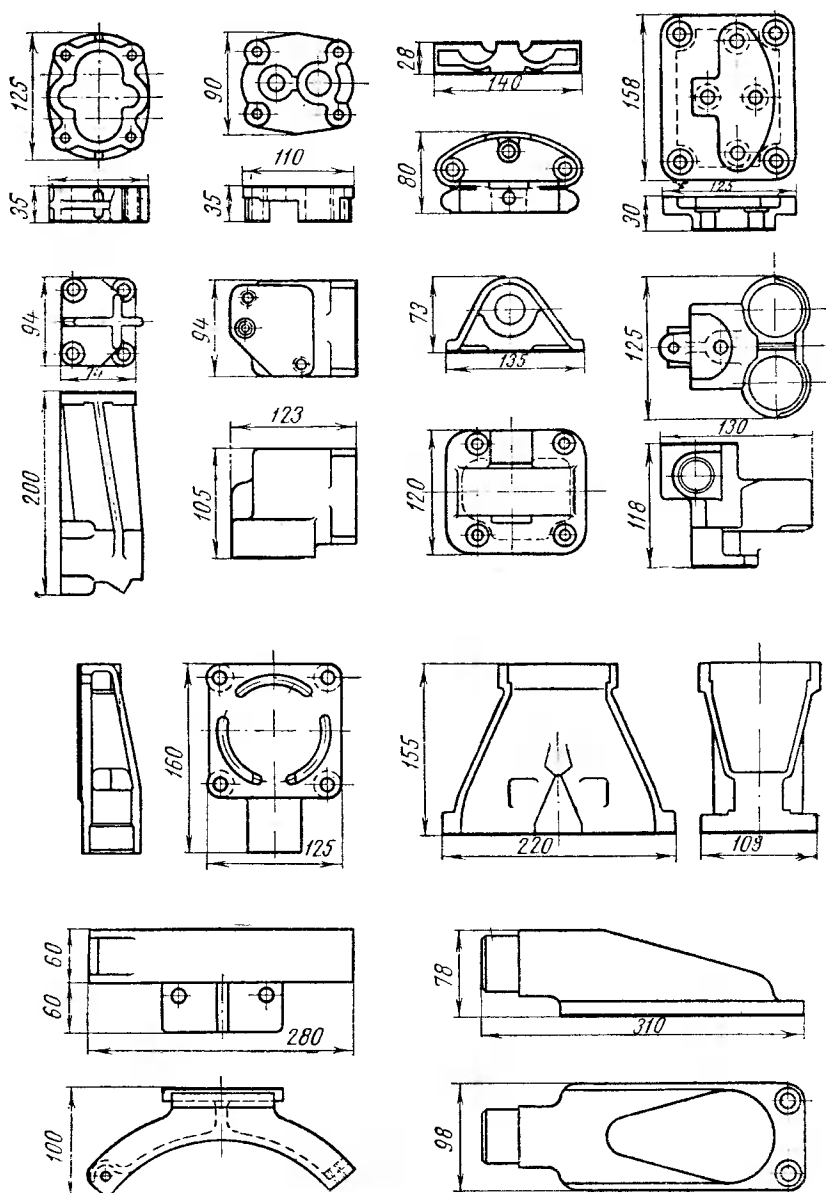


Рис. 92. Чугунные детали, обрабатываемые протяжкой из твердого сплава на станке 7Б720

ских направляющих и связанной с головкой стойками *Е*. При рабочем движении протяжки вниз движется также и головка, вращающая копир выступами, скользящими по винтовым канавкам. Благодаря этому вращается приспособление *А* с заготовкой и нарезается винтовой зуб. Время протягивания 5 сек, полное штучное время 15 сек.

Обработка конических колес методом кругового протягивания. Метод кругового протягивания начали применять сравнительно недавно. В автомобильной промышленности этот метод используют при обработке прямозубых

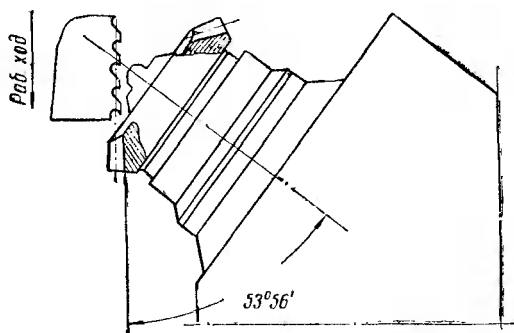


Рис. 93. Схема предварительного протягивания зубьев конического зубчатого колеса

конических зубчатых колес дифференциала и полуоси (ГАЗ и ЗИЛ). Рабочий инструмент в данном случае представляет собой круговую протяжку диаметром около 540 мм с резцами, расположенными с угловым шагом 4—4,5° (рис. 96).

Резцы имеют вогнутый радиусный профиль с плоской передней поверхностью, передний угол $\gamma = 15^\circ$. Задний угол, равный 10° , образуется при затыловании.

Круговая протяжка имеет два типа резцов: черновые для прорезания впадин и для предварительного нарезания боковых поверхностей зубьев и чистовые для окончательной обработки.

Черновые зубья расположены с определенным углом подъема (по спирали), работа их сопровождается продольной подачей резцовой головки вдоль впадины зуба.

Чистовые зубья работают при подаче резцовой головки в обратном направлении (от широкого конца зуба к узкому).

Протягивание крупных трапецеидальных реек на деталях типа валов. Для получения профиля зубчатой рейки на деталях типа валов также применяется протягивание. Такой способ протягивания применен, например, на Минском тракторном заводе. Это позволило повысить каче-

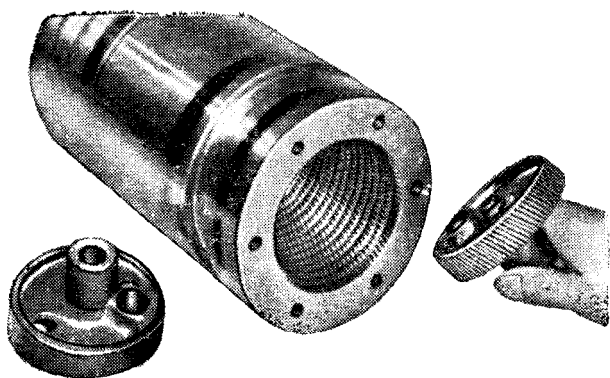


Рис. 94. Протяжка-труба для протягивания зубчатых колес с винтовым зубом

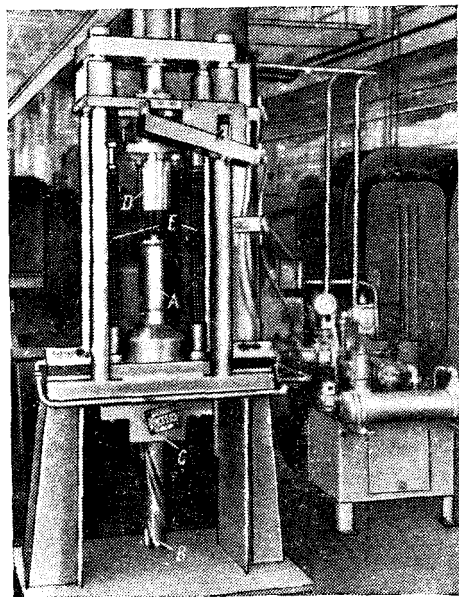


Рис. 95. Гидравлический пресс для прошивания зубьев на заготовке колеса

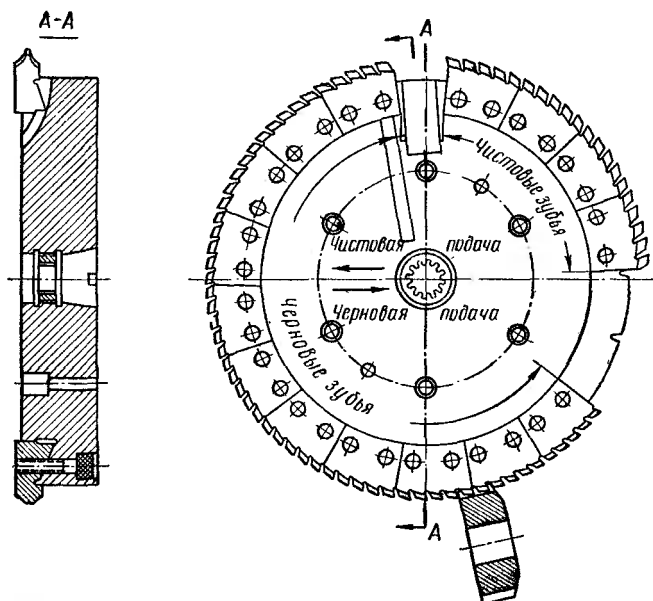


Рис. 96. Круговая протяжка для нарезания зубьев конических зубчатых колес

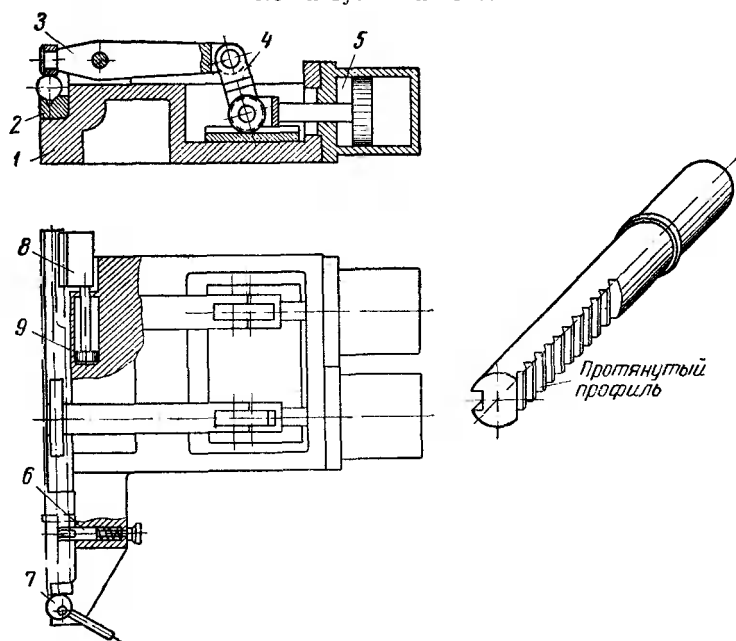


Рис. 97. Приспособление для закрепления детали

ство изделий и производительность. Протягивание рейки с трапецеидальной резьбой с шагом 8 мм осуществляется на валах диаметром 75 и 100 мм. Материал обрабатываемой детали — сталь 38ХГСА и сталь 45Л. Одновременно протягивается профиль на длине 315 мм.

Протягивание производится на вертикально-протяжном станке модели 7С720. Важным условием при протягивании профиля рейки на валах является жесткое крепление детали, обеспечивающее отсутствие сдвигов и вибраций при протягивании.

Приспособление для закрепления детали (задняя полуось), на которой протягивается профиль рейки, состоит (рис. 97) из корпуса 1, на котором закреплена призма 2. В призме устанавливается обрабатываемая деталь. Прижим детали к призме осуществляется двумя рычагами 3, усилие к которым передается через шарнирно-рычажный усилитель 4 от гидроцилиндра 5. Фиксация детали в осевом направлении производится выдвижным фиксатором 6, а поджим детали к фиксатору — эксцентриком 7. На обрабатываемой детали имеется шпоночный паз, относительно которого задается расположение профиля рейки. Для фиксации детали по пазу служит подвижной фиксатор 8, перемещаемый цилиндром 9.

Протяжной блок состоит из корпуса, на котором закреплены восемь отдельных протяжек. При установке протяжки поджимаются винтами к одной базе, что облегчает их установку и сьем.

Снятие припуска протяжками происходит по генераторной схеме. Полученный при этом скорректированный по углу профиль протяжки обеспечивает поднутрение по боковым режущим кромкам в один градус. Отсутствие трения по ленточкам обеспечивает высокую стойкость протяжки.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к подготовке деталей под внутреннее и наружное протягивание?
 2. Каковы особенности протягивания глубоких отверстий?
 3. Каковы основные методы протягивания шпоночных пазов?
 4. Какая схема резания применяется при протягивании квадратных отверстий и в чем ее преимущества?
 5. Что такое координатное протягивание и каковы особенности его осуществления?
 6. Какие формы поверхностей обрабатываются наружным протягиванием?
 7. В чем различие конструкции наружных протяжек для горизонтально-протяжных и вертикально-протяжных станков?
-

Чтобы оправдать свою высокую стоимость, протяжка должна обладать высокой стойкостью, т. е. обрабатывать до своего затупления большое количество деталей и выдерживать определенное количество переточек.

Рациональное использование протяжек связано с правильным решением ряда вопросов, возникающих при протягивании. К ним относятся: подготовка деталей под протягивание, режимы резания, состав и способ подачи охлаждающей жидкости, определение момента затупления протяжки, заточка протяжки, правильный уход за инструментом и оборудованием, своевременное выявление и устранение неполадок, возникающих в процессе работы.

§ 40. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОТЯГИВАНИИ

Режимы резания при протягивании определяются подачей на зуб, шириной среза (стружки) и скоростью резания.

Подача на зуб и ширина среза заложены в конструкции режущей части протяжки и их выбор зависит от длины протягивания, обрабатываемого материала, диаметра (или других поперечных размеров) протягиваемого профиля.

Рекомендуемые значения величины подачи на зуб при различных схемах резания приведены в табл. 25—28.

Подачи на чистовые зубья берут в размере до 60% от подач на черновые зубья.

Для более точных отверстий, пазов или других профилей, требующих очень чистой поверхности, подачу на зуб уменьшают.

Ширина среза оказывает значительное влияние на усилие при протягивании, условия стружкообразования, размещение стружки в канавке и чистоту протягиваемой поверхности.

Исходя из условий стружкообразования, ширина режущего элемента зуба протяжки, т. е. ширина стружки, выбирается по следующим соотношениям: $b = (1-1,5) \sqrt{D}$, где D — диаметр протяжки в мм. Не рекомендуется брать ширину стружки более 10 мм. Только при обработке больших диаметров и плоскостей допускается ширина до 15 мм.

Средние значения величин подач на зуб для различных видов протяжек и схем резания при обработке наиболее распростра-

Подача на зуб S_z мм при наружном протягивании
(для обдирочных зубьев)

Тип протяжки	Схема резания	Обрабатываемый материал			
		сталь $\sigma_B < 50$ и $\sigma_B > 90$	сталь $\sigma_B = 50-90$	чугун серый и ковкий, бронза	алюминий
Плоские, угловые и канавоч- ные	Профиль- ная	До 0,10	До 0,12	0,05—0,2	0,03—0,20
	Генера- торная	0,1—0,2	0,15—0,5	0,3—0,8	До 0,30
	Перемен- ная	0,15—0,3	0,20—0,6	0,4—0,8	До 0,8
Цилиндри- ческие и фасонные	Профиль- ная	до 0,08	до 0,1	0,05—0,15	0,03—0,1
	Генера- торная	0,05—0,1	0,1 —0,2	0,15—0,30	До 0,15
	Перемен- ная	0,1—0,15	0,15—0,3	0,2—0,4	До 0,3

Таблица 26

Подача на зуб S_z для протяжек, работающих по профильной
и генераторной схеме резания

Тип протяжки	S_z , мм, для обработки			
	стали	чугуна	алюминия	бронзы и латуни
Круглые протяжки	0,015—0,04	0,03—0,1	0,02—0,05	0,05—0,12
Шлицевые с прямо- угольными шлицами	0,05—0,08	0,04—0,10	0,02—0,1	0,05—0,12
Острошлифованные и эвольвентные	0,03—0,10	0,04—0,08	—	—
Шпоночные	0,05—0,20	0,06—0,20	0,05—0,08	0,08—0,20
Квадратные и шести- гранные	0,015—0,08	0,08—0,15	0,02—0,1	0,05—0,20

Подача на зуб S_z для обработки стали средней твердости
протяжками с переменной схемой резания

Глубина впадины, мм	S_z , мм, при ширине стружки b до		
	3 мм	$1,2 \sqrt{d}$ мм	$1,5 \sqrt{d}$ мм
3	0,15	0,1	0,05
4	0,20	0,15	0,1
5	0,25	0,20	0,15
6	0,30	0,25	0,20
7	0,35	0,30	0,20

Примечание. Ширина режущей кромки b свыше $1,5 \sqrt{d}$ (d — диаметр протяжки) или свыше 10 мм для обдирочных стружек не рекомендуется.

Таблица 28

Подача на зуб S_z при протягивании жаропрочных и титановых сплавов

Обрабатываемый материал	Подача на зуб S_z , мм	
	Предварительное протягивание	Окончательное протягивание
Жаропрочные сплавы		
ЭИ826 (ЭИ617АБ),		
ЭИ827 (ЭИ766А), ЭИ767,		
ЭИ766	0,04—0,08	0,02—0,03
ЖСЗД	0,04—0,06	0,02—0,03
Титановые сплавы . .	0,05—0,10	0,02—0,04
То же при работе протяжками из твердого сплава ВК8	0,08—0,12	0,03—0,06

ненных марок конструкционной углеродистой и низколегированной стали приведены на рис. 98, а, б.

На рис. 98, а представлен график зависимости подач от диаметра протягиваемого отверстия для круглых и шлицевых протяжек. Прямая I дает наименьшие, а прямая II наибольшие значения подачи, применяемые на круглой протяжке соответственно для зачистных и для черновых зубьев. При этом схема резания — профильная. Кривая III дает значения подач для черновых зубьев круглой протяжки с переменной схемой резания, а прямая IV тоже для шлицевых протяжек (генераторная схема). Из графика видно, что значение подачи растет с увеличением диаметра протягиваемого отверстия.

Переменная схема резания для круглых протяжек позволяет применять значительно большие величины подач, чем профильная.

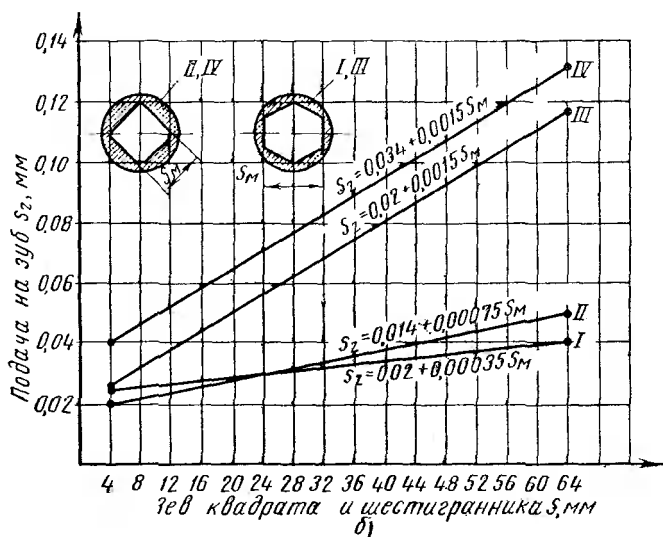
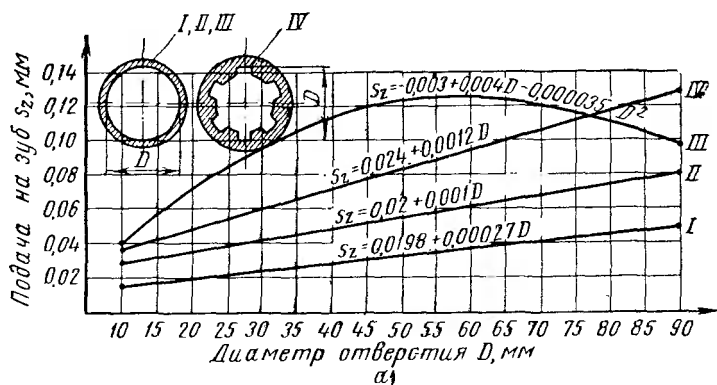


Рис. 98. Среднее значение подач на зуб при обработке стали в зависимости от поперечных размеров протягиваемого отверстия:

а — для круглых и шлицевых протяжек, б — для квадратных и шестигранных протяжек

Для шлицевых протяжек (генераторная схема резания) значения подачи на зуб больше, чем для круглых протяжек с профильной схемой, но меньше, чем для круглых с переменной схемой резания, за исключением участка больших диаметров (75—90 мм).

На рис. 98, б дан график зависимости величины подач для квадратных и шестигранных протяжек от размера зева протягиваемого отверстия. Нетрудно заметить, что минимальные значения подач, применяющихся на первых зубьях квадратных и шестигранных протяжек, близки не только между собой (прямые I и II), но и минимальным значениям подач для круглых протяжек с профильной схемой резания (прямая 1, рис. 98, а).

Это объясняется тем, что первые зубья квадратных и многогранных протяжек являются круглыми и работают по круглому отверстию заготовки, т. е. в условиях, ничем не отличающихся от круглых протяжек.

Значения максимальных подач (черновых зубьев) квадратных и шестигранных протяжек (прямые III, IV) близки соответствующим значениям для шлицевых протяжек (прямая IV, рис. 98, а), что объясняется одинаковой генераторной схемой резания. При этом прямая IV для квадратных протяжек расположена выше, чем прямая III для шестигранных. Это объясняется тем, что с увеличением числа граней условия работы гранной протяжки приближаются к условиям работы круглой протяжки (увеличивается периметр срезаемой стружки, что вызывает необходимость уменьшения подачи).

Графики на рис. 98 дают общий характер зависимости средних величин подач от поперечных размеров протяжки. В массовом производстве, где протяжки проектируются для каждой конкретной детали, значения применяемых подач выше средних величин.

Скорость резания при протягивании значительно меньше, чем при других видах обработки. В зависимости от обрабатываемого материала, конструкции и материала протяжки, подачи, характера выполняемой работы, требований к точности и чистоте поверхности скорость резания по стали и чугуна составляет, как правило, от 0,5 до 15 м/мин. Для получения высокой чистоты поверхности скорость протягивания следует снижать до 1,0—2 м/мин. Протяжками из быстрорежущей стали можно работать по стали со скоростью до 35—40 м/мин. Протяжки, оснащенные твердым сплавом ВК6М, позволяют протягивать чугун со скоростью до 100—120 м/мин. Однако существующие протяжные станки имеют, как правило, рабочие скорости до 12—15 м/мин.

В табл. 29 приведены рекомендуемые скорости резания при протягивании.

При наружном и внутреннем протягивании бронзы и легких сплавов скорость резания составляет 10—15 м/мин.

При протягивании различных специальных сталей и сплавов (нержавеющих, жаропрочных и т. п.) скорость протягивания снижается до 1—2 м/мин.

Скорости резания при протягивании, *м/мин*

Группа обрабатываемых материалов (см. табл. 30)	Цилиндрические отверстия		Шлицевые отверстия		Наружные поверхности и шпоночные пазы		Все виды протягивания	
	▽ 6, 2-й класс точности	▽ 5, ▽ 4, 3-й класс точности и грубее	▽ 6, 2-й класс точности	▽ 5, ▽ 4, 3-й класс точности и грубее	▽ 6, допуск 0,03—0,05 мм	▽ 4, ▽ 5, допуск свыше 0,05 мм	▽ 7, ▽ 8	

Скорость резания, *м/мин*

I	6	4	8	5	5	4	8	5	7	4	10	5	4	2,5
II	5	3,5	7	5	4,5	3,5	7	5	6	4	8	5	3	2
III	4	3	6	4	3,5	3	6	4	5	3,5	7	5	2,5	2
IV	3	2,5	4	3	2,5	2,5	4	4	3,5	3	4	4	2	2
Материал протяжек	P9, P18	XBG	P9, P18	XBG	P9 P18	XBG	P9, P18	XBG	P9, P18	XBG	P9, P18	XBG	P9, P18	XBG

Примечание. При протягивании наружных поверхностей с допуском до 0,03 мм секциями протяжек с фасонным профилем скорость резания снижается до 5—4 *м/мин* для протяжек из сталей P9, P18.

