

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
к практическим работам
по дисциплине
«Оборудование и технология инструментального
производства»
для студентов специальности 1 – 36 01 03
«Технологическое оборудование
машиностроительного производства»
дневной формы обучения

СОДЕРЖАНИЕ

Практическая работа № 1 «Обоснование метода получения заготовок металлорежущего инструмента»	3
Варианты заданий на практическую работу № 1	23
Практическая работа № 2 «Расчет наладки токарно-затыловочного станка на затылование инструментов (дифференциальная и бездифференциальная настройка)»	26
Практическая работа № 3 «Разработка технологического процесса изготовления и заточки токарных резцов»	39
Варианты заданий на практическую работу № 3	65
Практическая работа № 4, 5, 6 «Проектирование технологического процесса изготовления осевого инструмента», «Проектирование технологического процесса изготовления фрез», «Проектирование технологического процесса изготовления зубообразующего инструмента»	68
Варианты заданий на практическую работу № 4	88
Варианты заданий на практическую работу № 5	90
Варианты заданий на практическую работу № 6	92
Приложение	94

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

**к практической работе № 1
«Обоснование метода получения заготовок
металлорежущего инструмента»**

**по дисциплине
«Оборудование и технология инструментального
производства»**

**для студентов специальности 1 – 36 01 03
«Технологическое оборудование
машиностроительного производства»**

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

«Обоснование метода получения заготовок металлорежущего инструмента»

Цель работы: изучить основные сведения об инструментальных материалах; изучить основные методы получения заготовок в инструментальной промышленности; получить навыки выбора и расчёта основных параметров заготовки для металлорежущего инструмента.

Исходные данные: вид инструмента с его основными параметрами; тип производства металлорежущего инструмента.

Порядок выполнения работы

1. Изучение конструкции заданного металлорежущего инструмента.
2. Изучение сортамента инструментальных материалов.
3. Изучение методов получения заготовок.
4. Расчёт припусков для заготовки заданного инструмента.
5. Выбор наиболее рационального метода получения заготовки.
6. Выбор заготовительного оборудования для выбранного метода получения заготовки.

Методика выполнения работы

Изучение конструкции металлорежущего инструмента. Все металлорежущие инструменты по технологическим признакам можно разбить на четыре класса: 1 — круглые стержневые — инструмента класса «А»; 2 — насадные — инструмента класса «Б»; 3 — дисковые — инструмента класса «В»; 4 — плоские — инструмента класса «Г».

Характерным признаком круглого стержневого инструмента является форма рабочей части в виде круглого стержня и цилиндрический или конический хвостовик. Круглый стержневой инструмент подразделяют на: цельный, сварной, сборный, с напаянными твердосплавными пластинами, твердосплавный цельный, специальный.

К насадному инструменту относят инструменты с цилиндрическим или коническим отверстием. Насадные инструменты подразделяют на цельные, сборные, напайные и цельные твердосплавные и специальные,

К дисковым инструментам относят инструменты с цилиндрическим или коническим отверстием, длина которых меньше половины диаметра. Дисковые инструменты подразделяют на цельные, напайные, сборные, цельные твердосплавные.

К плоским относят следующие инструменты: стержневые и призматические резцы, ножи для сборного инструмента, зуборезные и резьбонарезные гребенки, расточные блоки, накатные плашки, плоские протяжки и др. Характерным признаком этого класса инструмента является оформление его по широким или узким плоскостям. Плоский инструмент подразделяют на цельные, паяные, специальные, сборные.

Для определения оптимальных рядов при проектировании специализированного оборудования предложено дополнительное деление инструмента

на типоразмеры.

Основными циклами производства металлорежущего инструмента являются: заготовительные операции; формообразующие операции; термическая обработка; чистовая обработка; операции, повышающие износостойкость инструмента, и операции антикоррозионной обработки и упаковки.

Заготовительные операции: правка и калибровка прутков; разделка прутков на заготовки; ковка и объемная штамповка штучных заготовок; получение литых заготовок; подготовка под сварку; термическая обработка послековки и сварки. Трудоемкость этого этапа составляет 10—25% общей трудоемкости изготовления любого металлорежущего инструмента.

Изучение сортамента инструментальных материалов. В инструментальном производстве применяют следующие основные материалы:

1. Инструментальные стали (быстрорежущие, легированные, углеродистые) и дисперсионно-твердеющие сплавы.
2. Твердые спеченные сплавы.
3. Минералокерамика.
4. Алмазы природные и искусственные.
5. Синтетические режущие материалы.

На выбор материала влияют: тип инструмента, его назначение, размеры и условия работы; технология изготовления инструмента.

К инструментальным сталям предъявляют определённые требования, из которых основное значение имеют: режущая способность, красностойкость (теплостойкость), износостойкость в холодном состоянии, механические свойства, обрабатываемость в холодном и горячем состоянии. Марки сталей выбирают по специальным справочникам. Обрабатываемость зависит в основном от химического состава, твердости, механических свойств, микроструктуры и размеров зерна, теплопроводности. На обрабатываемость резанием в первую очередь влияют твердость и механическая прочность материала, от которых в основном зависит скорость резания.

Заготовки из быстрорежущей стали поставляют в отожженном состоянии. Твердость сталей умеренной теплостойкости в состоянии поставки HB 207—255, твердость сталей повышенной теплостойкости HB 269—293. Структура поставляемой стали в отожженном состоянии представляет собой мелкозернистый перлит с избыточными карбидами. Завышенная твердость может быть снижена отжигом. Быстрорежущую сталь проверяют на макроструктуру, карбидную неоднородность, обезуглероженность, теплостойкость, трещинообразование. Карбидная неоднородность характеризуется местным скоплением карбидов в структуре, что резко снижает качество и механические свойства быстрорежущей стали. Инструмент, изготовленный из стали с повышенной карбидной неоднородностью, склонен к трещинообразованию при термической обработке, выкрашиванию и поломке в процессе эксплуатации. Карбидную неоднородность проверяют на продольном микрошлифе и сопоставляют с эталонами. По ГОСТу установлена восьмибальная шкала карбидной неоднородности. Режущий инструмент рекомендуется изготавливать с карбидной

неоднородностью не выше 6-го балла, а червячные фрезы, долбяки, протяжки, шевера и резьбонарезной инструмент только в пределах 1—3-го баллов.

Наиболее важными факторами, определяющими выбор метода для изготовления требуемой заготовки, являются форма сечения, размер и состояние поставляемой стали.

Инструментальная сталь, применяемая для изготовления режущего инструмента, может поставляться в виде прутков круглого, прямоугольного и квадратного, сечения, листов, поковок, отливок, специальных пресованных профилей и биметаллических прутков.

По способу изготовления на металлургических заводах прутковую сталь подразделяют на кованую, горячекатаную, холоднотянутую, нешлифованную и шлифованную (серебрянку). Прутки из кованой стали имеют наибольшие отклонения по диаметру и их применяют для производства режущих инструментов крупных размеров с большими припусками на обработку.

Прутки из горячекатаной стали имеют несколько меньшие, но все же значительные отклонения по диаметру или по ширине и толщине; для прутков из быстрорежущих и легированных сталей отклонения односторонние, положительные, а для прутков из конструкционных углеродистых сталей — двусторонние (плюс и минус). Из-за неправильной геометрической формы прутки из горячекатаной стали слабо зажимают в цанговых патронах и их трудно обрабатывать на автоматах. Поэтому горячекатаную сталь применяют главным образом в единичном и серийном производстве, где обычно используют универсальное оборудование.

Прутки из холоднотянутой стали характеризуются хорошим состоянием поверхности, а также малыми отклонениями от номинального размера сечения, их обычно используют на токарных и отрезных автоматах и полуавтоматах. В отличие от прутков из горячекатаной стали припуски на последующую обработку заготовок из прутков холоднотянутой стали значительно меньше.

Прутки из шлифованной холоднотянутой стали имеют еще более жесткие допуски по диаметру. Сталь серебрянку изготавливают по 8—9-му квалитетам. Большим преимуществом этой стали является отсутствие на ее поверхности обезуглероженного слоя. Допуски на диаметр прутка из серебрянки 8-го квалитета принимают отрицательными и величины их для диапазона диаметров, наиболее употребительных при изготовлении режущего инструмента (8—30 мм), находятся в пределах 0,03 – 0,045 мм.

Допуски на сортамент стали серебрянки предусматривают минимально возможные припуски на обработку. Это исключает некоторые предварительные операции, необходимые при использовании прутков из горячекатаной стали, значительно упрощает технологический процесс изготовления режущего инструмента и сокращает расход инструментальной стали. Несмотря на указанные преимущества изготовление режущего инструмента из серебрянки ввиду ее высокой стоимости целесообразно только в условиях крупносерийного и массового производства и при изготовлении малогабаритного инструмента.

Заготовки в виде поковок характеризуются большими отклонениями от номинальных размеров и соответственно допусками на изготовление и припусками на последующую обработку. Поковки целесообразно применять для изготовления крупногабаритного режущего инструмента, например дисковых трехсторонних, торцовых и зуборезных фрез, долбя ков и т. д.

В условиях крупносерийного производства поковки изготавливают в штампах, обеспечивающих получение деталей более сложных форм.

Изготовление заготовок способамиковки-штамповки преследует цель не только получения их размеров и форм, приближающихся к размерам и форме готового изделия, но и улучшения структуры металла, обеспечивающей большую стойкость режущего инструмента. Применяют также прессование, ротационное обжатие и другие способы. В условиях мелкосерийного производства поковки изготавливают в подкладных штампах, простых по устройству и дешевых в изготовлении.

С точки зрения лучшего использования металла большие преимущества имеют заготовки в виде отливок, специальных прессованных профилей и биметаллических прутков, приближающихся к форме готового инструмента.

Правильный выбор сортамента и марки инструментальной стали в состоянии поставки для изготовления заготовок режущего инструмента имеет большое значение, так как обеспечивает, во-первых, значительное сокращение отходов производства, что приводит к экономии дефицитного инструментального материала, и, во-вторых, целесообразное использование имеющегося в наличии оборудования, влияющего на снижение продолжительности производственного цикла. В конечном итоге, это повышает производительность труда и снижает себестоимость режущего инструмента.

Стержневой инструмент диаметром более 10 мм рекомендуется изготавливать из сварной заготовки. При этом только рабочую часть изготавливают из быстрорежущей стали. В качестве исходной заготовки из быстрорежущей стали диаметром до 50 мм и для хвостовой части из конструкционной стали применяют горячекатаный прокат. Для заготовок диаметром больше 50 мм, когда карбидная неоднородность стали свыше 4 – 5-го балла, часть заготовки из быстрорежущей стали изготавливают из поковки.

Стержневой инструмент диаметром менее 10 – 12 мм изготавливают цельным из горячекатаного проката. В крупносерийном производстве при изготовлении малогабаритного инструмента диаметром менее 12 мм, обрабатываемого на автоматах, рекомендуется применять заготовку из стали серебришки.

Насадной цельный инструмент (фрезы цилиндрические, зенкера, развертки, метчики и др.) диаметром до 50 мм изготавливают из штучной заготовки, полученной из горячекатаного проката. Инструмент диаметром более 50 мм и резьбовые фрезы, шевера, червячные фрезы, долбяки изготавливают из поковки с карбидной неоднородностью по 3-му баллу.

В крупносерийном производстве заготовки дискового инструмента (долбяков, шеверов, трехсторонних фрез) рекомендуется штамповать. Для заготовок дискового инструмента с большим отношением диаметра к толщине и

степени деформации при осадке заготовки более 75 % рекомендуется применять изотермическую штамповку.

В условиях крупносерийного и массового производства рекомендуется применять заготовки концевой инструмента (концевых фрез, зенкеров и др.), полученные прессованием, и заготовки (разверток, зенкеров, сверл, метчиков, концевых фрез), полученные гидродинамическим выдавливанием.

Перспективными являются заготовки, полученные из специальных профилей и биметаллических прутков, а также заготовки, полученные методом порошковой металлургии. Заготовки для корпусов сборных инструментов из конструкционной стали изготавливают из горячекатаного проката, а при отсутствии соответствующего размера — из поковки. В серийном производстве применяют штампованные заготовки корпусов сборных фрез в подкладных или стационарных штампах в зависимости от величины серии выпуска.

Острый дефицит вольфрама как в нашей стране, так и за рубежом, обусловил необходимость создания новых маловольфрамовых и безвольфрамовых инструментальных материалов. Быстрорежущие стали составляют наибольший удельный вес среди инструментальных материалов, применяемых при изготовлении режущего инструмента. В настоящее время основной быстрорежущей сталью при производстве режущего инструмента является сталь Р6М5.

Для расширения области замены вольфрамосодержащих сталей, а также повышения производительности обработки, маловольфрамовые стали легируют дополнительными элементами, такими, как кобальт, ванадий и др. В настоящее время разработаны и применяются специальные стали, которые позволяют расширить область замены стали Р6М5, а также в ряде случаев повысить скорость резания. Однако эти стали обладают худшей технологичностью, поэтому их более рационально применять для инструментов простой конфигурации. Рекомендуется при их шлифовании и заточке применять эльборовые шлифовальные круги.

Существенное повышение производительности обработки материалов резанием достигается при использовании режущего инструмента из твердых сплавов. Однако твердый сплав содержит значительно большее количество вольфрама по сравнению с быстрорежущей сталью, что приводит к повышению расхода дефицитного вольфрама, поэтому использование безвольфрамовых твердых сплавов приобретает особое значение. К безвольфрамовым твердым сплавам относятся сплавы на основе карбида титана и карбонитридов титана с никель-молибденовой связкой. В настоящее время разработаны и применяются безвольфрамовые сплавы КНТ-16 и ТН-20 и др. Сплав КНТ-16 рекомендуется применять при черновом точении, а сплав ТН-20 при непрерывной полустойковой обработке углеродистых и низколегированных сталей. Сплав КНТ-16 применяют для торцовых фрез, работающих с подачами не более 0,12 мм на зуб.

В связи с трудностями пайки безвольфрамовые твердые сплавы наиболее целесообразно применять в виде неперетачиваемых пластин с механическим

крепленим.

При необходимости пайки безвольфрамовых твердых сплавов рекомендуется применять припой и флюс, нагрев производить с применением машинного генератора со скоростью нагрева 15°C в 1 с. Шлифование безвольфрамовых твердых сплавов рекомендуется производить электрохимическим, а заточку — электроалмазными способами.

В промышленности находит все большее применение монокристаллический твердосплавный инструмент. Для изготовления инструмента применяют заготовки, полученные методом спекания и пластифицированные. Заготовки в виде стержней или дисков изготавливают по методам спекания. Заготовки такого типа обрабатывают только шлифованием алмазными кругами. Обработка кругами из карбида кремния не рекомендуется. Так как сложный инструмент шлифовать трудно, для его изготовления применяют заготовки, которым до спекания придают требуемую форму механической обработкой.

В настоящее время выпускаются спрессованные цилиндрические или призматические неспеченные заготовки из пластифицированного твердого сплава. Пластификатором служит парафин. Пластифицированным заготовкам придается соответствующая форма механической обработкой обычным твердосплавным инструментом с увеличенными передними и задними углами при скорости резания 50 - 150 м/мин с небольшими подачами. Заготовки при спекании дают значительную усадку.

При построении технологического процесса изготовления инструмента из пластифицированных заготовок поверхности, являющиеся базовыми до спекания, используют как базовые после спекания.

Разработан также способ изготовления фасонных твердосплавных инструментов методом прессования. При этом методе фасонную заготовку изготавливают из пластифицированного сплава путем прессования в стальных прессформах. Методом прессования изготавливают дисковые модульные, прорезные и канавочные фрезы, винтовые пластинки и сверла.

Технология изготовления монокристаллических твердосплавных инструментов состоит из следующих операций; приготовление пластификатора; замешивание порошка твердого сплава с пластификатором; прессование заготовок; предварительное и окончательное, спекание по режиму, зависящему от марки твердого сплава.

Разработан способ изготовления монокристаллического твердосплавного инструмента методом прессования с продавливанием через матрицу. Твердосплавную порошкообразную смесь с пластификатором прессуют в брикеты, которые помещают в специальный контейнер с твердосплавной матрицей и затем продавливают через нее. Эти заготовки подвергают спеканию в водородной среде. Таким способом изготавливают мелкие твердосплавные сверла, зенкеры, развертки и др. После спекания заготовки шлифуют и затачивают.

В качестве инструментальных сверхтвердых материалов применяют синтетические поликристаллы алмаза (СПА), синтетические поликристаллы нитрида бора (СПНБ) и композиты. Поликристаллы изготавливают преимуще-

ственно двумя способами синтезом исходных материалов и спеканием порошков. СПА марок АСБ5, АСБ6 получают прямым синтезом из графита. Поликристаллы алмаза марки СВС получают спеканием алмазных порошков. СПА рекомендуется применять для резцов при обработке твердых сплавов, цветных металлов и их сплавов, титановых сплавов, керамики, стеклопластики.

Поликристаллы на основе нитрида бора (эльбор-Р, белбор и др.) получают синтезом из гексагонального и других модификаций нитрида бора. Эльбор-Р выпускают в виде цилиндров, освоено также производство пластинок. Его рекомендуется применять для резцов и фрез, используемых при финишной обработке деталей из закаленных конструкционных углеродистых, легированных и быстрорежущих сталей, а также высокопрочных чугунов. В ряде случаев обработка эльбора-Р может заменить шлифование. При обработке эльбором обеспечивается более высокое качество поверхности по сравнению со шлифованием, так как при этом уменьшаются структурно-фазовые изменения, шаржирование абразивом, а также микротрещины, прижоги и др. Производительность при использовании эльбора-Р значительно выше, чем при шлифовании.

Гексанит-Р получают спеканием вюрцитоподобного нитрида бора (ВНБ) и выпускают в форме цилиндриков. Резцы и сборные фрезы из гексанита-Р предназначены для обработки закаленных сталей, чугунов, твердых сплавов группы ВК. При фрезеровании закаленных сталей и чугунов гексанит-Р имеет большую износостойкость, чем эльбор-Р. Сверхтвердый материал ПТНБ получают спеканием смеси кубического нитрида бора КНБ и ВНБ в виде цилиндриков.

При обработке прерывистых поверхностей термически необработанных сталей ПТНБ эффективнее эльбора-Р. Резцы из ПТНБ при обработке закаленных сталей не уступают эльбору-Р, однако они не пригодны для обработки сталей, содержащих кремний, ванадий, хром, никель. Во многих странах выпускают композиты, состоящие из разнородных материалов, получаемые спеканием смеси порошков алмаза и КНБ или ГНБ; композит марки ДАП получают спеканием порошков алмазов с пластинкой из твердого сплава, двухслойный, комплекс «Брикет» получают спеканием порошков КНБ с пластикой из твердого сплава.

Алмазы синтетические и природные применяют в основном для токарной обработки цветных металлов, пластмасс и керамики. Перспективными материалами для металлорежущего инструмента являются минералокерамические материалы на основе окиси алюминия.

По сравнению с твердыми металллокерамическими сплавами минералокерамика имеет следующие преимущества: повышенная красностойкость, обеспечивающая обработку сталей большей твердости; высокая, износоустойчивость, позволяющая применять ее для таких инструментов, к которым предъявляют особые требования в отношении размерной стойкости; пониженная склонность к слипанию с обрабатываемым материалом, меньшее наростооб-

разование; большая экономичность благодаря дешевизне материала, и отсутствию или малому содержанию таких ценных компонентов, как вольфрам, титан, кобальт и др. Недостатки минералокерамики: малое сопротивление разрушению от растягивающих напряжений, пониженная пластичность, низкая ударная вязкость.

В настоящее время минералокерамику используют для оснащения инструмента, работающего на получистовых и чистовых операциях при точении, растачивании и фрезеровании. Физико-механические свойства минералокерамики улучшают, применяя различные добавки титана, вольфрама, бора, молибдена и др. Минералокерамические сплавы выпускают в виде многогранных неперетачиваемых пластин с механическим креплением и в виде напайных пластин для неразъемного соединения с корпусом.

Изучение методов получения заготовок. К заготовительным операциям технологического процесса относятся: расконсервация; правка прутков и проволоки; отрезка заготовок; ковка; штамповка; прессование и редуцирование заготовок; подготовка под сварку; сварка и пайка заготовок; отжиг заготовок; обработка торцов и центрование заготовок стержневого инструмента. Основной задачей заготовительных операций является подготовка заготовок инструментов под последующую обработку.

Расконсервация сводится к очистке прутков и полос, к удалению и очистке поверхности от консервантов. Расконсервация производится вручную или в специальных шкафах, где прутки или полосы разогревают, а затем промывают.

Правка проката предшествует его резке на заготовки нужной длины, которые в некоторых случаях также подвергают правке. Правкой уменьшают припуск на последующую механическую обработку заготовки. Прутки правят на правильно-калибровочных станках, прутки и проволоку, поставляемые в бухтах, — на правильно-отрезных станках.

На рисунке 1.1 показана правка прутка тремя парами роликов на правильно-калибровочном станке. Также правка может осуществляться двумя или одной парой роликов.

Отрезку заготовок можно производить на приводных ножовочных станках, фрезерно-отрезных станках и полуавтоматах, токарно-отрезных, ленточно-пильных и абразивно-отрезных станках, а также рубкой на прессах и заготовительных ножницах.

Ножовочные станки характеризуются малой производительностью, применяют их главным образом в единичном производстве. Фрезерно-отрезные полуавтоматы применяют для отрезки заготовок диаметром до 240 мм с помощью дисковой пилы, оснащенной сегментами из быстрорежущей стали. Так как отрезка широкой пилой дает большие потери металла, на этих станках целесообразно отрезать заготовки крупных сечений из конструкционной углеродистой и конструкционной легированной сталей.

Токарно-отрезные станки работают одним или двумя резцами. Для них характерна значительно большая производительность, чем при обработке на ножовочном станке. Эти станки рекомендуют для резки заготовок большого

диаметра. Токарно-отрезные автоматы вертикального типа применяют в серийном производстве для отрезки заготовок диаметром до 40—50 мм (рисунок 1.2). На токарно-отрезных автоматах возможно образование торца необходимого профиля при обеспечении хорошего качества поверхности торца. Например, при изготовлении сверл и метчиков из серебрянки при отрезке заготовки образуются обратные центры.

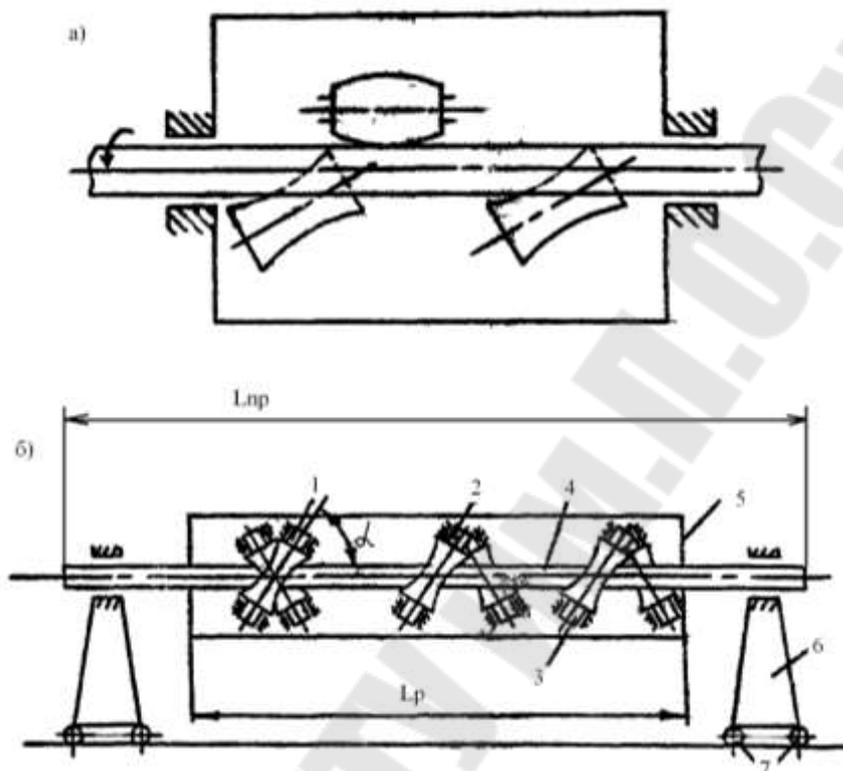


Рисунок 1.1 – Схемы правильных станков: а) схема станка с неподвижным барабаном; б) схема станка с тремя парами роликов; 1,2,3 – пары роликов; 4 – выпрямляемый пруток; 5 – барабан; 6 – стойка; 7 – ролики

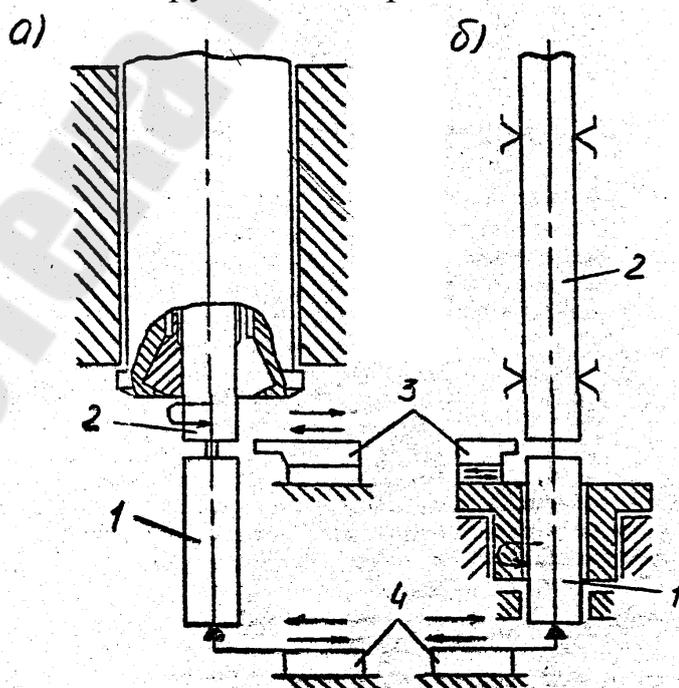


Рисунок 1.2 – Принципиальные схемы токарной резки на станках: а) с вращающимся прутком; б) с вращающимся резцом; 1 – отрезанная заготовка; 2 – разрезаемый пруток; 3 – отрезной резец; 4 – подвижный упор

Абразивно-отрезные станки применяют для отрезки заготовок с помощью узких шлифовальных кругов на вулканитовой или бакелитовой связке. Резка на абразивно-отрезных станках является наиболее универсальной для получения заготовок независимо от их твердости и одной из наиболее производительных. Ленточные пилы представляют собой станки с бесконечным ножовочным полотном. Преимуществом этих станков является высокая производительность при малой ширине реза. Ленточные станки применяют для отрезки заготовок диаметром до 250 мм и больше, их рекомендуют для отрезки заготовок из быстрорежущей стали.