**Разбивка обрабатываемых материалов на группы
для назначения скорости резания**

Группа	Материал	Твердость НВ
М а р к а с т а л и		
I	40; 50; 60; 40Г; 65Г; 40Х; 50Х; 40ХГМ; 50ХГ	До 229
	A12; A15; A20	229—269
II	35; 20Х; 20ХГ; 20ХМ	До 197
	35ХМА; 33ХС; 35СГ; 18ХГМ; 12Х2Н4А; 30ХГТ	До 229
III	30; 20Г	До 187
	40Г; 65Г; 50ГА; 30Х; 50Х; 50ХФА; 35ХМА; 35ХГСА; 50ХН; 40ХГМ; 40НМ	269—321
IV	10; 15; 20	До 156
	35ХС; 35ГС; 37Н3А; 40ХГМ; 33ХН3МА	269—321
М а р к а ч у г у н а		
I	Серый чугун	До 180
II	Ковкий чугун	—
	Серый чугун	Более 180

Скорость протягивания существенно влияет на производительность процесса. Однако требования к чистоте поверхности часто не позволяют работать со скоростью более 1,5—2 м/мин. Поэтому в последнее время строят протяжные станки с механизмом, автоматически снижающим скорость движения протяжки до 1,5 м/мин, как только в работу вступают чистовые зубья протяжки.

В условиях тяжелого машиностроения при обработке круглых и шлицевых отверстий диаметром от 120 до 230 мм скорость протягивания обычно не превышает 1—2 м/мин. Это обстоятель-

ство не оказывает существенного влияния на производительность, так как при протягивании деталей, вес которых достигает сотен килограммов, машинное время протягивания очень мало по сравнению со вспомогательным.

Выбранная скорость резания должна быть проверена по мощности станка. Потребная мощность двигателя станка N_d определяется по известной величине усилия протягивания P и назначенной скорости v , согласно формуле

$$N_d = 0,13 \cdot P \cdot v \text{ кВт}$$

(здесь к. п. д. станка принят равным 0,89), или по табл. 31. Если полученная мощность N_d больше, чем фактическая мощность станка, то следует по табл. 31 выбрать меньшую скорость резания, при которой требуемая мощность не превысила бы мощности станка.

Режимы резания при протягивании специальных сталей и сплавов имеют свои особенности.

Таблица 31

Потребная мощность двигателя протяжного станка в зависимости от усилий и скорости резания

Усилие протягивания P , кг	Скорость резания V , м/мин										
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14
	Мощность двигателя N_g , кВт										
500	0,06	0,13	0,19	0,26	0,32	0,39	0,45	0,52	0,65	0,78	0,91
1000	0,13	0,26	0,39	0,52	0,65	0,78	0,91	1,0	1,3	1,6	1,8
2000	0,26	0,52	0,78	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,5	3,1	3,6
3000	0,39	0,78	1,2	1,6	1,9	2,3	2,7	3,1	3,9	4,7	5,4
4000	0,52	1,0	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,2	5,2	6,2	7,3
5000	0,65	1,3	1,9	2,6	3,2	3,9	4,5	5,2	6,5	7,8	9,1
6000	0,78	1,6	2,3	3,1	3,9	4,7	5,4	6,2	7,8	9,3	10,9
7000	0,91	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,4	7,3	9,1	10,9	12,7
8000	1,0	2,1	3,1	4,2	5,2	6,2	7,3	8,3	10,4	12,5	14,5
9000	1,2	2,3	3,5	4,7	5,8	7,0	8,2	9,3	11,7	14,0	16,3
10000	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	13,0	15,6	18,2
12000	1,6	3,1	4,7	6,2	7,8	9,3	10,9	12,5	15,6	18,7	21,8
14000	1,8	3,6	5,4	7,3	9,1	10,9	12,7	14,5	18,2	21,8	25,4
16000	2,1	4,2	6,2	8,3	10,4	12,5	14,5	16,6	20,8	24,9	29,1
18000	2,3	4,7	7,0	9,3	11,7	14,0	16,3	18,7	23,3	28,0	32,7
20000	2,6	5,2	7,8	10,4	13,0	15,6	18,2	20,8	25,9	31,1	36,3
25000	3,2	6,5	9,7	13,0	16,2	19,5	22,7	25,9	32,4	38,9	45,4
30000	3,9	7,8	11,7	15,6	19,5	23,3	27,2	31,1	38,9	46,7	53,5
35000	4,5	9,1	13,6	18,2	22,7	27,2	31,8	36,3	45,4	54,5	63,6
40000	5,2	10,4	15,6	20,8	25,9	31,1	36,3	41,5	51,9	62,3	72,6
45000	5,8	11,7	17,5	23,3	29,2	35,0	40,9	46,7	58,4	70,0	81,7
50000	6,5	13,0	19,5	25,9	32,4	38,9	45,4	51,9	64,9	77,8	90,8

Примечание. Для станков с винтовым приводом величины мощности, указанные в таблице, увеличивать на 30%.

Протягивание жаропрочных сплавов осуществляется протяжками, изготовленными из быстрорежущей стали марок Р18, Р9Ф5 и твердого сплава ВК6М, ВК8М. Геометрия зубьев: передний угол $\gamma=15^\circ$, задний угол режущих зубьев $\alpha_p=3-5^\circ$, задний угол калибрующих зубьев $\alpha_k=2-3^\circ$. Для протяжек или секций протяжек, допускающих регулировку размера после переточки, целесообразно с целью увеличения стойкости увеличивать угол α_p до $10-12^\circ$. Скорость резания v для предварительного и окончательного протягивания составляет $1,5-2$ м/мин. Подача на зуб s_z : для чернового протягивания $0,04-0,08$ мм, для чистового протягивания $0,02-0,03$ мм. В качестве смазочно-охлаждающей жидкости применяют 10%-ную эмульсию. Подача эмульсии должна быть обильной.

Протягивание титановых сплавов осуществляется протяжками, изготовленными из быстрорежущей стали марок Р18, РК5, РК10, Р9Ф5, Р9К5 и из твердых сплавов ВК6М, ВК8М.

Геометрия зубьев протяжек для внутреннего протягивания: передний угол $\gamma=3-5^\circ$, задний угол режущих зубьев $\alpha_p=5-7^\circ$, задний угол калибрующих зубьев $\alpha_k=2-3^\circ$, боковые задние углы $\alpha_k'=3-4^\circ$.

Геометрия зубьев протяжек для наружного протягивания: передний угол $\gamma=3-5^\circ$, задний угол режущих зубьев $\alpha_p=10-12^\circ$, задний угол калибрующих зубьев $\alpha_k=8-10^\circ$, боковые задние углы $\alpha_k'=3-5^\circ$. Большие значения задних углов — для чернового и предварительного протягивания, меньшие — для чистового протягивания.

Скорость резания и подача на зуб для протяжек, оснащенных пластинками твердого сплава ВК6М, ВК8М, составляют: $v=2-3,5$ м/мин, $s_z=0,03-0,12$ мм (большие скорости и подачи — для чернового и предварительного протягивания, меньшие — для чистового протягивания). Для протяжек из быстрорежущей стали скорость резания и подача составляют: $v=0,7-1,0$ м/мин, $s_z=0,02-0,1$ мм (большие подачи — для режущих зубьев, меньшие — для чистовых зубьев). Для охлаждения используют 5%-ную эмульсию, касторовое масло, сульфолфрезол.

§ 41. ИЗНОС ЗУБЬЕВ ПРОТЯЖЕК И ИХ ЗАТОЧКА

Затупление зубьев протяжки сказывается в износе, истирании задней поверхности зубьев и образовании площадки износа по задней грани, ширина которой в процессе резания увеличивается. Одновременно режущая кромка зуба округляется. Процесс затупления идет быстрее в начальный период работы, затем после достижения определенной величины износ замедляется и почти не увеличивается. При подачах на зуб более $0,1$ мм износ

в виде лунки наблюдается также и по передней поверхности зубьев протяжек. Однако главным является износ по задней поверхности, сводящий величину заднего угла до нуля. В результате этого увеличивается трение задней поверхности зубьев о поверхность изделия, ухудшается чистота обработки, увеличивается усилие протягивания, нагревается протяжка и деталь и стружка приваривается к передней поверхности зуба. Кроме того, в результате износа зубьев протяжки размеры изделия могут выйти из пределов допустимых.

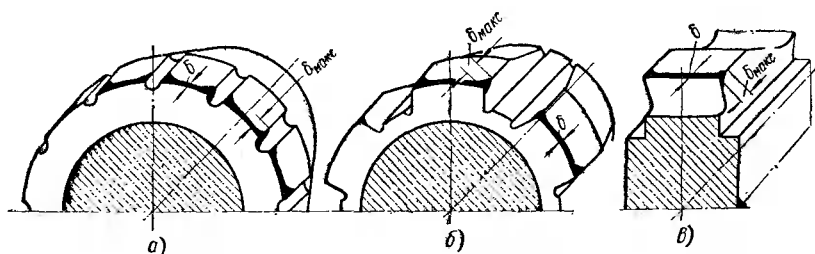


Рис. 99. Износ по задней поверхности зубьев протяжки

Во избежание перечисленных последствий чрезмерного износа протяжки и сокращения общего срока ее службы нормальный износ протяжки допускается только до определенной величины. Период работы протяжки до предельного затупления, когда ее надо сменить на переточку, называется стойкостью протяжки, измеряемой временем ее работы в минутах, или количеством протянутых изделий. Обычно износ зубьев по задней поверхности допускается до ширины 0,3—0,4 мм в местах наибольшего износа и 0,15—0,25 мм на основной части зуба. Износ чаще всего наиболее велик на уголках, переходах к стружкоделительным канавкам и вспомогательным кромкам. На сплошных, непрерывных участках режущих кромок износ меньше и более равномерен. На рис. 99 показано расположение площадки износа по задней поверхности зубьев протяжек: а — круглых, б — шлицевых и в — шпоночных.

Неметаллические включения (сернистый марганец, шлаки и др.) в обрабатываемом материале вызывают внезапное появление на отдельных зубьях вырывов режущей кромки, выкрашивания, а также узкие длинные полосы, напоминающие след абразива. Повышенный износ наблюдается также в местах случайного подреза режущей кромки шлифовальным кругом (при прорезке стружкоделительной канавки на соседнем зубе).

В производстве момент, когда необходимо отправить протяжку на переточку, определяют по так называемым технологическим критериям затупления.

К технологическим критериям затупления относятся:

возрастание силы резания, выражающееся в вибрациях протяжки (гудение, скрип), чрезмерном нагреве детали и протяжки, искажении геометрии детали, напряженной работе и даже остановке станка;

ухудшение чистоты поверхности изделий в сравнении с требуемой;

отклонение размеров обрабатываемой поверхности за пределы допустимых (размерная стойкость);

появление на ряде зубьев большого (предельного) затупления или даже выкрашивания режущей кромки;

приваривание стружки к передней поверхности.

Стойкость протяжки зависит от ее материала, материала заготовок и исходного вида их поверхности, геометрии зуба, охлаждения.

Заточка внутренних протяжек. Заточка протяжек — один из важнейших этапов в их эксплуатации. Своевременная и доброкачественная заточка протяжки определяет ее стойкость и качество обработки изделий. Поэтому протяжчик должен уметь определять качество заточки на глаз и не допускать работы протяжкой, имеющей дефекты заточки.

Заточка круглых шлицевых, многогранных протяжек ведется по передней поверхности и только при большом износе или повреждении зубьев прибегают к шлифованию задней поверхности на круглошлифовальном станке.

Заточка по передней поверхности протяжек (рис. 100), закрепленных в центрах, проводится профильной частью круга на специальных станках для заточки протяжек. Чтобы кривизна поверхности заточного круга вписалась в коническую переднюю поверхность зуба и при заточке был получен требуемый передний угол, диаметр круга должен быть:

$$D_k = \frac{0,85D \sin(\beta - \gamma)}{\sin \gamma},$$

где D — диаметр протяжки;

γ — передний угол;

β — угол между осями круга и протяжки или угол установки шпинделя заточного станка.

На рис. 101 показаны формы заточки по передней грани.

По форме *I* затачивают черновые зубья. Для увеличения стойкости протяжек рекомендуется уменьшить величину переднего угла на чистовых и калибрующих зубьях.

Передние углы зубьев протяжек, применяемых для обработки стали, уменьшают путем заточки по форме *II*, а протяжек, применяемых для обработки чугуна, — путем заточки по форме *III*. Двойная заточка (по форме *II* или *III*) упрощает изготовление и эксплуатацию протяжек, так как не требует примене-

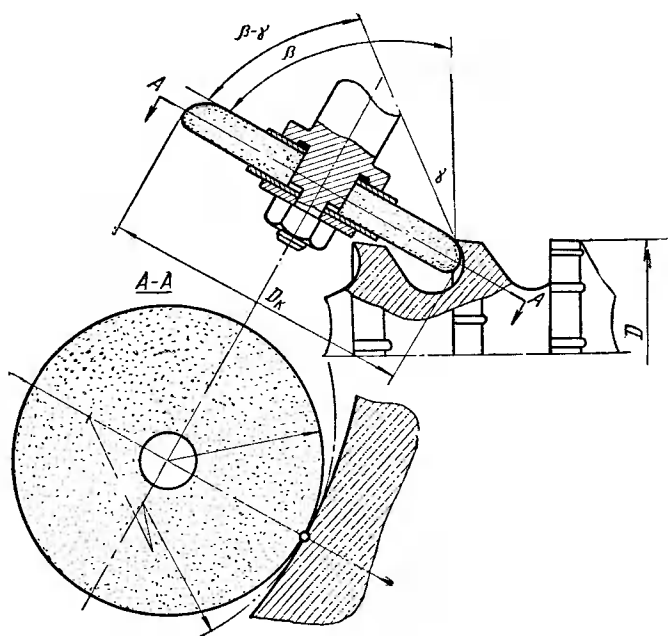


Рис. 100. Схема заточки круглой протяжки по передней поверхности

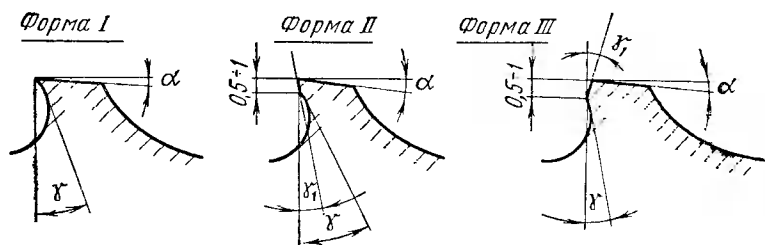


Рис. 101. Форма заточки по передней поверхности зуба

ния шаблонов на профиль впадин с разными углами и уменьшает площадь стачивания при заточке. При потере размера чистовыми и калибрующими зубьями фаска на их передней поверхности легко стачивается, угол увеличивается и зуб переходит в черновой (режущий).

Выбор кругов для заточки и доводки протяжек производится по табл. 32.

Таблица 32

Выбор круга для заточки по передней поверхности зубьев

Вид заточки или доводка	Форма круга по ГОСТ 2424—60	Абразивный материал	Зернистость	Твердость	Связка кругов
Черновая (ремонт зубьев)	1Т, 2Т, 3Т	ЭБ	40—25	СМ1	К
Чистовая	1Т, 2Т, 3Т	ЭБ	16—12	СМ1	К
Доводка	1Т, 2Т, 3Т	КЗ	6—4	СМ2	Б

При заточке по задней поверхности зубьев шпоночных, плоских и подобных им протяжек применяют шлифовальные круги формы ЧК или ЧЦ; остальные характеристики — согласно табл. 32.

Шлифовальные круги имеют свои условные обозначения. Например, круг ЧЦD×H×dЭБ40СМ1Б, где буквы ЧЦ — означают форму круга — чашка цилиндрическая, D — диаметр, H — ширина, d — внутренний диаметр, ЭБ — электрокорунд белый, 40 — зернистость, СМ1 — средняя мягкость первой степени, Б — бакелитовая связка. Керамическая связка обозначается буквой К, карбид зеленый — буквами КЗ.

Режимы заточки: подача не более 0,05 мм на один оборот протяжки; скорость вращения протяжки 10—15 м/мин; скорость вращения круга 25—30 м/сек.

Доводка протяжек осуществляется также при помощи специальных притиров доводочными пастами.

На Челябинском тракторном заводе доводка протяжек осуществляется посредством подпружиненного вращающегося притира (сила нажатия 10—30 н или 1—3 кг), торцовая плоскость которого располагается касательно к задней поверхности зуба. Под доводку оставляется припуск 0,01—0,02 мм.

При переточках недопустимы искажение формы стружечных впадин зубьев, уступы на передней поверхности, завалы, заусенцы, прижоги. При заточке выводится только часть нормального износа по задней поверхности — слой до 0,2 мм. Допускается оставление ленточки притупления до 0,1 мм. Калибрующие зубья затачивают только по мере перехода их в режущие (зачищаю-

щие). Для остальных калибрующих зубьев при необходимости допускается только зачистка со снятием слоя по передней поверхности до 0,02—0,03 мм.

При контроле заточенных протяжек необходимо проверять состояние режущих кромок, передний и задний углы.

Следует обращать внимание на расположение рисок на передней грани. Пересекающиеся и круговые риски (рис. 102, а и б) характеризуют правильную заточку; лучевые риски (рис. 102, в) получаются при неправильной установке круга.

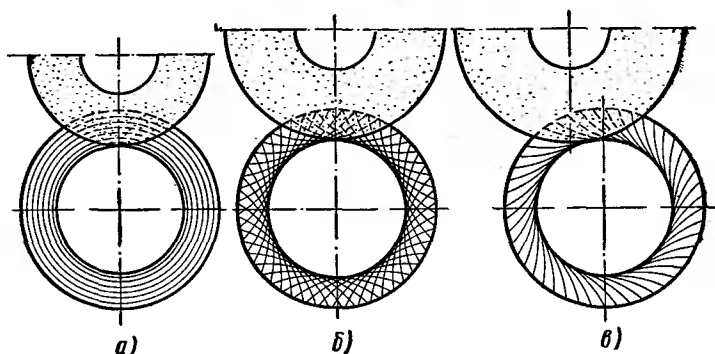
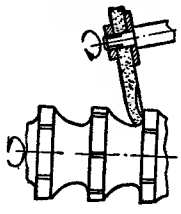
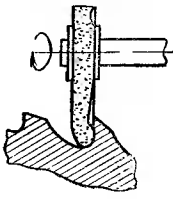
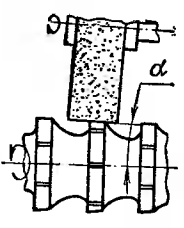

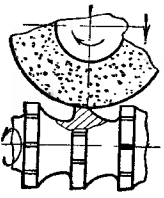
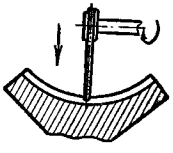


Рис. 102. Вид передней поверхности зуба при правильной (а, б) и неправильной (в) установке заточного круга

Заточка наружных протяжек. Подналадка наружных протяжек требует значительного времени. Поэтому для наружных протяжек допускается значительно больший износ зубьев, чем для внутренних. Режущие свойства зубьев при таком износе восстанавливают заточкой по задней грани. При переточке по передней грани уменьшается толщина зуба, что ограничивает число допустимых переточек. Таким образом, протяжки, перетачиваемые по задней грани, имеют не только значительно большую стойкость, но и допускают большее число переточек в сравнении с протяжками, затачиваемыми по передней грани. Однако переточка по задней грани возможна только для наружных протяжек, размеры которых восстанавливаются регулированием. При переточках по задней грани систематическая заточка передней грани, осуществляемая во время восстановления впадин, целесообразна лишь для протяжек, обеспечивающих высокую чистоту обрабатываемой поверхности.

В табл. 33 представлен порядок переточки наружных протяжек для обработки вогнутой и выпуклой цилиндрических поверхностей. Заточка протяжек, оснащенных твердым сплавом, производится алмазными кругами.

Заточка наружных протяжек

Наименование операции	Эскиз наладки для протяжек, обрабатывающих цилиндрическую поверхность	
	вогнутую	выпуклую
Затачивание передней грани зубьев и углубление впадины (Станок для заточки протяжек)		
Шлифование задней поверхности зубьев с выдерживанием перепадов (Кругло- и внутришлифовальный станок)		
Восстановление стружкоделителей (Станок для заточки протяжек)		

§ 42. КОНТРОЛЬ ПРОТЯЖЕК

Контроль протяжек осуществляется как в процессе их изготовления и приемки, так и в процессе эксплуатации в связи с переточкой, а также в связи с установлением причин брака в работе. Протяжчик должен быть знаком с методами контроля протяжек.

Основным документом при контроле протяжек является чертеж протяжки и технические условия на нее.

Основные технические условия. Технические условия на цилиндрические протяжки предусматривают следующие требования к их основным параметрам.

1. Твердость протяжек должна быть: режущей части и задней направляющей *HRC* 62—65, передней направляющей *HRC* 60—65, хвостовой части *HRC* 40—47.

2. На рабочей части протяжек не должно быть обезуглероженных мест и мест с пониженной твердостью.

3. Зубья протяжек не должны иметь завалов, заусенцев и выкрошенных кромок.

4. Шероховатость обработанных поверхностей протяжек должна быть по ГОСТ 2789—59; передней и задней поверхности, поверхности ленточек на калибрующих зубьях — не ниже класса 9; поверхностей спинки зуба, поверхностей стружкоделительных канавок и выкружек — не ниже класса 7; для стружечных канавок — не ниже класса 7; поверхностей цилиндрической части хвостовика, конических поверхностей под кулачки — не ниже класса 7; поверхности рабочего конуса центровых отверстий — не ниже класса 8; нешлифованных поверхностей — не ниже класса 6.

5. Наибольшее отклонение от расчетного диаметра режущих зубьев, за исключением последних чистовых, смежных с калибрующими зубьями, не должно превышать величины 0,008—0,020 мм в зависимости от диаметра протяжки и подъема на зуб.

6. Допуск на диаметр трех последних режущих и всех калибрующих зубьев протяжек не должен превышать величин для класса А 0,005—0,010 мм в зависимости от диаметра.

7. Радиальное биение трех последних режущих и всех калибрующих зубьев не должно превышать допуска на диаметр калибрующих зубьев.

Биение на остальной части протяжки не должно превышать на каждые 100 мм длины 0,005—0,006 мм в зависимости от ее длины.

8. Овальность рабочей части должна находиться в пределах допуска по наружному диаметру на соответствующий диаметр протяжки.

9. Допускаемые отклонения переднего угла не должны превышать $\pm 2^\circ$; заднего угла режущих черновых зубьев $\pm 30'$; заднего угла чистовых и калибрующих зубьев $-30'$, заднего угла на выкружках $+2^\circ$.