Эксцентрикковые прессы и заготовительные ножницы применяют при рубке заготовок в крупносерийном и массовом производстве. При этом способе получения заготовок нет потери материала и достигается максимальная производительность. Однако при рубке заготовок даже при использовании специальных штампов неизбежно возникает смятие прилегающих к торцу участков периферии заготовки и самой плоскости торцов, что вызывает необходимость их дополнительной обработки. Заготовки из быстрорежущей стали длиной выше 20 мм рубят с подогревом. Рубку рекомендуется применять лишь для получения заготовок под ковку и штамповку корпусов сборного инструмента и хвостовиков концевых инструментов под сварку.

Обработка торцов и центровка заготовок. В единичном производстве торцы подрезают на токарных станках, а центрование заготовок производят на вертикальных или горизонтальных сверлильных или центровальных станках. В серийном и массовом производстве обычно применяют станки для обработки торцов и центрования. Для подрезки торцов и центрования заготовок диаметром 50 мм и выше применяют двух- или многошпиндельные фрезерно-центровальные станки, причём торцы фрезеруют в одной позиции, а центрование гнёзд – в другой. Для обработки торцов и центрования заготовок малых и средних размеров используют станки для одновременной обработки обоих торцов комбинированными блоками инструментов неподвижно закреплённой заготовки. Комбинированный блок инструментов состоит из центровочного сверла и многогранной пластинки и он работает с осевой подачей. Обработку торцов и центрование производят одновременно с двух сторон, что значительно снижает погрешность взаимного расположения центровых отверстий.

Ковку заготовок из быстрорежущей стали применяют для улучшения структуры по карбидной неоднородности, а также для уменьшения припуска на механическую обработку. Ковке обычно подвергают прокат диаметром свыше 50 мм.

Карбидная неоднородность устраняется тем значительнее, чем больше степень деформации, поэтому ковку заготовок надо производить путем переменной осадки и вытяжки. Для улучшения структуры зуборезного и резбонарезного инструмента рекомендуется проводить многократную осадку заготовки с промежуточной вытяжкой (коэффициент вытяжки 60-70), что улучшает структуру стали и стойкость режущего инструмента. Трехкратная вытяжка и трехкратная осадка дает возможность снизить карбидную неоднородность на

один-полтора балла.

Температура нагрева дляковки не должна быть очень высокой во избежание излишнего окисления стали и коагуляции карбидов при длительном прогреве заготовки. Верхний предел нагрева заготовок из быстрорежущей стали Р9К5 и Р9КЮ подковку рекомендуется 1140—1180 °С, нижний предел концаковки проката 900—920 °С, для стали Р6М5 верхний предел нагрева поковку 1080—1120 °С, нижний 870—900 °С.

В связи с малой теплопроводностью быстрорежущей стали требуется медленный нагрев до температуры 750—850 °С. Заготовки диаметром свыше 50—60 мм сначала помещают в печь с температурой 400—500 °С и медленно нагревают, до температуры 780—820 °С (в области превращения перлита в аустенит) со скоростью 7—8 мин на 10 мм сечения и выдерживают при этой температуре. Более мелкие заготовки (диаметром меньше 50 мм) можно сразу помещать в печь с температурой 780—820 °С. Для крупных заготовок диаметром больше 60—80 мм необходима выдержка при температуре 850—900 °С. Дальнейший нагрев до температурыковки надо производить ускоренно из расчета примерно 5—6 мин на каждые 10 мм сечения. Излишняя выдержка и замедленный нагрев при высоких температурах усиливают окисление и обезуглероживание.

В условиях серийного и массового производства инструмента для приближения формы заготовок к форме готового инструмента рекомендуется применять штамповку заготовок инструмента. В настоящее время применяют горячую штамповку резцов и насадного инструмента (долбяков, насадных фрез) и холодную штамповку дисковых отрезных пил, отрезных резцов из полосы, гибку державок резцов. Применение штамповки повышает коэффициент использования металла на 25—50 %, при этом снижается карбидная неоднородность металла, улучшаются механические свойства инструмента и снижается трудоемкость механической обработки за счет уменьшения припусков.

Материал заготовок — горячекатаная сталь. Размер заготовки определяют, исходя из объема металла, необходимого для заполнения окончательного ручья с учетом угара при нагреве. При нагреве в плазменной печи угар равен 3 %, при индукционном нагреве — 1 %. Исходную заготовку по высоте принимают в пределах 1,5 диаметра. В связи с тем, что штамповка ведется в закрытом штампе, к размерам заготовки предъявляют повышенные требования. Заготовка имеет допуск по длине +1 мм. Длину заготовки рассчитывают с учетом допуска на диаметр.

Заготовки под штамповку нагревают в плазменных печах или на высокочастотной установке. Штампованные заготовки из быстрорежущей стали во избежание трещин помещают для остывания в сборник с температурой 500—600 °С и охлаждают вместе с печью. После остывания штампованные заготовки подвергают изотермическому отжигу.

При получении заготовки из листового материала для отрезных и прорезных пил, сегментов применяют холодную штамповку, которую осуществляют на кривошипных или фрикционных прессах.

Применение заготовок, полученных литьем, является важным фактором в экономии инструментальных материалов. При изготовлении инструмента из проката или поковок масса заготовок в 1,5—2 раза превышает массу готового инструмента и в среднем 50 % металла уходит в стружку.

Трудоемкость изготовления режущего инструмента из литых заготовок значительно ниже трудоемкости изготовления инструмента из поковок или проката.

Красностойкость и износостойкость инструмента, изготовленного из литой заготовки, равна или даже выше, чем износостойкость инструмента, изготовленного из ковальной стали; вязкость литой быстрорежущей стали ниже вязкости ковальной. Рекомендуются из литой быстрорежущей стали изготавливать инструменты в тех случаях, когда основным требованием, предъявляемым к инструментам, является износоустойчивость. Нецелесообразно применять литые заготовки для инструментов, требующих высокой прочности и работающих с ударными нагрузками. Для литых заготовок инструмента в качестве материала используют отходы быстрорежущей стали, изношенный инструмент и незначительное количество шихтового материала.

Для снижения объемной усадки сталей, повышения жидкотекучести и, как следствие, устранения в отливках пористости и газовых раковин, а также для получения более четкого отпечатка литейной формы рекомендуется применять сталь с повышенным содержанием углерода.

Во всех литейных сталях условием для обеспечения хорошей раскисленности, а следовательно, и отсутствия газовых раковин является повышенное содержание в них основных раскисляющих элементов марганца и кремния. За счет высокой скорости кристаллизации слитка первичное зерно в литых заготовках очень мелкое, но его можно уменьшить путем модификации стали, например силикокальцием.

Для получения заготовок инструмента применяют следующие виды литья:

1. В сырые земляные формы.
2. В стержневые формы.
3. По выплавляемым моделям — для сложного мелкого и насадного инструмента диаметром до 80 мм.
4. Центробежно-кокильное литьё или литьё под давлением.
5. Литье в оболочковые формы, изготавливаемые из песчано-смоляных смесей.

Способ отливки в сырые земляные формы отличается наибольшей простотой и удобством. В такие формы можно отливать заготовки пластинок для резцов, ножей, ножей для сборного инструмента, гребёнки и др.

Отливка в стержневые формы применяется с припусками только под шлифовку и заточку.

Литьё по выплавляемым моделям применяют для сложного мелкого и насадного инструмента диаметром до 80 мм.

Литьё в оболочковые формы применяют для отливок концевых инструмента. Максимальная масса отливки 20 кг. Для уменьшения пригара при обо-

лочковом литье рекомендуется применять специальную огнеупорную облицовочную краску. Керамические формы рекомендуется применять при массе отливки выше 20 кг.

Все литые заготовки из быстрорежущей стали подвергают отжигу по стандартным режимам, с той лишь разницей, что время выдержки в период изотермического распада увеличивается до 2 раз. При этом в литых заготовках получается более равномерная микроструктура. Термическая обработка инструментов, полученных литьем, идентична термической обработке инструмента, изготовленного из проката. Различие заключается в том, что время нагрева под закалку должно быть увеличено на 30—50 %.

Инструменты, получаемые литьем в сырые земляные формы и в стержневые формы, делятся на цельнолитые и биметаллические. Цельнолитыми изготавливают фрезы, сверла, зенкера, резцы, протяжки и другие инструменты. На рисунке 1.3 изображены наборные секции плоской протяжки и литьевые формы для их изготовления. Для одновременной формовки большого числа одинаковых инструментов применяется стопочная формовка (рисунок 1.4).

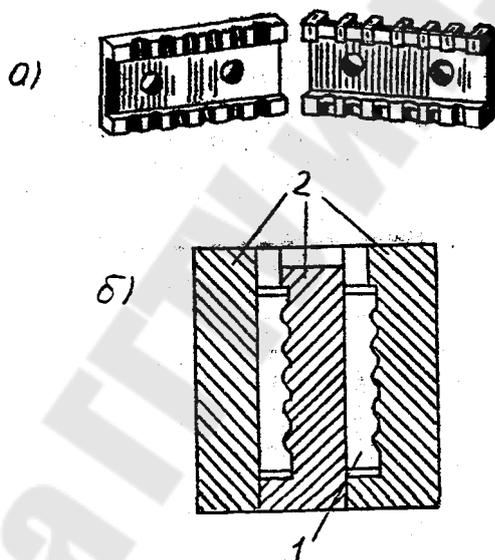


Рисунок 1.3 – Секции плоской наборной протяжки (а) и схема их формовки (б): 1 – модель; 2 – стержни

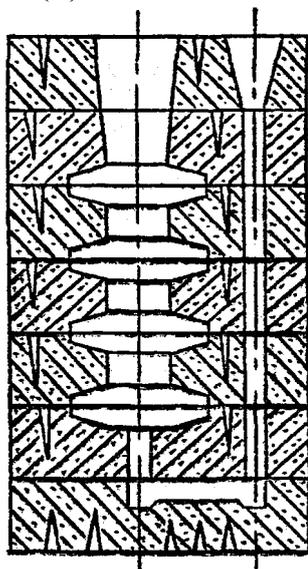


Рисунок 1.4 – Схема стопочной формовки дисковых фрез

К биметаллическим инструментам относятся различные составные и сборные конструкции инструментов, отдельные части которых получают отливкой. На рисунке 1.5 представлена формовка литого резца. В форму укладывается режущая пластинка из твёрдого сплава, затем укладывается фольга медная, затем производится заливка тела резца расплавленным металлом.

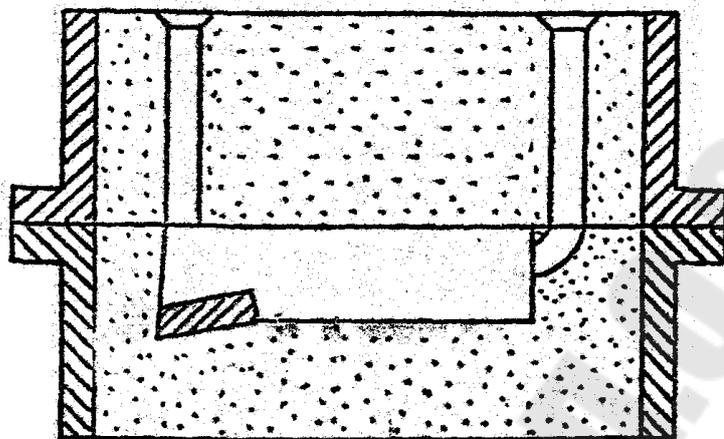


Рисунок 1.5 – Схема формовки литого составного резца

Сущность метода литья по выплавляемым моделям заключается в том, что изготавливается модель инструмента из специальной легкорасплавляемой смеси. Затем смесь удаляют и готовую форму заливают расплавленным металлом. На рисунке 1.6 представлена кокильная отливка для получения дисковой фрезы со вставными ножами.

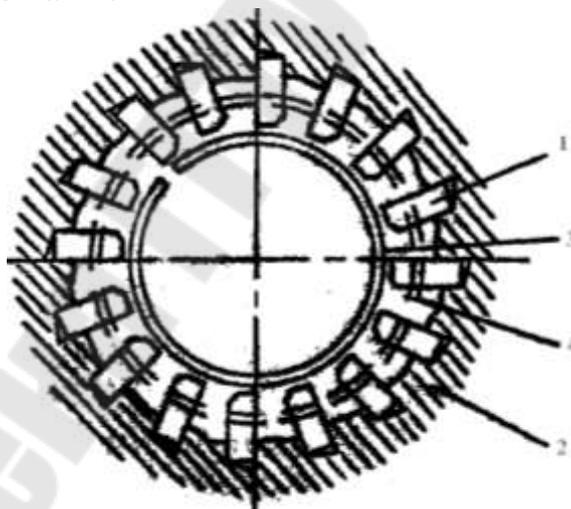


Рисунок 1.6 – Схема расположения ножей в кокиле: 1 – нож; 2 – кокиль; 3 – стальное пружинящее кольцо; 4 – проволока

В инструментальном производстве при изготовлении хвостового и стержневого инструмента широко применяют стыковую электросварку рабочей части из быстрорежущей стали и нерабочей части из конструкционной или инструментальной углеродистой стали.

Контактная стыковая сварка давлением — процесс соединения металлов при совместной упругопластической деформации и образовании между соединяемыми поверхностями металлической связи. Этот вид сварки подразделяют на сварку сопротивлением и сварку оплавлением. Сварка оплавлением имеет две разновидности: сварка непрерывным оплавлением и оплавлением с предварительным подогревом. При сварке с непрерывным оплавлением процесс

состоит из двух основных стадий — оплавления и осадки, при сварке с подогревом из трех — подогрева, оплавления и осадки. При сварке методом непрерывного оплавления свариваемые заготовки, подключенные последовательно во вторичную обмотку сварочного трансформатора, подводятся друг к другу. Между торцами заготовок в некоторых точках возникает электрический контакт, имеющий высокое сопротивление из-за малой площади, участки контакта быстро плавятся. При дальнейшем сближении торцов заготовок эти явления повторяются на других контактных участках и так до тех пор, пока вся поверхность торцов не будет оплавлена, а торцы нагреты до температуры, необходимой для сварки давлением. Затем ток выключается, заготовки сдавливаются, происходит процесс сварки. Недостаток этого метода — повышенный расход металла на оплавление.

Процесс сварки с подогревом отличается от процесса сварки непрерывным оплавлением тем, что торцы свариваемых деталей сначала подогреваются путем многократного контактирования под напряжением, а затем происходит их оплавление и сварка. С использованием этого метода работают все электростыковые сварочные машины.

При мелкосерийном производстве режущего инструмента применяют электросварочные машины с ручным управлением, при крупносерийном производстве — электросварочные полуавтоматы.

При контактной сварке нагрев осуществляется преимущественно за счет тепла, выделяемого в месте контакта свариваемых заготовок при прохождении тока. Следовательно, процесс сварки можно регулировать путем изменения мощности или времени сварки. Потребная мощность для сварки определяется в зависимости от площади свариваемого сечения и химического состава свариваемых заготовок.

Сварка трением является разновидностью сварки давлением. Сварное соединение образуется в результате совместного пластического деформирования соединяемых деталей в твердой фазе. Нагрев свариваемых поверхностей происходит в результате их трения, при этом механическая энергия непосредственно преобразуется в тепло. Причём генерирование тепла происходит строго локализованно в тонких поверхностных слоях металла. При сварке трением одну из свариваемых заготовок закрепляют на шпинделе станка, и она вращается вместе с ним для создания взаимного скольжения торцов и их разогрева, другую заготовку неподвижно закрепляют на продольном суппорте, и она получает вместе с суппортом продольное перемещение до соприкосновения с торцом вращающейся заготовки с заданной силой.

Выделяющееся при трении тепло разогревает торцы заготовок, вращение шпинделя прекращается, заготовки поджимаются суппортом и производится их соединение. Величина силы осадки, обеспечивающая выдавливание промежуточного слоя в гарт, определяется свойствами быстрорежущей стали и глубиной прогрева торцов стержней.

Основными преимуществами сварки трением по сравнению со стыковой электросваркой являются сокращение расхода свариваемых материалов; зна-

чительная экономия электроэнергии; высокая производительность процесса; повышенная точность сварки с меньшим процентом брака; легкость автоматизации процесса; лучшие условия труда сварщиков и высокое качество сварного шва.

Сварку трением в инструментальном производстве применяют при стыковой сварке заготовок круглого сечения и сварке сломанного инструмента. Для снятия напряжений, возникающих в металле при сварке, и уменьшения твердости сварного шва, заготовки после сварки должны медленно остывать в печи или в ящике с песком, после чего заготовки подвергают отжигу.

Расчёт размеров заготовок.

Определение припусков и номинальных размеров заготовок цилиндрических деталей, мм:

$$D_1 = D + z_1 + \delta_{заг}, \quad d_1 = d - z_2 - \delta_{заг},$$

где D_1, d_1 – наружный и внутренний диаметры заготовки, мм;

D – наибольший наружный диаметр корпуса инструмента по чертежу, мм;

d – внутренний наименьший диаметр корпуса инструмента по чертежу, мм;

z_1 – припуск на обработку по наружной поверхности, мм;

z_2 – припуск на обработку внутренней поверхности, мм;

$\delta_{заг}$ – часть допуска заготовки, указанного в сортаменте, мм.

Таблица 1.1 – Припуски на обработку заготовок и часть допуска заготовки из сортамента, мм

Диаметр заготовки, мм	Квалитет точности	Длина обработки, мм		Часть допуска заготовки из сортамента $\delta_{заг}$, мм
		До 100	От 100 до 200	
		Припуск на диаметр (z_1 и z_2), мм		
До 10	12÷7	2,0÷2,7	2,5÷3,2	0,5÷0,7
От 10 до 30	12÷7	2,2÷2,8	2,8÷3,4	0,8÷1,0
От 30 до 80	12÷7	2,5÷3,7	3,0÷4,2	1,0÷1,2
От 80 до 180	12÷7	3,0÷4,2	4,0÷5,2	1,2÷1,5

Номинальный размер длины заготовок определяется по формулам: при получении из прутка партии деталей:

$$L_1 = L + 2 \cdot l_1 + 2 \cdot l_2 + \frac{l_3 + l_4}{n},$$

при получении из прутка одной детали:

$$L_1 = L + 2 \cdot l_1 + 2 \cdot l_2,$$

где L – размер детали по чертежу, мм;

l_1 – припуск на подрезку с одной стороны, мм;

l_2 – припуск на отрезку, мм;

l_3 – длина отрезки, необходимой для зажима прутка в патроне или цанге при обработке последней детали, мм;

ℓ_4 – припуск на отрезку прутка в заготовительном цехе, мм;
 n – количество деталей, получаемых из прутка.

Таблица 1.2 – Величины припуска, мм

Диаметр прутка, мм	Величина припуска, мм			
	ℓ_1	ℓ_2	ℓ_3	ℓ_4
До 10	1,5	3,0	40	2,0
От 10 до 30	1,5	3,0	40	5,0
От 30 до 50	2,0	4,0	50	5,0
От 50 до 80	2,0	4,0	50	8,0
От 80 до 120	2,5	5,0	50	8,0

Номинальные размеры плоских заготовок определяется по формуле:

$$B_1 = B + 2 \cdot z_0 + \delta_{заг},$$

где B_1 – расчётный размер заготовки, мм;

B – размер детали по чертежу, мм;

z_0 – припуск на сторону, мм;

$\delta_{заг}$ – учитываемая часть допуска из сортамента, мм.

Таблица 1.3 – Припуск на сторону для плоских заготовок и часть допуска заготовки из сортамента, мм

Размер обработки, мм	Длина обработки, мм				Часть допуска заготовки из сортамента $\delta_{заг}$, мм
	До 50	От 50 до 100	От 100 до 200	От 200 до 300	
	Припуск на сторону z_0 на размер B , мм				
До 10	1,0	1,2	1,5	1,8	0,7
От 10 до 30	1,3	1,5	1,8	2,0	1,0
От 30 до 80	1,5	1,6	2,0	2,5	1,2
От 80 до 180	1,6	1,8	2,2	2,8	1,5

Определение размера заготовки, получаемой путём отрезки, производится по формуле:

$$B_1 = B + 2 \cdot z_0 + \ell_p + \delta_{заг},$$

где B_1 – расчётный размер заготовки, мм;

B – размер детали по чертежу, мм;

z_0 – припуск на сторону, мм;

ℓ_p – ширина реза в зависимости от качества отрезки тем или иным способом резки, мм;

$\delta_{заг}$ – учитываемая часть допуска из сортамента, мм.

Таблица 1.4 – Ширина реза и учитываемая часть поля допуска на отрезку заготовки, мм

Оборудование для резки	Толщина заготовки, мм			$\delta_{\text{заг}}$, мм
	До 4	От 4 до 12	Свыше 12	
	Ширина реза, мм			
Гильотинные ножницы	0,2	0,5	5,0	1,0
Рычажные ножницы	0,2	0,5	5,0	2,0
Дисковые ножницы	0,2	0,5	5,0	3,0
Дисковая пила	0,2	0,5	5,0	1,0
Газовая резка	0,2	0,5	10,0	3,0
Фрезерование	0,2	4,0	8,0	2,0

Определение размера заготовки, получаемой методом холодной штамповки, производится по формулам:

$$A_1 = A + z_0, \quad B_1 = B + 2 \cdot z_1 + \delta_{\text{заг}},$$

где A_1, B_1 – расчётные размеры заготовки вдоль и поперёк ленты, мм;

A, B – размер детали по чертежу в двух направлениях, мм;

z_0, z_1 – величина перемычки между деталями и величина боковой перемычки по краю заготовки, мм;

ℓ_p – ширина реза в зависимости от качества отрезки тем или иным способом резки, мм;

$\delta_{\text{заг}}$ – учитываемая часть допуска из сортамента, мм.

Таблица 1.5 – Величина перемычек z_0, z_1

Толщина штампуемого материала, мм	Для круглых деталей		Для прямоугольных деталей			
			Длина, мм			
			До 50		От 50 до 100	
	z_0	z_1	z_0	z_1	z_0	z_1
От 0,5 до 1,0	1,0	1,5	1,5	2,0	1,5	2,0
От 1,0 до 1,2	1,2	1,8	2,0	2,2	1,5	2,0
От 1,3 до 1,5	1,5	2,0	2,2	2,4	2,0	2,2
От 1,6 до 2,0	1,6	2,2	2,4	2,6	2,0	2,5
От 2,1 до 2,5	1,8	2,3	2,5	3,0	2,5	3,0
От 2,6 до 3,0	2,0	2,5	2,7	3,0	3,0	3,5

Выбор наиболее рационального метода получения заготовки произвести по методике, изложенной в литературе ([5], стр. 29 – 39).

Расчёт массы заготовки производится по формуле, кг: $m = V \cdot \rho$, где V – объём заготовки, м³; ρ – плотность материала, кг/м³.

Объём заготовки определяется по следующим формулам, м³:

для сплошного круглого прутка: $V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4}$; для трубы: $V = \frac{\pi \cdot [D^2 - d^2] \cdot L}{4}$;

для заготовки из плоского материала: $V = A \cdot B \cdot S$,

где D – наружный диаметр заготовки, м;

d – внутренний диаметр заготовки, м;

L – длина заготовки, м;

A, B, S – длина, ширина, толщина заготовки с учётом припуска, м.

Содержание отчёта

1. Исходные данные.
2. Рабочий чертёж заданного инструмента.
3. Описание конструкции инструмента.
4. Выбор инструментального материала и его описание.
5. Выбор методов получения заготовки.
6. Расчёт размеров заготовки и массы заготовки.
7. Сравнение двух методов получения заготовок и выбор наиболее рационального метода получения заготовки.
8. Эскиз заготовки с размерами.
9. Описание оборудования для производства выбранной заготовки.

Контрольные вопросы

1. По каким критериям выбирается марка инструментального материала для металлорежущего инструмента?
2. По каким критериям производится выбор метода получения заготовки?
3. Как производится расчёт размеров заготовок металлорежущего инструмента?
4. По каким критериям производится выбор оборудования для производства заготовок металлорежущего инструмента?

Список литературы

1. Палей М.М. Технология производства металлорежущих инструментов. – Москва: Машиностроение, 1982. – 256 с., ил.
2. Барсов А.И. Технология инструментального производства. – Москва: Машиностроение, 1975. – 272 с., ил.
3. Ординарцев И.А. Справочник инструментальщика. – Ленинград: Машиностроение, 1987. – 848 с., ил.
4. ГОСТы сортамента инструментальных материалов.
5. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшая школа, 1983. – 256 с., ил.
6. Вечер Р.И, Шейбак М.Р. Методические указания по выполнению лабораторной работы по теме «Обоснование метода получения заготовок металлорежущего инструмента» по дисциплине «Технология инструментального производства». – Гомель: ГПИ, 1991.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 1
по дисциплине «Оборудование и технология инструментального
производства»

1.Резец токарный проходной ГОСТ 18868 – 73 мелкосерийное производство с основными параметрами: $H = 20$ мм, $B = 25$ мм, $L = 190$ мм.

2.Резец токарный проходной ГОСТ 18868 – 73 крупносерийное производство с основными параметрами: $H = 25$ мм, $B = 30$ мм, $L = 210$ мм.

3.Резец строгальный ГОСТ 18887 – 73 мелкосерийное производство с основными параметрами: $H = 20$ мм, $B = 20$ мм, $L = 150$ мм.

4.Резец строгальный ГОСТ 18887 – 73 среднесерийное производство с основными параметрами: $H = 25$ мм, $B = 25$ мм, $L = 180$ мм.

5.Фреза концевая обдирочная ГОСТ 15086 – 69 мелкосерийное производство с основными параметрами: $z = 6$, $d = 80$ мм, $L = 400$ мм, $\ell = 200$ мм.

6.Фреза концевая обдирочная ГОСТ 15086 – 69 крупносерийное производство с основными параметрами: $z = 6$, $d = 70$ мм, $L = 300$ мм, $\ell = 200$ мм.

7.Фреза цилиндрическая ГОСТ 3752 – 71 мелкосерийное производство с основными параметрами: $z = 16$, $d = 100$ мм, $L = 160$ мм, $d_o = 40$ мм.

8.Фреза цилиндрическая ГОСТ 3752 – 71 крупносерийное производство с основными параметрами: $z = 16$, $d = 80$ мм, $L = 140$ мм, $d_o = 32$ мм.

9.Фреза торцовая насадная ГОСТ 9304 – 69 мелкосерийное производство с основными параметрами: $z = 18$, $d = 100$ мм, $L = 50$ мм, $d_o = 32$ мм.

10.Фреза торцовая насадная ГОСТ 9304 – 69 крупносерийное производство с основными параметрами: $z = 18$, $d = 80$ мм, $L = 60$ мм, $d_o = 32$ мм.

11.Фреза дисковая трёхсторонняя ГОСТ 3755 – 78 крупносерийное производство с основными параметрами: $z = 20$, $d = 100$ мм, $B = 16$ мм, $d_o = 32$ мм.

12.Фреза дисковая трёхсторонняя ГОСТ 3755 – 78 среднесерийное производство с основными параметрами: $z = 20$, $d = 120$ мм, $B = 20$ мм, $d_o = 32$ мм.

13.Фреза дисковая пазовая ГОСТ 3964 – 69 среднесерийное производство с основными параметрами: $z = 20$, $d = 100$ мм, $B = 16$ мм, $d_o = 32$ мм.

14.Фреза дисковая пазовая ГОСТ 3964 – 69 мелкосерийное производство с основными параметрами: $z = 20$, $d = 120$ мм, $B = 22$ мм, $d_o = 32$ мм.

15.Фреза дисковая полукруглая ГОСТ 9305 – 69 мелкосерийное производство с основными параметрами: $z = 12$, $d = 160$ мм, $B = 70$ мм, $d_o =$

40 мм.

16. Фреза дисковая полукруглая ГОСТ 9305 – 69 крупносерийное производство с основными параметрами: $z = 12$, $d = 180$ мм, $B = 70$ мм, $d_o = 40$ мм.

17. Зенкер цельный насадной ГОСТ 12489 – 71 крупносерийное производство с основными параметрами: $z = 4$, $d = 80$ мм, $L = 52$ мм, $d_o = 32$ мм.

18. Зенкер цельный насадной ГОСТ 12489 – 71 мелкосерийное производство с основными параметрами: $z = 4$, $d = 70$ мм, $L = 62$ мм, $d_o = 32$ мм.

19. Протяжка шпоночная ГОСТ 18127 – 80 среднесерийное производство с основными параметрами: $b = 40$ мм, $H = 60$ мм, $L = 800$ мм, $A = 8$ мм.

20. Протяжка шпоночная ГОСТ 18127 – 80 мелкосерийное производство с основными параметрами: $b = 20$ мм, $H = 40$ мм, $L = 1000$ мм, $A = 6$ мм.

21. Фреза дисковая модульная ГОСТ 10996 – 64 крупносерийное производство с основными параметрами: $z = 12$, $D = 180$ мм, $B = 53$ мм, $d_o = 50$ мм.

22. Фреза дисковая модульная ГОСТ 10996 – 64 среднесерийное производство с основными параметрами: $z = 12$, $D = 160$ мм, $B = 50$ мм, $d_o = 50$ мм.

23. Фреза червячная зуборезная ГОСТ 9324 – 80 среднесерийное производство с основными параметрами: $z = 10$, $D = 80$ мм, $B = 80$ мм, $d_o = 32$ мм.

24. Фреза червячная зуборезная ГОСТ 9324 – 80 мелкосерийное производство с основными параметрами: $z = 10$, $D = 100$ мм, $B = 80$ мм, $d_o = 32$ мм.

25. Дисковый зуборезный долбяк ГОСТ 9323 – 78 мелкосерийное производство с основными параметрами: $z = 62$, $m = 2$ мм, $B = 30$ мм, $d_o = 125$ мм.

26. Дисковый зуборезный долбяк ГОСТ 9323 – 78 среднесерийное производство с основными параметрами: $z = 20$, $m = 5$ мм, $B = 30$ мм, $d_o = 100$ мм.

27. Чашечный зуборезный долбяк ГОСТ 9323 – 79 мелкосерийное производство с основными параметрами: $z = 20$, $m = 5$ мм, $B = 70$ мм, $d_o = 100$ мм.

28. Чашечный зуборезный долбяк ГОСТ 9323 – 79 крупносерийное производство с основными параметрами: $z = 25$, $m = 5$ мм, $B = 60$ мм, $d_o = 125$ мм.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к практической работе № 2

«Расчет наладки токарно-затыловочного станка на затылование инструментов (дифференциальная и бездифференциальная настройка)»

по дисциплине

«Оборудование и технология инструментального производства»

для студентов специальности 1 – 36 01 03

«Технологическое оборудование машиностроительного производства»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

«Расчет наладки токарно-затыловочного станка на затылование инструментов (дифференциальная и бездифференциальная настройка)»

Цель работы: изучить кинематику и настройку токарно-затыловочного станка на обработку инструмента с прямыми и винтовыми канавками.

Порядок проведения работы:

1. Получить задание у преподавателя.
2. Изучить кинематику токарно-затыловочного станка и принципы настройки на обработку инструмента с прямыми и винтовыми канавками.
3. Произвести необходимые расчёты.
4. Записать настройку кинематических цепей станка для обработки деталей, заданных преподавателем.

ТОКАРНО-ЗАТЫЛОВОЧНЫЕ СТАНКИ

Для придания задней поверхности зубьев режущих инструментов (особенно фасонного) криволинейной формы (обычно спирали Архимеда) применяют затылование на токарно-затыловочных станках. Затылуют чаще всего фрезы. Процесс затылования заключается в том, что фрезу с предварительно профрезерованными стружечными канавками закрепляют на станке. Фреза совершает вращательное движение. Для сообщения резцу возвратно-поступательного движения в поперечном направлении применяют кулачки специального профиля (чаще всего контур кулачка очерчивается по архимедовой спирали). Кулачки делают сменными, с различным шагом спирали в соответствии с величиной падения затылка зуба фрезы. На рис. 2.1 показан сменный кулачок затыловочного станка. Участок *abc* на кривой кулачка создает движение формообразования (в это время резец движется на затылуемую фрезу), а участок *ca* – вспомогательное движение (на этом участке резец быстро отводится назад).

На кулачке располагают либо одну рабочую кривую *abc*, либо несколько участков кривых (до четырех) для рабочих и вспомогательных ходов резца, если необходимо уменьшить частоту вращения кулачка. Кулачки устанавливают в специальном суппорте (рис. 2.1). Подвижная часть суппорта *1* с пальцем *2* прижимается к кулачку *3* пружиной *4*. Движение подвижной части суппорта *1* вперед происходит под действием рабочей кривой вращающегося кулачка, а возврат в исходное положение – по кривой кулачка для вспомогательных движений под действием пружины *4*.

В зависимости от вида затылуемого инструмента и характера заты-

лования существуют различные схемы движений инструмента и заготовки при затыловании.

Затылование дисковых фасонных фрез происходит при непрерывном и равномерном вращении фрезы и непрерывно повторяющемся возвратно-поступательном движении резца в поперечном направлении (рис. 2.2, а). Во время поворота фрезы на угол, соответствующий дуге *ab*, резец движется на фрезу и снимает припуск. Затем резец быстро отводится назад, и когда фреза повернется на угол, соответствующий дуге *bc*, он займет исходное положение для снятия припуска у очередного зуба фрезы. После каждого оборота заготовки резцу сообщают поперечную подачу. Резец имеет фасонный профиль, соответствующий профилю зубьев затылуемой фрезы.

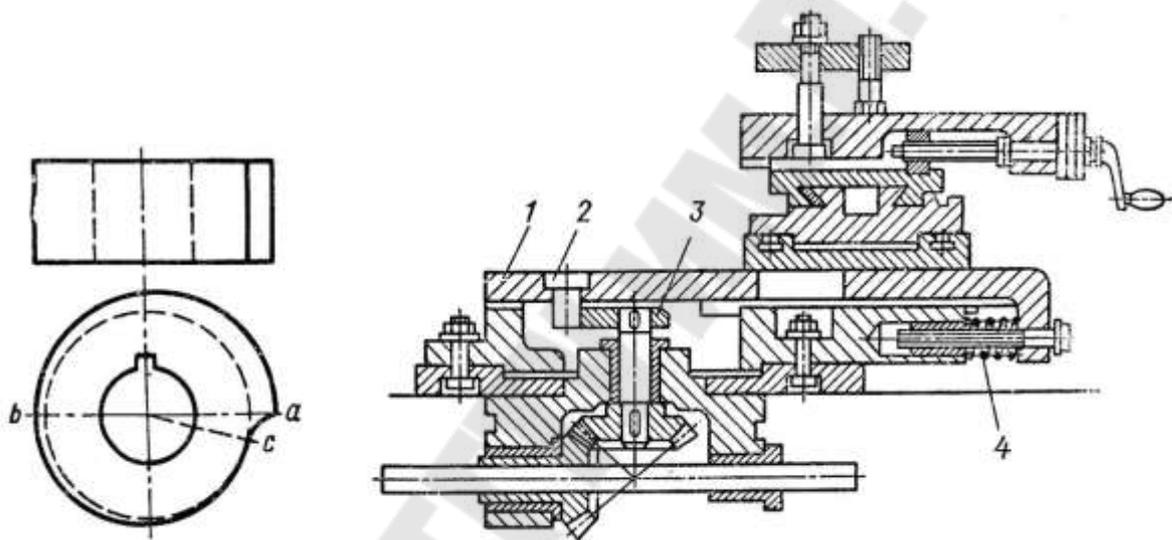


Рисунок 2.1 – Эскиз сменного кулачка и суппорта токарно-затыловочного станка

Расчетные перемещения конечных звеньев станка при затыловании дисковой фрезы, имеющей *z* зубьев:

$n \text{ мин}^{-1}$ электродвигателя $\rightarrow n \text{ мин}^{-1}$ шпинделя

1 об. шпинделя $\rightarrow z$ двойных ходов резца $\rightarrow z$ об. кулачка.

При *затыловании цилиндрических фрез с прямыми канавками* на станке осуществляются следующие движения: равномерное вращение фрезы, непрерывно повторяющееся возвратно-поступательное движение резца в поперечном направлении, равномерное продольное перемещение инструмента параллельно оси заготовки. Первые два движения обеспечивают получение профиля зубьев фрезы, третье движение является движением продольной подачи.

Расчетные перемещения конечных звеньев при затыловании цилиндрических фрез с прямыми канавками:

$n \text{ мин}^{-1}$ электродвигателя $\rightarrow n \text{ мин}^{-1}$ шпинделя;

1 об. шпинделя $\rightarrow z$ об. кулачка;

1 об. шпинделя $\rightarrow S$ мм продольного перемещения резца.

При *затыловании метчиков с прямыми канавками* величина продольной подачи соответствует шагу P резьбы затылуемого инструмента. Расчетные перемещения для этого случая:

$n \text{ мин}^{-1}$ электродвигателя $\rightarrow n \text{ мин}^{-1}$ шпинделя;

1 об. шпинделя $\rightarrow z$ об. кулачка;

1 об. шпинделя $\rightarrow P$ мм продольного перемещения резца.

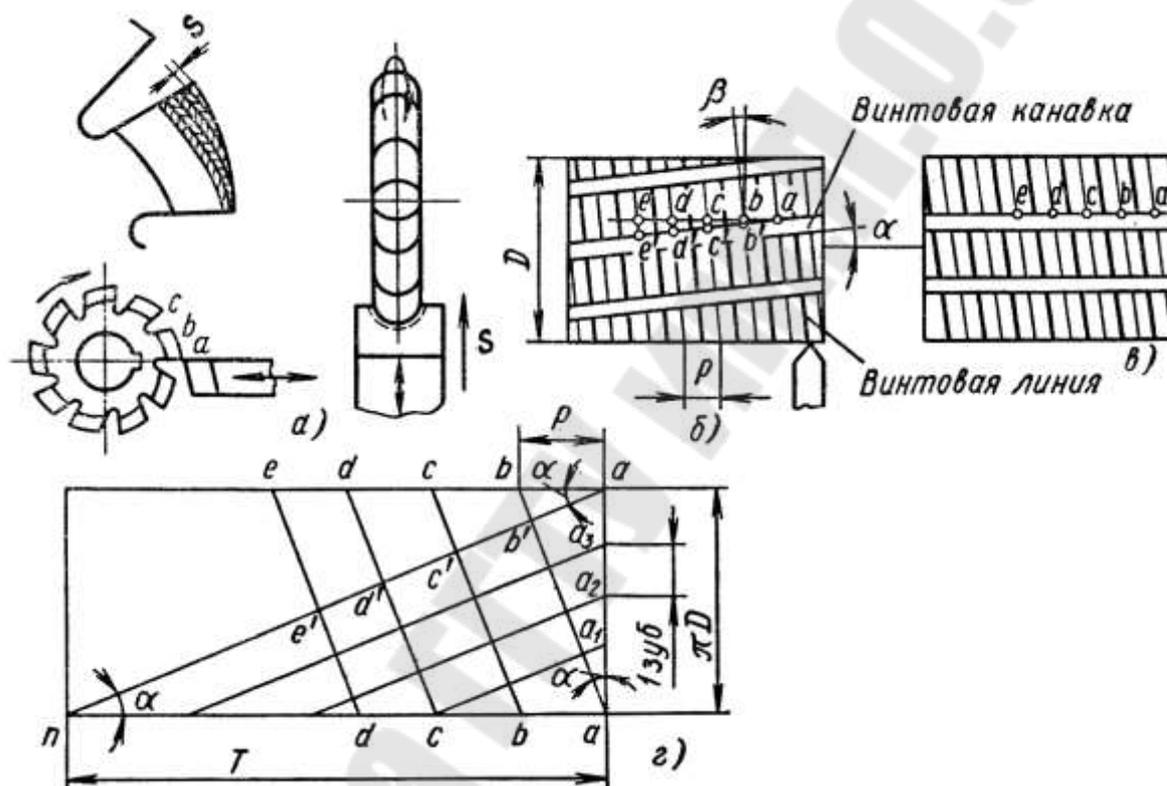


Рисунок 2.2 – Схемы затылования фрез

При *затыловании червячных фрез с винтовыми канавками* на станке осуществляются следующие движения: равномерное вращение фрезы; равномерное продольное перемещение инструмента параллельно оси заготовки, соответствующее шагу P винтовой линии резьбы фрезы; непрерывно повторяющееся возвратно-поступательное движение резца в поперечном направлении. Все три движения связаны между собой. На рис. 2.2, б показана червячная фреза с винтовыми канавками: D – диаметр начальной окружности фрезы; P – шаг резьбы; β – угол подъема винтовой канавки; α – угол наклона винтовой канавки. Если бы фреза имела прямые канавки (рис. 2.2, в), то при затыловании было бы необходимо, чтобы после каждого оборота фрезы резец перемещался в продольном направлении на шаг винтовой линии P и сделал z двойных ходов за один

оборот фрезы, оказывался в точках пересечения винтовой линии резьбы фрезы с канавкой, т.е. в точках a, b, c, d, e и т. д. При обработке фрезы с винтовыми канавками резец в течение каждого оборота фрезы, по-прежнему смещаясь в продольном направлении на шаг P , должен делать отличное от z число двойных ходов. Это вызвано тем, что положение резца в точках a, b, c, d, e и так далее не соответствует началу затылования очередных зубьев (точки a', b', c', d', e' и т. д.). Следовательно, расчетные перемещения для затылования червячной фрезы с винтовыми канавками должны отличаться от расчетных перемещений инструмента с прямыми канавками.

На рис 2.2, z показана развертка условной червячной фрезы, длина которой равна шагу T винтовой канавки (an – развертка винтовой канавки фрезы, aa – развертка начальной окружности фрезы, на которой размещено z зубьев). Точками a, a_1, a_2, a_3 на торце фрезы обозначены начала винтовых канавок, разделяющих зубья. На длине одного витка резьбы фрезы (отрезок ab) размещено больше чем z зубьев, на отрезке $ab' - z$ зубьев и на отрезке $b'b - \Delta z$ зубьев. Следовательно, резец за каждый оборот фрезы, проходя один виток резьбы фрезы (отрезки ab, bc, cd, de и т. д.), должен будет сделать $(z + \Delta z)$ двойных ходов.

Число зубьев, которые размещены на отрезке $b'b$:

$$\Delta z = \frac{bb'}{ab'/z} = \frac{Pz \operatorname{tg} \alpha}{\pi D \cos \alpha / z} = Pz \operatorname{tg} \alpha / \pi D.$$

Учитывая, что $\operatorname{tg} \alpha = \pi D / T$, $\Delta z = zP / T$.

Таким образом, за один оборот фрезы резец должен сделать $(z + zP/T) = z(1 + P/T)$ двойных ходов.

Основные расчетные перемещения при затыловании червячной фрезы с винтовыми канавками:

n мин⁻¹ электродвигателя → n мин⁻¹ шпинделя;

1 об. фрезы → $z(1 + P/T)$ об. кулачка;

1 об. фрезы → P мм продольного перемещения резца.

Расчетные перемещения при затыловании цилиндрических фрез с винтовыми канавками:

n мин⁻¹ электродвигателя → n мин⁻¹ шпинделя;

1 об. фрезы → $z(1 + P/T)$ об. кулачка;

1 об. фрезы → S мм продольного перемещения резца.

Универсальный токарно-затыловочный станок 1Б811

На станке, приведенном на рис. 2.3, производят затылование одно- и многозаходных червячных модульных фрез, а также гребенчатых, дисковых и фасонных фрез и инструментов с прямыми, косыми или торцовыми зубьями. На этом станке можно выполнять также все виды токарных работ. Особенности станка являются: специальная конструкция суппорта, позволяющего осуществлять затыловочные движения; наличие кинематических цепей делительного движения и дополнительного вращения кулачка, отсутствующих у токарно-винторезных станков. Кроме того, у станка 1Б811 имеются дополнительные устройства, обеспечивающие его работу по полуавтоматическому циклу.

Принцип работы. Затылуемый инструмент закрепляют на оправке в центрах станка. Режущий инструмент устанавливают в затыловочном суппорте, которому сообщается возвратно-поступательное движение в направлении, перпендикулярном к оси центров (затыловочное движение, согласованное с вращением заготовки), и продольное перемещение по направляющим станины.

При затыловании цилиндрических фрез продольное перемещение суппорту сообщается от ходового вала, а при затыловании червячных фрез – от ходового винта. При затыловании дисковых фрез продольное перемещение суппорта отсутствует.

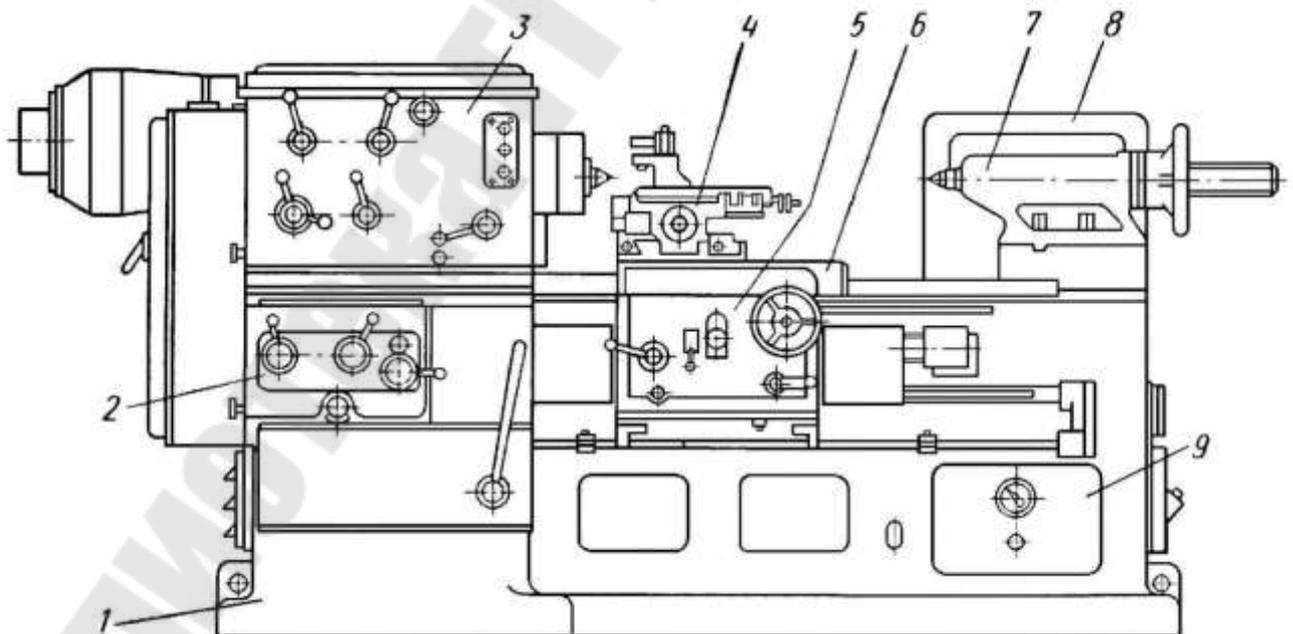


Рисунок 2.3 – Эскиз общего вида универсального токарно-затыловочного станка модели 1Б811:

1 – станина; 2 – коробка подач; 3 – передняя бабка с коробкой скоростей;
4 – суппорт; 5 – фартук; 6 – каретка; 7 – задняя бабка;
8 – электрошкаф; 9 – гидропривод

Техническая характеристика станка

Высота центров, мм	260
Расстояние между центрами, мм	710
Максимальный диаметр затылуемых деталей, мм:	
над станиной	520
над нижней частью суппорта	240
Наименьший и наибольший шаги нарезаемой и затылуемой резьб:	
метрической, мм	0,5 ÷ 240
дюймовой, число ниток на 1"	3/16 ÷ 10"
Наибольшая глубина затылования, мм	18
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ :	
при прямом вращении	2,8 ÷ 63
при обратном вращении	8,1 ÷ 192
Подача, мм/об	0,1 ÷ 1
Наибольшая длина затылования, мм	550

Кинематическая схема станка. Движение шпинделю станка передается от двухскоростного электродвигателя ($N=3,0/4,5$ кВт; $n=700/1400$ об/мин) через коробку скоростей (рис. 2.4). При рабочем ходе частота вращения электродвигателя 700 об/мин, а при обратном – 1400 об/мин. Коробка скоростей позволяет получить 12 прямых и 12 обратных значений частот вращения шпинделя. Включение любой из ступеней скорости вращения шпинделя производится переключением блоков, расположенных на валах II, IV и V коробки.

Уравнение кинематического баланса при рабочем ходе, об/мин:

$$n_{\text{шп}} = n_{\text{дв}} \frac{25}{56} \frac{22}{46} \left(\text{или } \frac{34}{34}, \text{ или } \frac{28}{40} \right) \frac{24}{68} \left(\text{или } \frac{46}{46} \right) \frac{45}{54} \frac{20}{80} \left(\text{или } \frac{50}{50} \right) \frac{24}{96}.$$

Продольная подача суппорта от ходового вала осуществляется при выключенной гайке ходового винта и включенной муфте M_5 .

Уравнение кинематического баланса:

$$S = 1_{\text{об.шп.}} \frac{26}{34} \frac{44}{58} \frac{27}{54} \left(\text{или } \frac{36}{45}, \text{ или } \frac{45}{36} \right) \frac{27}{54} \frac{27}{54} (M_4) \times \\ \times \frac{25}{28} \frac{28}{28} \frac{28}{28} \frac{28}{25} \frac{1}{30} (M_5) \cdot \frac{20}{55} \cdot \pi \cdot 12 \cdot 3, \text{ мм/об.}$$

От коробки подач вращение может передаваться на ходовой вал, ходовой винт и сменные зубчатые колеса гитары дифференциала. Цепь продольной подачи от ходового вала используют при затыловании цилиндрических фрез с прямыми и винтовыми зубьями.

Продольное перемещение суппорта от ходового винта осуществля-

ется при затыловании зубьев червячных фрез или метчиков. В этом случае необходимо, чтобы за один оборот шпинделя резец, участвующий в сложном движении формообразования винтовой поверхности на цилиндре, переместился на шаг P резьбы фрезы.

Расчетные перемещения конечных звеньев винторезной цепи станка:

1 об. шпинделя $\rightarrow S = P$ мм продольного перемещения резца.