10. Допускаемое отклонение глубины впадины зуба не должно превышать 0,3—0,5 мм в зависимости от глубины впадины.

11. Ширина цилиндрической ленточки на калибрующих зубьях выполняется в пределах 0,1—0,2 мм. Ширина ленточки должна быть равномерной.

Технические условия на шлицевые протяжки сводятся к следующим основным требованиям:

1. Твердость режущей части и задней направляющей должна быть *HRC* 62—65, передней направляющей *HRC* 60—65 и хвостовой *HRC* 40—47.

2. На обработанных поверхностях протяжек не должно быть волосин, раковин, трещин, черновин, забоин, зазубрин и других пороков металла, а также следов коррозии.

3. Непараллельность боковых сторон зубьев относительно продольной оси протяжки допускается в пределах 0,01 мм на 500 мм длины шлицевой части.

4. Несимметричность зуба относительно оси в поперечном сечении допускается в пределах допуска на толщину зуба протяжки.

5. Радиальное биение двух последних режущих и всех калибрующих зубьев не должно превышать допуска на диаметр калибрующих зубьев. Биение на остальной части протяжки устанавливается в зависимости от ее длины и не должно превышать на каждые 100 мм ее длины следующих величин: 0,005 мм — у протяжек длиной до 40 D мм; 0,006 мм — у протяжек длиной свыше 40 D мм.

6. Несоосность расположения поверхностей наружного и внутреннего диаметров зубьев: при центрировании по внутреннему диаметру допускается в пределах допуска на внутренний диаметр протяжки; при центрировании по наружному диаметру допускается в пределах половины допуска на внутренний диаметр протяжки.

7. Ширина цилиндрической ленточки на калибрующих зубьях выполняется в пределах 0,1—0,4 мм. Ширина ленточки должна быть равномерной.

8. Предельные отклонения ширины боковой ленточки на режущих зубьях не должны превышать $\pm 0,2$ мм.

9. Предельное отклонение переднего угла не должно превышать $\pm 2^\circ$, заднего угла режущих черновых зубьев $\pm 30'$, чистовых и калибрующих — $30'$ и угла поднутрения боковых сторон зуба $+30'$.

Методы и средства контроля шлицевой протяжки. Рассмотрим методы контроля основных параметров протяжек на примере шлицевой протяжки.

Конструкция и обозначения параметров шлицевой протяжки показаны на рис. 103. Контроль протяжки начинается с контроля качества поверхностей и внешнего вида. В процессе контроля проверяется наличие забоин, черновин, цветов побежалости, коррозии и других дефектов. Качество обработки поверхностей протяжки (направляющие, передняя и задняя поверхности зубьев и др.) должно соответствовать классам чистоты, указанным в чертеже и ТУ. Средствами контроля служат 10-кратная лупа, эталоны чистоты поверхности.

Контроль общей длины и длин отдельных участков протяжки. В процессе контроля отдельно фиксируют размеры общей длины и длин приемного конуса, хвостовика, шейки, передней направляющей, режущей части, кали-

брующей части и задней направляющей. Средствами контроля являются масштабная линейка, штангенциркуль.

Контроль диаметров. При контроле диаметров измеряют диаметр хвостовика, диаметр передней направляющей части, диаметры всех режущих, зачищающих и калибрующих зубьев, диаметр задней направляющей части. Для определения конусности диаметры передней и задней направляющих частей

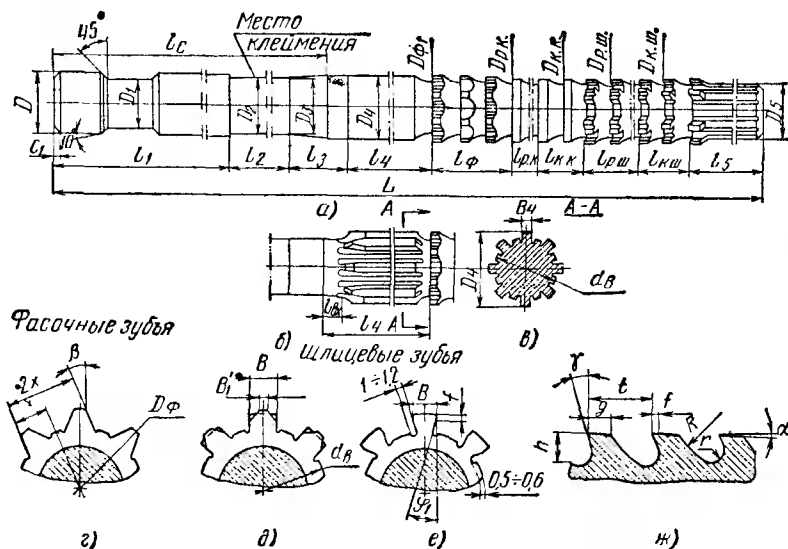


Рис. 103. Конструкция и обозначения параметров шлицевой протяжки: а — общий вид протяжки первого прохода, б — передняя направляющая часть протяжки второго прохода, в — сечение по передней направляющей части, г — поперечный профиль фасочных зубьев, д — поперечный профиль режущих шлицевых зубьев, е — поперечный профиль калибрующих шлицевых зубьев, ж — продольный профиль зубьев

измеряются не менее чем в трех сечениях по их длине. Для определения отклонения от окружности диаметры в каждом сечении измеряются в двух-трех равномерно расположенных направлениях. Величины конусности и овальности должны быть в пределах допуска на соответствующий диаметр. Подача на зуб определяется как разность диаметров смежных зубьев. Средствами контроля являются микрометр обычный и рычажный.

Контроль радиального биения осуществляется в центрах. Величина биения определяется как разность между наибольшими и наименьшими показаниями индикатора за один оборот протяжки. Контроль биения производится по передней и задней направляющим, на калибрующей части, на режущей части в середине протяжки и по хвостовику. Средствами контроля служит центровое приспособление, индикатор или миниметр.

Контроль длины спинки зуба, шага зубьев, высоты зубьев осуществляется при помощи штангенциркуля с точностью отсчета 0,1 мм.

Контроль ширины режущих шлицевых и направляющих выступов осуществляется микрометром.

Контроль ширины ленточки по цилиндрической части (на главном лезвии) и боковой ленточки на шлицевых зубьях осуществляется при помощи лупы Бринелля.

Контроль профиля впадины режущих и калибрующих зубьев производится с помощью шаблонов, как это показано на рис. 104. Если впадина однорадиусна, то контролируется только закругление впадины (радиус r) одновременно с контролем переднего угла (см. рис. 105).

Контроль размеров и расположения стружкоделительных канавок производится штангенциркулем с глубиномером.

Контроль переднего угла и закругления впадины осуществляется при помощи угломеров. Для этой цели применяются специальный угломер МИЗ, универсальный угломер, угломер ЧТЗ (контроль только переднего угла).

Измерение переднего угла угломером МИЗ (рис. 105). Перед измерением в пазу поворотного движка 1 устанавливают шаблон 2, соответствующий радиусу закругления впадины. При измерении угломер накладывают опорной плоскостью на зубья протяжки и поворачивают движок с шаблоном до совмещения измерительной грани шаблона с передней поверхностью зуба протяжки. Закрепив движок в этом положении, производят отсчет величины переднего угла по шкале 3.

Универсальным угломером (рис. 106) проверяют только передний угол, так как этот прибор не имеет профильного шаблона.

Большую точность измерения переднего угла дает угломер Челябинского тракторного завода (рис. 107). В корпусе 1 смонтирована линейка 2, рычаг 3 на оси 4 и индикатор 5. На линейке 2 при помощи винта 6 перемещаются губки 7 и 8, на ней же укреплены планки 9 и 10 и запрессована вставка 11.

Грани E губок 7 и 8 являются базовыми поверхностями. Накладки 12 при сближении губок охватывают поверхностями D зуб протяжки по наружному диаметру и тем самым совмещают ось прибора $B-B$ с осью протяжки. Шкала 13 индикатора рассчитана в соответствии с рычажной системой прибора. Для проверки прибора служат шесть эталонов для измерения передних углов, равных 0; 5; 10; 15; 20 и 25°. Перед началом работы прибор устанавливают на 0° по эталону с углом $\gamma=0^\circ$.

При измерении зуб протяжки помещают между накладками 12, устанавливая губки 7 и 8 так, чтобы диаметральный зазор

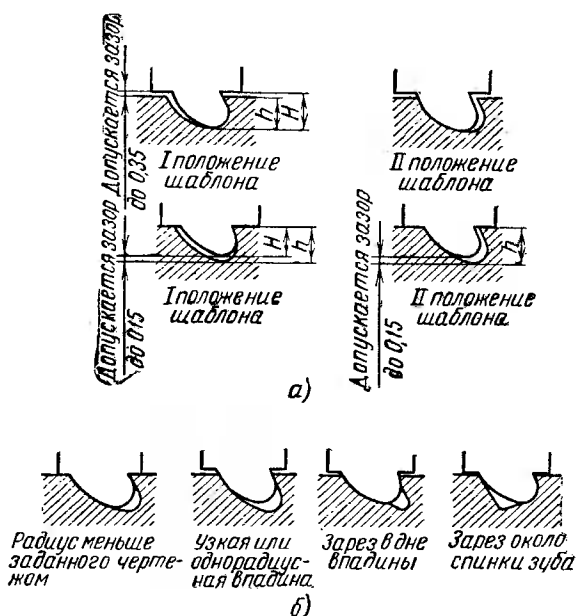


Рис. 104. Контроль профиля впадины зубьев:
а — правильная впадина; б — неправильная впадина

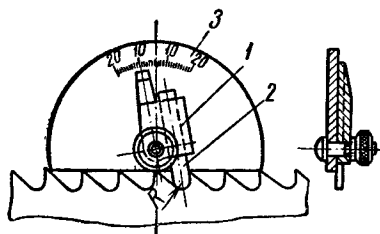


Рис. 105. Угломер МИЗ

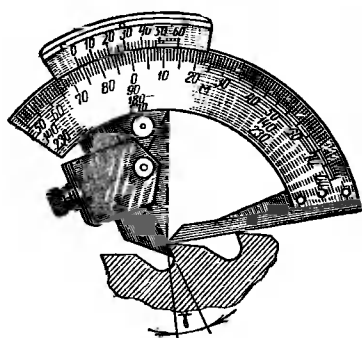


Рис. 106. Угломер универсальный

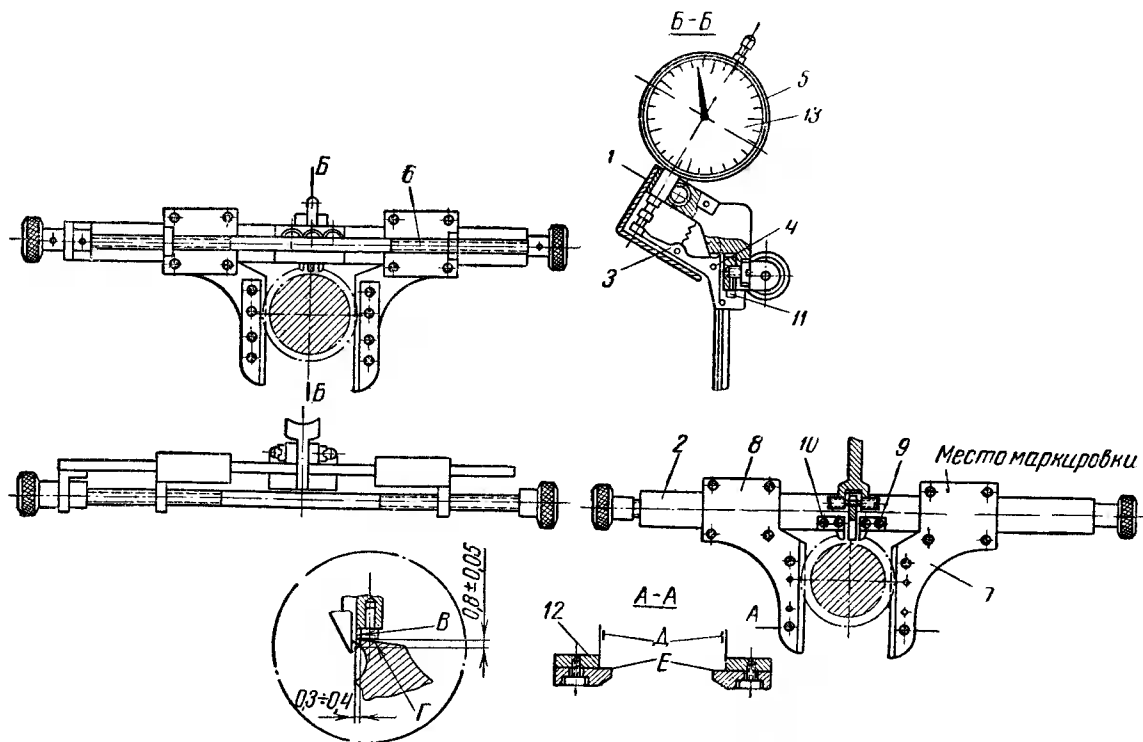


Рис. 107. Угломер ЧТЗ для контроля переднего угла

между поверхностью зуба и плоскостями D накладок составлял 0,2—0,3 мм. Затем плоскости E губок и B планок прижимают к лезвию зуба со стороны передней поверхности, при этом плоскость G вставки II опирается на заднюю поверхность зуба. Измерительный конец рычага 3, упираясь в переднюю поверхность зуба, повернется вокруг оси 4. Второе плечо рычага через шпindel индикаторной головки приведет в движение стрелку индикатора.

Контроль заднего угла. Угломер системы Бабчиничера (рис. 108) накладывают на лезвия двух смежных зубьев.

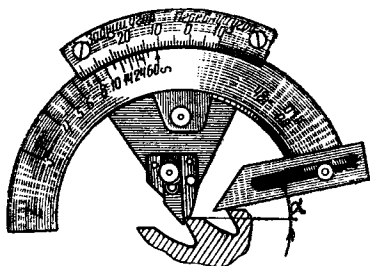


Рис. 108. Контроль заднего угла угломером Бабчиничера

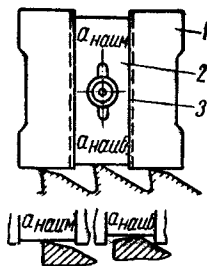


Рис. 109. Шаблон для измерения заднего угла

Горизонтальный участок углового шаблона поворотного сектора совмещают с задней поверхностью зуба протяжки. Отсчет величины заднего угла производят по левой стороне шкалы, против штриха на дуге угломера, отмеченного знаком ∞ . При измерении подвижная линейка должна опираться на зуб, расположенный за измеряемым зубом протяжки.

На рис. 109 показано измерение заднего угла с помощью шаблона. Приспособление состоит из державки 1, в пазу которой перемещается угловой шаблон 2, закрепляемый винтом 3. Угловой шаблон 2 имеет две измерительные грани, одна из которых соответствует наибольшему, а другая — наименьшему значению измеряемого заднего угла. Шаблон базируется на смежных с измеряемым зубом зубьях протяжки. При правильном заднем угле α просвет должен быть: со стороны угла $\alpha_{\text{наиб}}$ шаблона — у вершины угла, со стороны угла $\alpha_{\text{наим}}$ шаблона — у точек задней поверхности, наиболее удаленных от вершины угла.

Боковой (вспомогательный) угол шлицевых выступов φ_1 контролируется индикатором в процессе измерения несимметричности выступов (см. рис. 111). Отклонения показания индикатора при перемещении его на каждые 2 мм вдоль боковой стороны поднутренной части выступа должны соответствовать следующим величинам:

Угол φ_1	Отклонение индикатора, мм
0°30'	0,02
1°00'	0,035
1°30'	0,05
2°00'	0,07
2°30'	0,09

Допустимо также измерение сужения, образуемого вспомогательными углами при помощи микрометра с коническими наконечниками.

Контроль непараллельности шлицевых выступов оси протяжки производится индикатором или

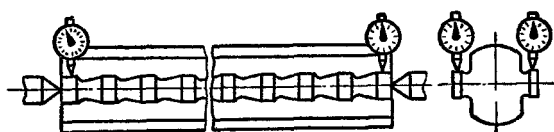


Рис. 110. Контроль продольной косины шлицевых выступов

миниметром на центровом приспособлении. При помощи индикатора и эталонного валика осуществляется установка центровых бабок, так чтобы линия центров была параллельной верхней плоскости плиты центрового приспособления. Верхние стороны двух противоположных шлицевых выступов последнего калибрующего зуба протяжки, установленной в центрах, ставятся в положение, параллельное верхней плоскости центрового приспособления, что определяется одинаковым показанием индикатора, как показано на рис. 110, справа. Индикатор переносится на первый режущий зуб и ставится также на верхние стороны переднего и заднего шлицевых выступов, как показано на рис. 110, слева.

Индикатор показывает непараллельность шлицевых выступов оси протяжки. Контроль осуществляется для всех пар шлицевых выступов при установке индикатора на последнем калибрующем и первом режущем зубьях протяжки.

Контроль несимметричности (смещения) выступов на шлицевых протяжках осуществляется индикатором или миниметром на центровом приспособлении.

Контроль проводят в следующем порядке: боковую ленточку на выступе последнего калибрующего зуба устанавливают параллельно верхней плоскости плиты центрового приспособления (по показанию индикатора или миниметра, рис. 111, а); подсчитывают высоту M блока мерных плиток, установленного на плите

центрального приспособления. Размер M составляет сумму:

$$M = c + \frac{b}{2},$$

где b — фактическая ширина контролируемого шлицевого выступа (рис. 111); индикатор (миниметр) устанавливают по плиткам на нуль и передвигают на ленточку контролируемого выступа. Отклонение стрелки определяет смещение шлицевого выступа.

Контроль производят на всех выступах последнего или любого другого из калибрующих зубьев.

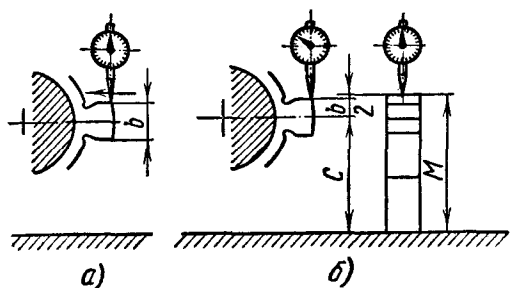


Рис. 111. Контроль несимметричности выступов

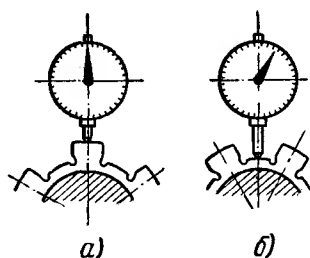


Рис. 112. Определение смещения окружности впадин

Определение смещения окружности впадин относительно окружности выступов (эксцентricность) на шлицевых протяжках производят при помощи индикатора (при установке протяжки на центровом приспособлении). Для этого индикатор устанавливают первоначально на нуль по одному из выступов контролируемого зуба (рис. 112, а); после поворота протяжки на величину, приблизительно равную половине шага шлицев в осевом сечении, измерительный стержень индикатора опускают на дно впадины (рис. 112, б).

Измерение производят подобным способом на всех выступах и соответствующих им впадинах контролируемого зуба. Величиной смещения окружностей является разность между наибольшим и наименьшим показаниями индикатора. Контролю подвергают пятый режущий зуб, один из средних режущих и один из калибрующих зубьев.

Измерение наибольшей накопленной ошибки окружного шага у шлицевых протяжек осуществляется индикатором (миниметром) при помощи делительного приспособления (центровая бабка с эталонным делительным диском, механическая или оптическая делительная головка). Отсчет показаний

ния индикатора производится после каждого поворота протяжки на величину теоретического углового шага. Измерительный штифт индикатора ставится на одну из боковых сторон каждого шлицевого выступа в точке, лежащей на поверхности боковой ленточки, как показано на рис. 111.

Контроль осуществляется на одном из калибрующих зубьев по одной из сторон шлицевых выступов. Наибольшей накопленной ошибкой является сумма наибольшего положительного и наибольшего отрицательного показаний индикатора. Например, при контроле шестишлицевой протяжки индикатор показал следующие отклонения;

№ шлица Откло- нения, мм	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
	0	+0,005	+0,004	+0,002	-0,005	-0,010

Тогда наибольшая накопленная ошибка составит $(0,005) + + (0,010) = 0,015$ мм.

Величина прогиба на плоскостях протяжек с призматическим телом (шпоночные, плоские, фасонные и тому подобные внутренние и наружные протяжки), а также на плоских сторонах квадратных, шестигранных и других многогранных протяжках определяется щупом при установке протяжки на контрольной плите. Относительно короткие протяжки контролируются при помощи лекальной линейки.

Непараллельность зубчатого выступа шпоночных плоских протяжек контролируется индикатором (миниметром), когда протяжка лежит на контрольной плите и прижата к ее поверхности. Отклонение индикатора, перемещаемого по плите от последнего калибрующего зуба к первому режущему, соответствует величине непараллельности.

Контроль несимметричности расположения режущего выступа у шпоночных протяжек с плоским телом осуществляется при помощи индикатора (миниметра) по калибрующим зубьям. Для этой цели индикатор ставится сначала на одну боковую сторону зубчатого выступа (рис. 113, а), затем — на другую (рис. 113, б). Половина разности показаний индикатора является величиной смещения выступа относительно тела протяжки.

Определение поперечной косины режущего выступа этих протяжек производится также индикатором (миниметром) при перемещении его поперек боковой ленточки (рис. 114).

Контроль перекрывания выкружек режущими кромками на чистовых зубьях, имеющих подъем на каждый зуб, производится с помощью лекальной линейки, центрального приспособления и подставки (рис. 115).

Контроль величины подачи на зуб у плоских протяжек производится микрометром или пассаметром. Измеряется высота (диаметр) двух соседних зубьев и разность их значений дает величину подачи на зуб (рис. 116).

На рис. 116 показан контроль подачи на зуб плоской протяжки.

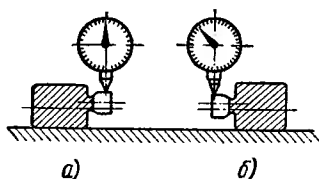


Рис. 113. Контроль несимметричности режущего выступа

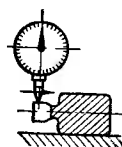


Рис. 114. Контроль поперечной косины режущего выступа

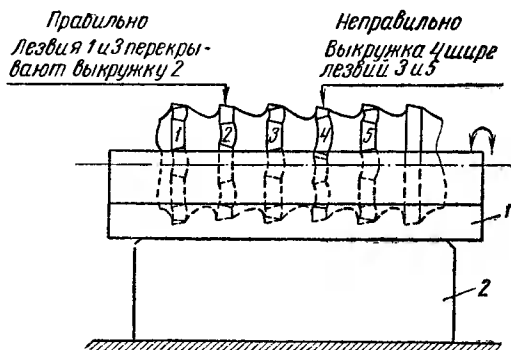


Рис. 115. Контроль перекрывания выкружек режущими кромками:
1 — лекальная линейка, 2 — подставка

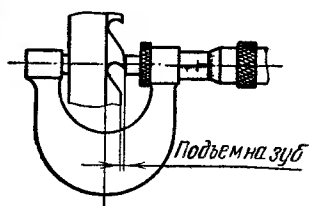


Рис. 116. Контроль величины подъема на зуб

Контроль твердости протяжек после термической обработки по Роквеллу производится при помощи прибора ТК. Твердость должна соответствовать техническим условиям на протяжки.

§ 43. ОХЛАЖДЕНИЕ ПРИ ПРОТЯГИВАНИИ

В процессе резания возникает большое количество тепла как в результате пластической деформации (сжатия) срезаемого слоя металла (примерно 75% всего тепла), так и в результате

трения между стружкой и передней поверхностью зуба (примерно 25%). Трение и нагрев вызывают износ зубьев протяжки. Для уменьшения износа протяжки применяют смазочно-охлаждающие жидкости, которые уменьшают трение (смазывающее действие жидкости) и снижают температуру в зоне резания (охлаждающее действие).

Правильный выбор охлаждающей жидкости и ее использование позволяют повысить стойкость протяжек, улучшить чистоту поверхности изделия, уменьшить усилие протягивания, получить наружный размер протянутого профиля изделия. В качестве смазочно-охлаждающих жидкостей наиболее широко применяются:

масла минеральные с различными присадками, уменьшающими усилие протягивания (сера, хлор, мыла жирных и нефтяных кислот, фосфор и др.);

водно-масляные эмульсии различного состава и концентрации.

Рекомендуемые составы смазочно-охлаждающих жидкостей приведены в табл. 34.

Таблица 34

Рекомендуемые составы смазочно-охлаждающих жидкостей

Обрабатываемый материал	Виды протягивания		
	обычное протягивание	протягивание с повышенным требованием к чистоте поверхности	протягивание со снятием толстых срезов
Углеродистая (0,3% С) и малолегированная сталь	Б, В, Г, И, П	Л, Г, К, Л	Г, К
Среднеуглеродистая и легированная сталь (HV 180—240, $\sigma_B=60-80$ кг/мм ²)	Б, Г, И, К, Л	Е, К, Л	Г
Высокоуглеродистая и легированная сталь (HV 240, $\sigma_B=80$ кг/мм ²),			
Нержавеющая сталь	А, Г, Е, П, К	Г, Е, Л, К	Г
Чугунное литье, ковкий чугун	О, И, А, П	О, И, К	А, О, П
Алюминий	Т, Р, О	Т, Р	—
Латунь, бронза, медь	О, И, К	О, К, Л	—

Обозначения: А — 10%-ная эмульсия; Б — 15%-ная эмульсия; В — 20%-ная эмульсия; Г — сульфозел; Е — осерненное минеральное (веретенное) масло; И — смесь: 8% касторового масла, 25% эмульсола, 0,5% кальцинированной соды, 66,5% воды; К — смесь: 15% касторового масла, 30% эмульсола, 0,5% кальцинированной соды, 54,5% воды; Л — смесь: 30% касторового масла, 30% эмульсола, 0,5% кальцинированной соды, 39,5% воды; Р — смесь авиационного масла и керосина 1:1; О — без смазочно-охлаждающей жидкости.

Растительные масла и животные жиры дают высокую чистоту поверхности, но редко применяются вследствие неэкономичности.

Для протягивания углеродистых и легированных сталей используют эмульсии, содержащие 20—30% товарных эмульсолов нефтеторга и 70—80% кипяченой воды. При необходимости снизить усилие протягивания применяют сульфифрезол или смесь сульфифрезола с 10—40% растительного масла, в зависимости от требований к чистоте поверхности.

Применение 10—20%-ной эмульсии с добавкой 4% жидкого мыла, а также ализариновая эмульсия дают высокую чистоту поверхности. При высоких требованиях к чистоте поверхности при протягивании высокоуглеродистых и легированных сталей применяют следующие смазочно-охлаждающие составы: от 8 до 30% касторового масла, от 25 до 30% эмульсола, 0,2% кальцинированной соды, остальное — вода. При протягивании алюминиевых сплавов применяют легкое минеральное масло с добавкой 30% касторового масла, а также керосин и скипидар (для силумина). Чугунное литье, ковкий чугун, алюминий, латунь, бронзу, медь можно протягивать без охлаждения. Для охлаждения при протягивании электрона употребляют 40%-ный раствор фтористого натрия. Добавление к смазочно-охлаждающей жидкости 3—5% олеиновой кислоты значительно улучшает чистоту поверхности.

Размер протянутого отверстия получается меньше при охлаждении эмульсией и больше при охлаждении маслом.

При протягивании отверстий в чугуне с охлаждением эмульсией диаметр обрабатываемого отверстия получается меньше, чем при работе без охлаждения.

Подача смазочно-охлаждающей жидкости должна быть достаточно обильной (от 10 до 20 л/мин) в зависимости от величины поперечного сечения протяжек. Подавать жидкость следует как в месте входа протяжки в изделие, так и в месте выхода для смыва стружки. При наружном протягивании подача жидкости доводится до 30—40 л/мин. При работе круглыми или шлицевыми протяжками большого сечения применяют кольцевые подводчики для равномерной подачи жидкости к зубьям. При протягивании глубоких отверстий жидкость подается через осевой канал в протяжке и радиальные каналы к каждому зубу (см. рис. 86).

Меры предосторожности при работе со смазочно-охлаждающими жидкостями. Попадая на кожу человека, масляные жидкости (керосин, масла, сульфифрезол) могут вызвать появление масляных угрей или гнойничковые заболевания. При работе с содовыми растворами высокой концентрации (1,5% и выше) происходит размягчение рогового покрова кожи и развитие дерматита (воспаление кожи). Эмульсия вызывает раздражение кожи и также может привести к дерматиту или экземе. Для защиты от вредного влияния жидкостей на кожу необходимы:

установка щитков, защищающих от брызг жидкости;

применение щеток для уборки стружки со станка;
выдача на рабочие места достаточного количества обтирочно-го материала, чтобы вытирать руки сухой ветошью;
обязательно мытье рук и предплечий теплой водой с мылом перед обедом и после работы;
обязательная смена после работы спецодежды и белья;
смена жидкости в установленные сроки;
очистка жидкостей от механических примесей, повреждающих кожу рабочего;
замена, где это возможно, масляных жидкостей эмульсиями, которые значительно меньше действуют на кожу и при испарении не дают вредных паров, как керосин и сульфолфрезол;
контроль за правильным изготовлением эмульсий (в эмульсии должно содержаться: свободного едкого натра не выше 0,025% и нафтенных мыл не выше 1%); следует избегать применения водных растворов, содержащих хромпик, а также растворов электролитов, содержащих соды свыше 0,3% и нитрита натрия свыше 0,1%;
организация профилактического смазывания кожи рук для защиты от нефтяных масел и содовых растворов (состав мази: 50% вазелина и 50% водного ланолина);
проведение в цехах соответствующей санитарно-просветительной работы.

§ 44. ОПЫТ РАБОТЫ ПРОТЯЖЧИКОВ-НОВАТОРОВ

Передовые рабочие применяют рациональные схемы резания, протяжки, оснащенные твердыми сплавами и со съёмными хвостовиками, уплотняющие протяжки.

Новаторы автозавода им. Лихачева Н. П. Епифанов, М. С. Берлинер, В. В. Коньков, А. И. Фролова, Н. Ф. Высоков разработали уплотняющую протяжку для окончательной обработки цилиндра плунжера к домкрату автомобиля (см. рис. 44). Эта протяжка успешно внедрена и на других заводах.

На одном из заводов при протягивании прямоугольного паза шириной 3 мм в отверстии диаметром 6Аз получался большой брак из-за увода паза. По предложению мастера Д. И. Чуканова конструкция протяжки была изменена: уменьшен шаг зубьев, увеличена подача на зуб, введены круглые зубья для протягивания отверстия вместо развертывания и сделан съёмный хвостовик. Длина собственно пазовой протяжки уменьшилась с 320 до 170 мм, что позволило изготовить ее более точно, с соблюдением допусков на кривизну. Улучшилось также и направление протяжки благодаря увеличению числа работающих зубьев и наличию в начале режущей части круглых зубьев, обеспечивающих правильное направление пазовых зубьев протяжки относительно оси отверстия.

Подобная конструкция протяжки позволяет повысить точность взаимного расположения поверхностей, а также облегчает технологию изготовления протяжки.

Новатор Московского завода малолитражных автомобилей Р. И. Марков внедрил сборную твердосплавную протяжку (см. рис. 56 и 57) для предварительного протягивания полуотверстий крышек из серого чугуна вместо ранее применявшихся протяжек из быстрорежущей стали. При прежней скорости протягивания 10 м/мин стойкость твердосплавных протяжек в 8—10 раз выше быстрорежущих. Завод получил значительную экономию от внедрения этих протяжек, повысилась производительность, уменьшился брак.

На одном из заводов по предложению Н. В. Гольцова, Е. А. Лаврентьева и Б. Н. Сергеева разработан и внедрен метод нарезания многозаходной резьбы с нелинейчатый профилем. Резьба нарезается специальной спирально-винтовой протяжкой на токарно-винторезном станке методом протягивания.

На рис. 117, а показана протяжка, предназначенная для протягивания четырехзаходной резьбы с шагом 6 мм и углом подъема 30°07'40" во втулке (рис. 117, б).

Обрабатываемую втулку слабо зажимают в патроне токарного станка, а хвостовик протяжки, вставленный в отверстие втулки, закрепляют в державке, установленной в резцедержателе. Подачей суппорта в правую сторону выбирают люфт в маточной гайке ходового винта, после чего окончательно закрепляют деталь и включают механизм вращения станка, осуществляя протягивание резьбы. Протяжку шлифуют на том же резьбошлифовальном станке, на котором шлифуют винты, спариваемые с гайками, что обеспечивает получение одинаковых профилей винта и гайки. Точность винтовой передачи, полученной этим методом: отклонение по шагу $\pm 0,006$ мм, отклонение среднего диаметра $\pm 0,01$ мм.

Новаторы-протяжники стремятся к увеличению производительности труда, используя для этого также и увеличение скорости протягивания. Однако с увеличением скорости ухудшается качество поверхности. На автозаводе им. Лихачева инженеры М. С. Берлинер и И. А. Двукраев разработали устройство для автоматического уменьшения повышенной скорости резания в момент прохождения через деталь зачистных и калибрующих зубьев протяжки.

Минский станкостроительный завод им. Кирова применяет такое устройство на выпускаемых протяжных станках.

Новаторы находят пути для решения вопросов автоматизации протягивания сравнительно простыми средствами, доступными каждому предприятию.

Так, например, на Барнаульском аппаратурно-механическом заводе А. А. Степичевым предложен автомат для протяжки

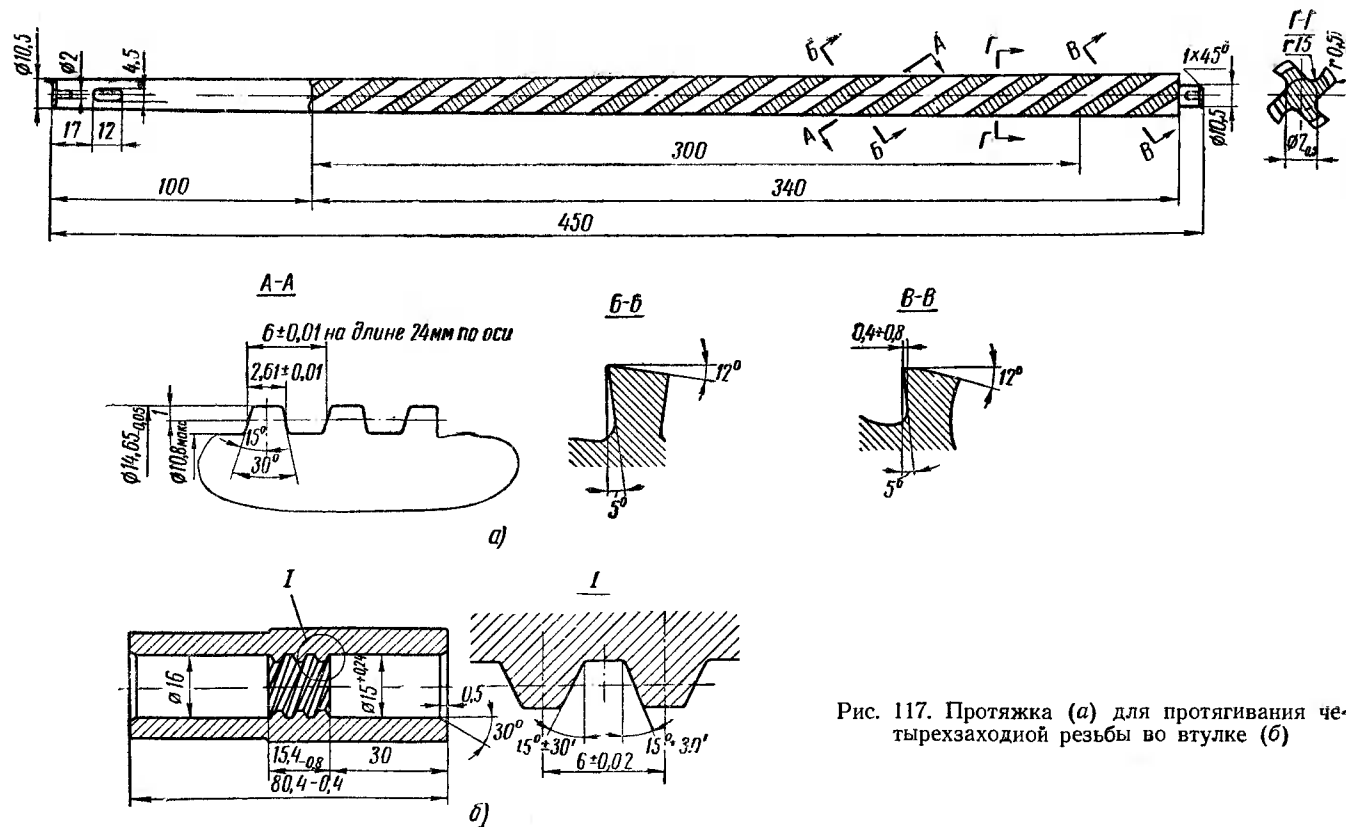


Рис. 117. Протяжка (а) для протягивания четырехзаходной резьбы во втулке (б)

квадратов на цилиндрических деталях. На рис. 118 показана принципиальная схема автомата.

Заготовки, подлежащие обработке, засыпаются в бункер 1 загрузочного устройства, откуда в ориентированном виде поступают по лотку в механизм поштучной выдачи 14, которым и передаются на рабочую позицию.

Квадраты протягиваются четырьмя протяжками 2 и 3 через которые заготовка проталкивается во взаимно перпендикулярном направлении толкателями 10 и 4. Толкатели перемещаются

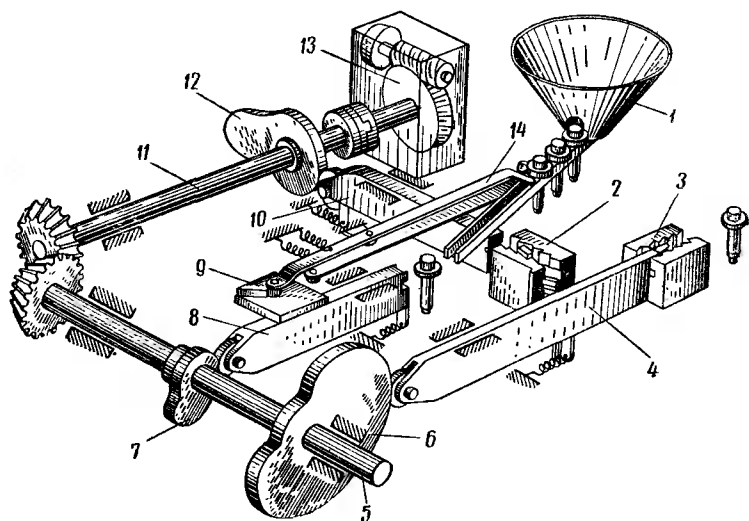


Рис. 118. Принципиальная схема автомата для протягивания квадратов на цилиндрических деталях

посредством кулачков 12 и 6, насаженных на взаимно перпендикулярные валы 11 и 5. Вал 11 получает вращение от электродвигателя через червячный редуктор 13, а вал 5 — от вала 11 через конические зубчатые колеса. На вал 5 насажен еще кулачок 7, приводящий в движение толкатель 8 для загрузки заготовок. На толкателе 8 установлен кулачок 9 управляющий движением отсекаателя 14.

Автомат работает следующим образом. Отсекатель 14 выдает из лотка одну заготовку на рабочую позицию; заготовка перемещается толкателем 8 до направляющих, по которым движется толкатель 10. В это время толкатель 10 находится в своем крайнем заднем положении; под действием кулачка 12 он проталкивает заготовку через протяжки 2 и перемещает ее до направляющих, по которым движется толкатель 4. В это время толкатель

4 находится в своем крайнем заднем положении; под действием кулачка 6 он проталкивает заготовку через протяжки 3.

Производительность автомата достигает 5,5—6 тыс. деталей в смену.

Протяжчик А. А. Кокарев предложил установить на адаптере для протягивания шпоночных пазов упорный болт (рис. 119). Торцы детали стал упираться не в торец адаптера, а в болт. Этим

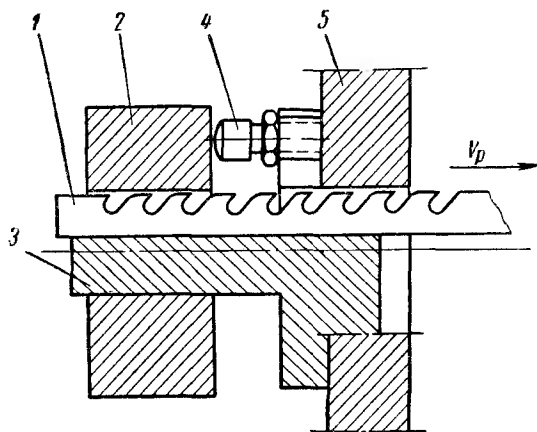


Рис. 119. Способ устранения неравномерности глубины шпоночного паза путем установки упорного болта:

1 — протяжка, 2 — изделие, 3 — адаптер, 4 — упорный болт, 5 — планшайба станка

устранена неравномерность глубины шпоночного паза, которая получается вследствие перекаса детали на оправке во время протягивания.

Новаторы находят пути уменьшения вспомогательного времени, что весьма важно для процесса протягивания, где доля машинного времени в штучном весьма мала. Вместе с тем ряд предложений новаторов облегчает труд оператора, улучшает условия труда. Большое внимание новаторы уделяют увеличению срока службы протяжек, что весьма важно, если учитывать высокую стоимость последних.

Очистка протяжек от стружки. Для очистки протяжки от стружки новатор автозавода им. Лихачева П. Г. Павлов предложил поворачивать патрон со шпоночной протяжкой вокруг ее продольной оси на угол до 45° и в этом положении работать. Он же предложил закреплять стальную щетку для очистки с внутренней стороны опорной планшайбы станка так, чтобы при движении протяжки ее зубья очищались о щетку.

Протяжчик того же завода С. С. Мартынов для очистки протяжки от стружки ударяет медным молотком по торцу заднего направления протяжки во время ее обратного хода, и стружка выпадает из впадин зубьев.

Для продления срока службы протяжек с кольцевой канавкой (круглые, шлицевые и т. п.) некоторые протяжчики периодически поворачивают ее на 180° , так как под действием веса протяжки нижняя ее часть изнашивается быстрее.

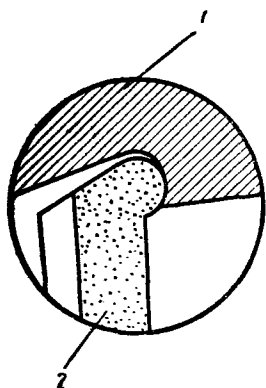


Рис. 120. Восстановление протяжек «поднятием» зубьев

Новатор-протяжчик автозавода им. Лихачева А. Бондарев работает на операции одновременного протягивания отверстия и шпоночного паза. Эти операции совмещены в одну благодаря применению комбинированной круглошпоночной протяжки (см. рис. 41). Одновременно с выполнением протяжной операции на одной детали Бондарев на сверлильном станке зенкерует отверстие другой детали под протягивание.

Восстановление размера круглых протяжек «поднятием» зубьев. Восстановление протяжек поднятием зубьев предложил токарь киевского завода «Красный экскаватор» Гаркавый.

Протяжку 1 (рис. 120) устанавливают в центрах токарного станка. Рабочая часть инструмента 2, оснащенного твердосплавной пластинкой, имеет форму, соответствующую форме канавки и передней поверхности зуба. При вращении протяжки этот инструмент прижимается с определенной силой к передней поверхности зуба протяжки. Давление осуществляется легким нажатием на маховик продольной подачи в продолжение 1—2 сек. В результате некоторой деформации зуба с выдавливанием металла к периферии диаметр зуба увеличивается. Если диаметр «поднятого» зуба оказался завышенным, то его доводят оселком или притиром с пастой ГОИ. На восстановление протяжки тратится 20—30 мин.

Контрольные вопросы

1. Почему надо изучать опыт новаторов?
2. Какими путями новаторы повышают производительность труда?
3. Как новаторы добиваются улучшения условий и облегчения труда протяжчика?
4. Приведите примеры работы новаторов на вашем заводе.
5. Какие режимы протягивания обеспечивают лучшую чистоту поверхности?
6. Как действуют различные смазочно-охлаждающие жидкости на усилие протягивания, качество поверхности, размеры протягиваемых отверстий, на стойкость протяжек?

7. Какие вы знаете способы подвода охлаждения при обычном и глубоком протягивании?

8. Какие требования предъявляются к заточке протяжек и как проверить их выполнение?

9. Каковы основные дефекты заточки протяжек и как они влияют на работу протяжки?

§ 45. МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Комплексная механизация и автоматизация производственных процессов являются главными, решающими средствами, обеспечивающими дальнейший технический прогресс в народном хозяйстве.

Автоматические линии представляют собой систему автоматических станков, установленных в порядке технологического процесса обработки и связанных транспортирующими устройствами, с единым темпом и единым механизмом управления.

Автоматические линии, применяемые в современном производстве, состоят из следующих основных автоматических механизмов: автоматических станков; устройств для транспортирования деталей по линии; механизмов для накопления и питания станков заготовками; механизмов для фиксации и зажатия заготовок, для поворота и установки заготовок на промежуточных операциях; механизмов и аппаратуры для управления всем циклом обработки на автоматической линии; механизмов и аппаратуры для автоматического контроля; механизмов для удаления и транспортирования стружки.

Кроме того, на линиях широко применяются световая и звуковая сигнализация. При остановке того или иного автомата загорается сигнальная лампочка, которая привлекает внимание наладчика.

§ 46. ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИМИ СТАНКАМИ

Программное управление циклом обработки с использованием запоминающих устройств и счетно-решающих установок наиболее эффективно повышает уровень автоматизации.

Под программным управлением станком понимается такая система управления, при которой необходимая последовательность, скорость и величина перемещения рабочих органов станка достигаются при помощи переключающих устройств или фиксируются заранее на бумажной магнитной (перфорированной) ленте или другим способом, а затем через командоаппарат выполняются станком. Программное управление позволяет быстро осуществлять переход от обработки деталей одной конфигурации к

обработке деталей другой конфигурации при сравнительно небольшой затрате времени и средств на переналадку станка. Благодаря этому становится возможной автоматизация производства даже при небольшой программе выпуска продукции.