Уравнение кинематического баланса винторезной цепи при работе без перебора:

$$S = P = 1_{\text{об.шпн.}} \cdot \frac{54}{54} \frac{36}{36} \frac{36}{36} \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} 12, \text{ мм/об,}$$

откуда формула настройки винторезной гитары будет иметь вид:

$$\frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = \frac{P}{12}.$$

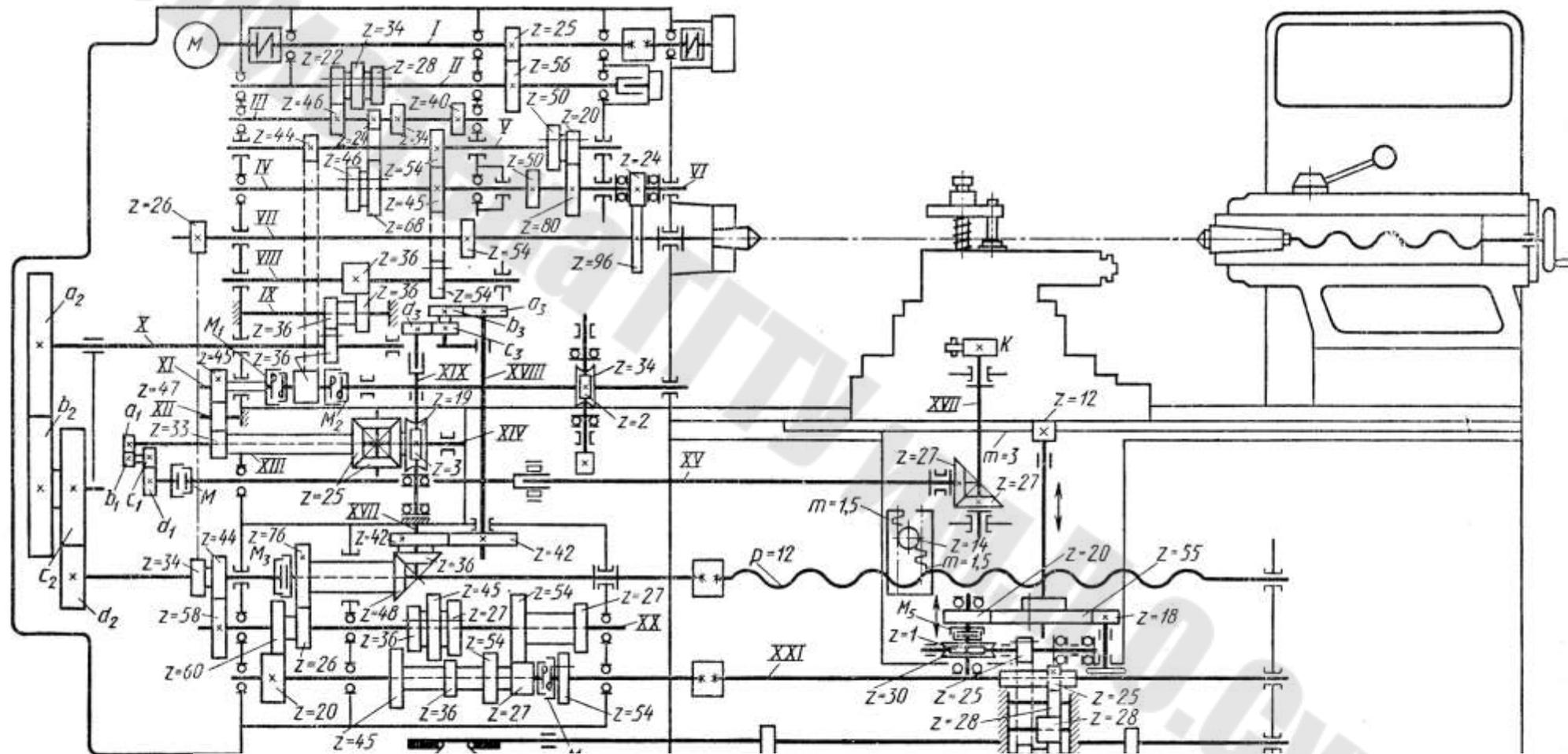


Рисунок 2.4 – Кинематическая схема универсального токарно-затыловочного станка 1Б811

При работе с перебором ($i_{\text{пер}} = 1/4$) уравнение кинематического баланса той же цепи имеет вид:

$$P = 1_{\text{об.шп.}} \frac{96}{24} \frac{50}{50} \frac{54}{54} \frac{36}{36} \frac{36}{36} \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} \cdot 12, \text{ мм/об.}$$

$$\text{Тогда } \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = \frac{P}{48}.$$

При работе перебором ($i_{\text{пер}} = 1/16$) уравнение кинематического баланса:

$$P = 1_{\text{об.шп.}} \frac{96}{24} \frac{80}{20} \frac{54}{54} \frac{36}{36} \frac{36}{36} \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} \cdot 12, \text{ мм/об,}$$

$$\text{откуда } \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = \frac{P}{192}.$$

Для дюймовой резьбы $P = 25,4/k$,

где k – число ниток на дюйм резьбы, т. е.

$$\frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = \frac{25,4}{12k}.$$

Наладка станка. При затыловании дисковых фрез шпинделю сообщается вращательное движение, а резцу – возвратно-поступательное в поперечном направлении. Расчетные перемещения:

$n \text{ мин}^{-1}$ электродвигателя $\rightarrow n \text{ мин}^{-1}$ шпинделя;

1 оборот шпинделя $\rightarrow z$ оборотов кулачка;

где z – число зубьев затылуемой фрезы.

Уравнение кинематического баланса цепи деления:

$$z = 1_{\text{об.шп.}} \frac{96}{24} \frac{80}{20} \left(\text{или } \frac{50}{50} \right) \frac{44}{36} (M_4) \frac{45}{33} \frac{1}{2} \frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} \frac{27}{27},$$

$$\text{откуда } \frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} = \frac{3z}{40} \text{ или } \frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} = \frac{3z}{10}.$$

Храповая муфта M предназначена для выключения вращения кулачка K при быстром обратном ходе продольного суппорта и для останова кулачка при отведенном положении затыловочного суппорта.

При затыловании цилиндрических фрез с прямыми канавками расчетные перемещения конечных звеньев:

$n \text{ мин}^{-1}$ электродвигателя $\rightarrow n \text{ мин}^{-1}$ шпинделя;

1 об. шпинделя $\rightarrow z$ об. кулачка;

1 об. шпинделя $\rightarrow S$ мм продольного перемещения резца.

Наладку главного движения и движения цепи деления производят аналогично наладке при затыловании дисковых фрез. Продольная подача инструмента осуществляется от ходового вала.

При затыловании цилиндрических фрез с винтовыми канавками расчетные перемещения конечных звеньев:

$n \text{ мин}^{-1}$ электродвигателя $\rightarrow n \text{ мин}^{-1}$ шпинделя;

1 оборот шпинделя $\rightarrow (z + zS/T)$ об. кулачка;

1 оборот шпинделя $\rightarrow S$ мм продольного перемещения резца.

В этом случае необходимо выполнить все наладочные расчеты, как при наладке на затылование цилиндрических фрез с прямыми канавками, и дополнительно произвести наладку цепи дифференциала, т.е. сообщить кулачку дополнительное вращение. Это осуществляется от ходового вала или ходового винта через сменные колеса гитары дифференциала $\frac{a_3 c_3}{b_3 d_3}$. Расчет при наладке станка на дополнительное

вращение кулачка ведется из условия, что при воображаемом перемещении суппорта на шаг винтовой канавки T кулачок совершает дополнительно $\pm z$ оборотов. Знак «плюс» соответствует увеличению числа двойных ходов резца, знак «минус» – уменьшению этого числа. При правом направлении винтовых линий червячной фрезы берут знак «минус», при левом – знак «плюс». Иначе говоря, необходимо, чтобы за один оборот шпинделя (заготовки) кулачок дополнительно получил zS/T оборотов при подаче от ходового вала или zP/T оборотов при подаче от ходового винта. Для этого в станке предусмотрена цепь дифференциала.

При затыловании цилиндрических фрез с винтовыми канавками муфту M_3 и гайку ходового винта выключают, а муфту M_5 и тройной блок на валу XX включают; при этом продольная подача суппорта происходит с помощью ходового вала. Учитывая, что один оборот шпинделя при этом соответствует S мм продольного перемещения суппорта с резцом, расчетные перемещения цепи дифференциала будут иметь вид:

S мм продольного перемещения суппорта $\rightarrow zS/T$ оборотов кулачка.

Уравнение кинематического баланса цепи дифференциала для этого случая:

$$z \frac{S}{T} = \frac{S}{\pi \cdot 12 \cdot 3} \cdot \frac{55}{20} \frac{30}{1} \frac{25}{28} \frac{28}{28} \frac{28}{28} \frac{28}{25} \frac{20}{60} \frac{26}{76} \frac{48}{36} \frac{42}{42} \frac{a_3}{b_3} \frac{c_3}{d_3} \frac{3}{19} \frac{1}{2} \frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} \frac{27}{27},$$

так как $\frac{a_1 c_1}{b_1 d_1} = \frac{3z}{10}$, то $\frac{a_3 c_3}{b_3 d_3} \approx \frac{380}{T}$.

При затыловании червячных фрез с винтовыми канавками расчет-

ные перемещения конечных звеньев:

$n \text{ мин}^{-1}$ электродвигателя $\rightarrow n \text{ мин}^{-1}$ шпинделя;

1 об. шпинделя $\rightarrow (z + zP/T)$ об. кулачка;

1 об. шпинделя $\rightarrow P$ мм продольного перемещения резца.

Наладка цепи главного движения и цепи деления аналогична описанной выше. Продольная подача инструменту сообщается от ходового винта, от него же осуществляется дополнительное вращение кулачку. В этом случае муфту M_3 включают, а тройной блок на валу ХХ выключают, и движение от ходового винта передается кулачку K

через конические колеса $\frac{48}{36}$, цилиндрическую зубчатую передачу

42/42, сменные зубчатые колеса $\frac{a_3 c_3}{b_3 d_3}$, червячную передачу $\frac{3}{19}$, диф-

ференциал, гитару деления $\frac{a_1 c_1}{b_1 d_1}$ и коническую пару колес $\frac{27}{27}$.

Расчетные перемещения цепи дифференциала при затыловании червячных фрез:

1 об. шпинделя $\rightarrow zP/T$ об. кулачка.

Уравнение кинематического баланса цепи дополнительного вращения кулачка (цепи дифференциала):

$$\frac{zP}{T} = 1_{\text{об.шп}} \frac{54}{54} \frac{36}{36} \frac{36}{36} \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} \frac{48}{36} \frac{42}{42} \frac{a_3}{b_3} \frac{c_3}{d_3} \frac{3}{19} \frac{1}{2} \frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} \frac{27}{27}.$$

Так как $\frac{a_2 c_2}{b_2 d_2} = \frac{P}{12}$ и $\frac{a_1 c_1}{b_1 d_1} = \frac{3z}{10}$, то $\frac{a_3 c_3}{b_3 d_3} = \frac{380}{T}$, а при работе с перебо-

ром $i_{\text{пер}} = \frac{1}{16} \frac{a_3 c_3}{b_3 d_3} = \frac{1520}{T}$.

Режим резания. При обработке деталей на токарно-затыловочном станке применяются следующие режимы резания: скорость резания при затыловании рекомендуется в пределах $1 \div 5$ м/мин; подача – $0,08 \div 0,12$ мм/об при черновой обработке и $0,02 \div 0,04$ мм/об при чистовой.

Частота вращения шпинделя с заготовкой определяются по формуле:

$$n = \frac{1000v}{\pi D},$$

где v – скорость резания, м/мин;

D – наружный диаметр фрезы, мм.

Частоту вращения шпинделя корректируют по паспорту станка.

Структура отчёта

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Изобразить кинематическую схему станка и методы затылования.
4. Привести необходимые расчеты и настройку кинематических цепей станка для обработки деталей, заданных преподавателем.
5. Привести необходимые расчеты.
6. Записать последовательность наладки станка.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислить основные узлы станка и органы управления.
2. Описать принцип работы суппорта.
3. Изобразить схему затылования дисковой фрезы.
4. Изобразить схему затылования цилиндрической фрезы с прямыми стружечными канавками.
5. Изобразить схему затылования червячной фрезы с наклонными стружечными канавками.
6. Указать на кинематической схеме движения в станке при затыловании дисковой фрезы.
7. Указать на кинематической схеме движения в станке при затыловании цилиндрической фрезы с прямыми стружечными канавками.
8. Указать на кинематической схеме движения в станке при затыловании фрезы с наклонными стружечными канавками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Металлорежущие станки (альбом кинематических схем). / Под ред. А.М. Кучера. М., Машиностроение, 1972.-282с.(стр. 54-59)
2. Колев Н.С. и др. Металлорежущие станки. М.: Машиностроение, 1980.-500с. (стр. 190-193)

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
к практической работе № 3
«Разработка технологического процесса изготовления
и заточки токарных резцов»

по дисциплине
«Оборудование и технология инструментального
производства»

для студентов специальности 1 – 36 01 03
«Технологическое оборудование
машиностроительного производства»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

«Разработка технологического процесса изготовления и заточки токарных резцов»

Цель работы: изучить основные положения теории заточки металлорежущего инструмента; получить навыки разработки технологического процесса изготовления и заточки металлорежущего инструмента (токарного резца).

Исходные данные: эскиз инструмента с размерами; материал обрабатываемых деталей; тип производства инструмента.

Порядок выполнения работы

1. Разработка технологического процесса изготовления металлорежущего инструмента.

1.1. Выполнить рабочий чертёж металлорежущего инструмента.

1.2. Определить тип и вид резца.

1.3. Выбрать материал режущей части инструмента.

1.4. Задать геометрические параметры инструмента и форму передней и задней поверхностей инструмента.

1.5. Выбрать заготовку для заданного металлорежущего инструмента.

1.6. Разработать технологический процесс изготовления токарного резца.

2. Разработать технологический процесс заточки металлорежущего инструмента:

2.1. Изучить особенности шлифования современных инструментальных материалов.

2.2. Изучить рекомендации по заточке токарных резцов.

2.3. Изучить типовые технологические процессы заточки металлорежущего инструмента.

2.4. Выбрать шлифовальные или заточные круги.

2.5. Выбрать режимы шлифования.

2.6. Рассчитать нормы времени на заточку поверхностей инструмента.

2.7. Рассчитать настройку приспособления для заточки металлорежущего инструмента.

2.8. Выбрать методику контроля углов инструмента после заточки.

Методика выполнения работы

1. По заданному преподавателем варианту инструмента изобразить схему обработки.

1.1. Выполнить рабочий чертёж металлорежущего инструмента.

1.2. Определить тип и вид резца.

Определить по заданному варианту тип и вид токарного резца, руководствуясь рекомендациями справочной литературы [3].

1.3. Выбрать материал режущей части инструмента.

Согласно рекомендациям справочной литературы необходимо выбрать

материал режущей части инструмента [3].

1.4. Задать геометрические параметры инструмента и форму передней и задней поверхностей инструмента.

Согласно рекомендациям справочной литературы по заданному материалу детали, характеристикам этого материала и выбранному инструменту необходимо выбрать форму передней и задней поверхностей режущей части инструмента, а также выбрать значения углов лезвия выбранного инструмента [3].

1.5. Выбрать заготовку для заданного металлорежущего инструмента.

1.6. Разработать технологический процесс изготовления токарного резца.

Исходными данными для проектирования технологического процесса являются: рабочие чертежи инструмента, с техническими условиями на приемку готового инструмента и программа выпуска; типовые технологические процессы, технологическая характеристика оборудования; нормативы и справочная литература (по режимам резания, расчету припусков и др.).

При разработке технологического процесса изготовления металлорежущего инструмента должны быть решены следующие основные задачи: соблюдение технических требований к точности, качеству поверхности инструмента и её физико-механическим свойствам, достижение заданной производительности технологического процесса и его эффективности.

Для призматического однолезвийного металлорежущего инструмента технологический процесс обычно составляется в такой последовательности:

а) технологический процесс изготовления токарного проходного резца с напайной пластиной из твёрдого сплава в условиях единичного производства:

1. Заготовительная. Отрезать заготовку.

2. Галтовочная. Очистить заготовку.

3. Фрезерная. Фрезеровать опорную поверхность.

4. Слесарная. Зачистить заусенцы и снять фаски на торце.

5. Фрезерная. Фрезеровать главную заднюю поверхность.

6. Фрезерная. Фрезеровать вспомогательную заднюю поверхность.

7. Фрезерная. Фрезеровать гнездо под пластинку.

8. Слесарная. Зачистить заусенцы на головке резца.

9. Маркировочная. Клеймить заготовку.

10. Термическая. Закалить, отпустить.

11. Припаять пластинку из твёрдого сплава.

12. Шлифовальная. Снять излишки припоя.

13. Заточная. Заточить предварительно и окончательно.

14. Доводочная. Довести режущие кромки.

15. Контроль.

16. Упаковка резца.

б) технологический процесс изготовления токарного проходного отогнутого резца с напайной пластиной из твёрдого сплава в условиях крупносерийного производства:

1. Заготовительная. Рубка заготовки на две державки.

2. Нагрев для штамповки.

- 3.Штамповочная. Штамповать заготовку на две державки.
- 4.Разделительная. Разломать заготовку на две державки.
- 5.Галтовочная. Очистить поковки от окалины и коррозии
- 6.Слесарная. Зачистить остатки перемычки после разлома, заусенцы и задние грани.
- 7.Фрезерная. Фрезеровать опорную плоскость.
- 8.Шлифовальная. Шлифовать опорную плоскость.
- 9.Виброобработка. Зачистить заусенцы и притупить острые кромки.
- 10.Фрезерная. Фрезеровать переднюю поверхность.
- 11.Фрезерная. Фрезеровать гнездо под пластинку твёрдого сплава.
- 12.Слесарная. Зачистить заусенцы после фрезерования.
- 13.Контрольная.
- 14.Моечная. Промыть и обезжирить поверхность гнезда под пластинку.
- 15.Пайка. Пайка пластинки твёрдого сплава.
- 16.Маркировочная. Клеймить знаки маркировки.
- 17.Заточная. Заточить переднюю поверхность по пластинке твёрдого сплава.
- 18.Заточная. Заточить главную заднюю поверхность по пластинке твёрдого сплава.
- 19.Заточная. Заточить вспомогательную заднюю (внешнюю) поверхность по пластинке твёрдого сплава.
- 20.Заточная. Заточить вспомогательную заднюю (внутреннюю) поверхность по пластинке твёрдого сплава.
- 21.Доводочная. Довести режущую кромку по передней поверхности.
- 22.Доводочная. Довести режущую кромку по главной задней поверхности.
- 23.Доводочная. Довести радиусы при вершине резца.
- 24.Моечная. Промыть, сушить.
- 25.Контрольная. Контроль параметров резца.

в) технологический процесс изготовления призматического фасонного резца составной конструкции с режущей частью из быстрорежущей стали в условиях единичного производства:

- 1.Заготовительная. Отрезать заготовку корпуса резца.
- 2.Заготовительная. Отрезать заготовку рабочей части.
- 3.Очистить заготовки в галтовочном барабане.
- 4.Зачистить поверхности заготовок под сварку.
- 5.Сварить заготовки встык.
- 6.Отжиг заготовки резца призматического.
- 7.Снять грат после сварки.
- 8.Дробеструйная. Очистить заготовки от окалины.
- 9.Строгальная. Строгать заготовки с четырёх сторон по профилю с припуском под шлифование.
- 10.Разметить профиль режущей кромки резца.
- 11.Обработать профиль фасонной режущей поверхности (строгать или фрезеровать).
- 12.Фрезеровать переднюю поверхность.

13. Маркировка резца.
14. Закалка, отпуск.
15. Очистка от окалины.
16. Шлифование передней поверхности резца.
17. Контроль.
18. Упаковка резца.

г) технологический процесс изготовления круглого фасонного цельного резца из быстрорежущей стали в условиях единичного производства:

1. Заготовительная. Отрезать заготовку.
2. Кузнечная. Отковать заготовку.
3. Термическая. Отжечь заготовку.
4. Галтовочная. Очистить заготовку.
5. Токарная. Точить торец, сверлить отверстие центральное, расточить отверстие, снять фаску, развёртывание отверстия, точение наружной поверхности предварительное.
6. Токарная. Точить второй торец, снять фаску, точение предварительное оставшейся части наружной поверхности.
7. Шлифование двух торцов.
8. Сверление отверстия под штифт.
9. Точение предварительное фасонной поверхности резца.
10. Фрезеровать выемку.
11. Снять заусенцы после точения и фрезерования.
12. Маркировать резец.
13. Закалить резец.
14. Дробеструйная очистка от окалины.
15. Рихтовать резец.
16. Шлифовать торцы.
17. Шлифовать центральное отверстие.
18. Шлифовать профиль резца предварительно и окончательно.
19. Шлифовать выемку и переднюю поверхность резца.
20. Размагнитить резец.
21. Цианирование резца.
22. Контроль всех параметров резца.
23. Упаковка резца.

д) технологический процесс изготовления токарного отрезного резца с напайной пластиной из быстрорежущей стали в условиях крупносерийного производства:

1. Заготовительная. Рубка заготовки на две державки.
2. Нагрев для штамповки.
3. Штамповочная. Штамповать заготовку на две державки.
4. Разделительная. Разломать заготовку на две державки.
5. Галтовочная. Очистить поковки от окалины и коррозии
6. Слесарная. Зачистить остатки перемычки после разлома, заусенцы и задние грани.

- 7.Фрезерная. Фрезеровать опорную плоскость.
- 8.Шлифовальная. Шлифовать опорную плоскость.
- 9.Виброобработка. Зачистить заусенцы и притупить острые кромки.
- 10.Фрезерная. Фрезеровать переднюю поверхность.
- 11.Фрезерная. Фрезеровать гнездо под пластинку.
- 12.Фрезерная. Фрезеровать задние поверхности.
- 13.Слесарная. Зачистить заусенцы после фрезерования.
- 14.Моечная. Промыть и обезжирить поверхность гнезда под пластинку.
- 15.Пайка. Пайка пластинки.
- 16.Маркировочная. Клеймить знаки маркировки.
- 17.Заточная. Заточить переднюю поверхность.
- 18.Заточная. Заточить главную заднюю поверхность.
- 19.Заточная. Заточить вспомогательные задние поверхности.
- 20.Доводочная. Довести режущую кромку по передней поверхности.
- 21.Доводочная. Довести режущую кромку по главной задней поверхности.
- 22.Доводочная. Довести радиусы при вершине резца.
- 23.Моечная. Промыть, сушить.
- 24.Контрольная. Контроль параметров резца.

е) технологический процесс изготовления токарного расточного резца с напайной пластиной из твёрдого сплава в условиях среднесерийного производства:

- 1.Заготовительная. Рубка заготовки.
- 2.Нагрев для штамповки.
- 3.Штамповочная. Штамповать заготовки.
- 4.Галтовочная. Очистить поковки от окалины и коррозии
- 5.Слесарная. Зачистить заусенцы.
- 6.Фрезерная. Фрезеровать все плоскости державки резца.
- 7.Шлифовальная. Шлифовать опорную плоскость.
- 8.Виброобработка. Зачистить заусенцы и притупить острые кромки.
- 9.Фрезерная. Фрезеровать переднюю поверхность.
- 10.Фрезерная. Фрезеровать гнездо под пластинку твёрдого сплава.
- 11.Фрезерная. Фрезеровать главную заднюю поверхность.
- 12.Фрезерная. Фрезеровать вспомогательную главную поверхность.
- 13.Слесарная. Зачистить заусенцы после фрезерования.
- 14.Контрольная.
- 15.Моечная. Промыть и обезжирить поверхность гнезда под пластинку.
- 16.Пайка. Пайка пластинки твёрдого сплава.
- 17.Маркировочная. Клеймить знаки маркировки.
- 18.Заточная. Заточить переднюю поверхность по пластинке твёрдого сплава.
- 19.Заточная. Заточить главную заднюю поверхность по пластинке твёрдого сплава.
- 20.Заточная. Заточить вспомогательную заднюю поверхность по пластинке твёрдого сплава.
- 21.Доводочная. Довести режущую кромку по передней поверхности.

22. Доводочная. Довести режущую кромку по главной задней поверхности.
23. Доводочная. Довести радиусы при вершине резца.
24. Моечная. Промыть, сушить.
25. Контрольная. Контроль параметров резца.

ж) технологический процесс изготовления токарного резьбонарезного резца с напайной пластиной из твёрдого сплава в условиях мелкосерийного производства:

1. Заготовительная. Отрезать заготовку.
2. Галтовочная. Очистить заготовку.
3. Фрезерная. Фрезеровать опорную поверхность.
4. Слесарная. Зачистить заусенцы и снять фаски на торце.
5. Фрезерная. Фрезеровать главную заднюю поверхность.
6. Фрезерная. Фрезеровать вспомогательную заднюю поверхность.
7. Фрезерная. Фрезеровать гнездо под пластинку.
8. Слесарная. Зачистить заусенцы на головке резца.
9. Маркировочная. Клеймить заготовку.
10. Термическая. Закалить, отпустить.
11. Припаять пластинку из твёрдого сплава.
12. Шлифовальная. Снять излишки припоя.
13. Заточная. Заточить предварительно и окончательно.
14. Доводочная. Довести режущие кромки.
15. Контроль резца.
16. Упаковка резца.

2. Разработать технологический процесс заточки металлорежущего инструмента.

2.1. Особенности шлифования инструментальных материалов.

Быстрорежущие стали. Обладают лучшей обрабатываемостью по сравнению с более теплостойкими и износостойкими твёрдыми сплавами и сверхтвёрдыми материалами.

Шлифуемость быстрорежущей стали определяется: химическим составом; размерами входящих в неё карбидов и распределением их - т.е. структурой и фазовым составом.

Карбиды ванадия, входящие в состав быстрорежущей стали, влияют в наибольшей степени на износ абразивных зёрен шлифовального круга. Так как твёрдость этих карбидов (2500...3000 Н) выше твёрдости электрокорунда (1800...2400 Н), применяемого при шлифовании этих инструментальных материалов. Чем больше объёмное содержание карбидов ванадия, тем хуже шлифуемость стали. При содержании ванадия менее 1,5...2% закалённой и отпущенной стали карбиды ванадия могут полностью отсутствовать или быть в незначительном количестве. Так как при закалке и отпуске содержащийся в стали ванадий переходит в твердый раствор и сложнее карбиды вольфрама, и только оставшееся количество ванадия образует карбиды ванадия. И при большом суммарном содержании ванадия и молибдена количество карбидов ванадия уменьшается, и это положительно сказывается на относительной

шлифуемости стали.

Таким образом, влияние термической обработки весьма существенно на шлифуемость быстрорежущей стали, так как при термообработке изменяется количество карбидов ванадия и их размеры.

При закалке стали растворяется часть карбидов, в том числе VC, а при отпуске наряду с другими дисперсными карбидами, упрочнявшими сталь, из неё выделяется и VC.

Чем выше температура закалки у стали, тем больше выделяется карбидов VC и тем хуже шлифуемость стали.

На шлифуемость быстрорежущей стали влияют также размеры карбидов и их распределение. У порошковых сталей (P6M5K5, P6M5Ф3) карбиды распределены более равномерно, а их размер составляет 2÷3 мкм; а у обычных сталей того же химического состава – 12÷13 мкм. Это определяет лучшую шлифуемость порошковых сталей по сравнению с обычными.

По степени ухудшения шлифуемости быстрорежущие стали располагаются в следующем порядке: P6M5; P6M5K5-МП; P6M5Ф3-МП; P5M5Ф3; P6AM4Ф2; P6M4K6.

Наличие в составе быстрорежущей стали карбидов вольфрама, молибдена и ванадия вызывает необходимость применять при шлифовании абразивные материалы повышенной твёрдости и прочности:

высококачественный электрокорунд;

монокорунд;

хромотитанистый электрокорунд;

эльбор (применяется при окончательном шлифовании и заточке инструмент).

При предварительном шлифовании быстрорежущих сталей применяется главным образом электрокорунд. Использование алмазных шлифовальных кругов для предварительной обработки быстрорежущих сталей экономически не эффективно вследствие низкой их износостойкости, которая объясняется повышенным истиранием алмаза при взаимодействии со сталью. Достаточно эффективны алмазные круги при окончательном круглом шлифовании быстрорежущих сталей.

Твёрдые сплавы. В сравнение с быстрорежущими сталями обладает большей твёрдостью (на 5...8 ед. НРС), большей износостойкостью, сохраняет твёрдость при высоких температурах, но имеют значительную хрупкость. По прочности твёрдые сплавы существенно уступают быстрорежущим сталям и весьма чувствительны к температурным напряжениям.