Система программного управления с предварительной фиксацией программы на перфорированной или магнитной ленте или другим способом используется в токарных, фрезерных, расточных, шлифовальных и других станках. Программа записывается либо в процессе изготовления первой детали при ручном управлении, либо при обходе контура шаблона. После того как на магнитной или какой-либо другой ленте записана программа работы станка, она используется для управления автоматическим циклом движений при обработке всех последующих аналогичных деталей. Лента поступает в командоаппарат, через который в виде электрических импульсов передается команда к исполнительным рабочим органам станка. На рис. 121 показана упрощенная схема программного управления. Программа, записанная на магнитной ленте 1, поступает в усилитель 2 и в координирующие устройства 3 и 4 соответственно по двум осям координат.

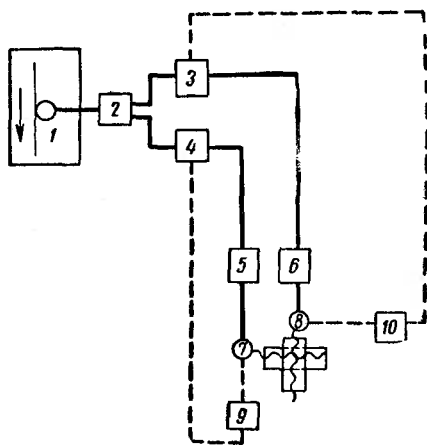


Рис. 121. Схема программного управления металлорежущим станком

Дальше сигналы подаются на промежуточные усилители и реле 5 и 6 и поступают на электродвигатели 7 и 8 суппорта. Суппорты получают движение, и режущий инструмент обрабатывает деталь.

Правильность перемещения суппортов контролируется датчиками 9 и 10, от которых подаются сигналы в координирующие устройства (обозначено пунктиром). При записи программы на перфорированной ленте команды задаются отверстиями, расположенными строчками на ленте или карте. При проходе перфорированной ленты через читающее устройство командоаппарата ее отверстия замыкают соответствующие электрические цепи в определенной последовательности и комбинации. В местах отверстий цепи оказываются замкнутыми, там, где отверстия отсутствуют, разомкнутыми. На ленте могут быть нанесены также и команды для изменения числа оборотов шпинделя, включения и выключения охлаждения и т. д. Читающее устройство командоаппарата при помощи звездочки подает ленту под контакты,

которые замыкают соответствующие электрические цепи при наличии отверстий в ленте. Электрические импульсы командопарата преобразуются и расшифровываются и, поступая к исполнительным органам станка, обеспечивают перемещение рабочих органов станка согласно записанной программе. В результате этого деталь обрабатывается автоматически. Программные ленты и карты предварительно рассчитываются и перфорируются на специальных машинах.

§ 47. АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Автоматическая линия для обработки зубчатых колес может с переналадкой линии выпускать до 10 типоразмеров зубчатых колес (рис. 122). Зубчатые колеса изготавливаются из штампованных заготовок, имеющих форму диска, в центре которого сделано отверстие (рис. 122, *а*). Линия для обработки зубчатых колес (рис. 122, *в*) состоит из восьми встроенных автоматов вертикального типа, соединенных транспортным устройством, расположенным вне станков с их лицевой стороны на высоте загрузочных устройств станков. Для сокращения простоев в случае выхода из строя какой-либо единицы оборудования линия разбита на два самостоятельно действующих участка, разделенных между собой автоматическим магазином 8.

Заготовки зубчатых колес укладывают в бункер 1, откуда они при помощи механической руки 3 подаются на приемную позицию транспортного устройства 2, которое и перемещает заготовки на токарные автоматы 4 и 5 для обработки торцов, обточки цилиндрической поверхности и обработки отверстий. Затем на протяжном автомате 6 обрабатываются шлицы в отверстиях и на токарном автомате 7 проводится чистовая обработка торцовых и цилиндрической поверхностей, после чего зубчатое колесо поступает в автоматический магазин 8. При выходе из магазина зубчатые колеса попадают на автоматы 9 для нарезания зубьев и затем на автомат 10 для закругления зубьев с одной стороны. В дальнейшем на зубошлифовальном автомате 11 производится отделка рабочих поверхностей зубьев.

Обработанные шестерни при помощи второй механической руки, расположенной в конце линии, укладываются в бункер 12.

Транспортная система (рис. 122, *б*) состоит из направляющих 13, по которым перемещаются зубчатые колеса шагового продольного транспортера в виде скалки 14 с убирающимися зацепами 15 и поперечных перегружателей 16, встроенных в станки. Движения поперечных перегружателей, захватывающих и переносящих обрабатываемую деталь с направляющих к рабочим позициям станков и обратно, осуществляются от общего вала посредством реечных передач 17 и рычагов.

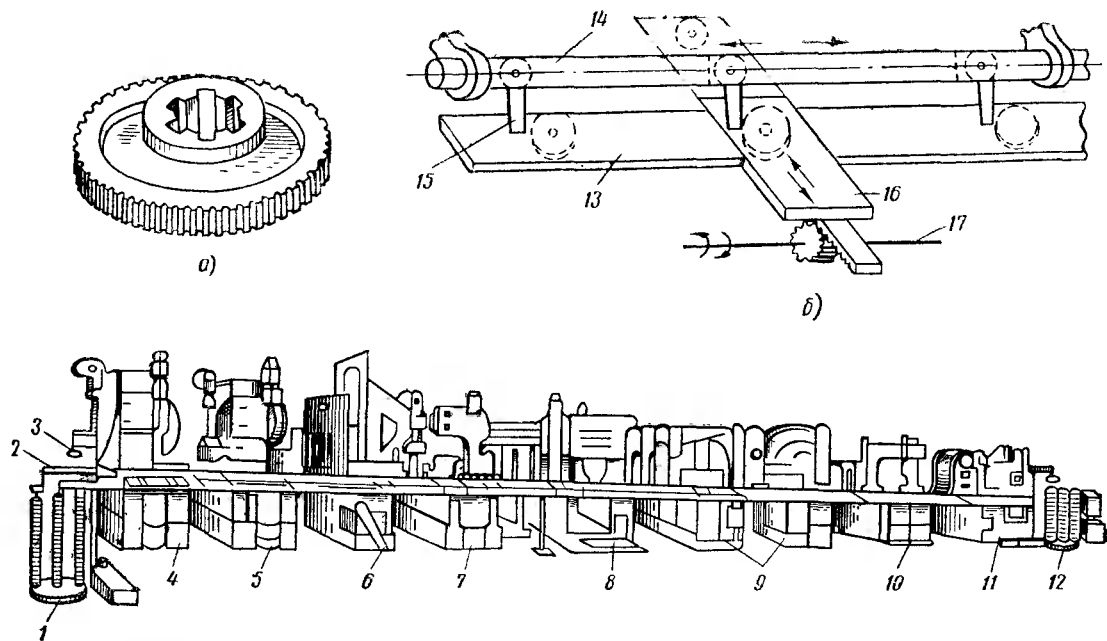


Рис. 122. Автоматическая линия для обработки зубчатых колес:
 а — зубчатое колесо, б — схема транспортного устройства, в — общий вид линии

В обычных автоматических линиях во время перемещения изделия к инструменту процесс обработки прерывается. Таким образом, продолжительность операции равна сумме времени транспортирования детали и ее обработки.

Роторная машина (или линия) представляет собой группу рабочих орудий, совершающих непрерывное транспортное движение совместно с предметами обработки и выполняющих все

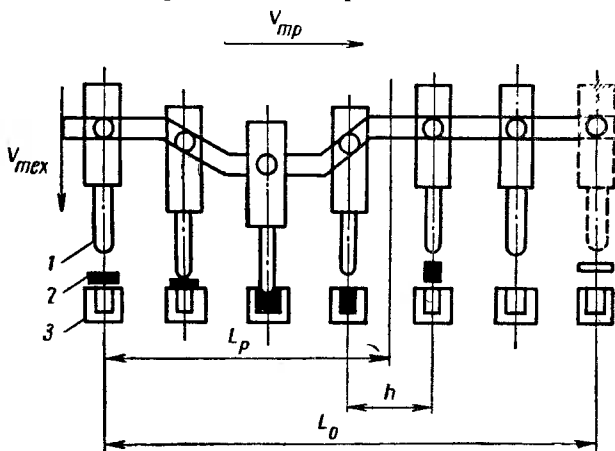


Рис. 123. Принципиальная схема роторной машины:
 $V_{тр}$ — транспортная скорость, $v_{тех}$ — технологическая скорость, L_p — технологический участок пути инструмента, L_0 — цикловой участок инструмента, h — шаговое расстояние;
 1, 3 — инструмент, 2 — обрабатываемая деталь

необходимые технологические движения в процессе транспортного движения.

На рис. 123 показана схема работы роторной машины. Технологическое движение рабочих шпинделей со скоростью $v_{тех}$ совершается от копиров, и в то же время вся система имеет транспортное перемещение (вращательное) со скоростью $v_{тр}$.

Основное свойство роторных линий состоит в том, что их производительность не зависит от продолжительности технологических операций. Операция может выполняться за несколько шагов h , время же выдачи очередного изделия, т. е. темп работы, определяется временем перемещения ротора на величину шага между инструментами.

Темп роторной линии $T_m = \frac{h}{v_{тр}}$, а производительность $P = \frac{1}{T_m} = \frac{v_{тр}}{h}$. Из этого следует, что роторная машина может дать

весьма высокую производительность, так как для этого надо только сконцентрировать в роторе соответствующее количество рабочих орудий.

§ 49. СПОСОБЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОТЯЖНЫХ СТАНКОВ

При автоматизации протяжного станка прежде всего стремятся автоматизировать подачу изделия к станку, установку его на станке в рабочее положение, снятие со станка и устранение ручного труда при манипуляции с протяжкой. Вместе с тем становится возможным создать многопозиционные протяжные станки-автоматы, производящие одну и ту же операцию над несколькими деталями, или разные операции протягивания последовательно, а также создать такие станки-автоматы, на которых производится несколько различных операций, в том числе и протягивание.

В автоматическую линию для обработки зубчатых колес на заводе «Красный пролетарий» включен вертикально-протяжной станок для протягивания отверстий.

Для обработки зубчатых колес распределительного валика применяется автомат, выполняющий сверление бокового отверстия, протягивание шпоночной канавки в центральном отверстии, клеймение на торце зубчатого колеса и автоматическую передачу детали на конвейер. Производительность автомата 200 деталей в час.

Минский станкостроительный завод им. Кирова построил для автозавода им. Лихачева автоматическую линию из трех вертикально-протяжных станков-автоматов модели 7720С, предназначенную для протягивания эвольвентного шлицевого отверстия во втулке кардана.

На линии производятся следующие операции:

протягивание круглого отверстия;

предварительное протягивание эвольвентных шлицев и окончательное протягивание отверстия по внутреннему диаметру;

окончательное протягивание эвольвентного профиля шлицев.

Заготовки загружаются на склиз, ведущий к первому станку линии. Все дальнейшие операции обработки, передачи и зажатия изделия полностью автоматизированы.

Производительность линии 60—70 втулок в час.

На рис. 124 показан вертикально-протяжной станок для одновременного протягивания трех втулок тремя протяжками. После каждого прохода стол станка автоматически поворачивается. Когда загрузочная позиция подходит к оператору, он устанавливает новые втулки для протягивания, а обработанные попадают через отверстие в основании вращающегося приспособления в желоб, по которому скатываются в тару. Стол так связан с протяжками, что, после того как они отводятся в исходное поло-

жение, новый комплект из трех втулок подается автоматически в рабочее положение для протягивания.

Другой метод полуавтоматической загрузки показан на рис. 125. Три загрузочных приспособления магазинного типа подают детали на ползун. Магазины открыты спереди так, что оператор

имеет возможность видеть, когда необходимо произвести следующую загрузку. Ползун забирает одновременно три детали (по одной из каждого магазина) и устанавливает их над тремя протяжками, а затем автоматически включается рабочий ход протяжек. После протягивания детали падают с протяжек и продвигаются при помощи качающегося лотка (рис. 126, вверху справа), который после этого возвращается автоматически в свое первоначальное положение. Детали попадают на конвейерную ленту, разделенную на секции, и удаляются со станка.

На рис. 127 показан горизонтально-протяжной станок с конвейером для автоматического удаления деталей со станка. Станок имеет механизм для автоматического управления протягиванием. Обязанности оператора сводятся к установке обрабатываемых деталей на передние направляющие двух протяжек. Протяжки

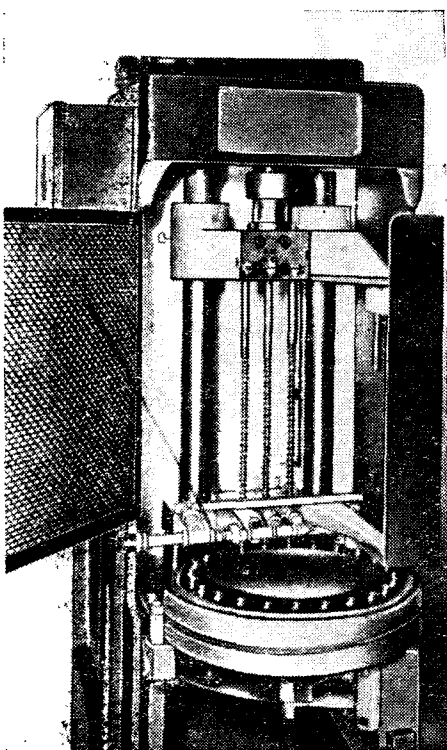


Рис. 124. Вертикально-протяжной трехпозиционный станок с автоматическим поворотным столом

вместе с деталями перемещаются в рабочее положение к опорной планшайбе станка. Здесь они захватываются тяговыми патронами станка и протягивают отверстия в деталях. Обработанные детали падают на конвейер, который уносит их со станка, а протяжки возвращаются в первоначальное положение. Перегородки на конвейерной ленте необходимы для того, чтобы выбрасывать обработанные детали, подняв их на определенную высоту.

На рис. 128 показана часть горизонтально-протяжного станка с гидравлическим механизмом для автоматического управления

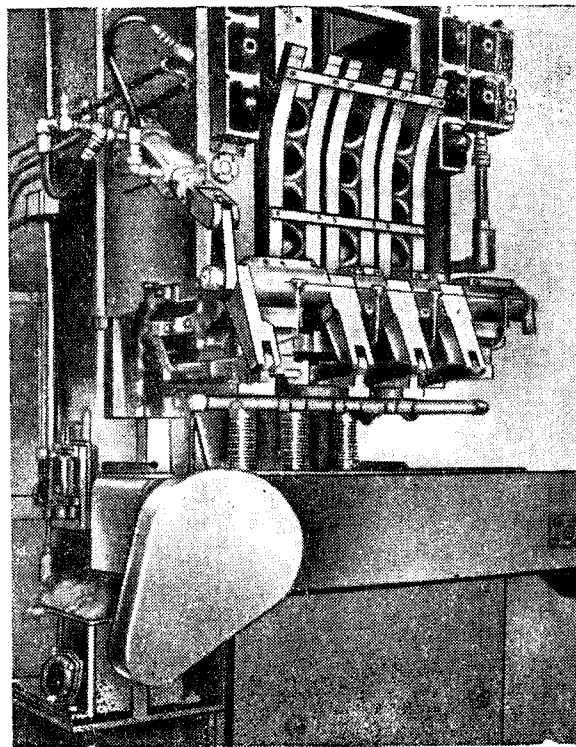


Рис. 125. Магазины для автоматизации загрузки

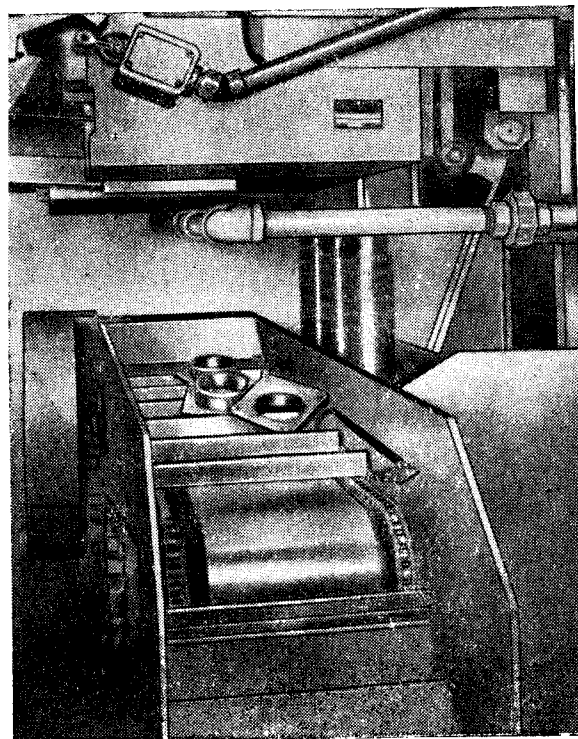


Рис. 126. Конвейер для удаления обработанных деталей с вертикально-протяжного станка

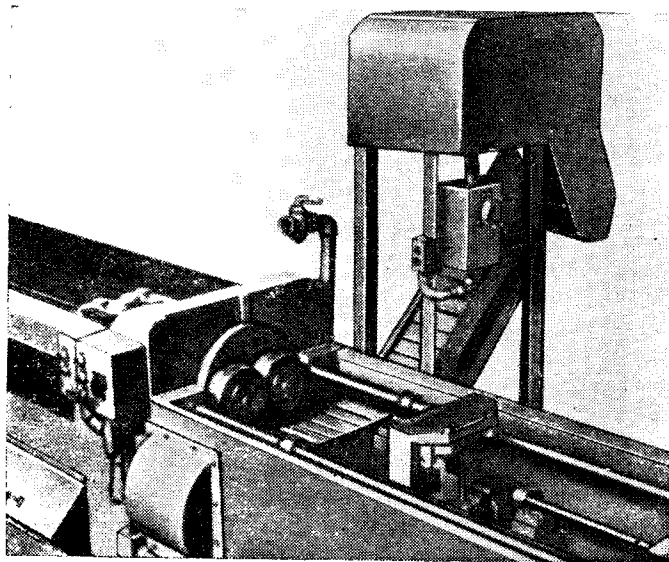


Рис. 127. Конвейер для удаления обработанных деталей с горизонтально-протяжного станка

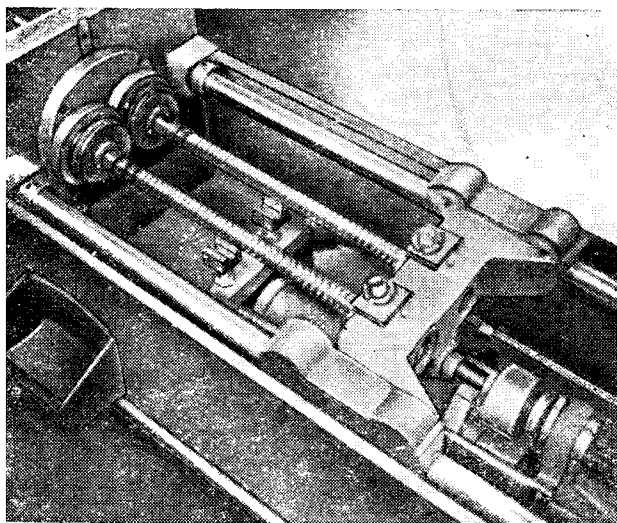


Рис. 128. Механизм для автоматического управления протяжкой

протяжкой. На станке протягиваются шлицевые отверстия двух деталей одновременно. Детали устанавливаются на передние направляющие протяжек и передвигаются в рабочее положение на опорную планшайбу станка. В центре находятся два призматических подъемника. Они перемещаются на роликах по направляющим и поддерживают протяжки, предохраняя их от провисания. Подъемники опускаются вниз, когда протяжки захватываются тяговыми патронами. После протягивания протяжки освобождаются от деталей, которые падают вниз. При помощи гидравлического механизма протяжки автоматически возвращаются в исходное положение и подъемники снова поднимаются для выполнения своей функции.

Для механического удаления стружки в ЭНИМСе разработано автоматически действующее приспособление, которое может быть использовано как на вертикальных, так и на горизонтальных станках при протягивании отверстий различной формы. Приспособление применено на вертикально-протяжном станке Э103, встроенном в автоматическую линию по производству зубчатых колес, изготовленную московским заводом «Станкоконструкция».

Приспособление устроено следующим образом (рис. 129). Цилиндр 6 и кронштейн 5 винтами 8 и 10 крепят на столе станка. Шток цилиндра соединен тягой 9 с рычагом 12 при помощи муфты 11. Рычаг 12 жестко соединен с диском 1, расположенным в корпусе 14. Диск имеет шесть спиралеобразных пазов 15, в которые входят пальцы 2 подвижных кареток 3. На каждой подвижной каретке закреплены щетки 4 из стальной проволоки диаметром 0,5 мм. В корпусе 14 имеются пазы 13, по которым перемещаются подвижные каретки 3. При движении протяжки вниз во время рабочего хода масло поступает в правую полость цилиндра 6. Поршень 7, перемещаясь влево, поворачивает рычаг 12 и диск 1 против часовой стрелки. При помощи пазов 15 и диска 1 подвижные каретки 3 разводятся и протяжка свободно проходит в патрон рабочей каретки. При движении протяжки вверх во время обратного хода каретки станка масло поступает в левую полость цилиндра 6. Поршень 7 перемещается вправо, а рычаг 12 и диск 1 поворачиваются по часовой стрелке. Подвижные каретки 3 подводятся к центру устройства так, что диаметр отверстия, образуемого щетками, получается на 2—3 мм меньше диаметра протяжки.

На рис. 130 показан полностью автоматизированный протяжной станок. Заготовки обрабатываемых зубчатых колес поступают с предыдущей операции по склизу (справа); движущиеся штанги подхватывают и устанавливают их в рабочую позицию. По окончании прохода протяжки движущаяся штанга забирает обработанную деталь и передвигает ее к конвейеру (на рисунке не показан) в левой части станка.