По степени ухудшения шлифуемости вольфрамовые твёрдые сплавы располагаются в следующем порядке: BK3, BK4, BK6, BK6M, BK6-OM, BK8, BK10.

Титано-вольфрамовые твёрдые сплавы имеют меньшую прочность, чем вольфрамовые, и поэтому лучше шлифуются. Даже при одинаковой прочности силы резания при шлифовании сплавов группы ТК несколько меньше, чем при шлифовании сплавов группы BK. Но сплавы группы ТК имеют теплопро-

водность в 2 раза меньшую, чем сплавы группы ВК, и поэтому, они обладают повышенной склонностью к трещинообразованию при циклическом нагреве и охлаждении в процессе шлифования.

По степени склонности к трещинообразованию сплавы этой группы располагаются в следующем порядке: Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т30К4.

Шлифуемость титанотанталовольфрамовых сплавов хуже, чем сплавов групп ВК и ТК, так как с повышением содержания карбидов тантала склонность к появлению трещин возрастает.

Безвольфрамовые твёрдые сплавы по прочности уступают большинству сплавов групп ВК, ТК и ТТК, и имеют более низкую ударную вязкость, теплопроводность, более высокий коэффициент термического расширения, это делает их более чувствительными к тепловым нагрузкам. По степени ухудшения шлифуемости эти сплавы располагаются в следующем порядке: ТН20, ТМ1, КНТ16, причём производительность шлифования сплава КНТ16 почти в 9 раз ниже, чем сплава ТН20.

Шлифование твёрдых сплавов кругами из электрокорунда практически невозможно. Это объясняется тем, что твёрдость электрокорунда близка к твёрдости карбидов вольфрама и ниже твёрдости карбидов титана, поэтому зёрна электрокорунда в процессе шлифования быстро затупляются и шлифовальный круг теряет работоспособность. Карбид кремния зелёный обладает большей твёрдостью, чем электрокорунд. Это обуславливает его большую стойкость при шлифовании твёрдых сплавов. Но эффективное шлифование твёрдых сплавов кругами из карбида кремния зелёного возможно только при условии их интенсивного самозатачивания. Рекомендуется круги из карбида кремния зелёного применять только при предварительном шлифовании и заточке. Наиболее высокой износостойкостью при шлифовании твёрдых сплавов обладают алмазные круги, которые могут работать не только в условиях самозатачивания круга, но и в режиме затупления при шлифовании. Поэтому, алмазные круги используют как при предварительном, так и при окончательном шлифовании и заточке твердосплавных инструментов.

Керамические инструментальные материалы. Обладают такой же твёрдостью, как и твёрдые сплавы наиболее износостойких марок и имеют повышенную теплостойкость (до 1100...1200 °С). Но прочность керамических материалов примерно в 3 раза ниже прочности твёрдых сплавов.

Керамические инструментальные материалы отличаются низкой ударной вязкостью, малой пластичностью и повышенной хрупкостью, поэтому в большей степени, чем твёрдые сплавы, керамические материалы чувствительны к температурным напряжениям. Шлифование керамических инструментальных пластин возможно только алмазными кругами и при условиях, исключающих высокую температуру нагрева шлифуемых поверхностей.

2.2. Рекомендации по заточке токарных резцов.

1. В первую очередь на рабочем чертеже резца должны быть указаны все необходимые угловые параметры: углы резца, лежащие в главной и вспомогательной секущих плоскостях; углы передний и задний, лежащие в нормаль-

ных, секущих плоскостях главной и вспомогательной режущих кромок и углы передний и задний в продольной плоскости и в поперечной плоскости (см. рисунок 2.1). Поэтому необходимо пересчитать углы передний и задний пользуясь формулами пересчёта:

$$\operatorname{tg} \gamma_{np} = \operatorname{tg} \gamma \cdot \cos \varphi \mp \operatorname{tg} \lambda \cdot \sin \varphi;$$

$$\operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \varphi \pm \operatorname{tg} \lambda \cdot \cos \varphi.$$

В первой формуле знак «-» выбирается в случае положительного угла $\lambda > 0$, а знак «+» – отрицательного угла $\lambda < 0$. Во второй формуле наоборот: знак «+» – в случае $\lambda > 0$, а знак «-» – в случае $\lambda < 0$.

$$\operatorname{tg} \alpha_{np} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi};$$

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \varphi}.$$

Формулы применяются для расчёта углов поворота резцовой головки относительно рабочих поверхностей абразивного инструмента.

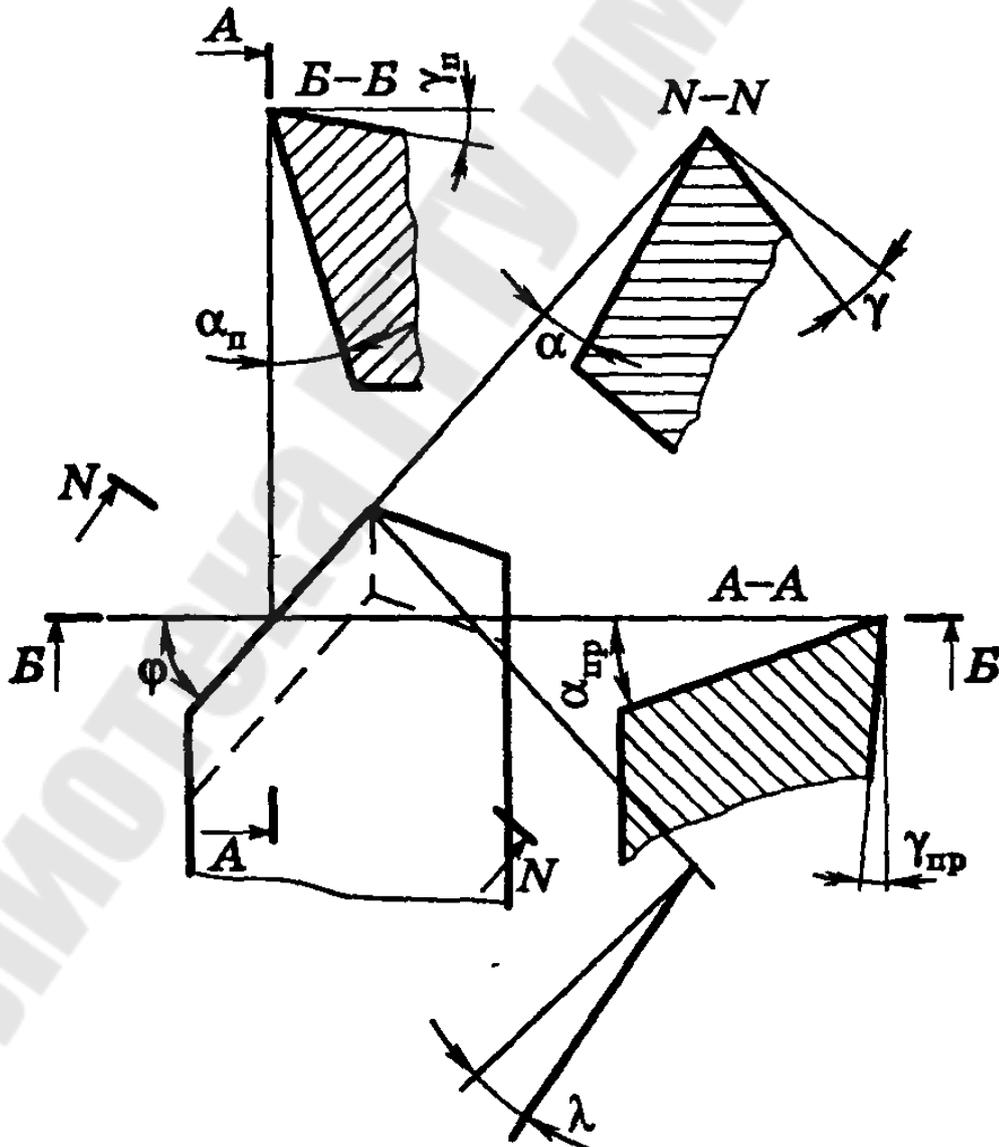


Рисунок 3.1 – Углы лезвия инструмента токарного резца

2. Черновая заточка твердосплавных резцов выполняется в следующей последовательности:

заточка главной задней поверхности под углом $\alpha+3$;

заточка вспомогательной задней поверхности под углом α_1+3 ;

заточка передней поверхности под углом $\gamma+2$.

3. Последовательность чистовой заточки следующая:

заточка передней поверхности под углом $\gamma+2$;

заточка главной задней поверхности под углом $\alpha+3$;

заточка вспомогательной задней поверхности под углом α_1+3 ;

заточка вершины резца под углом α_2+3 ;

4. При заточке резец устанавливают режущей кромкой на уровне центра круга или на 3...5 мм выше его.

5. Направление вращения круга - от режущей кромки к державке резца, или от режущей кромки к телу зуба инструмента,

6. Твёрдосплавные резцы после заточки подвергает доводке на специальных станках чугуном доводочным кругом, покрываемым пастой на основе карбида бора.

7. Алмазная заточка и доводка твердосплавного инструмента осуществляется в последовательности:

а) черновая заточка алмазными кругами на металлической связке зернистостью А25 - А26;

б) чистовая заточка алмазными кругами на металлической связке зернистостью А10 - А8 для получения чистоты поверхности режущих кромок 7-го, 8-го класса;

в) алмазная доводка кругами на органической связке зернистостью А6 - АМ40 для получения чистоты поверхности по 10-му, 12-му классу.

2.3. Типовые технологические процессы заточки металлорежущего инструмента.

Последовательность заточки поверхностей режущего инструмента, форма (тип) круга, характеристика абразивного материала, режим обработки зависят от вида и материала затачиваемого инструмента, применяемого оборудования и охлаждения, а также характера заточки (при изготовлении или повторной заточке после затупления инструмента - восстановлении).

Заточку инструмента с пластинами из твёрдого сплава выполняют по приведённым ниже схемам:

Схема 1: заточка стального корпуса кругами из электрокорунда; заточка по главной задней, вспомогательной задней и передней поверхностям пластины из твёрдого сплава кругами из карбида кремния зелёного; доводка лезвия и ленточек алмазными кругами.

Схема 2: заточка кругами из карбида кремния зелёного одновременно твёрдого сплава и стального корпуса по главной - задней и передней поверхностям; доводка лезвия и ленточек алмазными кругами.

Схема 3: заточка одновременно пластины из твёрдого сплава и стального корпуса в последовательности, указанной в схеме 2 алмазными кругами на

металлической связке путём электрохимического шлифования или алмазными кругами на керамической связке.

Схема 4: алмазная заточка только пластины из твёрдого сплава по всей поверхности или только фасок.

Схемы 1 и 2 применяют при больших припусках, а также в тех случаях, когда для увеличения периода стойкости инструмента необходима трёхкратная заточка. Схему 3 применяют, когда припуск на заточку не превышает 0,3...0,4 мм. Схему 4 применяют в тех случаях, когда конструкция инструмента обеспечивает достаточный вылет пластин из корпуса и отсутствие контакта круга со стальным корпусом, а также при заточке ножей в специальном приспособлении.

Характеристику кругов и режим заточки инструментов с пластинами из твёрдого сплава выбирают по рекомендациям [6]. Марки алмазных порошков указаны в ГОСТ 9206-90, форма кругов - в ГОСТ 16181-92.

Заточку инструмента из быстрорежущей стали выполняют по приведённым ниже схемам:

Схема 1: заточка лезвия по передней поверхности; шлифование ленточек и заточка задних поверхностей кругами из Электрокорунда.

Схема 2: заточка передней и задней поверхностей лезвия кругами из электрокорунда, доводка фасок и ленточек кругами из эльбора.

Схема 3: заточка кругами из эльбора всех поверхностей рабочей части инструмента.

Обработку по схеме 1 применяют, когда на заточку предусматривается большой припуск, а требования к шероховатости заточенных поверхностей невысоки (0,63 мм). Схему 2 применяют, когда требуется обеспечить шероховатость заточенной поверхности менее 0,32 мкм. Схему 3 применяют при припуске менее 0,2-0,3 мм. Характеристику кругов и режим заточки инструментов из быстрорежущей стали следует выбирать по [6].

Заточка главной, вспомогательных и переходных задних поверхностей резцов чаще всего производится торцом круга. Вышлифовывание лунок производится кругом типа IFFIX, имеющим размеры профиля, соответствующие профилю канавки. Чаще всего лунка делается методом врезания кругом диаметром 30..50 мм. При вышлифовывании незамкнутых лунок обработка производится с продольной подачей (уступов).

Передние поверхности и стружколомающие порошки наиболее рационально обрабатывать торцом круга с шириной алмазоносного слоя не более 3 мм на заточных станках с вертикальным шпинделем.

На универсально-заточных станках резцы затачивают торцом или периферией шлифовального круга преимущественно в трёхповоротных тисках (расчёт формул настройки трёхповоротных тисков для заточки резца на УЗС приведён ниже).

При заточке на универсально-заточном станке инструменту сообщают 2 движения: возвратно-поступательное вдоль рабочей поверхности круга (продольная подача) и на круг (подача на глубину шлифования), которое чаще

осуществляется за двойной ход стола станка. При этом инструмент может постоянно находиться в контакте с рабочей поверхностью круга или при каждом ходе выходить из контакта с кругом. В 1 случае резание является непрерывным, а во 2 - прерывистым.

При заточке инструмента из твёрдого сплава наиболее целесообразно применять шлифование с непрерывным контактом, а при заточке инструмента из быстрорежущей стали - шлифование с прерывистым контактом.

Длину пути инструмента относительно круга (при определении основного времени) в первом случае необходимо на 3...5 мм уменьшить, а во втором случае - увеличить.

2.4. Выбор шлифовальных или заточных кругов.

Абразивные материалы, применяемые при шлифовании и заточке режущих инструментов: алмаз, эльбор, электрокорунд, карбид кремния. Эти материалы обладают различными физико-механическими свойствами, которые определяют их области применения. В специальных справочниках приведены физико-механические свойства абразивных материалов [3].

При шлифовании сталей в условиях повышенных нагрузок на зерно, приводящих к высокой температуре контакта, происходит интенсивный диффузионный износ алмазного зерна. Это определяет повышенный расход алмазов при шлифовании сталей.

Известно несколько марок алмазных порошков. В зависимости от вида исходного сырья шлифовальные порошки обозначают: А - природный алмаз; АС - синтетический монокристаллический алмаз; АР - синтетический поликристаллический алмаз. К обозначению синтетического поликристаллического алмаза АР добавляет букву, обозначающую тип поликристаллического алмаза: АРВ - баллас; АРК - карбонадо; АРС - спеки.

Для прочной связи между зёрнами и связкой разработаны методы металлизации зёрен. Установлено, что при оптимальных режимах шлифования металлизация алмазных зёрен даёт возможность снизить стоимость обработки, а режущую способность абразивного инструмента повысить.

Рекомендуемые операции с применением алмазно-абразивных порошков приведены в специальных справочниках [3].

Эльбор имеет микротвёрдость, несколько меньшую, чем алмаз, но большую, чем другие абразивные материалы. Важным свойством эльбора является его способность противостоять циклическому воздействию высоких температур. При высокой температуре на поверхности кристаллов эльбора образуется тонкая оксидная плёнка, которая служит защитным покрытием. Эльбор инертен к железу. Это обеспечивает гораздо меньший его износ при обработке инструментальных и быстрорежущих сталей. Применение шлифовальных кругов из эльбора при шлифовании и заточке быстрорежущих сталей позволяет избегать прижоги, повышать производительность. Период стойкости инструмента, заточенного кругами из эльбора в 1,5 раза выше, чем при заточке кругами из электрокорунда. Абразивные материалы из кубического нитрида бора и рекомендуемые операции шлифования и заточки приведены в [3].

Электрокорунд в зависимости от содержания окиси алюминия и примесей имеет различный цвет, структуру, свойства и соответственно области его применения различны. Электрокорунд нормальный имеет значительную вязкость, которая необходима при выполнении работ с переменными нагрузками. Зёрна электрокорунда белого обладают высокой прочностью и острыми кромками. Шлифовальные круги из белого электрокорунда отличаются стабильными свойствами и обладают хорошей самозатачиваемостью. Шлифовальные круги из монокорунда обладают высокими режущими свойствами и обеспечивают меньшие силы шлифования, так как имеют изометрическую форму, высокую механическую прочность и большое число режущих граней. Абразивные инструменты из хромистого электрокорунда повышают на 20...30 процентов производительность обработки конструкционных и углеродистых сталей по сравнению с инструментами из электрокорунда белого.

Шлифовальные круги из хромотитанистого электрокорунда имеют повышенную стойкость, относительный расход по сравнению с электрокорундом белым снижается в 1,6 раза.

Карбид кремния производят 2-х видов - зелёный и чёрный. По химсоставу они отличаются незначительно, но зелёный содержит меньше примесей, имеет большую хрупкость и более высокую абразивную способность. В инструментальном производстве используют в основном круги из карбида кремния зелёного.

Зернистость. Характеризует размеры абразивных зёрен, представляющих собой геометрические тела неправильной формы. Основным размером зерна является его ширина. Номер зернистости для всех абразивных материалов, кроме алмазов, обозначает номинальный размер стороны ячейки сита в свету, на котором задерживаются зёрна основной фракции (у алмазных порошков номер зернистости - дробь, где в числителе указывается размер стороны ячейки сита, через которую проходят зёрна, а в знаменателе - размер сторон ячейки сита, на которой задерживается зёрна).

Чем больше номер зернистости шлифовального круга, тем большую нагрузку выдерживает шлифовальный круг и тем большую производительность обеспечивает он при шлифовании (заточке). На шероховатость шлифованной поверхности зернистость шлифовального круга оказывает обратный эффект: чем больше номер зернистости, тем хуже шероховатость поверхности.

Материалы шлифовальные (ГОСТ 3647-90), кроме алмазных и эльборовых, по размеру зёрен разделяются на шлифзёрна (2000-160 мкм); шлифпорошки 125-40 мкм); микрошлифпорошки 63-14 мкм); тонкие микропорошки (10-3 мкм).

Зернистость шлифзерна и шлифпорошка обозначают цифровым индексом, равным 0,1 размера стороны ячейки сита в мкм, на котором задерживаются зёрна основной фракции. Зернистость микропорошков обозначается буквенным индексом М и цифровым индексом, равным верхнему пределу размеров зёрен основной фракции в микрометрах.

В зависимости от содержания основной фракции (высокое, повышенное, нормальное или допустимое - в такой последовательности уменьшается содержание основной фракции) обозначение зернистости дополняют буквенным индексом В, П, Н или Д. Шлифзерна выпускаются зернистостью 16-П - 200-П; 16-Н - 200-Н; 16-Д - 25-Д; шлифпорошки - зернистостью 4-П - 12-П; 4-Н - 12-Н; микропорошки - зернистостью М5-В - М63-В; М5-П - М63-П; М5-Н - М63-Н; М7-Д - М40-Д.

Каждый вид материала также имеет определённую, ограниченную зернистость: карбид бора М1-16; зелёный карбид кремния М1-80; чёрный карбид кремния М5-160; нормальный электрокорунд М5-200; белый электрокорунд М5-80; хромотитанистый электрокорунд 6-200; микрокорунд 6-80; сфероко-рунд 50-250; кремьень 6-50; корунд М7-М40.

Зернистость 63...25 рекомендуется для заточки режущего инструмента; 32...16 - для заточки мелкого инструмента; 12...16 - для доводки твёрдых сплавов, доводки режущего инструмента и для заточки тонких лезвий.

Связка. При производстве абразивных инструментов из электрокорунда и карбида кремния применяют 2 типа связок: неорганические (керамические) и органические (бакелитовые, вулканитовые и др.). Керамические связки обладают высокими огнеупорностью, водоупорностью, химической стойкостью и относительно высокой прочностью. Недостатком этих связок является их высокая хрупкость, вследствие чего круги на этой связке не могут использоваться при ударных нагрузках и для отрезных работ, где возникают большие изгибающие силы. Абразивный инструмент на бакелитовой связке обладает большей прочностью, особенно на сжатие, чем инструмент на керамической связке. Это позволяет ему работать на высоких скоростях резания (на бакелитовой связке, армированные стеклосеткой, применяют для обдирочного шлифования и отрезных операций). Недостаток бакелитовой связки - её малая теплоустойчивость, недостаточная устойчивость к действию СОЖ, содержащих щелочные растворы. Вулканитовая связка обладает большой эластичностью и плотностью. Зёрна в абразивном инструменте на вулканитовой связке закреплены слабее, чем в 2-х предыдущих случаях. При увеличении давления в зоне контакта круга с заготовкой и из-за нагрева связки, зёрна углубляются в неё и режут о меньшей глубиной, вследствие чего, обрабатываемая поверхность получается менее шероховатой. Инструменты на вулканитовой связке, будучи более плотными, вызывают повышенный нагрев обрабатываемой заготовки. Шлифовальные круги на вулканитовой связке применяют при отрезке, прорезке пазов, в качестве ведущих при бесцентровом шлифовании и для вышлифовывания канавок в инструментах из быстрорежущих сталей.

Алмазные и эльборовые шлифовальные круги изготавливают на органических (бакелитовых), металлических и керамических связках.

Бакелитовые связки обладают более низкими прочностными характеристиками по сравнению с металлическими, что позволяет кругам на этих связках работать с большей степенью самозатачивания, тем самым обеспечивая постоянство режущих свойств.

Твёрдость. Характеризует силы связи, удерживающие абразивные зёрна в инструменте. Обычно мягким абразивным инструментом в отличие от твёрдого называют такой, из которого зёрна легко выкрашиваются. Шлифовальные круги из электрокорунда и карбида кремния, подразделяются по твёрдости на группы и степени. Большой номер степени соответствует большей твёрдости. Шлифовальные круги высокой степени твёрдости обеспечивают наибольший период стойкости круга, но работают с затуплением. Это вызывает опасность образованием дефектов на шлифуемой поверхности, и поэтому, необходима частая правка круга. Мягкие шлифовальные круги работают с интенсивным самозатачиванием, поэтому абразивные зёрна имеют небольшую степень затупления, что даёт возможность вести более производительную обработку. Но такие круги не обладают достаточной стойкостью, отличаются повышенным износом и не пригодны для обработки фасонных поверхностей. Наилучшие результаты по износостойкости и производительности обеспечивают круги средней твёрдости, работающие в режиме ограниченного самозатачивания.

При выборе твёрдости шлифовального круга следует руководствоваться следующими правилами:

1. Чем ниже жёсткость и виброустойчивость станка, тем более твёрдым должен быть круг.

2. При работе торцом круга следует применять более мягкие круги, чем при работе периферией.

3. При обработке фасонных и прерывистых поверхностей твёрдость круга должна быть выше.

4. Применение СОЖ позволяет использовать более твёрдые круги.

5. Чем больше площадь контакта круга с обрабатываемой поверхностью, тем мягче должен быть круг.

6. При появлении дефектов на обрабатываемой поверхности необходимо применять более мягкие круги.

7. Круги на бакелитовой связке должны быть на 1-2 степени более твёрдыми, чем круги на керамической связке.

Структура абразивного инструмента характеризует объёмное содержание зёрен и связки в шлифовальном круге и обозначается номером от 0 до 12. С увеличением номера структуры число зёрен в круге уменьшается, а объём связки - увеличивается. Абразивные инструменты структуры 0...3 имеют очень плотное расположение зёрен с малыми промежутками между ними и малыми порами. Такие инструменты целесообразно использовать для работ, требующих высокую точность профиля абразивного инструмента (профильное шлифование, прорезка точных пазов и др.) и для снижения шероховатости поверхности. Абразивные инструменты структуры 5...8 имеют среднее соотношение объёмов зёрен связки, применяются для всех видов работ, обеспечивают большую интенсивность съёма и имеют достаточный период стойкости. Для круглого наружного и бесцентрового шлифования рекомендуются круги 5.0.6 структур, а для плоского шлифования периферией круга и внутреннего шлифования - круги 7...6 структур, для отрезки рекомендуются круги 8...9

структур. Абразивные инструменты с открытой структурой (9...12) имеют наименьшее объёмное содержание зёрен, что увеличивает расстояние между соседними абразивными зёрнами и обеспечивает большие размеры пор. Работа такими инструментами улучшает условия отвода стружки, охлаждения круга и заготовки, уменьшает засаливание круга, что позволяет работать такими кругами на повышенных режимах и предотвращает появление дефектов на шлифованных поверхностях. Но такие инструменты обладают меньшей прочностью. Инструменты со структурой 9...12 рекомендуется применять яри обработке мягких и вязких материалов, при шлифовании мелкозернистыми абразивами.

Концентрация алмазных и эльборовых кругов характеризует объёмное содержание в них алмазных или эльборовых зёрен. С увеличением концентрации повышается режущая способность, период стойкости кругов на органических связках.

Для окончательного шлифования и доводки рекомендуются круги 100% и 150% концентрации, а для профильного шлифования - круги 150%...200%. Для предварительного шлифования и заточки твёрдосплавного инструмента применяют круги на металлической связке со 100%-150% концентрацией.

Для шлифования стружколомных канавок и лунок, резьбошлифования твердосплавных метчиков, мелко модульных фрез и профильного шлифования применяют круги со 150 % концентрацией алмазов.

Выбор круга по форме и размерам. Форма абразивного инструмента выбирается в зависимости от конструкции станка, крепёжных приспособлений и характера выполняемой работы.

При выборе размеров круга предпочитают возможно большие размеры по диаметру и ширине, так как это улучшает условия шлифования и снижает стоимость обработки. Верхний предел размеров круга ограничивается конструкцией и размерами станка, а иногда размерами и формой обрабатываемого изделия.

Алмазные круги плоские прямого профиля формы АПП применяются для:

- а) плоского шлифования периферией круга;
- б) круглого внутреннего шлифования;
- в) круглого наружного шлифования;
- г) бесцентрового шлифования;
- д) заточки и доводки инструментов.

Алмазные круги плоские прямого профиля формы А1ПП изготавливается без корпуса и предназначены в основном для внутреннего шлифования и доводки отверстий.

При закреплении кругов типа АПВ на универсально заточных станках крепёжная гайка выступает над торцовой рабочей поверхностью, что ограничивает рабочий ход стола при заточке и доводке.

Круги с малой шириной алмазноносного кольца используются, если работа «на проход» невозможна, например, при заточке и доводке отрезных, прорез-

ных и фасонных резцов.