На рис. 131 приведена схема автоматизированного станка для протягивания торцов крестовины карданного вала. Весь рабочий цикл на этом станке полностью автоматизирован. Пневматические подъемники 1 захватывают детали механическими

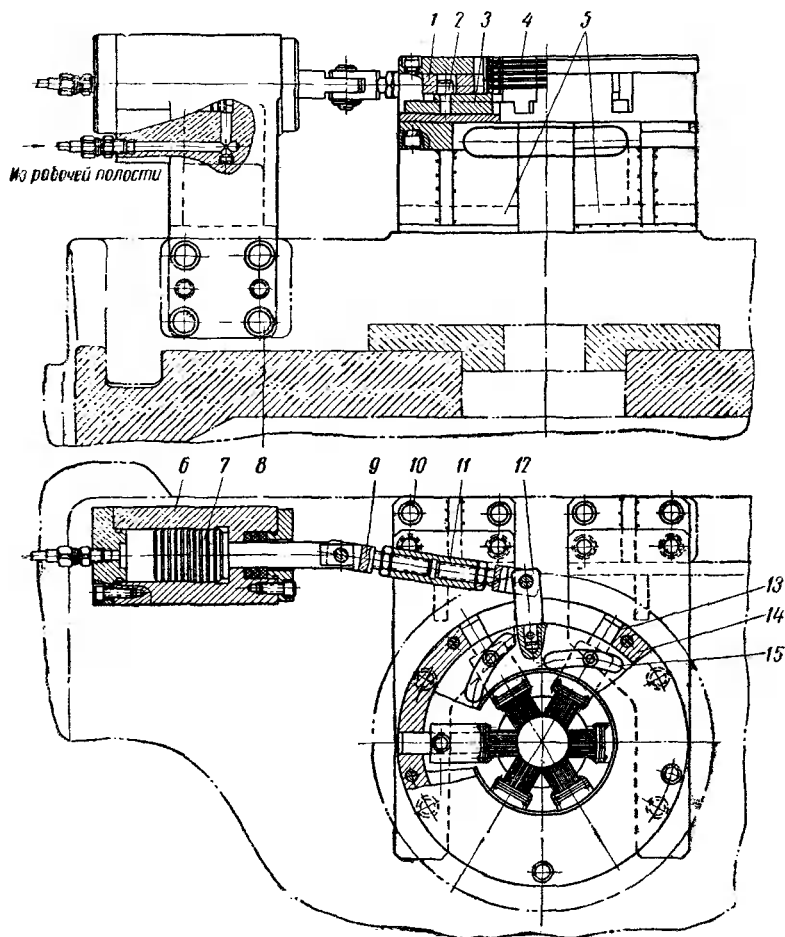


Рис. 129. Автоматическое приспособление для очистки протяжек от стружки

«руками» 2, устанавливают и закрепляют их в приспособлениях 3, причем «руки» используются как зажимные рычаги. После обработки «руки» вместе с деталями отходят от приспособлений к подъемнику для приема новых деталей. На пути движения «рук» сработанные детали выбиваются из гнезд упорами 7 и скатываются по желобу 6 в тару.

Подъемники и приспособления приводятся в действие пневматическими устройствами и управляются переключателями 4, укрепленными на станине станка, которые переключаются копиром 5, установленным на державке протяжек.

Включение рабочего хода протяжек, возвращение их в исходное положение, подход стола станка к протяжкам и отход его

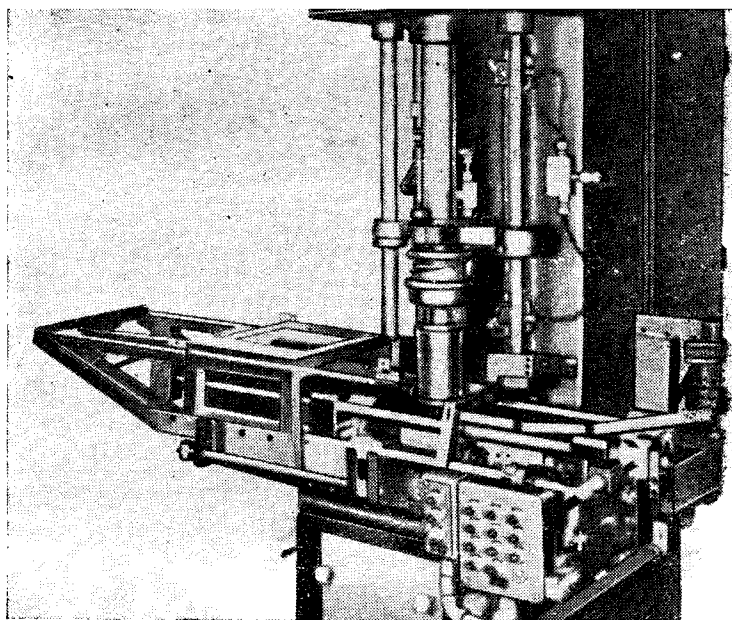


Рис. 130. Полностью автоматизированный протяжной станок

на загрузочную позицию осуществляются концевыми электропереключателями. Станок двухрамный: когда одна рама с протяжкой совершает рабочий ход (вниз), другая движется в исходное положение (вверх).

Для автоматизации рабочего цикла на одном из заводов горизонтально-протяжной станок 7А510 оснащен бункерным автоматическим загрузочным устройством с автоматической «рукой» — питателем. Кроме того, внесены изменения в конструкцию приставной станины: сняты поддерживающая и вспомогательная ползушки и вместо них установлен направляющий механизм отвода протяжки. Станок снабжен автоматическим патроном захвата протяжки и планшайбой для опоры детали

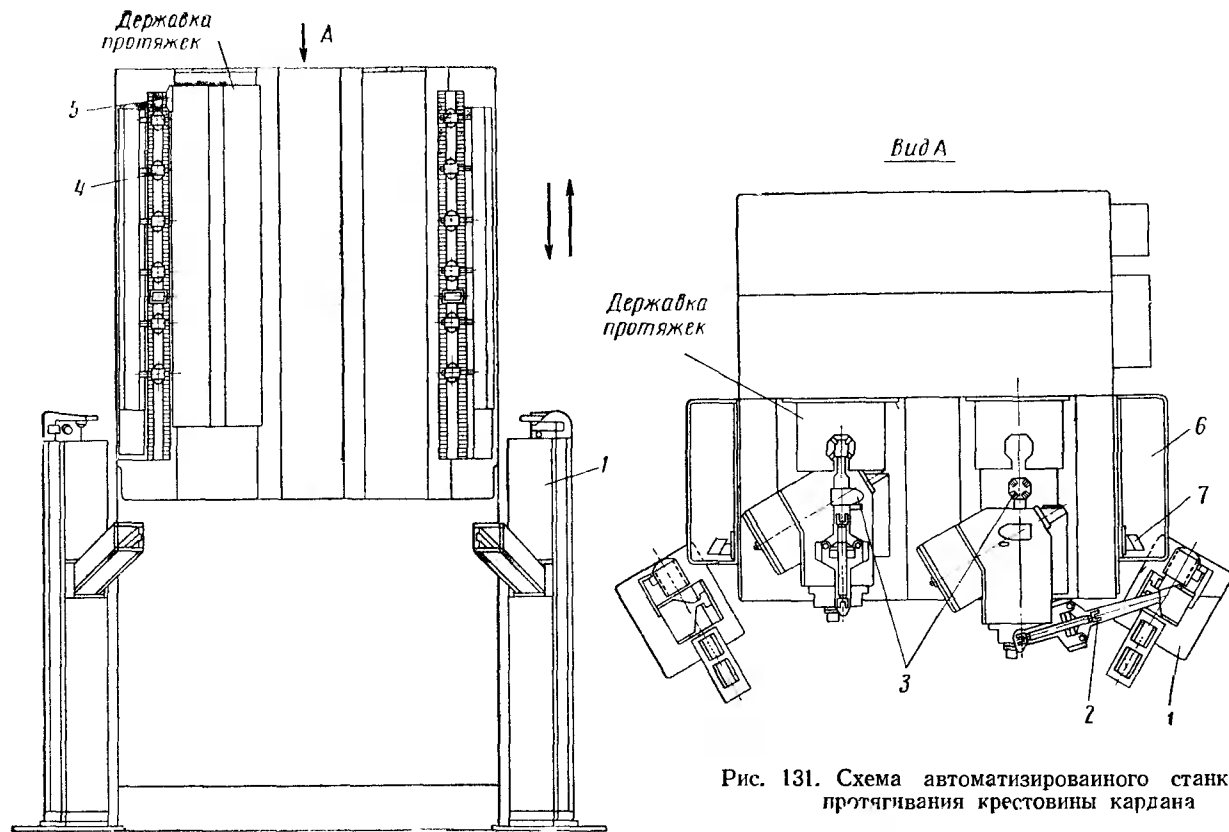


Рис. 131. Схема автоматизированного станка для протягивания крестовины кардана

при протягивании, а также устройством, которое струей сжатого воздуха освобождает протяжку от стружки. Рабочий цикл автоматизированного станка протекает следующим образом. Вручную или транспортером заготовки загружаются в бункер 3 (рис. 132). Качающийся сектор 2 бункера захватывает несколько заготовок, ориентирует их длинным концом вниз и передает на лоток 1. Заготовки, проходя по лотку, постепенно изменяют поло-

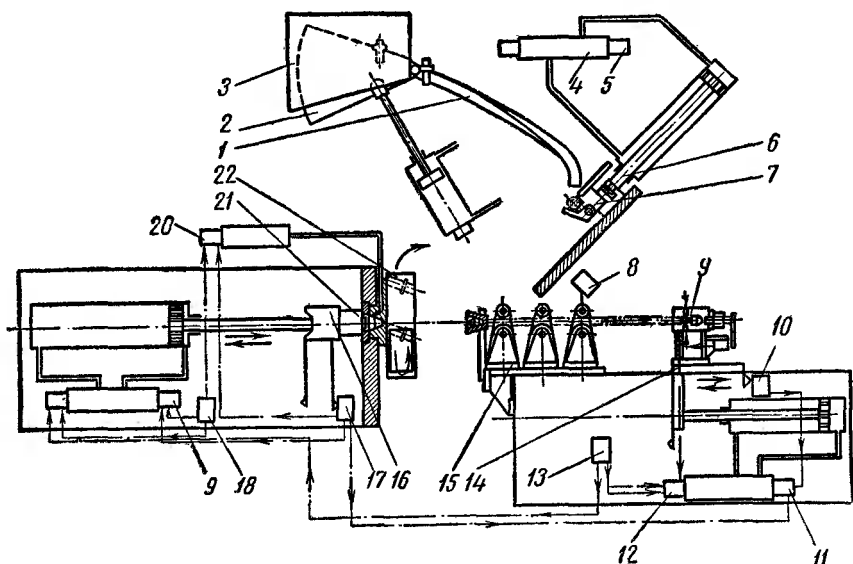


Рис. 132. Схема автоматизации рабочего цикла горизонтально-протяжного станка 7А510

жение своей оси от вертикального до горизонтального и скатываются в приемную часть питателя.

Исходными положениями механизмов станка являются крайние правые положения рабочей ползушки 16 (патрон 21 для захвата протяжки раскрыт) и ползушки 14 отвода протяжки (хвостовик протяжки находится в воронке направляющего механизма отвода протяжки и освобождает место для выдачи заготовок).

В этом положении ползушка 14 нажимает на конечный выключатель 10, от которого посылается команда о подводе питателя 6. Электромагнит 5 подвода питателя переключает гидравлический золотник 4 рабочего цилиндра питателя, который выдает заготовку на линию центров. В конце хода ползуна питателя 6 срабатывает конечный выключатель 8, который дает команду электромагниту 12 о подводе протяжки. Одновременно

конечный выключатель 8 отключает электромагнит 5 подвода питателя; золотник 4 возвращается в нейтральное положение, но ползун 6 питателя остается в том же положении, т. е. заготовка лежит на линии центров. Это обеспечивается конструкцией приемной части питателя.

При подводе (при движении влево) протяжка заходит в отверстие заготовки, проходит планшайбу, доводит заготовку до упора в планшайбу и попадает в открытый патрон захвата протяжки. В момент окончания подвода протяжки нажимается конечный выключатель 13, который отключает электромагнит 12 и включает рабочий ход станка.

Как только рабочая ползушка 16 с патроном 21 отойдет от упора, патрон закрывается и захватывает протяжку. Начинается протягивание. Ползушка отвода протяжки останавливается. Конечный выключатель 17 подает команду на электромагнит 11 отвода питателя и поэтому одновременно с началом протягивания ползун питателя отходит в исходное положение. Очередная заготовка скатывается в приемную призму 7 питателя. В конце протягивания протяжка входит в отверстие втулки планшайбы. Деталь с протянутым отверстием падает на лоток 22 и по нему скатывается в тару или на транспортер.

В конце рабочего хода срабатывает конечный выключатель 18, который прекращает рабочий ход и включает электромагнит 19 обратного хода и электромагнит 20, связанный с подачей сжатого воздуха. При обратном ходе протяжка проходит внутри воронки направляющего механизма 15 протяжки и попадает на ролики этого механизма, после чего она своим хвостовиком входит во вспомогательный патрон 9. В это время срабатывает конечный выключатель 17, который отключает электромагниты 19 и 20 и включает электромагнит 11 отвода протяжки.

В конце отвода протяжки срабатывает конечный выключатель 10, выключающий электромагнит отвода протяжки и включающий электромагнит 5 отвода питателя. Цикл повторяется

§ 50. АВТОМАТИЧЕСКИЕ СТАНКИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОТЯГИВАНИЯ НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В нашей стране в последние годы разработан ряд конструкций непрерывно-протяжных автоматов с высокими технико-экономическими показателями¹. Созданы три типа автоматов: с непрерывно перемещающимися изделиями; с непрерывно перемещающимся инструментом и многопозиционными поворотными

¹ Станки разработаны ОКБ под руководством инж. В. В. ИONOва.

столами горизонтального и вертикального исполнения; зубопротяжные автоматы с непрерывным перемещением инструмента и делительным шпинделем для обработки зубьев прямозубых колес взамен зубофрезерования.

Характерной особенностью станков первого и второго типов являются высокие скорости протягивания (до 80 м/мин) и небольшое вспомогательное время.

Модификации этих автоматов позволяют совместить в одном станке ряд последовательных операций протягивания. Это позволяет одним автоматом заменить линию из нескольких протяжных станков и при этом повысить производительность в 2—3 раза.

Станки третьего типа позволяют с высокой производительностью обрабатывать не только зубчатые колеса, но и шлицевые валики, пазы корпусов фрез, пазы в дисках турбин и тому подобные детали.

Непрерывно-протяжные автоматы производительнее фрезерных станков в 8—12 раз и обычных протяжных станков в 4—6 раз. Потери на вспомогательное время у автоматов с непрерывным перемещением инструмента меньше, примерно в 5—8 раз, чем у обычных протяжных станков, а у автоматов с непрерывным перемещением изделия их совсем нет. Съем продукции с единицы площади в среднем в 5—7 раз выше, чем при фрезеровании, и в 2—3 раза выше, чем при обычном протягивании.

Непрерывно-протяжные автоматы обеспечивают получение высоких точностей и чистоты обработки за счет конструктивной особенности главного рабочего узла транспортера, в котором ползушки, несущие изделия или инструмент, на рабочем участке имеют безлюфтовое прямолинейное перемещение.

Изделия простой конфигурации и особенно детали массового изготовления целесообразно обрабатывать на непрерывно-протяжных автоматах с перемещающимися изделиями. Для выбора соответствующего изделия для обработки на этих станках может служить табл. 35.

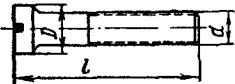
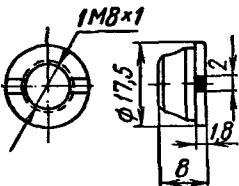
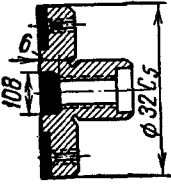
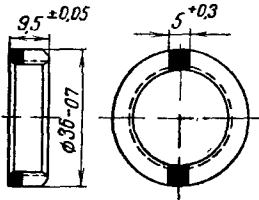
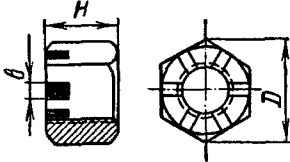
Детали более сложной конфигурации, детали с большим съемом металла массового и крупно-серийного производства выгоднее обрабатывать на непрерывно-протяжных станках с перемещающимся инструментом. Для этого можно пользоваться табл. 36.

Наконец, детали сложной конфигурации, с множеством одинаковых элементов, подлежащих протягиванию, целесообразно обрабатывать на непрерывно-протяжных станках с перемещающимся инструментом и делительными шпинделями (табл. 37).

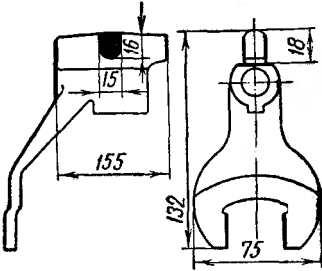
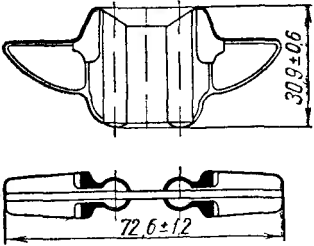
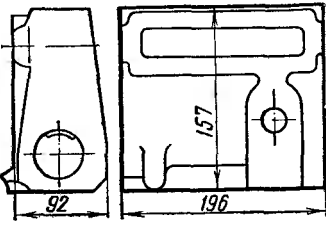
Непрерывно-протяжной автомат транспортного типа с движением детали (модель ДТГ2). Протяжной автомат (рис. 133) предназначен для обработки типов деталей, представленных в табл. 34, габаритом до 30×30×80 мм.

**Изделия, обрабатываемые на непрерывно-протяжных станках
с перемещающимися изделиями**

Изделие, производительность при фрезеровании и при непрерывном протягивании, шт/мин	Эскизы
Гайка распылителя, 5; 70	
Пробка рулевых наконечников, 5; 60	
Барабан, 5; 60	
Корпус карданного подшипника, 3; 20	
Муфта распределительная 2; 20	

Изделие, производительность при фрезеровании и при непрерывном протягивании, шт/мин	Эскизы
Винты М-1, М10, 75-10; 410—120	
Конус педали велосипеда, 6; 60	
Кулиса подвижная, 2; 20	
Гайка пружины, 5; 80	
Гайка корончатая от М4 до М36, 25-4; 100-30	

**Изделия, обрабатываемые на непрерывно-протяжных станках,
с перемещающимся инструментом**

Изделие, производительность при фрезеровании и при непрерывном протягивании, шт./мин.	Эскизы
<p>Вилка (3 операции) 0,3; 6</p>	
<p>Поковка губки разводного ключа (3 операции) 0,5; 10</p>	
<p>Корпус насоса 0,3; 4</p>	

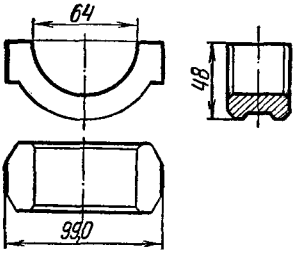

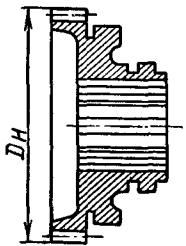
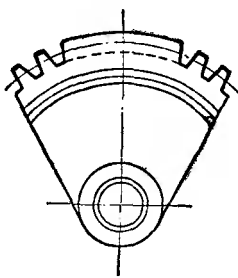
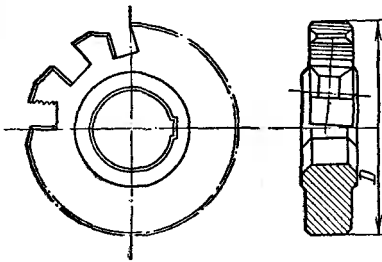

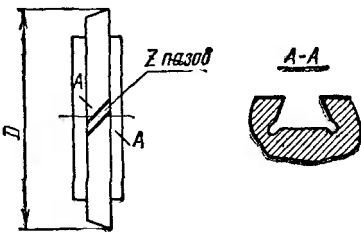
Изделие, производительность при фрезеровании и при непрерывном протягивании, шт/мин	Эскизы
<p>Крышка шатуна (3 операции): обычное протягивание—0,8; непрерывное протягивание—8</p>	
<p>Плоскогубцы комбинированные (2 операции): обычное протягивание—2; непрерывное протягивание—12</p>	

Таблица 37

Изделия, обрабатываемые на непрерывно-протяжных станках с перемещающимся инструментом и делительными шпинделями

Изделие, производительность при фрезеровании и непрерывном протягивании, шт/мин	Эскизы
<p>Зубчатые колеса $m=1\div 10$, $z=20\div 50$ 0,15—0,05; 1,5—0,5</p>	

Изделие, производительность при фрезеровании и непрерывном протягивании, шт/мин	Эскизы
<p>Сектор $m=1,5 \div 5$ $z=16 \div 45$ $0,5-0,1$; $3-0,8$</p>	
<p>Корпус фрезы $D=80 \div 200$ мм $0,05$; $0,6$</p>	
<p>Вал шлицевой $0,08$; $0,5$</p>	
<p>Диск $D=500 \div 900$ мм $0,25$ шт/ч; 6 шт/ч</p>	

Станок транспортного типа с движением детали при обработке. Максимально допустимое тяговое усилие составляет 1,25 т. Скорость протягивания 4,5—9 м/мин, производительность станка 39—78 шт/мин.

Автомат имеет станину, на верхней плоскости которой в горизонтальном положении установлен транспортер, бункер с питателем, привод и другие исполнительные органы станка.

Транспортер имеет двадцать ползушек, скрепленных между собою цепью и приводимых в движение зубчатыми колесами.

На каждой ползушке транспортера укреплено автоматическое зажимное приспособление, назначение которого сводится к тому, чтобы автоматически подхватить из приемника питателя бункера очередную заготовку, зажать ее и после прохождения зоны резания в зоне сброса автоматически сбросить обработанную деталь в ящик готовой продукции.

Загрузочное устройство представляет собой агрегат, состоящий из вибробункера или магазина и питателя с приемником.

Протяжка устанавливается неподвижно в зажимной обойме, что создает удобства при монтаже и демонтаже.

Заготовки загружаются в вибробункер, или магазин, откуда поочередно движутся по питателю в направлении к приемнику питателя. Из приемника заготовки подхватываются по одной зажимным автоматическим приспособлением, зажимаются и переносятся в зону резания, после чего в зоне сброса приспособления раскрываются и сбрасывают обработанные детали в ящик готовой продукции.

После зоны сброса зажимные приспособления промываются и вновь попадают в зону загрузки.

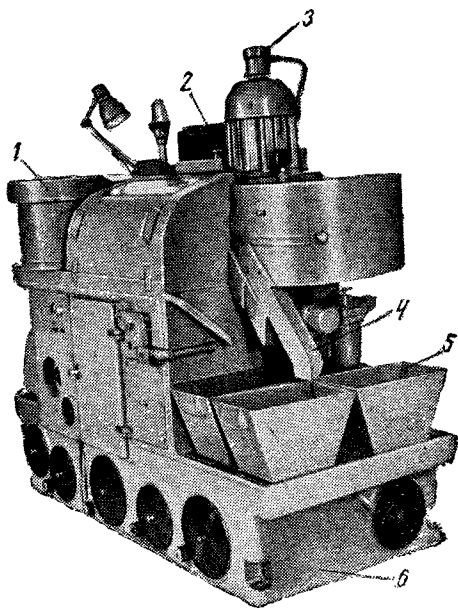


Рис. 133. Непрерывно-протяжной автомат с движением детали ДТГ-2:

1 — загрузочное устройство, 2 — панель управления, 3 — двигатель главного привода, 4 — лоток для готовых изделий, 5 — бункер для готовых изделий, 6 — станина

Непрерывно-протяжной автомат с многопозиционным поворотным столом (модель ТГ-1). Этот автомат предназначен для обработки всевозможных сквозных поверхностей в различных деталях при крупносерийном и массовом производствах (рис. 134).

Станок горизонтального типа, наибольшая зона резания 80 мм, максимальные габариты обрабатываемого изделия 100×60×50 мм, максимальное усилие резания составляет 1750 кг, а наибольший вес обрабатываемого изделия 1 кг. Скорость протягивания равна 16—67 м/мин, производительность станка 5—90 шт/мин. Деталь на столе станка в зависимости от конфигурации и требований на обработку может устанавливаться в 3, 4 или 6 позициях.