Круги формы АПВД можно использовать для работы левой и правой сторонами, что позволяет уменьшить вспомогательное время на переустановку в резцедержателе; таких резцов, как отрезные, резьбовые, прорезные и т.п.

Круги формы А1ПВ применяют преимущественно для обработки неметаллических материалов, технических и ювелирных камней. Алмазные чашечные конические круги АЧК предназначены для работы на универсально-заточных станках при заточке и доводке задних поверхностей зубьев режущего инструмента и могут быть использованы также при обработке некоторых деталей штампов и измерительных инструментов, оснащённых твёрдым сплавом.

Тарельчатые алмазные круги формы АТ, А1Т, А2Т и А3Т отличаются в основном только углами профиля и приспособлены для заточки и доводки многолезвийного инструмента по передней поверхности на универсально-заточных станках. Круги формы АТ приспособлены для заточки инструментов с прямым зубом и углом профиля канавки до 30 градусов; формы А1Т - то же, с углом до 45 градусов; формы А2Т - то же, с углом профиля канавки более 50 градусов; формы А3Т - для инструментов с винтовой стружечной канавкой.

Круги формы А3Т имеют коническую рабочую поверхность алмазноносного слоя, что при работе обеспечивает линейный контакт с обрабатываемой поверхностью, а следовательно, и возможность использования их для обработки винтовых поверхностей.

Ширина алмазноносного слоя по длине линии контакта не должна превышать ширину обрабатываемой поверхности более чем на 0,5 мм.

Для профильного шлифования, а также для заточки и доводки фасонного инструмента на профилешлифовальных станках типа ЗП95 и З95М и других применяют профильные алмазные круги формы А2П.

Шлифование стружколомательных канавок на инструменте осуществляют кругами формы АФК, имеющими радиус профиля от 1 до 2,5 мм. Для шлифования фасонных поверхностей могут использоваться также фасонные круги типа АФК, выпускаемые с радиусом профиля от 1 до 8 мм.

При выборе размеров круга необходимо учитывать размеры и конфигурацию шлифуемых поверхностей, выбранный метод шлифования, тип станка, его размеры и мощность, а также конструкцию и размеры крепежных приспособлений и защитных кожухов.

Выбор диаметра круга зависит от числа оборотов шпинделя на выбранном станке и от возможности обеспечить скорость круга оптимальной величины.

Удельный и размерный износ алмазного инструмента будет наименьшим при наибольшем размере круга по диаметру.

На рабочей поверхности кругов с меньшими размерами расположено меньшее количество алмазных зёрен, каждому зерну приходится снимать в единицу времени большее количество материала, и поэтому они быстрее из-

нашиваются.

При работе кругами небольших диаметров часто наблюдается неравномерный износ их, так как ведущие кромки круга изнашиваются быстрее.

При работе с продольной подачей или «на проход» выбирает круги с большой шириной алмазоносного слоя, так как в этом случае удельный износ алмаза будет минимальным.

При шлифовании методом врезания ширина рабочей поверхности круга не должна превышать ширину обрабатываемой поверхности. Особенно важно это учитывать при заточке и доводке передней поверхности инструмента, так как на режущей поверхности круга могут образоваться уступы, приводящие к округлению (завалу) режущей кромки инструмента.

При заточке чашечными кругами вручную используют круги с более широким алмазоносным слоем. При заточке многолезвийного инструмента с жёстким креплением обычно применяет круги с более узким алмазоносным кольцом, что позволяет уменьшить площадь контакта и уменьшить выделение тепла. Для повышения режущих свойств кругов с алмазоносным кольцом стремятся работать с более высокими окружными скоростями, что приводит к уменьшению сил, действующих на одно алмазное зерно.

Выбор круга по абразивному материалу. Область применения того или иного абразивного материала определяется, как уже выше было сказано, физико-механическими свойствами обрабатываемой детали используемым оборудованием, техническими требованиями к качеству поверхностей детали и рядом других условий.

Выбор круга по зернистости. Выбор зернистости круга зависит от вида шлифования, требуемой шероховатости поверхности, заданной точности обработки, вида шлифуемого материала и величины снимаемого припуска. Как было выше указано, номер зернистости круга следует увеличивать, т.е. применять более крупнозернистые круги при увеличении припусков на обработку, для уменьшения опасности засаливания кругов и появления прижогов на детали, для повышения производительности шлифования, при увеличении окружной скорости шлифовального круга, при переходе на шлифование кругами на бакелитовой и вулканитовых связках вместо керамической связки, при увеличении вязкости и уменьшении твёрдости шлифуемого материала, при уменьшении номера структуры круга.

Можно пользоваться следующими рекомендациями по выбору зернистости кругов: для предварительного шлифования - зернистость 25...12, марки АСП, АСВ; для чистового шлифования - зернистость 10...5, марки АСО, АСП; для доводочного шлифования - зернистость АМ40 и мельче.

При обычно применяемых режимах и условиях шлифования абразивные инструмента различной зернистости имеет следующие рекомендуемые области применения. Рекомендации представлены в [3]. А рекомендации по выбору зернистости алмазных кругов на металлической и бакелитовой связках при шлифовании твёрдых сплавов представлены в [3].

Для повышения чистоты поверхности следует применять алмазные круги

с зернистостью, понижающейся через одну или две градации. Например, для заточки и доводки многолезвийного твердосплавного инструмента рекомендуется использовать 4 круга различной зернистости: для черновой заточки А16 - А8; для чистовой заточки А6 - А5; для доводки граней А4 - АМ40; для доводки фасок АМ20 – АМ10.

Выбор круга по связке. В большинстве случаев применяется абразивные круги на керамической связке, реже используется круги на бакелитовой и вулканитовой связках.

Последние применяют для разрезания и отрезания, при фасонном и бесцентровом шлифовании деталей из углеродистых, быстрорежущих и подшипниковых сталей.

Круги на бакелитовой связке используют для доводки режущего инструмента, при окончательном, обдирочном плоском и бесцентровом шлифовании деталей из чугуна, закалённых углеродистых, быстрорежущих и хромоникелевых сталей.

Алмазные круги на металлической связке выбирают для обработки твердосплавных деталей штампов, высадочных матриц, заточки твёрдосплавного инструмента, резания твёрдых материалов, обработки оптического стекла, керамики.

Использование алмазных кругов на металлической связке позволяет обеспечить: сохранение формы профиля инструмента, повышение размерной стойкости инструмента, возможность работы с переменными силами резания (работа с ручными механическими подачами или работа с ручным прижимом изделия к кругу).

Алмазные круги на бакелитовых связках обеспечивают сохранение постоянной режущей способности круга; возможность проведения работ без применения СОЖ; снижение сил резания и температур в зоне шлифования.

Алмазные круги на керамической связке предназначены для одновременной обработки твердосплавной вставки или пластины и стального корпуса, а также сталей и сплавов с высоким содержанием карбидов (например, при шлифовании изделий из высокованадиевых быстрорежущих сталей).

Круги с режущей поверхностью, на которую алмазный порошок наносится путём вдавливания (шаржирования) применяются, когда необходимо получить достаточно высокую точность профиля фасонной рабочей поверхности, или многократно использовать корпус инструмента.

Выбор круга по твёрдости. Выбор твёрдости шлифовального круга зависит главным образом от вида шлифования, точности и формы шлифуемых деталей, физико-механических свойств обрабатываемого материала, типа станка.

Некоторые общие рекомендации по выбору твёрдости кругов приведены в справочной литературе [3].

При выборе твёрдости кругов для конкретных условий заточки и шлифования нужно учитывать:

1. Более мягкие круги используют при работе на станках с высокой жёст-

костью и виброустойчивостью.

2. На станках с автоматической и механической подачами применяют более мягкие круги, чем на станках с ручными подачами.

3. При шлифовании периферией круга используют более твердые круги, чем при шлифовании торцом.

4. При бесцентровом, внутреннем и плоском шлифовании применяют более мягкие круги, чем при круглом наружном шлифовании.

5. При фасонном шлифовании, резьбошлифовании, шлифовании прерывистых поверхностей, шлифовании деталей малых диаметров, при точном шлифовании цилиндрических поверхностей, ограниченных галтелями используют более твердые круги.

6. При шлифовании с применением СОЖ применяют более твердые круги, чем при шлифовании без СОЖ.

7. При заменах: керамической связки на бакелитовую, электрокорунда нормального на электрокорунд белый, электрокорунд белого на монокорунд, крупнозернистых на мелкозернистые, следует твердость круга повысить на 1-2 ступени.

8. Для устранения появления прижогов и трещин следует применять более мягкие круги.

Выбор круга по структуре. Чаще применяют круги, имевшие структуру 5-8. В справочной литературе [3] приведены рекомендации по выбору номера структуры.

2.5. Выбор режимов шлифования производится по справочным данным [4].

2.6. Рассчитать нормы времени на заточку поверхностей инструмента.

Основное время на заточку необходимо определить по формуле:

$$T_0 = \frac{L}{V_s} \cdot i.$$

При шлифовании наружных и внутренних поверхностей с подачей на оборот шлифовального круга формула приобретает вид:

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{s_0 \cdot n} \cdot i.$$

При заточке с подачей на каждый ход стола формула приобретает вид:

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{s_{np} \cdot 1000} \cdot \frac{h}{st_1} \cdot k.$$

При заточке с подачей на двойной ход стола формула приобретает вид:

$$T_0 = \frac{2 \cdot (l + l_1 + l_2)}{s_{np} \cdot 1000} \cdot \frac{h}{st_2} \cdot k.$$

В представленных выше формулах введены следующие обозначения:

T_0 – основное время, мин;

L – длина рабочего хода при затачивании или переточке инструмента, мм;
 s_0 – подача на оборот шлифовального круга, мм/об;
 ℓ – длина затачиваемой поверхности, мм;
 ℓ_1 – длина врезания шлифовального круга, мм ($\ell_1 = 5 \dots 8$ мм);
 ℓ_2 – длина перебега круга, мм ($\ell_2 = 3 \dots 5$ мм);
 n – частота вращения шлифовального круга, об/мин;
 h – припуск на операцию заточки или переточки, мм;
 $s_{пр}$ – продольная подача, м/мин;
 st_1, st_2 – поперечная подача, мм/ход или мм/дв. ход;
 k – коэффициент «выхаживания» для достижения требуемой шероховатости затачиваемой поверхности ($k = 1, 2 \dots 1,5$).

2.7. Расчёт настройки приспособления для заточки металлорежущего инструмента.

Передний и задний углы лезвия токарного резца должны быть при заточке выдержаны в определённых пределах, согласно рабочему чертежу инструмента.

Заточку токарных резцов на универсально-заточном станке обычно производят с использованием универсальных трёхповоротных тисков (рисунок 3.2). Эти тиски позволяют поворачивать инструмента при заточке в трёх координатных плоскостях относительно заточного круга.

Заточка и переточка резцов производится чашечными, тарельчатыми заточными кругами или кругами прямого профиля. В случае использования кругов прямого профиля заточка и переточка производится периферией круга, а в случае использования кругов тарельчатых или чашечных заточка и переточка производится торцом круга. Шлифование торцом круга повышает производительность заточки и переточки, а также снизит удельный износ круга и шероховатость заточенной поверхности по сравнению с заточкой периферией круга. Шлифование периферией круга снижает производительность процесса переточки и заточки.

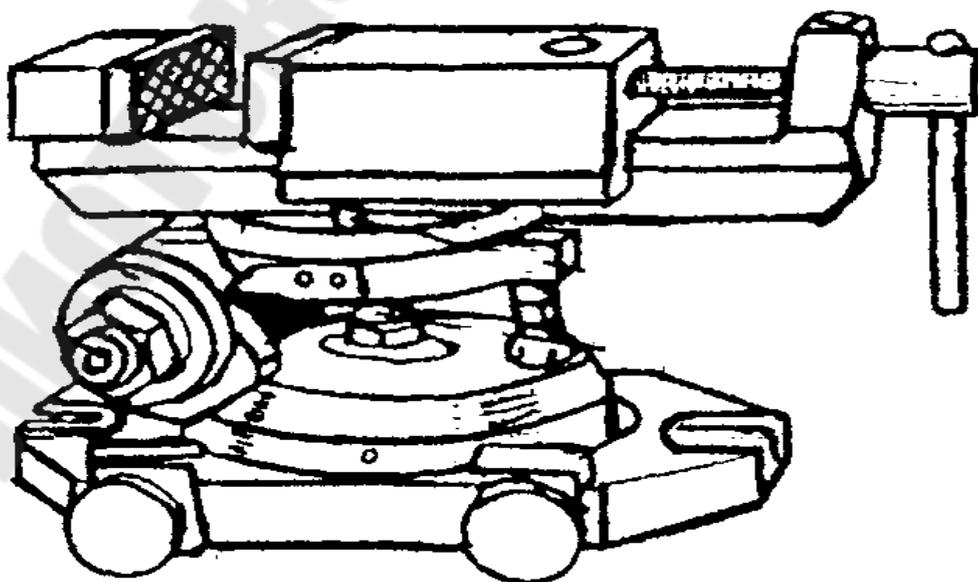


Рисунок 3.2 – Трёхповоротные универсальные тиски

В таблице 3.1 представлены основные формулы настройки трёхповоротных тисков при заточке токарных резцов. На рисунке 3.3 показана схема расположения резца при заточке.

Таблица 3.1 – Приближённые формулы настройки трёхповоротных универсальных тисков при заточке токарных резцов

Вид заточки	Затачиваемая поверхность	Исходное положение	Угол установки по шкалам		
			А	Б	В
Периферией круга	Главная задняя	И1	Произволь-но	$+\alpha$	$+\varphi$
	Вспомогательная задняя			$+\alpha_1$	$-\varphi_1$
	Передняя	$\gamma \cdot \sin\varphi + \lambda \cdot \cos\varphi$		$\lambda \cdot \sin\varphi - \gamma \cdot \cos\varphi$	
Торцом круга	Главная задняя	И2	$+\varphi$	$-\alpha \cdot \sin\varphi$	$+\alpha \cdot \cos\varphi$
	Вспомогательная задняя		$-\varphi_1$	$+\alpha \cdot \sin\varphi_1$	$+\alpha_1 \cdot \cos\varphi_1$
	Передняя	И1	λ	$-\gamma$	φ
	Главная задняя	И3	$90+\alpha$	0	φ
	Вспомогательная задняя		$90+\alpha_1$		φ_1
	Передняя		$\gamma \cdot \cos\lambda$	λ	φ

При использовании универсально-заточных станков резцы затачивают торцом или периферией шлифовального круга преимущественно в трёхповоротных тисках по лимбам А, Б, В. При этом возможны три исходных положения резца (рисунок 3.3): два основных (И1 и И2) и одно дополнительное (И3).

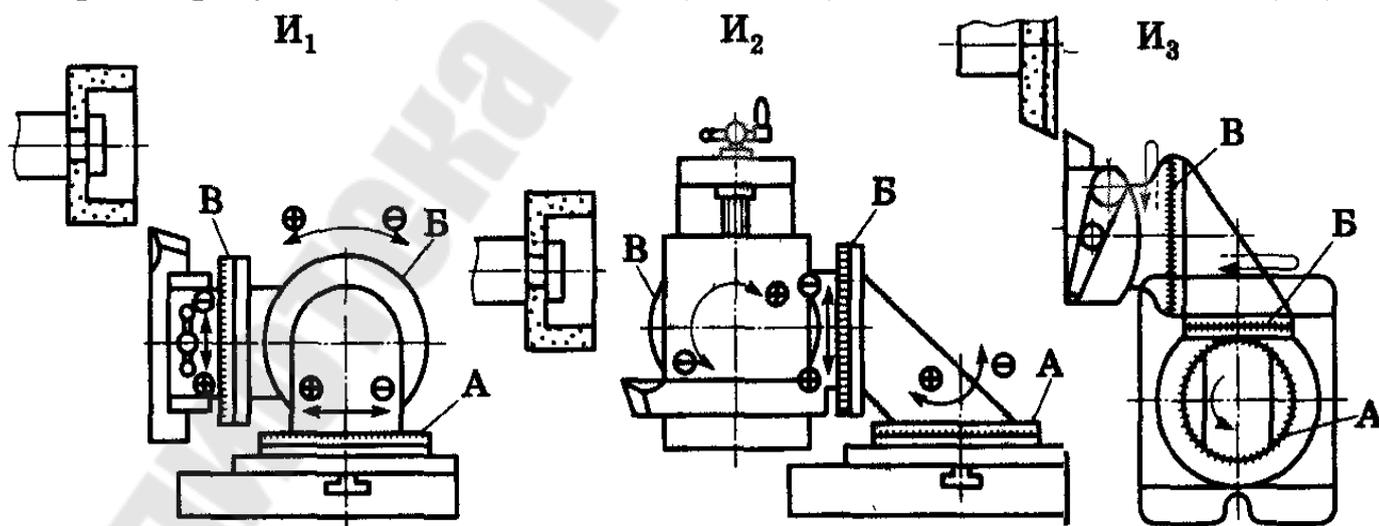


Рисунок 3.3 – Схемы заточки резцов в трёхповоротных тисках

2.8. Выбор методики контроля углов инструмента после заточки. Методика контроля углов токарных резцов различной конструкции и назначения одинакова и контроль проводится для передних и задних углов всех режущих кромок инструмента настольными угломерами [6, 7]. В практической работе необходимо изобразить схемы контроля углов резца и описание конструкции

угломера.

Для контроля углов используются универсальные угломеры различных конструкций (рисунок 3.4).

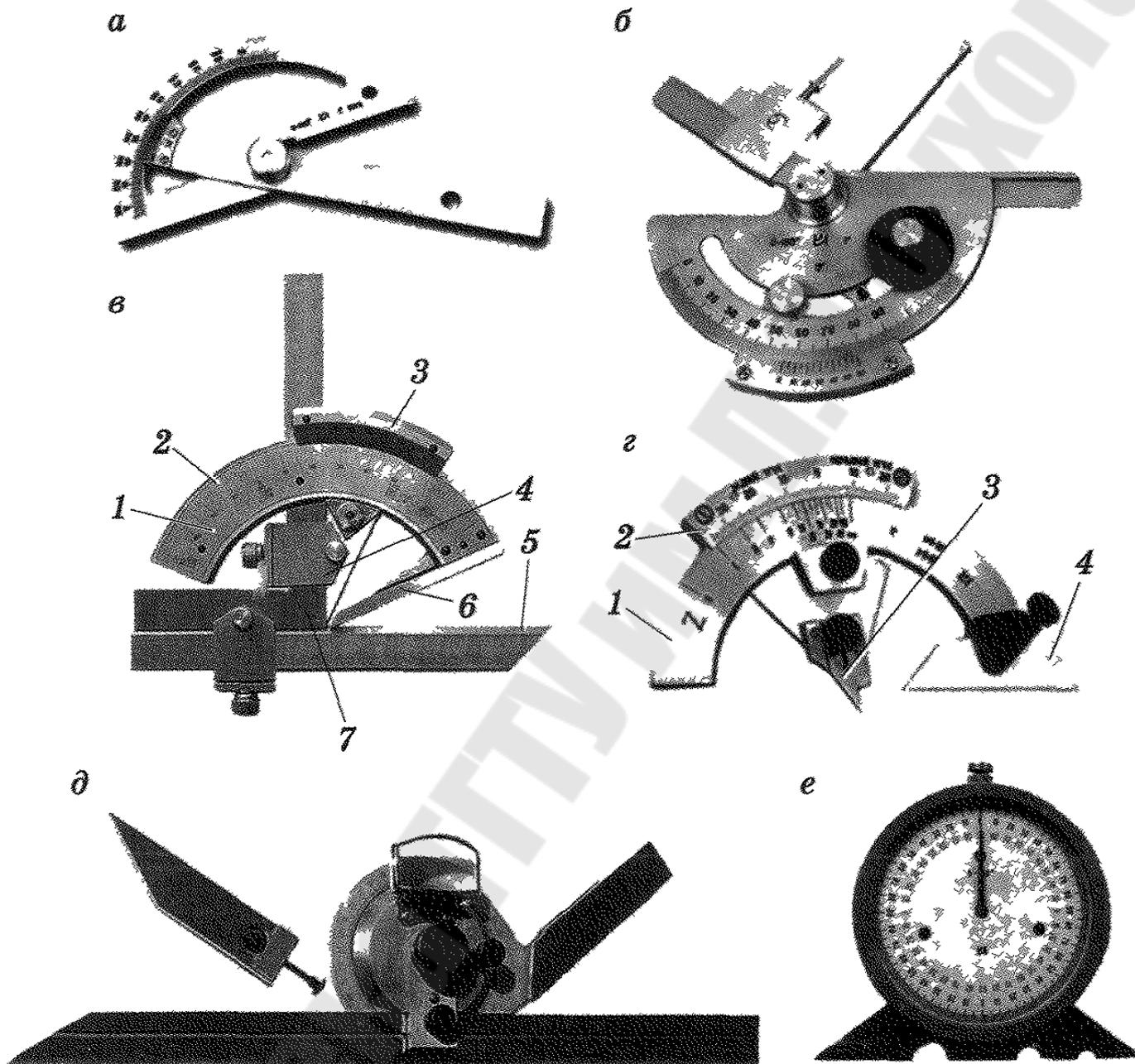


Рисунок 3.4 – Универсальные угломеры различных типов:

а – 4УМ; б – 5УМ; в – УН; г – 2УРИ; д – угломер с лупой; е – 3УРИ

Универсальные угломеры 4УМ и 5УМ применяют для всех типов резцов. Универсальный угломер УН работает контактным методом с отсчётом результатов по градусной шкале и нониусу и предназначен также для измерения всех углов любого резца. Угломер 2УРИ предназначен для контроля однолезвийного и многолезвийного инструмента с прямолинейными и спиральными зубьями. Для особо точных измерений используется угломер с лупой. Маятниковый угломер 3УРИ предназначен для измерения углов режущего инструмента различных видов и конструкций [7].

Содержание отчёта

1. Исходные данные.
2. Схема обработки заданным инструментом.
3. Выбор материала режущей части инструмента.
4. Выбор геометрических параметров инструмента и формы передней и задней поверхностей инструмента.
5. Выбор заготовки.
6. Технологический процесс изготовления металлорежущего инструмента.
7. Рабочий чертёж металлорежущего инструмента (токарного резца).
8. Выбор технологического процесса заточки металлорежущего инструмента.
9. Выбор заточных кругов.
10. Выбор режимов затачивания инструмента.
11. Расчёт норм времени на заточку поверхностей инструмента.
12. Расчёт настройки приспособления для заточки токарного резца.
13. Выбор методики контроля углов резца после заточки.

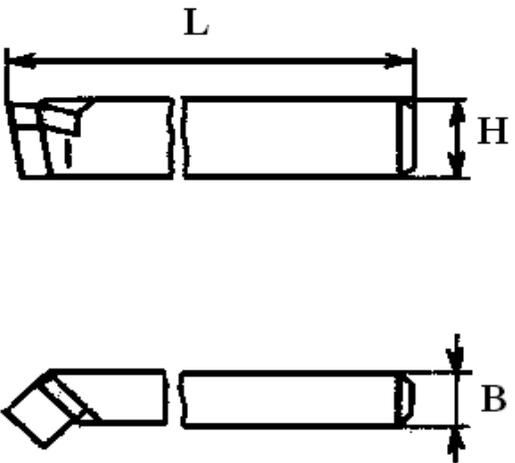
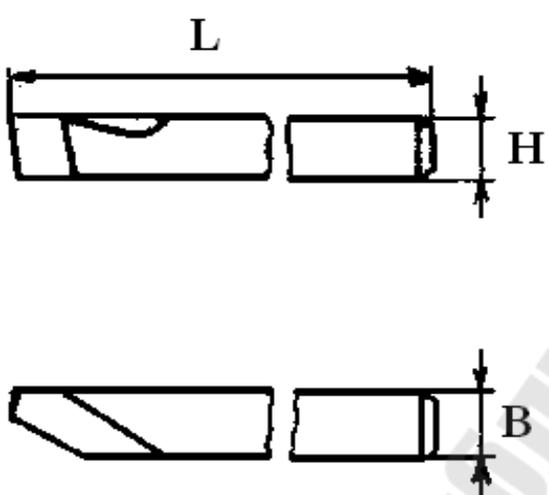
Контрольные вопросы

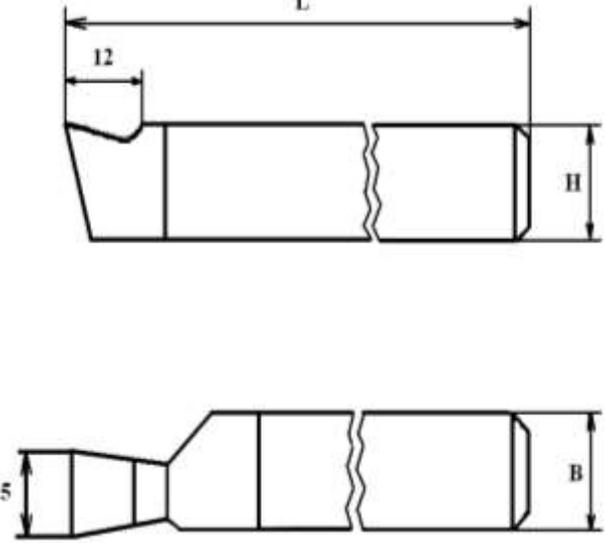
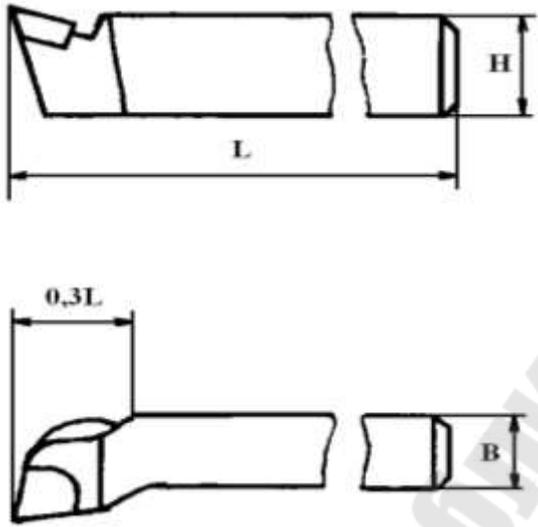
1. По каким критериям производится выбор вида и типа токарного резца?
2. По каким критериям производится выбор материала режущей части резца?
3. По каким критериям производится выбор геометрических параметров инструмента?
4. По каким критериям производится выбор формы передней и задней поверхностей инструмента?
5. По каким критериям производится выбор технологического процесса заточки металлорежущего инструмента?
6. По каким параметрам производится выбор заточных кругов?
7. Как определяется материал шлифовального круга?
8. Как определяется форма шлифовального круга?
9. Как определяется зернистость шлифовального круга?
10. Как определяется связка шлифовального круга?
11. Как определяется твёрдость шлифовального круга?
12. Как определяется структура шлифовального круга?
13. По каким критериям производится выбор режимов затачивания?
14. Как производится расчёт норм времени на заточку поверхностей инструмента?
15. Как производится расчёт настройки приспособления для заточки токарного резца?
16. Как производится контроль углов резца после заточки?