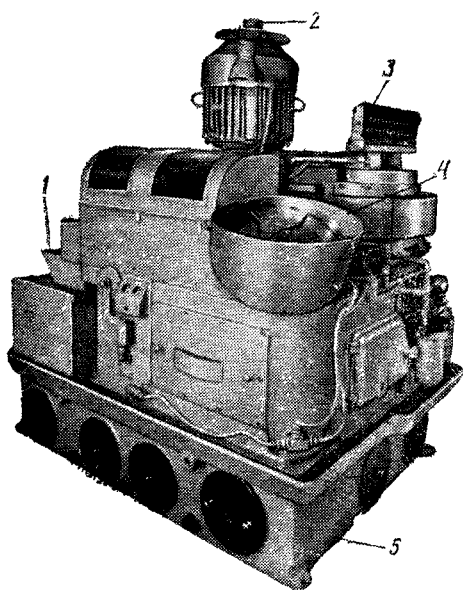


Рис. 134. Непрерывно-протяжной автомат с поворотным столом ТГ-1:

1 — бункер для готовых изделий, 2 — двигатель главного привода, 3 — панель управления, 4 — загрузочное устройство, 5 — станина

Станок снабжается двумя комплектами державок, ползушек и прибором для установки протяжек в державках вне станка.

Станок может иметь ручную загрузку обрабатываемых деталей и автоматическую. Автоматическая загрузка может быть магазинной или бункерной. Цикл работы станка во всех исполнениях автоматический.

Обрабатываемая деталь загружается вручную или автоматически с помощью подающего механизма в тиски, расположенные на столе. Там деталь автоматически фиксируется и предварительно зажимается. После окончания обработки очередной заготовки стол авто-

матически поворачивается, надежно фиксируется и зажимается.

При трехпозиционном столе загруженная заготовка вместе с тисками из зоны загрузки попадает в зону обработки, где она сильно зажимается и ее поверхность протягивается непрерывно перемещающимися прямолинейными протяжками. После прохода ползушек с протяжками при пробеге холостого участка стол разжимается, освобождается от фиксации и поворачивается в следующую позицию. При этом обработанная заготовка попадает в зону сброса, а очередная загруженная — в зону обработки.

При необходимости обработки с двух сторон применяется четырехпозиционный стол: 2 пары тисков для 1-й операции, 2 других — для 2-й операции.

Загрузка обрабатываемых изделий ведется через позицию. После выполнения 1-й операции они попадают в зону переносного механизма, где автоматически вынимаются и поворачиваются в требуемом направлении. Когда стол занимает следующую позицию, изделие вставляют в тиски, предназначенные для второй операции. После поворота стола на несколько позиций эти тиски попадают в зону протягивания. В это время в зону обработки входит вторая секция протяжек. По окончании протягивания второй стол поворачивается и деталь переносится в зону сброса, где она сталкивается в улавливатель и далее в ящик готовой продукции.

При обработке деталей, в которых требуется три установки (3 операции), применяется шестипозиционный поворотный стол с тремя парами тисков, в этом случае они работают автоматически и используют два переносных механизма.

Протяжки состоят из трех секций, каждая из которых обрабатывает одну из поверхностей изделия.

Высокая производительность в станке обеспечивается за счет высоких скоростей протягивания (16—33 м/мин при быстрорежущем инструменте; 33—67 м/мин при твердосплавных протяжках) и ничтожных потерь на вспомогательное время (большинство вспомогательных операций совмещено по времени с процессом резания).

Станок является базовой моделью и может быть использован не только для одной операции, но и для нескольких, т. е. в ряде случаев один автомат может заменить целую высокопроизводительную автоматическую линию.

С этой целью станок оснащается загрузочно-разгрузочным и переносными механизмами и автоматическими тисками. При надобности в тисках можно располагать одновременно по несколько деталей, тогда производительность возрастает в то число раз, сколько изделий зажимается в тисках одновременно.

Установка инструмента производится вне станка в приборе, тем самым при наличии двух комплектов инструмента и быстросъемных державок время на смену протяжек исчисляется несколькими минутами.

Переналадка станка с обработки одного изделия на другое колеблется от 0,5 до 5 ч.

Станки этого типа обеспечивают производительность выше фрезерных в 8—12 раз и выше обычных протяжных станков в 4—6 раз.

Станки надежны в эксплуатации, имеют большую жесткость, удобный отвод стружки и хорошую защиту направляющих. Все это обеспечивает высокую точность и чистоту обработки изделий.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных частей состоит автоматическая линия станков?
 2. Для каких целей применяются в автоматических линиях электронные приборы?
 3. Какие существуют виды автоматизации протягивания?
 4. Как работает автоматический протяжной станок?
 5. Как автоматизируется загрузка деталей в протяжной станок?
-

К обработке протягиванием предъявляются высокие требования по точности размеров и чистоте обработанной поверхности. При этом нередко встречаются различные неполадки, возникающие из-за ошибок при расчете и конструировании протяжки, плохого качества изготовления протяжки или из-за неправильной ее эксплуатации.

Знание законов процесса протягивания и практические данные позволили установить конкретные причины отдельных неполадок и способы их устранения.

§ 51. НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНОЕ КАЧЕСТВО ПРОТЯНУТОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Чистота протянутой поверхности улучшается различными мерами:

1. Уменьшением скорости протягивания. Лучшая чистота поверхности достигается при скорости 1—2 м/мин. Поэтому протяжные станки начали снабжать устройствами, автоматически переключающими станок на малую скорость, когда в работу начинают входить зачистные зубья.

2. Правильным подбором охлаждающей жидкости и равномерной ее подачей на зубья протяжки.

3. Проверкой и улучшением структуры заготовок. Термическая обработка заготовок сильно влияет на качество получаемой поверхности. В особенности это относится к легированным сталям со значительной вязкостью. На стали $HV < 160$ трудно получить чистую поверхность. Для заготовок из малоуглеродистой стали ($C \leq 0,3\%$) лучшая обрабатываемость, а следовательно, и лучшая чистота поверхности достигаются нормализацией или изотермическим отжигом. Легированные вязкие стали лучше всего обрабатываются после термической обработки на твердость $HV = 250—300$. Закалка с высоким отпуском (улучшение) обеспечивает для среднеуглеродистых и легированных сталей лучшую обрабатываемость, чем отжиг или нормализация на ту же твердость.

Высокоуглеродистые стали (У10, У12) хорошо обрабатываются в отожженном состоянии, но особенно хорошо после улучшения.

4. Уменьшением подачи на зуб. Если требуется уменьшить подачу на зуб для улучшения чистоты поверхности, это может быть достигнуто уменьшением подачи на последних режущих зубьях до 0,01—0,03 мм на сторону, путем перешлифовки зубьев по диаметру с переводом части калибрующих зубьев в режущие.

Предварительно следует убедиться в том, что биение зубьев, подлежащих перешлифовке, не превышает величину, которую необходимо снять. В противном случае надо или отрихтовать протяжку или снять требуемую величину посредством притира.

5. Увеличением заднего и переднего углов зубьев. Геометрия зубьев протяжки влияет на чистоту поверхности. Малый задний угол вызывает налипание металла, ускоренный износ по задней поверхности и, как результат, плохую чистоту. Изменить задний угол на готовой протяжке почти невозможно, так как даже незначительное биение зубьев протяжки (которое всегда имеется) не позволит увеличить задний угол без уменьшения диаметра зубьев. Поэтому следует прибегать к тщательной доводке ленточки и задней поверхности зуба притиром с пастой ГОИ. Это будет способствовать уменьшению налипания при той же величине заднего угла. Хорошее качество заточки также улучшает чистоту протянутой поверхности.

Увеличение переднего угла заметно улучшает качество поверхности при обработке сталея, в случае, когда $s_z > 0,01$ мм.

6. Обеспечением плавной работы станка. Чистота поверхности получается всегда лучшей при более плавной и спокойной работе протяжки. Для этого стаиок должен быть исправным, гидросистема полностью заправлена соответствующим маслом. Тяговое усилие станка должно несколько превышать требуемое усилие протягивания.

Местные дефекты на протянутой поверхности. Местные дефекты на протянутой поверхности встречаются в виде черновин, вырывов металла, задигов, полос, кольцевых следов, следов от стружкоделительных канавок, чешуйчатости или ряби, волнистости и скалывания краев изделия на выходе протяжки.

Черновины могут быть результатом недостаточного припуска под протягивание, а также следствием увода протяжки под действием боковых сил.

При неравномерной остроте зубьев протяжка будет отжиматься в сторону острых зубьев, а на стороне, обрабатываемой тупыми зубьями, останется черновина в виде полосы вдоль обрабатываемой поверхности.

Различная острота режущих зубьев протяжек, вызывающая черновину, может быть следствием неравномерной твердости

протяжки по окружности всех зубьев или за-за неравномерной заточки всех зубьев по окружности.

Черновины могут быть также связаны с перекосом или несовпадением осей детали и протяжки вследствие неправильной подрезки торца детали, перекоса опорного фланца станка, несовпадения осей движения тяговой головки и люнета, поддерживающего протяжку.

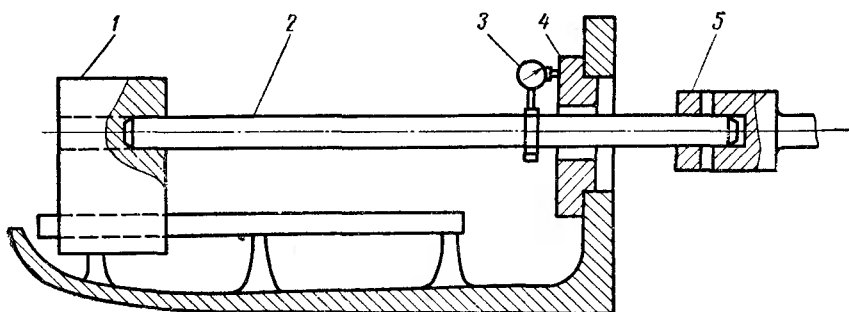


Рис. 135. Выверка горизонтально-протяжного станка на совпадение осей

Для выверки положения оси патрона тяговой головки, оси протяжки и торца опорного фланца применяют следующий способ (рис. 135). Цилиндрическую скалку 2 вставляют одним концом во втулку поддерживающего люнета 1, другим — в отверстие тягового патрона 5. Посадка должна быть свободной и с минимальным зазором. На скалку при помощи хомутика и стойки закрепляется индикатор 3, ножка которого упирается в торец опорного фланца станка 4. Вращая скалку и наблюдая за отклонением стрелки индикатора, определяют отклонение оси протяжки и патрона от перпендикуляра к торцу опорного фланца¹. Для исправления положения оси протяжки надо поднять или опустить патрон станка, а если патрон не имеет таких перемещений, то необходимо регулировать подкладками под опорный фланец.

Практика показывает, что такая выверка станка дает хорошие результаты, позволяя получить отверстие в ступице шестерни с биением венца относительно отверстия в пределах нескольких сотых миллиметра.

Вырывы (сколы) металла у опорного торца детали на выходе протяжки возникают также из-за перекоса осей детали и

¹ Показания индикатора, когда он находится в нижнем положении, наблюдают в зеркале.

протяжки. По этим же причинам может возникать различная глубина шлицев по окружности протянутого шлицевого отверстия на небольшой длине от выходного торца детали.

Кроме того, вырывам металла на мягких и вязких сортах стали (15, 20, 20Х) способствуют малые задние углы, дефекты режущих кромок зубьев, затупление зубьев, большие подъемы на зуб (в особенности на последних режущих зубьях), и, как уже отмечалось, перекося детали или протяжки, вызывающий боковые усилия, которые прижимают протяжку к одной стороне протягиваемого отверстия (профиля). Характерно при этом закономерное увеличение вырыва к опорному торцу детали и плавный переход вырыва в нормальную поверхность на сравнительно небольшом расстоянии от торца.

При обработке чугуна протяжками, срезающими стружку по обычной (профильной) схеме, часто скалываются края со стороны опорной поверхности детали. Более мягкие чугуны менее склонны к сколу. В меньшей степени этот дефект проявляется при работе протяжки по генераторной схеме резания и при наклонных зубьях.

Если скалывание чугуна не удастся устранить снижением подачи на зуб, надо делать выходные края поверхности детали с фасками.

Для повышения стойкости протяжки следует также снимать фаски или подрезать торцы на входной стороне протяжки, чтобы зубья протяжки не ударялись о корку металла на входе, что снижает стойкость.

Иногда на поверхности протянутой детали видны равномерно расположенные продольные узкие полоски, являющиеся по ширине и расположению следами стружкоделительных канавок. Это металл, который остался на поверхности детали в тех местах, где режущая кромка пересечена канавкой для деления стружки. Такие следы должны быть сняты первым калибрующим зубом, на котором нет канавок, но он имеет малый задний угол и цилиндрическую ленточку, вследствие чего радиальные усилия от этого зуба больше, чем от режущих. Имея одинаковый диаметр с последним режущим, калибрующие зубья не срезают или срезают только частично металл, оставленный стружкоделительными канавками. Появлению этих следов способствуют неудовлетворительное качество прорезки стружкоделительных канавок, образование нароста на уголках этих канавок, их затупление и выкрашивание, затягивание протяжки в металл.

Для получения чистой поверхности последний чистовой зуб протяжки делают без выкружек, с подъемом $2s_z = 0,01$ мм. Этим достигается зачистка рисок, получающихся на границах выкружек в результате резания уголком лезвия. Иногда применяются 2—3 зуба с подъемом 0,01 мм, не имеющие выкружек. При

столь малой толщине стружка, несмотря на отсутствие выкружек, распадается на отдельные отрезки, не образуя цельного кольца.

В случае затягивания протяжки в металл надо уменьшить передний угол. Следует также обратить внимание на качество прорезки стружкоделительных канавок (достаточная глубина и ширина канавки, достаточный задний угол профиля канавки, хорошая чистота поверхности).

Иногда следы стружкоделительных канавок остаются не по всей длине отверстия, а только на небольшом участке у выходного торца детали. Это происходит из-за провисания детали в конце рабочего хода. Для устранения этого необходимо при протягивании тяжелых деталей хорошо их закреплять.

Во всех случаях появления дефектов на поверхности следует внимательно осмотреть режущие кромки зубьев от последнего зуба до первого. Дефектные участки зубьев следует пометить краской и отправить протяжку для исправления.

При протягивании отверстий с плоскими поверхностями (квадрат, шестигранник и т. п.) часто появляются надирь на протягиваемой поверхности вследствие трения плоских сторон зубьев (вспомогательных кромок) о протягиваемую поверхность. Для уменьшения трения на плоских сторонах зубьев протяжки следует создавать задний угол 1° , оставляя ленточку 0,8—1 мм для сохранения размера многогранника.

У некоторых многогранных протяжек, особенно у квадратных, диаметр дна стружечной канавки может быть больше размера стороны многогранника. В этом случае надо прорезать по сторонам многогранника дополнительную канавку глубиной 1,5—2 мм и радиусом 1 мм, дно которой должно быть параллельно сторонам многогранника.

Особое внимание следует обратить на то, чтобы образующаяся при этом вспомогательная режущая кромка имела хотя бы небольшой ($3—5^\circ$) передний угол. Для уменьшения трения вспомогательных кромок о стенки протягиваемой детали можно также прорезать продольные канавки глубиной 0,3—0,5 мм по середине вспомогательной кромок.

При протягивании винтовыми протяжками на протянутой поверхности наблюдаются почти те же дефекты и по тем же причинам, как и при протягивании протяжками с прямыми зубьями. Здесь иногда сказывается неодинаковое изготовление и заточка заходов винтовой протяжки: занижение диаметра одного из заходов, неодинаковая ширина фаски по задней поверхности на разных заходах или на витках одного и того же захода, неодинаковая геометрия режущего элемента винтового зуба у разных заходов.

Все эти причины вызывают неравномерное снятие припуска с протягиваемой поверхности.

§ 52. НЕПРАВИЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ДЕТАЛИ ПОСЛЕ ПРОТЯГИВАНИЯ

Чтобы увеличить срок службы протяжки, диаметр калибрующих зубьев выполняется близко к верхнему пределу допуска на отверстие. Поэтому любая причина, вызывающая незначительное увеличение диаметра отверстия, может привести к браку.

Одной из причин провала отверстия являются заусенцы, образующиеся на калибрующих зубьях протяжки во время ее заточки. Для обнаружения заусенца достаточно провести ногтем по задней грани зуба в направлении к режущей кромке. Удалить заусенцы можно оселком во время заточки протяжки. Когда зуб заточен и круг «выхаживает» поверхность до прекращения искрения, следует наложить на заднюю поверхность зуба оселок. Под давлением оселка заусенец отогнется во впадину, где его подхватит и срежет шлифовальный круг. Если и после удаления заусенца диаметр отверстия получается больше требуемого размера, можно применить один из следующих способов:

а) при протягивании по стали заменить охлаждение маслом на эмульсию, а при работе по чугуну применить охлаждение эмульсией;

б) уменьшить скорость протягивания;

в) уменьшить передний угол зубьев;

г) в случае необходимости занизить диаметр последнего режущего и калибрующих зубьев доводкой по задней грани оселком или притиром. Перешлифовка зубьев на меньший диаметр, как правило, не удастся, так как биение протяжки обычно превышает величину необходимого занижения диаметра.

При протягивании отверстий большого диаметра причиной провала размера может быть нагрев протяжки. Так, например, при нагреве на 20° размер протяжки диаметром 100 мм увеличится примерно на 0,02 мм. В подобных случаях необходимо увеличить подачу охлаждающей жидкости, снизить скорость протягивания, чтобы уменьшить нагрев протяжки (одновременно уменьшается диаметр отверстия), или следует работать поочередно двумя протяжками. Местные провалы размера на выходе могут вызываться провисанием детали во время выхода протяжки, а также перекосом оси протяжки относительно оси изделия.

Заниженный размер отверстия может получиться и в тех случаях, когда диаметр зубьев протяжки выполнен по чертежу, т. е. у верхнего предела поля допуска. Объясняется это упругими деформациями детали в процессе протягивания под влиянием радиальных усилий резания. Это особенно сказывается при протягивании тонкостенных деталей¹.

¹ Тонкостенными считаются детали, толщина стенок которых не превышает одной пятой диаметра протягиваемого отверстия.

Чтобы увеличить диаметр отверстия надо:

- а) перейти на охлаждение сульфидфрезой, если применялась эмульсия;
- б) уменьшить подачу на зуб на последних режущих зубьях;
- в) увеличить скорость протягивания;
- г) увеличить передний угол чистовых зубьев.

Протяжку, потерявшую размер вследствие износа, можно восстановить поднятием зубьев по методу Гаркавого (стр. 198); покрытием зубьев протяжки твердым сплавом электроискровым способом; обработкой холодом (погружением на несколько часов в жидкий азот, имеющий температуру -190°). Следует учесть, что после обработки холодом протяжка станет более хрупкой.

После указанных мер по увеличению размеров зубья протяжки проверяют и доводят шлифованием до нужного размера.

При протягивании шпоночных или шлицевых пазов бывают отклонения в размерах пазов как по глубине, так и по ширине. Глубина пазов на выходе, протянутых с одной настройкой, оказывается разной, что объясняется различием угла наклона оси протяжки во время работы, а также перекосом заготовки на оправке.

При протягивании в несколько проходов шпоночного паза значительных размеров после каждого прохода под протяжку ставят подкладку, а патрон поднимают на соответствующую величину. Чаще всего величина этого подъема определяется на глаз, в результате чего при последнем проходе, придающем пазу окончательную глубину, патрон оказывается смещенным выше или ниже расчетного положения. Поэтому глубина паза со стороны опорного торца отличается от глубины паза со стороны наружного торца. Для устранения этого недостатка следует снабдить станок упором, ограничивающим крайнее верхнее положение патрона. Положение этого упора следует отрегулировать, сообразуясь с результатами протягивания пробных деталей. В дальнейшем надо следить за тем, чтобы во время последнего прохода патрон находился в крайнем верхнем положении. Если патрон крепится на станке при помощи хвостовика с резьбой, его следует зажать контргайкой.

При протягивании шпоночных пазов для клиновых шпонок основная трудность состоит в получении требуемого уклона паза. Если длина отверстия, в котором протягивается шпоночный паз под клиновую шпонку, меньше диаметра, то получить правильный уклон очень трудно; ось отверстия бывает перпендикулярна к опорному торцу, поэтому деталь, имеющая короткое отверстие с косым торцом за счет диаметральных зазоров, перекашивается в приспособлении. Если направление перекоса неизвестно, а детали для протягивания будут устанавливаться на приспособлении различно, то уклон пазов будет получаться раз-

личным. Для устранения этого можно пользоваться следующим приемом: при протягивании отверстия сторона детали, обращенная вверх, намечается мелом; при протягивании пазов все детали ставятся меченой стороной также вверх, чем и достигаются одинаковые уклоны.

Разбивание шлицев или шпоночных пазов, т. е. увеличенная ширина паза, получается обычно вследствие непараллельности шлицевых выступов оси протяжки.

Если протягиваемая деталь имеет различную толщину стенок, то и диаметр отверстия может получиться разным в разных сечениях: там, где толщина стенки меньше, диаметр отверстия также получится меньшим.

Устранить этот дефект можно, изменив соответственно форму и размеры заготовки с тем, чтобы после протягивания обточить по наружному диаметру. Если это невозможно, то следует применить специальные зачистные протяжки с большим шагом зубьев. В этом случае уменьшится число зубьев в работе. Зубья этих протяжек остро затачиваются (без ленточек), подача на зуб меньше обычной, а передние и задние углы зубьев увеличены. Все это уменьшает радиальные усилия протягивания.

При протягивании легко деформирующихся тонкостенных изделий применяют также специальные приспособления, охватывающие изделие и воспринимающие радиальные усилия протягивания.

Иногда на выходе шлицевой протяжки получается разная глубина шлицев по окружности. Разница эта бывает настолько значительной, что легко обнаруживается простым глазом.

Дефект распространяется на сравнительно небольшую длину отверстия (обычно 5—10 мм от торца) и является следствием действия на протяжку какой-то силы, прижимающей ее к одной стороне детали.

Пока протяжка находится в работе на всей длине отверстия, действие этой силы не сказывается, но при выходе протяжки из отверстия последние зубья протяжки снимают на выходе с одной стороны большой припуск. Этому может способствовать недостаточное заднее направление протяжки (короткая направляющая, большой зазор между направляющей и протянутым отверстием). Для ликвидации этого дефекта необходимо тщательно проверить протяжку (прямолинейность, биение, равномерность остроты режущих кромок и т. д.), выверить соосность протяжки, тяговой головки станка и приспособления для установки детали, перпендикулярность опорного торца детали к ее оси.

При протягивании отверстий большой длины, когда протяжка соединяется с тягой, необходимо проверить прямолинейность тяги.

§ 53. ИСКАЖЕНИЕ ФОРМЫ ПРОТЯНУТОГО ПРОФИЛЯ

Овальность отверстия может быть вызвана разностенностью детали и неравномерной остротой зубьев протяжки по окружности, а также искривлением протяжки. Когда одновременно действуют обе причины, то овальность или усилится, или уменьшится и может даже совсем исчезнуть. Например, если против тонкой стенки детали окажется тупая сторона зубьев протяжки, то под действием большого радиального усилия тонкая стенка упруго деформируется, а после выхода протяжки возвратится частично в прежнее положение, и отверстие получится овальным. Если повернуть протяжку на 90° , то эллипс значительно уменьшится или даже совсем исчезнет. Причиной овальности детали при равномерной и достаточной толщине стенок может быть овальность калибрующих зубьев или завалы и притупления на части их окружности.