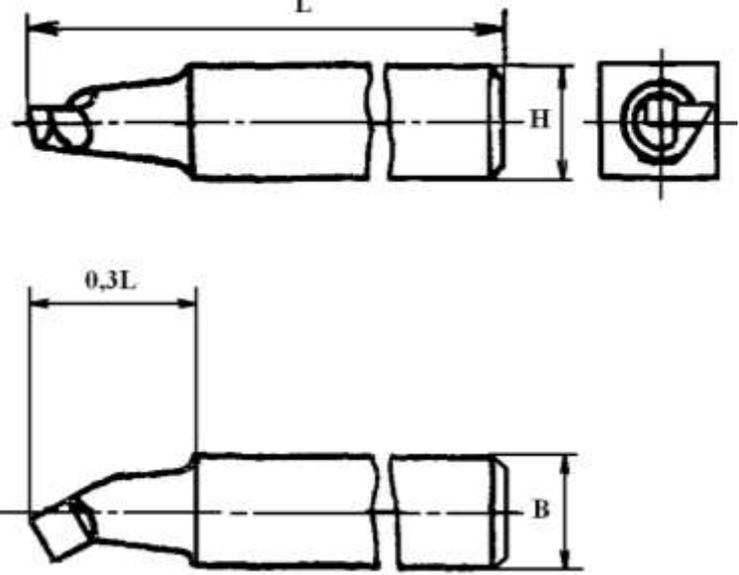
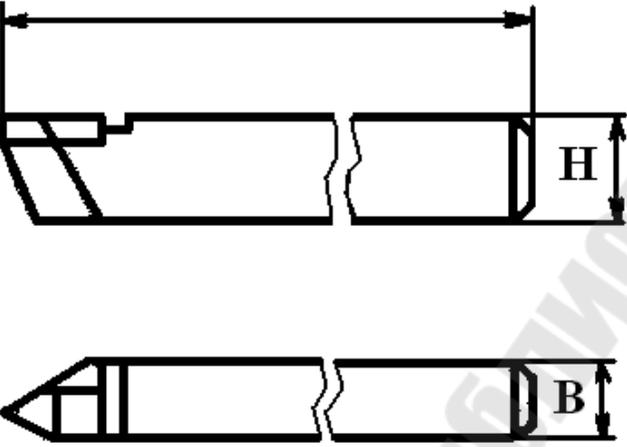
Список литературы

1. Палей М.М. Технология производства металлорежущих инструментов. – Москва: Машиностроение, 1982. – 256 с., ил.
2. Барсов А.И. Технология инструментального производства. – Москва: Машиностроение, 1975. – 272 с., ил.
3. Ординарцев И.А. Справочник инструментальщика – Ленинград: Машиностроение, 1987. – 848 с., ил.
4. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. – Москва: Машиностроение, 1986. – 496 с., ил.
5. Кирсанов М.Г. Курсовое проектирование по металлорежущему инструменту. – Москва: Машиностроение, 1974.
6. Попов С.А. Заточка режущего инструмента. – Москва: Высшая школа, 1980.
7. Фельдштейн Е.Э. Режущий инструмент. Эксплуатация: учебное пособие. – Минск: Новое знание, 2012. – 256 с.: ил.
8. Вечер Р.И., Шейбак М.Р. Методические указания по выполнения лабораторной работы по теме «Заточка металлорежущего инструмента» по дисциплине «Технология инструментального производства». – Гомель: ГПИ, 1993.

Варианты заданий по практической работе №3 по дисциплине
«Оборудование и технология инструментального производства»

<p>Инструмент №1</p> 	№	L, мм	H, мм	B, мм	Материал обрабаты- ваемой детали	Тип производства ин- струмента
	1	160	16	16	Сталь 40X $\sigma_B = 700 \text{ МПа}$	Мелкосерийное
	2	180	25	25	СЧ 30 НВ = 120	Среднесерийное
	3	140	20	20	Медный сплав Л90 НВ = 140	Крупносерийное
	4	150	25	25	Алюминиевый сплав Д20 НВ = 160	Среднесерийное
	5	130	20	20	Сталь 36ХНТЮ $\sigma_B = 850 \text{ МПа}$	Массовое
<p>Инструмент №2</p> 	№	L, мм	H, мм	B, мм	Материал обрабаты- ваемой детали	Тип производства ин- струмента
	1	160	16	16	Сталь 45X $\sigma_B = 600 \text{ МПа}$	Мелкосерийное
	2	180	25	25	СЧ 32 НВ = 140	Среднесерийное
	3	140	20	20	Медный сплав Л92 НВ = 160	Крупносерийное
	4	150	25	25	Алюминиевый сплав Д19 НВ = 140	Среднесерийное
	5	130	20	20	Сталь 32ХНТЮ $\sigma_B = 700 \text{ МПа}$	Массовое

<p align="center">Инструмент №3</p> 	№	L, мм	H, мм	B, мм	Материал обрабаты- ваемой детали	Тип производства ин- струмента
	1	120	20	20	Сталь 45ХГС $\sigma_B = 750$ МПа	Мелкосерийное
	2	100	18	20	СЧ 32 НВ = 170	Среднесерийное
	3	90	16	16	Медный сплав Л88 НВ = 140	Крупносерийное
	4	150	20	20	Алюминиевый сплав Д22 НВ = 160	Среднесерийное
	5	170	22	25	Сталь 36ХНТЮ $\sigma_B = 700$ МПа	Массовое
<p align="center">Инструмент №4</p> 	№	L, мм	H, мм	B, мм	Материал обрабаты- ваемой детали	Тип производства ин- струмента
	1	120	16	16	Сталь 45Х $\sigma_B = 600$ МПа	Мелкосерийное
	2	150	20	20	СЧ 32 НВ = 110	Среднесерийное
	3	180	25	25	Медный сплав Л90 НВ = 140	Крупносерийное
	4	160	20	20	Алюминиевый сплав Д19 НВ = 160	Среднесерийное
	5	100	16	16	Сталь 36ХНТЮ $\sigma_B = 800$ МПа	Массовое

Инструмент №5		№	L, мм	H, мм	B, мм	Материал обрабаты- ваемой детали	Тип производства ин- струмента
		1	180	25	25	Сталь 45X $\sigma_B = 700$ МПа	Мелкосерийное
		2	160	22	22	СЧ 32 НВ = 120	Среднесерийное
		3	150	20	20	Медный сплав Л90 НВ = 140	Крупносерийное
		4	120	16	16	Алюминиевый сплав Д19 НВ = 160	Среднесерийное
		5	140	16	16	Сталь 36ХНТЮ $\sigma_B = 800$ МПа	Массовое
Инструмент №6		№	L, мм	H, мм	B, мм	Материал обрабаты- ваемой детали	Тип производства ин- струмента
		1	100	12	12	Сталь 45X $\sigma_B = 700$ МПа	Мелкосерийное
		2	120	16	16	СЧ 32 НВ = 120	Среднесерийное
		3	130	16	16	Медный сплав Л90 НВ = 140	Крупносерийное
		4	140	16	16	Алюминиевый сплав Д19 НВ = 160	Среднесерийное
		5	150	20	20	Сталь 36ХНТЮ $\sigma_B = 800$ МПа	Массовое

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к практическим работам № 4, 5, 6

**«Проектирование технологического процесса изготовления
осевого инструмента»**

**«Проектирование технологического процесса изготовления
фрез»**

**«Проектирование технологического процесса изготовления
зубообразующего инструмента»**

по дисциплине

**«Оборудование и технология инструментального
производства»**

для студентов специальности 1 – 36 01 03

**«Технологическое оборудование
машиностроительного производства»**

ВВЕДЕНИЕ

При изготовлении деталей широко применяют обработку металлов резанием. Обработка невозможна без применения орудий труда – режущих инструментов. Качество режущего инструмента характеризуется его надёжностью.

Разработка технологических процессов производства металлорежущих инструментов базируется на общих принципах и закономерностях технологии машиностроения. Наряду с этим в технологии производства инструментов имеются специфические особенности, связанные с применением инструментальных материалов, с обработкой заготовок высокой твёрдости и прочности, с высокими требованиями к точности размеров, геометрической форме и шероховатости поверхности, с обработкой сложных поверхностей, с особенно высокими требованиями к физико-механическим свойствам материала готового металлорежущего инструмента. Применение дорогостоящих инструментальных материалов при производстве инструмента приводит часто к тому, что конструкция инструмента выполняется сварной или сборной конструкции. Это вносит свои особенности изготовления рабочей и хвостовой частей инструмента, а также необходимость соединения этих разнородных частей. Обработка разнородных заготовок с неразъёмным соединением вызывает необходимость производить последовательно или параллельно обработку различных материалов за один проход или операцию. Низкая обрабатываемость инструментальных материалов требует применения специального оборудования, методов и режимов обработки.

Для инструментов характерны фасонно-зубчатая форма поперечного сечения рабочей части, фасонные винтовые поверхности в продольном направлении, поверхности специальных форм, затылованные поверхности по различным видам кривых. Наличие таких поверхностей, а особенно их сочетание в одном инструменте, определяют необходимость применения специальных заточных, затыловочных и шлифовальных станков.

Точность изготовления металлорежущего инструмента должна быть на несколько классов выше, чем точность поверхностей деталей машиностроения. Это определяет точность применяемых станков для производства инструмента, последовательность обработки поверхностей инструмента, количество проходов или операций для обработки поверхностей металлорежущего инструмента.

Качество инструментов определяется также и их физико-механическими характеристиками. Надлежащее качество инструментов обеспечивается применением специальных методов термической и термо-химической обработки и построения технологического процесса изготовления металлорежущего инструмента.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

«Проектирование технологического процесса изготовления осевого инструмента»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

«Проектирование технологического процесса изготовления фрез»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

«Проектирование технологического процесса изготовления зубообразующего инструмента»

Цель работы: получить навыки разработки технологического процесса обработки металлорежущего инструмента.

Исходные данные: вид и тип инструмента; технические условия изготовления металлорежущего инструмента; тип производства металлорежущего инструмента.

Порядок выполнения работы

1. Анализ конструктивных параметров заданного инструмента.
2. Выбор финишных методов обработки, формирующих качество инструмента.
3. Выбор заготовки, наиболее подходящей экономическому изготовлению инструмента.
4. Сравнение формы, размеров и качества заготовки с готовым инструментом и определение характера промежуточных операций.
5. Выбор схем срезания припуска и схем формообразования.
6. Разработка технологического маршрута обработки инструмента.
7. Выбор технологических баз.
8. Размерный анализ последовательности обработки.
9. Анализ возможности реализации единства конструкторских, технологических и измерительных баз, а также их постоянства.
10. Выбор первичных черновых баз.
11. Анализ возможности использования многодетальной или многоинструментальной обработки.
12. Выбор технологического оборудования и оснастки.
13. Разработка маршрутной технологии.
14. Расчёт операционных припусков и допусков, расчёт режимов резания и нормирование технологических операций.
15. Сравнение экономической эффективности нескольких вариантов технологического процесса и выбор оптимального.
16. Окончательная доработка выбранного варианта технологического процесса.
17. Заполнение операционных карт и карт эскизов по разработанному технологическому процессу.

Методика выполнения работы

Анализ конструкции режущего инструмента. Разработка общих принципов проектирования типовых технологических процессов на базе технологической классификации инструментов позволяет сократить разнообразие технологических процессов и появляется возможность разработки оптимальных технологических процессов для различных условий производства. Унификация технологических процессов основана на классификации инструментов и на общих принципах разработки технологических процессов. Классификация представляет собой разделение инструментов на классы, имеющие общие технологические признаки.

Классы подразделяют на типы инструментов, близкие по своей конфигурации и размерам. Изготовление типового инструмента осуществляется на однородном оборудовании с применением однотипных приспособлений. Все осевые инструменты по технологическим признакам можно разбить на классы: стержневые; насадные.

Характерным признаком стержневого инструмента является форма рабочей части в виде круглого стержня и цилиндрический или конический хвостовик. К насадному инструменту относят инструменты с цилиндрическим или коническим отверстием. Инструменты подразделяют на: цельные, составные, сборные и специальные [2, 3, 4].

Выбор заготовки. Методы выполнения заготовок в инструментальном производстве определяется назначением и конструкцией инструмента, материалом, техническими требованиями и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления (таблица 1). Исходными материалами для получения заготовок в инструментальном производстве являются прутки, поковки, профильный прокат, штучные заготовки и литые заготовки. Твёрдые сплавы поставляют в виде режущих пластин для механического закрепления и пластин под пайку [2, 3, 4].

Разработка маршрутного технологического процесса производства инструмента. При производстве металлорежущего инструмента выделяют основные этапы технологии его изготовления. На первом уровне определяют принципиальную схему технологического процесса, которая характеризуется составом и последовательностью циклов обработки инструмента.

Основными циклами производства металлорежущего инструмента являются: заготовительные операции; формообразующие операции; термическая обработка; чистовая обработка; операции, повышающие износостойкость инструмента, и операции антикоррозионной обработки и упаковки [2, 3, 4].

Заготовительные операции: правка и калибровка прутков; разделка прутков на заготовки; ковка и объемная штамповка штучных заготовок; подготовка под сварку; термическая обработка послековки и сварки.

На этапе механической обработки инструменту придается форма, близкая к окончательной. В этот этап входят токарная обработка формы, обработка плоскостей, фрезерование стружечных канавок, пазов под ножи сборного инструмента и гнезд под пайку пластин твердого сплава и др. На этом же эта-

пе осуществляют фрезерование, долбление и протягивание элементов крепления инструментов.

Таблица 1 – Выбор заготовки

Вид инструмента	Мелко-, среднесерийное или единичное производство	Крупносерийное или массовое производство
Стержневой инструмент диаметром до 10 мм	Горячекатаный прокат	
Стержневой инструмент диаметром от 10 до 20 мм	Холоднотянутый прокат	
Стержневой инструмент диаметром от 20 до 50 мм	Горячекатаный прокат	Штамповка
Стержневой инструмент диаметром более 50 мм	Горячекатаный прокат или штамповка	Литьё
Насадной инструмент диаметром от 20 до 50 мм	Горячекатаный прокат	
Насадной инструмент диаметром более 50 мм	Штамповка	Литьё

Термообработка — одна из важнейших по своему влиянию на качество инструментов операция, когда создаются такие основные характеристики инструментов, как твердость, прочность, красностойкость, т. е. обеспечивается необходимая режущая способность инструмента.

Шлифовально-заточные операции можно подразделить на шлифовальные операции, специальные шлифовальные операции и заточные операции. Для повышения износостойкости инструмента рекомендуется включать в технологический процесс дополнительную термообработку и нанесение износостойкого покрытия.

В некоторых случаях может видоизменяться содержание циклов или их последовательность. В соответствии с основными этапами строят производственный процесс, определяют структуру цехов и участков, систему транспортирования и подачи заготовок и изделий, систему учета производства инструмента.

Второй уровень — проектирование маршрутного технологического процесса, включающего определение состава и последовательности операций, выбор баз и группы оборудования, на котором выполняется каждая операция.

Третий уровень — проектирование технологических операций. Детализацию технологического процесса доводят до определения состава и последовательности переходов в операции, выбора режущего, вспомогательного и измерительного инструмента, расчета режимов резания и норм времени.

Четвертый уровень характерен для операций, выполняемых на станках с

программным управлением, для которых необходимо довести степень детализации до определения отдельных элементарных составляющих траектории режущего инструмента второго порядка и обрабатываемого инструмента, а также для команд управления оборудованием в кодах системы программного управления [2, 3, 4].

Ниже приведена общая последовательность изготовления режущего инструмента:

1.Получение заготовки, включая заготовительные операции отрезки,ковки, литья, штамповки, сварки.

2.Отжиг после горячей обработки.

3.Обработка технологических баз.

4.Обработка заготовки инструмента, обработка посадочных мест и элементов крепления.

5.Обработка стружечных канавок, обработка мест под пластинки или ножи для инструмента с приваренными или припаянными пластинками и сборного инструмента.

6.Обработка затылка.

7.Обработка отверстий для подвода охлаждающей жидкости.

8.Термическая обработка.

9.Исправление технологических баз.

10.Сборка.

11.Исправление посадочных мест сборного инструмента.

12.Затачивание передней поверхности.

13.Шлифование профиля.

14.Шлифование задней поверхности.

15.Обработка стружкоразделительных канавок.

16.Доводка передней и задней поверхностей.

17.Улучшение поверхностного слоя инструмента.

Также можно более подробно представить общую последовательность производства металлорежущего инструмента в зависимости от его конструктивных особенностей (таблица 2).

Выбор оборудования и режущего инструмента. Выбор оборудования при разработке технологического процесса зависит от характера и масштаба производства. Всё оборудование делится на станки общего назначения, высокой производительности, специализированные, агрегатные, специальные, станки с программным управлением и обрабатывающие центры [2, 3, 4].

Станки общего назначения применяются в единичном и мелкосерийном производстве. Специализированные станки изготавливают на базе станков общего назначения или станков высокой производительности и они применяются в крупносерийном и массовом производстве. Агрегатные станки, оборудованные агрегатными головками и предназначенные для выполнения отдельных операций при обработке определённых заготовок или поверхностей, применяют в крупносерийном и массовом производстве. На этих станках можно одновременно обрабатывать несколько поверхностей, расположенных

в различных плоскостях. Специальные станки применяются в тех случаях, когда изделие невозможно обработать на станках общего назначения. К специальным станкам относят станки для обработки сложных поверхностей.

Таблица 2 – Последовательность изготовления режущего инструмента

Инструмент цельной конструкции	Инструмент составной сварной конструкции	Инструмент составной с напайными пластинами
Получение заготовки, включая заготовительные операции отрезки, ковки, литья, штамповки.		
	Соединение хвостовой и режущей частей	
Отжиг после горячей обработки.		
Обработка технологических баз (выполнение центровых отверстий, обработка отверстия и т.д.)		
Обработка наружных поверхностей заготовки инструмента, обработка посадочных мест и элементов крепления.		
Обработка стружечных канавок.		
	Обработка мест под пластинки.	
Обработка задней поверхности зубьев.		
Термическая обработка.		
Исправление технологических баз.		
	Исправление посадочных мест под пластинки.	
	Присоединение пластинок режущих.	
Затачивание передней поверхности зубьев.		
Затачивание задней поверхности зубьев.		
Шлифование профиля инструмента.		
Обработка стружкоразделительных канавок.		
Доводка передней и задней поверхностей.		
Улучшение поверхностного слоя инструмента.		
Контроль параметров инструмента.		

В единичном и мелкосерийном производстве выбирают такие станки, которые соответствуют выбранному методу обработки, размерам заготовки и необходимой мощности.

Станки с программным управлением сочетают точность специализированных станков и имеют более высокую производительность, чем станки общего назначения. Область применения станков с программным управлением достаточно широка как по характеру технологических операций, так и по типам производства, для которых они предназначены. По последнему признаку в настоящее время созданы станки как для единичного и мелкосерийного, так и для крупносерийного и массового производства деталей.

Выбор режущего инструмента чаще всего определяется методом обра-

ботки и типом станка, на котором будет производиться та или иная операция. Каждый из режущих инструментов имеет свои достоинства и недостатки, поэтому при выборе инструмента необходимо стремиться к применению наиболее производительного инструмента.

Материал режущей части инструмента выбирается исходя из следующих соображений: твёрдосплавные инструменты применяют при скоростном резании для получения высокого класса чистоты поверхности и при обработке заготовок из твёрдых и закалённых материалов; инструменты, оснащённые однокарбидными твёрдыми сплавами, применяют для обработки чугуна и цветных металлов, двухкарбидными – для обработки сталей; инструменты из быстрорежущей стали применяют в тех случаях, когда нельзя применить твёрдые сплавы или конструкции инструмента более сложная: сталь P6M5 применяют для всех инструментов, которые обрабатывают материалы с твёрдостью 62 – 65 HRC; сталь P9K10 применяют для всех инструментов для обработки материалов с твёрдостью 63 – 66 HRC; сталь P8M3K5 применяют для всех видов инструмента для обработки материалов с твёрдостью 68 – 70 HRC.

Все материалы в соответствии с их основными свойствами, назначением и химическим составом разбиты на 14 групп (таблица 3), каждая из которых разделена на подгруппы, объединяющие материалы, близкие по свойствам [10].

Материал режущей части инструмента выбирается исходя из точности обработки поверхностей и свойств обрабатываемого материала деталей. Рекомендации по выбору инструментального материала в зависимости от группы материала представим в таблице 4. Марки инструментальных материалов выбираются по физико-механическим свойствам инструментальных материалов [10].

Особенности обработки металлорежущего инструмента. Стружечные канавки на инструментах обрабатывают фрезерованием или вышлифовывают. Прямые канавки фрезеруют на горизонтально-фрезерных станках, винтовые — на универсально-фрезерных или специальных станках. При фрезеровании используют делительные головки и делительные приспособления. В серийном производстве применяют многошпиндельные делительные головки. В крупносерийном производстве фрезерование стружечных канавок производят на специальных фрезерных станках, полуавтоматах и автоматах [2, 3, 4].

Стружечные канавки в зависимости от их формы, обрабатывают фасонными или угловыми фрезами. Прямые стружечные канавки зубьев на цилиндрической поверхности фрезеруют одноугловыми, двухугловыми или фасонными фрезами. При фрезеровании винтовых канавок профиль фрезы и ее положение относительно заготовки определяется в процессе профилирования.

Для изготовления канавок и спинок сверл в зависимости от типов сверл и масштаба производства используют: фрезерование, глубинное шлифование, продольно-винтовой прокат, горячую вальцовку с последующей завивкой, прессование, литье в оболочковые формы и комбинированные способы обра-

ботки.

Фрезерование — наиболее универсальный способ получения винтовых канавок и спинок сверл. Его используют во всех типах производства. Характеризуется он тем, что профиль канавок и спинок образуется фасонными канавочными и спиночными фрезами. В условиях крупносерийного производства сверл диаметром 0,5—60 мм применяют фрезерные автоматы и полуавтоматы. Для фрезерования канавок и спинок сверл на автоматах и полуавтоматах применяют фрезерование одной канавки и одной спинки, фрезерование двух канавок затем двух спинок, одновременное фрезерование двух канавок и двух спинок.

Таблица 3 – Классификация материалов по обрабатываемости резанием

№ группы материалов	Наименование материалов	Коэффициент обрабатываемости резанием
I	Магниевого сплава	0,9-3,0
II	Алюминиевые сплавы	0,6-2,5
III	Медь и медные сплавы	0,8-4,0
IV	Чугуны	0,66-1,45
V	Углеродистые стали	0,34-2,2
VI	Легированные стали	0,17-1,83
VII	Теплоустойчивые стали	1,2-2,0
VIII	Коррозионно-стойкие стали	0,24-1,3
IX	Жаропрочные деформируемые стали	0,45-1,3
X	Коррозионно-стойкие, жаростойкие, жаропрочные деформируемые стали	0,43-1,4
XI	Жаропрочные и жаростойкие деформируемые сплавы на никелиевой основе	0,15-0,45
XII	Жаропрочные литейные сплавы на никелиевой основе	0,1-1,2
XIII	Сплавы на титановой основе	0,4-1,2
XIV	Высокопрочные стали	0,2-0,44

При фрезеровании канавок на торцовых и конических поверхностях режущего инструмента для получения фаски одинаковой ширины по всей длине зуба ось заготовки располагают под некоторым углом, величину которого определяют расчётом в зависимости от угла в плане и переднего угла.

Вышлифовывание — процесс профильного шлифования канавок инструмента, при котором канавки полностью или поэлементно образуются на цельной предварительно закаленной заготовке из быстрорежущей стали или окончательно спеченной заготовке из твердого сплава. Образование стружечных канавок методом вышлифовки применяют на концевом инструменте

диаметром до 15 мм. Для вышлифовки канавок концевого инструмента диаметром до 40 мм и насадного инструмента диаметром до 150 мм создают специальное оборудование. Наибольший эффект достигается при вышлифовке канавок методом глубинного однопроходного шлифования.

В условиях крупносерийного производства рекомендуется для инструмента диаметром более 15 мм применять глубинное шлифование профилей канавок после пластической деформации

Шлифование инструмента по задним поверхностям производится двумя способами: на станках или приспособлениях с затыловочным движением; без затыловочного движения при изготовлении сборного инструмента с образованием задней поверхности по поверхности вращения.

Затачивание — это одна из окончательных технологически операций, в процессе которой обрабатывают передние и задние поверхности инструмента. При затачивании обеспечивается заданная форма режущей кромки, геометрические параметры режущего инструмента и качество его поверхности.

Для повышения производительности рекомендуется производить затачивание с непрерывным контактом. Регламентирование поперечной подачи имеет преобладающее применение в заточных станках. Оно обеспечивает повышение жесткости системы СПИД и точность обработки, улучшает условия самозатачивания шлифовального круга и уменьшает зависимость производительности обработки от степени затуплена круга.

Таблица 4 – Выбор материала инструмента

№ группы материалов	Материал режущей части инструмента			
	I	Быстрорежущие стали нормальной производительности		Быстрорежущие стали высокой производительности
II				
III				
IV				
V				
VI				
VII				
VIII				
IX	Быстрорежущие стали повышенной производительности			
X				
XI				
XII				
XIII				
XIV				

Упругое затачивание режущего инструмента осуществляется введением в систему станок-приспособление—круг-деталь звена пониженной жесткости.

Упругое затачивание обеспечивает стабилизацию динамических и тепловых явлений, сопровождающих процесс резания. Для выполнения упругого затачивания следует применять круги на металлических или керамических связках.

При глубинном затачивании съём припуска при заточке инструмента производят по схеме многопроходного, глубинного или врезного шлифования. При многопроходной обработке припуск снимают за большое число проходов при малой глубине шлифования и повышенной продольной подаче для алмазных, эльборовых и для кругов из электрокорунда и карбида кремния. При глубинном способе весь припуск снимают обычно за один — три прохода при большой глубине шлифования и низкой продольной подаче.