В некоторых случаях эллипс получается только на коротком участке, прилегающем к опорному торцу детали, причем большая ось эллипса располагается вертикально. Это объясняется опусканием детали при выходе из ее отверстия калибрующих зубьев протяжки. Необходимо принять меры к тому, чтобы деталь не могла опускаться до полного выхода протяжки из отверстия.

Иногда протянутое отверстие имеет форму эллипса как со стороны входа протяжки в отверстие, так и со стороны выхода, но оси этих эллипсов не совпадают между собой, а располагаются под углом 90° . Причиной этого является перекосяк протяжки или детали и тонкостенность последней. Для устранения этого дефекта необходимо выверить станок. При этом следует иметь в виду, что станок, выверенный в ненагруженном состоянии, в процессе работы может потерять точность настройки вследствие деформации его деталей и влияния люфтов. Поэтому может потребоваться дальнейшая поправка положения тягового патрона. Решающим, однако, является устранение влияния тонкостенности детали. Для этого надо изменить порядок обработки детали так, чтобы до протягивания не снимался припуск с поверхности детали. Если это невозможно, то необходимо применить специальную протяжку, предназначенную для протягивания тонкостенных деталей (увеличенный шаг, промежуточные направляющие, острозаточенные зубья, большие задние углы, меньшие подачи).

Профиль протянутого отверстия (круглого или фасонного) может искажаться, если после протягивания над деталью производятся другие операции, связанные с изменением толщины стенок детали (например, протягивание паза, обточка, фрезерование и др.). В этом случае необходимо предусмотреть рацио-

нальный порядок операций и соответственно распределить межоперационные припуски. Например, обработать отверстие с припуском, протянуть шпоночный паз также с припуском, а затем окончательно обработать отверстие и протянуть шпоночный паз.

Перегиб оси отверстия. При протягивании длинных отверстий малого диаметра бывает так, что проходной калибр доходит лишь до половины детали как с одного, так и с другого конца.

Это свидетельствует о перегибе оси протянутого отверстия. Возникает этот дефект вследствие изгиба неискривленной протяжки во время рабочего хода станка из-за неправильной наладки станка или перекоса опорного торца детали. По мере выхода из детали режущих зубьев тяговое усилие уменьшается, а вместе с тем уменьшается и прогиб протяжки, что вызывает искривление оси отверстия.

Устранение этого дефекта достигается выверкой станка и правильной подготовкой детали под протягивание.

Детали, подготовленные под протягивание, следует контролировать калибром с фланцем на перпендикулярность опорного торца оси детали. Для того чтобы на результаты контроля не влиял допуск на отверстие, калибр имеет устройство в виде штифта с пружиной для прижатия образующей стержня калибра к образующей отверстия детали.

Непрямолинейность образующей цилиндра при протягивании круглого отверстия может получиться при протягивании коротких деталей протяжками с большим шагом. При этом во время протягивания наступает момент, когда в работе находится только один зуб, что не создает надежного направления относительно оси отверстия. В таких случаях, если нет возможности изготовить протяжку для данной длины детали, следует протягивать одновременно несколько скрепленных деталей.

§ 54. СМЕЩЕНИЕ ПРОТЯГИВАЕМОГО ПРОФИЛЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ЗАДАННЫХ КООРДИНАТ

При протягивании нельзя быть уверенным в точности положения оси отверстия. В некоторых случаях может сместиться профиль шлицев, т. е. их внутренний и наружный диаметры будут эксцентричны, а также может появиться небольшая спиральность шлицев. При протягивании комбинированного профиля, например прямоугольного двустороннего паза в круглом отверстии, могут сместиться профили в диаметральной плоскости. Наконец, при протягивании круглого отверстия ось его может оказаться смещенной по тем же причинам, которые вызывают появление черновин. Если ось протянутого отверстия должна быть расположена точно по отношению к другим поверхностям дета-

ли, надо сначала обработать поверхность с припуском под протягивание, затем протянуть отверстие и, базируясь на протянутое отверстие, окончательно обработать те поверхности, которые должны быть расположены точно относительно протянутого отверстия. Но и при такой технологии иногда оказывается, что отверстия протянуты с таким большим перекосом, что оставленного припуска бывает недостаточно для выполнения детали по чертежу.

Основные причины, вызывающие смещения профиля:

малое число одновременно участвующих в работе зубьев (менее 3—4);

большой зазор между направляющей частью протяжки и отверстием (профилем), подготовленным под протягивание, а также недостаточная длина направляющей;

большой боковой угол у зубьев шпоночных и шлицевых протяжек;

искривление протяжки;

несовпадение или непараллельность осей детали, протяжки и тяговой головки станка;

неравномерная острота режущих кромок зубьев протяжки, неравномерная ширина ленточек зубьев, неравномерное затупление режущей кромки зуба из-за различной твердости или по другим причинам;

смещение детали во время протягивания;

одностороннее направление струи смазочно-охлаждающей жидкости;

пороки материала детали, вызванные ликвацией;

несимметричный профиль детали.

Вследствие этих причин в процессе резания возникают усилия со стороны станка или протяжки, направленные под углом к оси протяжки и к плоскости симметрии профиля детали и вызывающие смещение профиля.

Этого можно избежать, применяя такую конструкцию протяжки, которая обрабатывает весь профиль одновременно.

При проектировании протяжки для шлицевых отверстий следует также объединить в одной протяжке протягивание внутреннего и наружного диаметра шлицев, что обеспечит их concentricity. При особенно высоких требованиях к точности шлицевого соединения следует круглые зубья, протягивающие внутренний диаметр, размещать как перед шлицевыми зубьями, так и после них и предусматривать в конце протяжки несколько зачистных зубьев по внутреннему диаметру отверстия. Более того, иногда шлицевые и круглые зубья на зачистной части чередуются через один; это хотя и усложняет технологию изготовления протяжки, но обеспечивает наилучшую concentricity.

Для уменьшения смещения протягиваемого профиля применяют так называемые координатные протяжки. Отличительной

особенностью конструкции этих протяжек являются промежуточные цилиндрические направляющие, размещенные между режущими зубьями через определенное число (2—4) зубьев в зависимости от длины протягиваемого отверстия. Диаметр этих направляющих делается на 0,03—0,05 мм меньше диаметра режущего зуба, за которым расположена направляющая. На направляющей должны быть прорезаны стружкоделительные канавки так же, как и на предшествующих режущих зубьях, но несколько большей ширины и глубины. Длина промежуточной направляющей части принимается равной $(0,5—1) d$, где d — номинальный диаметр протягиваемого отверстия. Меньшее значение берется для больших диаметров и наоборот. Такая конструкция протяжки уменьшает смещение оси отверстия и улучшает чистоту протягиваемой поверхности.

Правильное направление протяжке дает скользящий (подвижный) люнет, в котором протяжка устанавливается при помощи специальной цилиндрической цапфы, входящей во втулку люнета.

Устранение других причин смещения профиля при протягивании достигается выверкой станка и приспособления, доброкачественным изготовлением протяжки, тщательным наблюдением за состоянием режущих кромок, своевременной заточкой, обильным и равномерным охлаждением.

§ 55. НИЗКАЯ СТОЙКОСТЬ ПРОТЯЖЕК

Низкая стойкость протяжек — серьезный недостаток, который не только резко снижает экономичность процесса, но часто делает работу нецелесообразной.

Низкая стойкость протяжек вызывается следующими причинами:

- большой твердостью обрабатываемого материала;

- низкой твердостью протяжки вследствие дефектов термической обработки или прижога режущей кромки при шлифовании и заточке;

- плохим качеством заточки (завал режущей кромки, плохая чистота поверхности);

- недостаточным охлаждением, неравномерной его подачей, неправильным подбором состава жидкости;

- нерациональной геометрией зубьев;

- большой величиной ленточки по задней поверхности зуба и недостаточной ее чистотой.

Для повышения стойкости протяжек применяют цианирование и другие способы улучшения поверхности протяжек.

Важно правильно определить момент затупления протяжки, чтобы направить ее на переточку. Как преждевременное, так и запоздалое снятие протяжки на заточку снижают срок службы

протяжки. Нормальным затуплением протяжки следует считать такое, при котором протяжка, продолжая давать требуемую чистоту поверхности детали, имеет на задней поверхности зубьев ленточку затупления более или менее равномерной ширины. Недопустимо доводить протяжку до такого состояния, при котором получается брак изделия по чистоте поверхности или размеру.

Запоздавшая переточка протяжки вызывает ускоренный износ режущей кромки зубьев и сокращает число возможных переточек.

§ 56. РАЗРУШЕНИЕ ПРОТЯЖЕК

По существующим методам расчета протяжки имеют значительный запас прочности и все же в работе протяжки ломаются. Но из этого не следует, что надо еще больше увеличивать запас прочности. Дело в том, что поломки и обрывы протяжек являются, как правило, следствием таких условий эксплуатации или ошибок и дефектов в изготовлении протяжек, которые нельзя устранить повышением коэффициентов запаса прочности. При правильном изготовлении и эксплуатации протяжек существующие расчетные запасы прочности вполне достаточны.

Протяжки ломаются под действием изгибающего момента, а их обрыв происходит в результате превышения допустимого усилия протягивания.

Причины, вызывающие поломку протяжек:

перекос детали при установке на станок;

неправильная подготовка детали к протягиванию (неперпендикулярность оси отверстия опорной плоскости детали, уступы, конусность, овальность отверстия и т. д.);

несовпадение оси отверстия детали с направлением хода протяжки;

неправильное крепление хвоста протяжки в тяговом патроне, большой зазор между патроном и хвостовиком;

неправильная форма, перекосы или другие дефекты запирающих элементов патрона станка;

недостаточная величина задней направляющей части при протягивании длинных и тяжелых деталей;

перекос длинных протяжек, не поддерживаемых люнетом.

Причины, вызывающие обрыв протяжек:

маломерность отверстия под протягивание;

увеличение усилия вследствие большого затупления зубьев;

отсутствие задних углов на вспомогательных кромках у шпоночных, шлицевых и плоских протяжек;

наволакивание металла на зубья протяжки вследствие их выкрашивания или малого заднего угла при обработке вязкого материала;

7. Размеры протягиваемого профиля, его форма и взаимное расположение протянутых поверхностей между собой, а также относительно других поверхностей изделия находятся в пределах допуска.

§ 60. НАРУШЕНИЕ РАБОТЫ ГИДРОПРИВОДА

Наиболее частой причиной ненормальной работы протяжного станка является нарушение нормальной работы гидропривода. В этом случае прежде всего необходимо установить, не вызваны ли эти нарушения попаданием воздуха в систему или загрязнением масла, питающего гидропривод. Показателем наличия воздуха в системе служит появление пены и пузырей на поверхности масла в резервуаре. В этом случае требуется проверить плотность соединений всасывающего трубопровода.

В случае попадания воздуха в цилиндр при первичной заправке, или при замене масла, присутствие воздуха обнаруживается беспокойной работой штока цилиндра (толчки и дробь).

Воздух из цилиндра удаляют, открыв отверстие в крышке цилиндра со стороны штока во время обратного хода. При наладочном цикле станку необходимо сообщить несколько раз рабочий и обратный ходы по крайним положениям (до упора в крышки цилиндра). Загрязнение масла, питающего гидросистему, обычно вызывает заедание золотников.

Клапаны и другая контрольно-регулирующая аппаратура при загрязнении промываются.

В процессе эксплуатации станка необходимо систематически наблюдать за расходом масла в резервуаре. Если уровень масла находится ниже отметки, необходимо добавить масло до уровня верхней отметки.

При нормальной эксплуатации станка масло заменяют первый раз через три месяца после пуска станка в эксплуатацию, а затем через каждые шесть месяцев работы. Очистка резервуара от грязи приурочивается к текущему ремонту станка. В гидроприводе станков применяется масло «Индустриальное 20» по ГОСТ 1707—51 (с вязкостью 2,6—3,31 при температуре 50° С).

В табл. 38 приведены возможные эксплуатационные неполадки вертикально-протяжных станков и способы их устранения.

Таблица 38

Эксплуатационные неполадки вертикально-протяжных станков и способы их устранения

Вид неполадки	Причины неполадки	Способ устранения
Стол при резании отходит назад	Кривошипно-шатунный механизм при подведенном на рабочую позицию столе не занимает положения самоторможения	Перенастроить стол

Вид неполадки	Причины неполадки	Способ устранения
<p>Стол подводится и отводится, но рабочая каретка не перемещается</p>	<p>Неправильно настроен стол: упоры, расположенные на столе, слишком завернуты и в цилиндре стола не открывается отверстие, через которое должно пройти масло и переместить золотник каретки</p>	<p>Произвести перенастройку стола. Полностью вывернуть задние упоры стола, подвести стол на рабочую позицию и сообщить каретке рабочий ход</p>
	<p>Засорилась командная трубка, через которую поступает масло от цилиндра стола к золотнику каретки Заело золотник каретки</p>	<p>Отключить командную трубку и проверить ее Снять крышку золотника и проверить перемещение золотника вручную</p>
<p>Стол подводится и отводится, рабочая каретка находится в крайнем нижнем или в крайнем верхнем положении и не перемещается</p>	<p>Нарушена соосность шейки поршня с проточкой в крышке цилиндра (демпфер)</p>	<p>Поднять рабочее давление в насосе до 120 ат и, нажимая толчком соответствующую кнопку, попытаться переместить каретку. После этого сообщить каретке рабочий и обратный ходы по крайним положениям до упора поршня в крышку Перестроить клапан насоса на прежнее необходимое давление. В том случае, когда давление в 120 ат окажется недостаточным, чтобы переместить каретку, или после перестройки насоса на нормальное давление каретка вновь перестанет перемещаться, необходимо демонтировать цилиндр и произвести его проверку</p>
<p>Стол подводится, рабочая каретка занимает промежуточное положение и не перемещается</p>	<p>Сильно затянуты направляющие</p>	<p>Отпустить винты направляющих планок, ослабить клин</p>

Вид неполадки	Причины неполадки	Способ устранения
Манометр показывает давление при нажатии на кнопку «Рабочий ход» и при нажатии на кнопку «Обратный ход» Каретка поднимается вверх и сразу падает вниз, хотя по циклу должна остановиться в верхнем положении	Затянута уплотнение штока цилиндра Не срабатывает золотник	Отпустить сальник штока Снять крышку золотника и проверить пружину и перемещение золотника вручную
Толчки и шум насоса, сопровождаемые колебаниями давления в сети	Поршневые насосы	
	Наличие воздуха в системе	Выпустить воздух из системы
	Неплотность во всасывающей линии	Проверить герметичность мест соединения всасывающих труб
Насос не развивает нормального давления	Пониженный уровень масла	Заполнить бак до нормального уровня
	Наличие воздуха в системе	Выпустить воздух из системы
	Большие потери масла в отдельных узлах или соединениях трубопроводов	Проверить герметичность труб и их соединений, исправность прокладок, затяжку труб, болтов, винтов, фланцев и крышек
	Засорение клапана высокого давления	Отвернуть до отказа винт, регулирующий пружину клапана, и промыть клапан струей масла при работающем насосе. Отрегулировать пружину на необходимое давление по манометру. Если давление не достигает требуемой величины, снять фланец, вынуть и прочистить клапан. После этого собрать клапан и отрегулировать его на необходимое давление

Вид неполадки	Причины неполадки	Способ устранения
Механизм управления не изменяет производительности насоса	Засорение клапана шестеренного насоса	Разобрать клапан насоса, прочистить его, снова собрать и отрегулировать на необходимое давление простановкой подкладных шайб
	Неисправность механизма управления	Проверить исправность электромагнитов, их проводку и пружины. Если засорились золотники управления, разобрать их и прочистить
	Заклинивание скользящего блока	Разобрать цилиндр управления эксцентриситетом. Проверить перемещение скользящего блока вручную. В случае необходимости вынуть блок и устранить причину заклинивания
Вытекание большого количества масла по приводному валу	Шестеренные насосы	
	Засорение дренажного слива	Проверить надежность слива масла
Отсутствует всасывание масла	Наличие задиров или выработки трущихся поверхностей и крышки	Снять втулку и крышку и устранить задиры или выработку шлифовкой или притиркой
	Неправильное вращение приводного вала	Изменить направление вращения вала
	Пониженный уровень масла в баке	Заполнить бак до нормального уровня
	Негерметичное уплотнение боковых крышек	Проверить надежность уплотнения боковых крышек насоса
Эмульсирование масла воздухом	Негерметичное соединение всасывающей трубы насоса	Проверить герметичность мест соединения
	Износ сальниковых уплотнений	Снять втулку и крышку, устранить выработку сальников шлифованием или притиранием с одновременной заменой сальника

Контрольные вопросы

1. Какие вы знаете причины неполадок при протягивании, зависящие от протяжек? От станка? От заготовок? От неправильной наладки станка? От неправильных режимов резания? От неправильного подбора охлаждения?
 2. Как уменьшить увод оси протягиваемого отверстия?
 3. От чего зависит чистота поверхности при протягивании?
 4. По каким причинам размер отверстия в изделии получается после протягивания больше или меньше положенного?
 5. Как проверяется правильность наладки горизонтально-протяжного станка?
 6. Какими основными причинами вызываются поломки протяжек? Как их избежать?
-

ЛИТЕРАТУРА

- Бакланов Е. Д. Протяжки. Машгиз, М., 1960.
- ВНИИ. Высокопроизводительные конструкции протяжек и их рациональная эксплуатация. Под ред. проф. докт. техн. наук М. Н. Ларина. Машгиз, М., 1960.
- Горецкая З. Д. Протягивание с большими подачами. Машгиз, М., 1960.
- Кацев П. Г. Конструирование, изготовление и эксплуатация протяжек. НТО Машпром, М., 1960.
- Кацев П. Г. Протягивание глубоких отверстий. Оборонгиз, М., 1957.
- Кацев П. Г., Епифанов Н. П. Справочник протяжника. Машгиз, 1963.
- Кацев П. Г. Прогрессивные конструкции инструмента и оборудования для обработки деталей протягиванием. ГОСИТИ, 1963.
- Лебедев А. С. Приспособления для обработки наружных поверхностей деталей протягиванием, тема 10. ВИНТИ, М., 1959.
- Маргулис Д. К. Протяжки переменного резания. Машгиз, М. — С., 1962.
- Пикус М. Ю., Талако Г. С., Шпаковский М. А. Протяжные автоматы и полуавтоматы. Госиздат БССР, Минск, 1959.
- Сергиенко В. А., Незабытовский К. П. Протягивание. Машгиз М. — С., 1955.
- Щеголев А. В. Конструирование протяжек. Машгиз, М. — Л., 1960.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие	3
Введение	5
Глава I. Основные сведения о производстве и организации рабочего места	7
§ 1. Рабочее место протяжчика	7
§ 2. Техника безопасности при протягивании	9
Глава II. Понятие о допусках и посадках. Техника измерения	12
§ 3. Взаимозаменяемость	12
§ 4. Основные сведения о допусках и посадках	12
§ 5. Система допусков и посадок	14
§ 6. Классы точности	15
§ 7. Понятие о посадках	16
§ 8. Обозначение допусков и посадок на чертежах	16
§ 9. Чистота обработанной поверхности	17
§ 10. Контрольно-измерительные инструменты	18
Глава III. Основные сведения о резании металлов и протягивании	25
§ 11. Особенности процесса протягивания	25
§ 12. Виды протягивания	30
§ 13. Элементы резца и образование стружки	36
§ 14. Геометрия зубьев и элементы резания при протягивании	39
Глава IV. Конструкция протяжек	48
§ 15. Основные части внутренних протяжек и прошивок	48
§ 16. Схемы резания при протягивании	57
§ 17. Форма стружечных канавок	65
§ 18. Материал и расчет протяжек	66
§ 19. Протяжки для внутреннего протягивания	70
§ 20. Протяжки для наружного протягивания	92
§ 21. Основные сведения об изготовлении протяжек	103
Глава V. Протяжные станки и приспособления	107
§ 22. Основные типы протяжных станков	107
§ 23. Горизонтально-протяжные станки	108
§ 24. Протяжные станки непрерывного действия	112

§ 25. Вертикально-протяжной сдвоенный станок 7А720Д для наружного протягивания	113
§ 26. Шпоночно-протяжные станки	116
§ 27. Уход за станками	119
§ 28. Приспособления и вспомогательный инструмент для протягивания	120
Глава VI. Работы, выполняемые на протяжных станках	137
§ 29. Основные сведения о технологическом процессе	137
§ 30. Выбор припусков при протягивании	137
§ 31. Протягивание гладких цилиндрических отверстий	142
§ 32. Протягивание шпоночных и других пазов	145
§ 33. Протягивание шлицевых отверстий	148
§ 34. Протягивание глубоких отверстий	149
§ 35. Прошивание	150
§ 36. Протягивание квадратных и шестигранных отверстий	152
§ 37. Координатное протягивание	152
§ 38. Протягивание (прошивание) уплотняющими протяжками	155
§ 39. Наружное протягивание	156
Глава VII. Эксплуатация протяжек	165
§ 40. Режимы резания при протягивании	165
§ 41. Износ зубьев протяжек и их заточка	173
§ 42. Контроль протяжек	179
§ 43. Охлаждение при протягивании	190
§ 44. Опыт работы новаторов-протяжчиков	193
Глава VIII. Автоматизация протягивания	200
§ 45. Механизация и автоматизация производственных процессов	200
§ 46. Программное управление металлорежущими станками	200
§ 47. Автоматическая линия для обработки зубчатых колес	202
§ 48. Автоматические роторные линии	204
§ 49. Способы автоматизации протяжных станков	205
§ 50. Автоматические станки для непрерывного протягивания наружных поверхностей	214
Глава IX. Неполадки при протягивании и их устранение	225
§ 51. Неудовлетворительное качество протянутой поверхности	225
§ 52. Неправильные размеры детали после протягивания	230
§ 53. Искажение формы протянутого профиля	233
§ 54. Смещение протягиваемого профиля относительно заданных координат	234
§ 55. Низкая стойкость протяжек	236
§ 56. Разрушение протяжек	237
§ 57. Извлечение застрявших протяжек	238
§ 58. Разные неполадки	238
§ 59. Признаки нормальной работы протяжек	239
§ 60. Нарушение работы гидропривода	240
Литература	245

Кацев Павел Григорьевич

ПРОТЯЖНЫЕ РАБОТЫ

Редактор *Т. А. Наумова и Л. П. Черноцкая*

Научный редактор *Л. Я. Белостоцкий*

Художник *В. А. Гедз*

Художественный редактор *Т. В. Панина*

Технический редактор *А. С. Кочетова*

Корректор *М. М. Малиновская*

Т-00494 Сдано в набор 25/IX—67 г. Подп. к печ. 27/II—68 г.

Формат 60×90¹/₁₆ Объем 15,5 печ. л.

Уч.-изд. л. 14,42 Изд. № М-15 Тираж 14 000 экз.

Цена 43 коп.

Тематический план издательства «Высшая школа»
(профтехобразование) на 1968 г. Позиция № 75

Московская типография № 8 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР,
Хохловский пер., 7. Зак. 2137