Большинство заточных операций осуществляется механическим шлифованием, при котором съём припуска происходит в результате процесса резания обрабатываемого материала абразивными зёрнами. При электрохимической алмазной обработке совмещается анодное растворение и механическое удаление частиц твёрдого сплава алмазными кругами.

По сравнению с обычной алмазной заточкой электрохимическая заточка обеспечивает повышение производительности обработки и снижение степени затупления шлифовального круга, позволяет обрабатывать инструмент из твёрдого сплава совместно со стальной державкой. Основным недостатком электрохимической обработки является сложность при обслуживании установки.

Основными видами операций является заточка передней и задней поверхностей, доводка фасок и ленточек, заточка элементов, способствующих разделению, завиванию и дроблению стружки.

Инструмент из быстрорежущей стали затачивают по следующим схемам обработки.

- 1.Затачивание кругами из электрокорунда.

- 2.Затачивание кругами из электрокорунда, доводка фасок и ленточек кругами из эльбора.

- 3.Затачивание кругами из эльбора.

Затачивание инструмента с пластинками из твёрдого сплава выполняют по следующим схемам.

- 1.Затачивание стального корпуса кругами из электрокорунда; затачивание твёрдосплавной пластины кругами карбида кремния зеленого; доводка фасок и ленточек алмазными кругами.

- 2.Затачивание кругами одновременно твёрдого сплава и стальной державки; доводка фасок и ленточек алмазными кругами.

- 3.Затачивание одновременно твёрдого сплава и стальной державки алмазными кругами на металлических связках по методу электрохимического шлифования или алмазными кругами на керамических связках.

Примеры технологических процессов изготовления некоторых конструкций осевого инструмента

Технологический процесс изготовления зенкера с коническим хвостовиком сварной конструкции в условиях единичного производства

1. Заготовительная. Отрезать заготовку рабочей части.
2. Заготовительная. Отрезать заготовку хвостовика.
3. Токарная. Подрезать торец рабочей части.
4. Токарная. Подрезать торец хвостовой части.
5. Галтовочная. Очистить заготовку в галтовочном барабане.
6. Токарная. Обточить ступень под сварку.
7. Заготовительная. Сварить заготовки встык.
8. Отжечь заготовку после сварки.
9. Рихтовать заготовку.
10. Дробеструйная. Очистить заготовку от окалины.
11. Токарная. Обточить сварной шов.
12. Токарная. Подрезать торцы, центровать с двух сторон.
13. Токарная. Обточить рабочую часть предварительно, шейку начисто, фаску и заборный конус, обточить конус Морзе.
14. Фрезерная. Фрезеровать лапку.
15. Фрезерная. Фрезеровать зубья по цилиндру.
16. Фрезерная. Фрезеровать затыльную поверхность.
17. Слесарная. Зачистить заусенцы после фрезерования.
18. Клеймильная. Маркировать зенкер.
19. Термическая. Закалить зенкер.
20. Рихтовать зенкер.
21. Очистить от окалины.
22. Слесарная. Зачистить центра.
23. Шлифовальная. Шлифовать канавки
24. Шлифовальная. Полировать канавки.
25. Шлифовальная. Шлифовать конус Морзе.
26. Шлифовальная. Шлифовать рабочую часть.
27. Шлифовальная. Шлифовать заборный конус.
28. Заточная. Заточить зенкер по передней поверхности.
29. Заточная. Заточить зенкер по задней поверхности.
30. Шлифовальная. Шлифовать задние поверхности зубьев.
31. Контрольная. Контроль всех параметров инструмента.

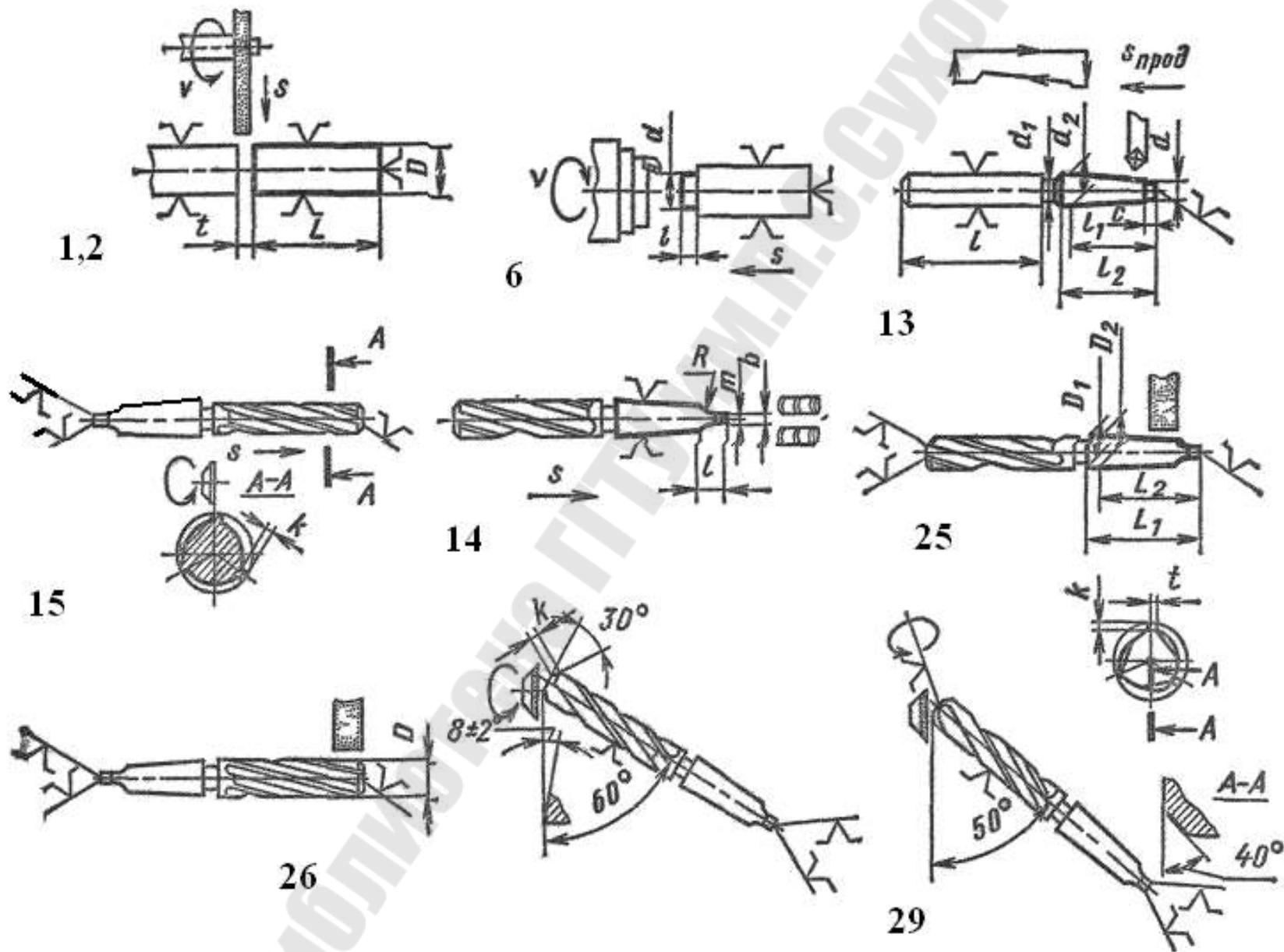


Рисунок 3.1 – Эскизы к технологическому процессу обработки хвостового зенкера

*Технологический процесс изготовления насадной цельной развёртки
в условиях массового производства*

1. Заготовительная. Отрезать заготовку.
2. Токарная. Центровать торец, сверлить отверстие, проточить предварительно наружную поверхность.
3. Токарная. Развернуть конусное отверстие предварительно, предварительно проточить ступень.
4. Токарная. Проточить наружную поверхность предварительно.
5. Токарная. Подрезать торец предварительно и окончательно.
6. Токарная. Проточить наружную поверхность окончательно.
7. Токарная. Снять фаску, развернуть отверстие окончательно, обработать фаску в отверстии.
8. Токарная. Проточить наружную поверхность окончательно, снять фаску, обработать фаску в отверстии.
9. Токарная. Расточить выточку в отверстии.
10. Фрезерная. Фрезеровать шпоночный паз.
11. Фрезерная. Фрезеровать стружечные канавки.
12. Зачистить заусенцы и снять фаски на рёбрах шпоночного паза.
13. Клеймильная. Маркировать развёртку.
14. Термическая. Закалить и отпустить развёртку.
15. Выварить, травить и промыть развёртку.
16. Дробеструйная обработка. Очистить развёртку.
17. Шлифовальная. Шлифовать отверстие.
18. Шлифовальная. Шлифовать по наружному диаметру предварительно и окончательно.
19. Заточная. Заточить передние поверхности зубьев.
20. Заточная. Заточить задние поверхности зубьев на калибрующей части и на заборном конусе.
21. Шлифовальная. Шлифовать обратный конус на калибрующей части.
22. Шлифовальная. Шлифовать зубья развёртки по наружному диаметру.
23. Промыть, сушить, цианировать, охладить, выварить, промыть, пассивировать.
24. Контроль всех параметров.
25. Испытать на работоспособность.
26. Провести антикоррозионную обработку.
27. Упаковать.

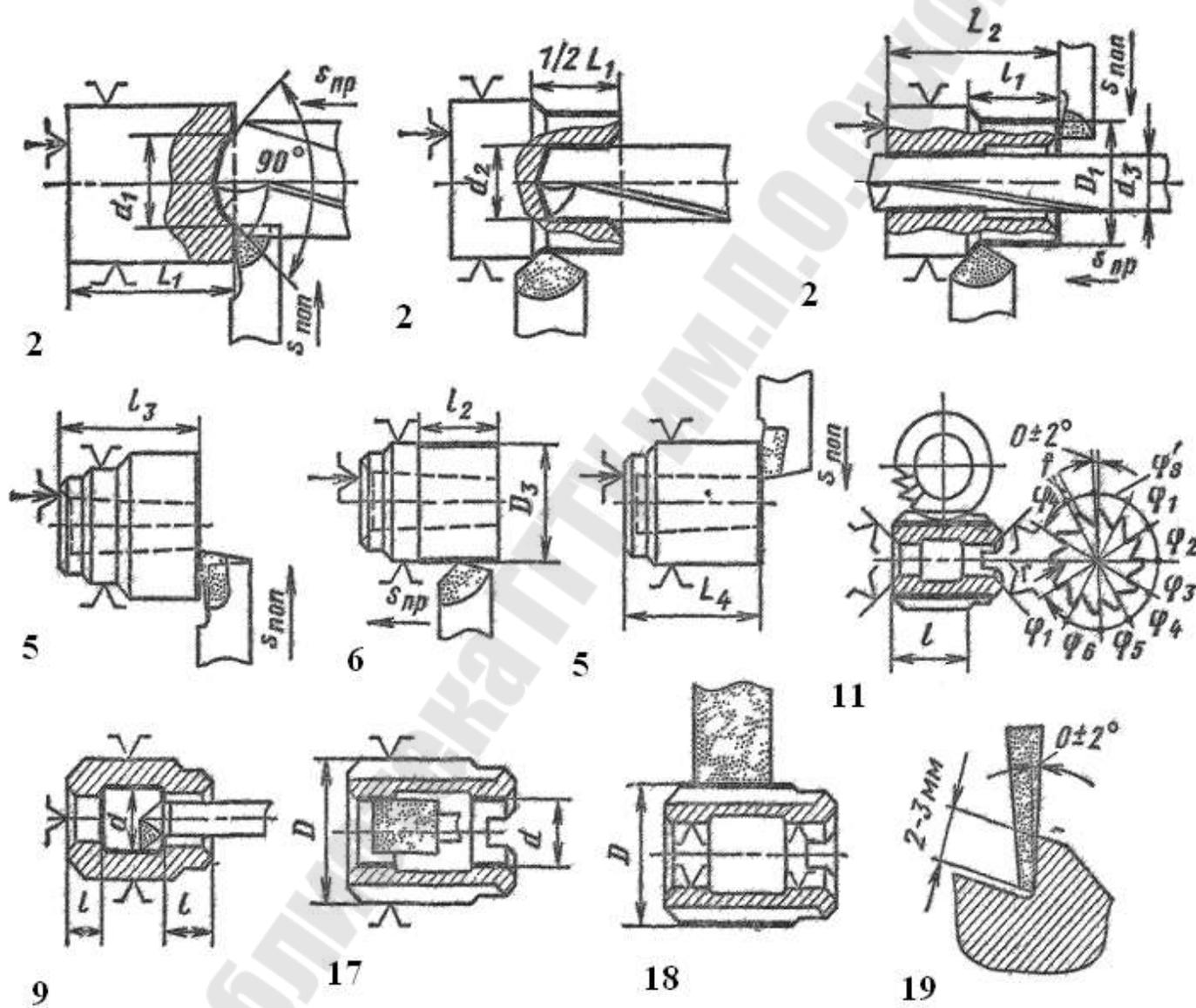


Рисунок 3.2 – Эскизы к технологическому процессу обработки насадной развёртки

*Технологический процесс изготовления червячной
цельной зуборезной фрезы из быстрорежущей стали
в условиях среднесерийного производства*

1. Заготовительная. Отрезать заготовку.
2. Кузнечная. Отковать заготовку.
3. Термическая. Отжечь заготовку.
4. Галтовочная. Очистить заготовку в галтовочном барабане.
5. Токарная. Подрезать торец, сверлить отверстие, рассверлить отверстие, обточить наружную поверхность.
6. Токарная. Подрезать другой торец, обточить оставшуюся часть наружной поверхности.
7. Токарная. Подрезать торец, расточить отверстие и выточку, снять фаску, развернуть отверстие.
8. Токарная. Подрезать другой торец, снять фаску.
9. Токарная. Обточить наружную поверхность, обточить буртик с образованием радиуса и снять фаски с одной стороны.
10. Токарная. Обточить буртик с образованием радиуса и снять фаски с другой стороны.
11. Протянуть шпоночный паз.
12. Протянуть отверстие.
13. Слесарная. Зачистить заусенцы и снять фаски на торцах шпоночного паза.
14. Фрезерная. Нарезать червяк.
15. Фрезерная. Фрезеровать канавки по цилиндру.
16. Слесарная. Зачистить заусенцы после фрезерования.
17. Маркировочная. Клеймить.
18. Термическая. Нормализовать.
19. Дробеструйная. Очистить от окалины.
20. Шлифовальная. Шлифовать отверстие предварительно.
21. Шлифовальная. Шлифовать торец предварительно с одной стороны.
22. Шлифовальная. Шлифовать торец предварительно с другой стороны.
23. Заточная. Заточить переднюю поверхность предварительно.
24. Токарная. Затыловать профиль зубьев.
25. Фрезерная. Срезать неполную нитку зубьев с одной стороны.
26. Фрезерная. Срезать неполную нитку зубьев с другой стороны.
27. Термическая. Закалить.
28. Дробеструйная. Очистить от окалины.
29. Шлифовальная. Шлифовать отверстие.
30. Доводочная. Довести отверстие.
31. Шлифовальная. Шлифовать буртик с радиусом и торец буртика с одной стороны.
32. Шлифовальная. Шлифовать буртик с радиусом и торец буртика с другой стороны.
33. Заточная. Заточить передние поверхности зубьев.
34. Шлифовальная. Шлифовать профиль зубьев.

35.Контрольная. Испытать фрезу нарезкой зубьев на кольце.

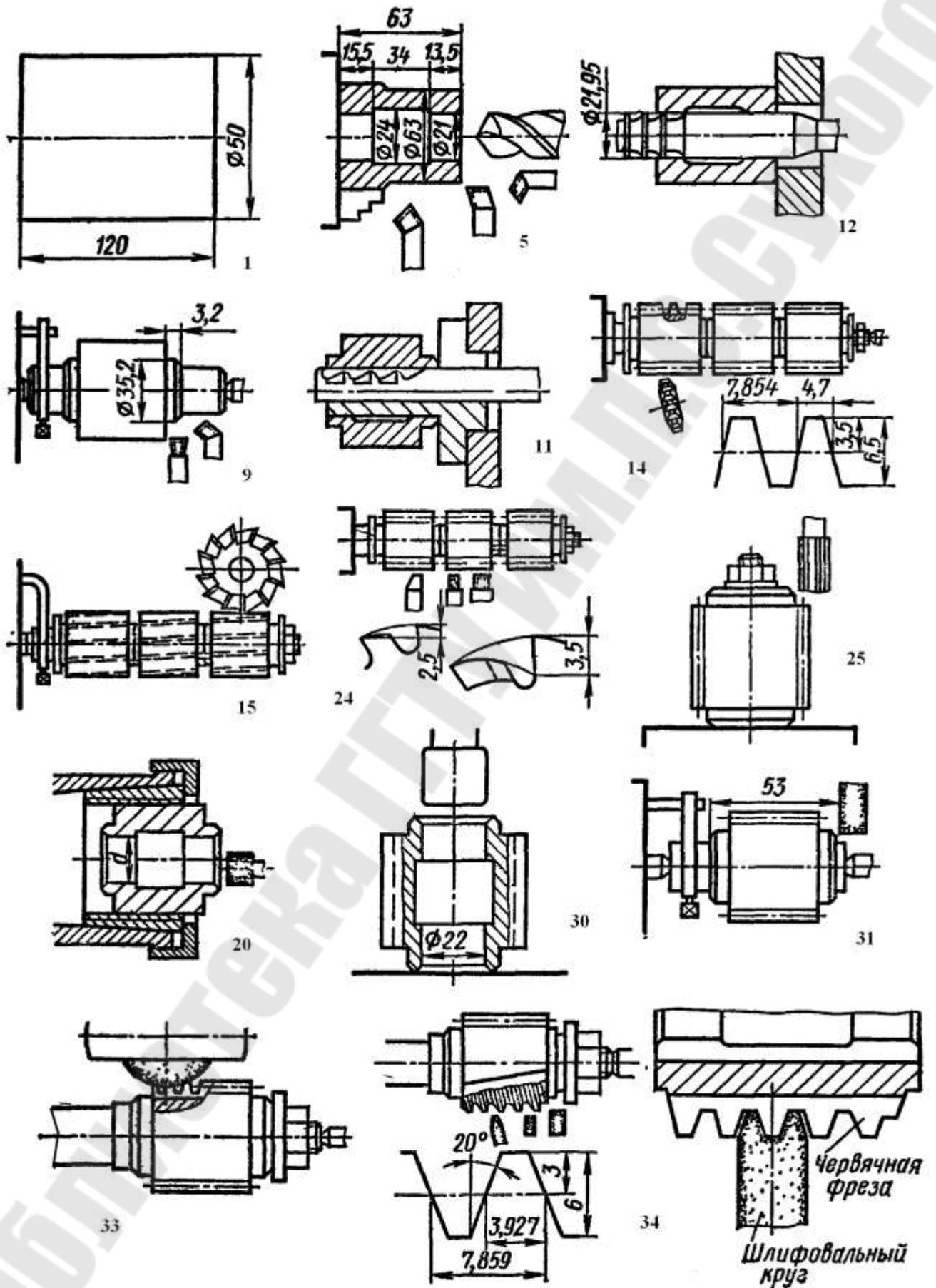


Рисунок 3.3 – Эскизы к технологическому процессу изготовления червячной фрезы

*Технологический процесс изготовления дискового цельного
зуборезного долбяка из быстрорежущей стали
в условиях единичного производства*

1. Заготовительная. Отрезать заготовку.
2. Кузнечная. Отковать заготовку.
3. Термическая. Отжечь заготовку.
4. Галтовочная. Очистить заготовку в галтовочном барабане.
5. Токарная. Подрезать торец, сверлить отверстие, обточить наружный диаметр до кулачков.
6. Токарная. Подрезать другой торец, обточить оставшуюся часть наружного диаметра.
7. Токарная. Подрезать торец, расточить отверстие и выточку, проточить кольцевую канавку, расточить канавку в выточке, обточить конус под углом 5° , снять фаску в отверстии.
8. Токарная. Подрезать другой торец, снять фаску по отверстию, обточить конус.
9. Токарная. Обточить наружный диаметр на конус под углом 6° .
10. Фрезерная. Фрезеровать профиль зубьев.
11. Слесарная. Снять заусенцы.
12. Термическая. Закалить.
13. Дробеструйная. Очистить от окалины.
14. Шлифовальная. Шлифовать зубья по передней поверхности.
15. Шлифовальная. Шлифовать опорный торец.
16. Размагнитить.
17. Притирочная. Притереть опорный торец.
18. Шлифовальная. Шлифовать отверстие.
19. Шлифовальная. Шлифовать внутренний торец.
20. Доводочная. Довести отверстие.
21. Доводочная. Довести внутренний торец.
22. Шлифовальная. Шлифовать передний угол предварительно.
23. Шлифовальная. Шлифовать задний угол предварительно.
24. Шлифовальная. Шлифовать профиль зубьев предварительно.
25. Шлифовальная. Шлифовать профиль зубьев окончательно.
26. Шлифовальная. Шлифовать задний угол окончательно.
27. Шлифовальная. Снять фаски на вершине зубьев.
28. Маркировочная. Клеймить.
29. Полировальная. Полировать профиль зубьев и опорных торцов.
30. Шлифовальная. Шлифовать передний угол окончательно.
31. Шлифовать скос окончательно.
32. Контроль.
33. Антикоррозийная обработка.
34. Упаковать.

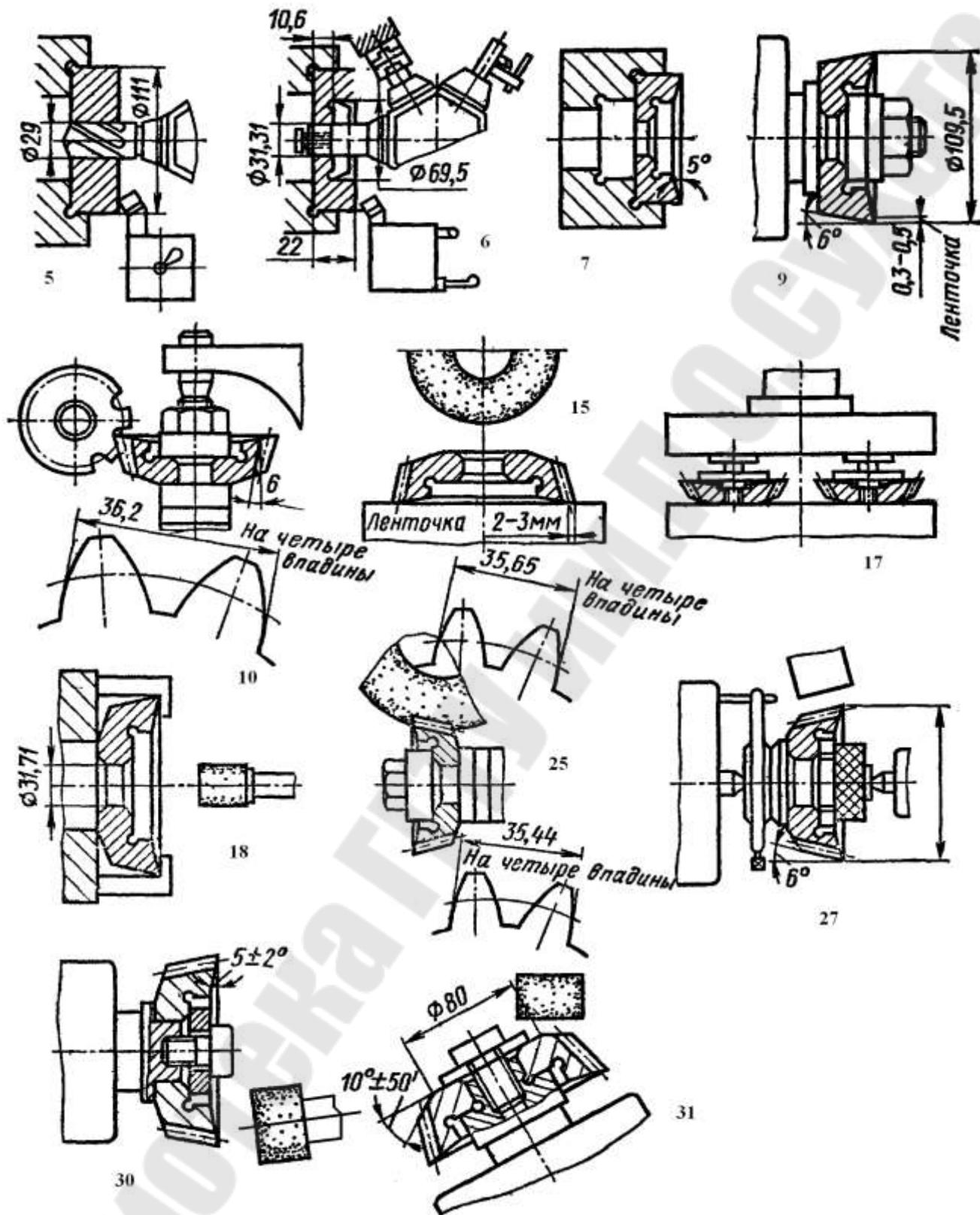


Рисунок 3.4 – Эскизы к технологическому процессу изготовления дискового долбяка

Содержание отчёта

1. Рабочий чертёж заданного инструмента с техническими требованиями на его изготовление.
2. Описание особенностей заданного инструмента.
3. Выбор заготовки.

4. Выбор оборудования и режущего инструмента.
5. Маршрутный технологический процесс производства заданного инструмента.
6. Расчёт режимов резания на типовые операции обработки.
7. Технологический процесс изготовления заданного инструмента (заполненные операционные карты и карты эскизов по приложению).

Контрольные вопросы

1. Назовите конструктивные особенности режущего инструмента?
2. Назовите характерные виды заготовок для металлорежущего инструмента?
3. Назовите основные циклы производства металлорежущего инструмента?
4. Назовите уровни технологии изготовления металлорежущего инструмента и опишите их?
5. Расскажите общую последовательность изготовления режущего инструмента?
6. Как производится выбор оборудования при изготовлении режущего инструмента?
7. Как производится выбор режущего инструмента при производстве осевого металлорежущего инструмента?
8. Назовите особенности обработки зубьев и винтовых канавок режущего инструмента?
9. Назовите особенности заточки режущего инструмента?
10. Расскажите технологический процесс изготовления заданного инструмента?

Список литературы

1. Королёв В.А., Зотов П.М., Марголин Л.С. Справочник инструментальщика – Минск: Издательство «Беларусь», 1976. – 416 с., ил.
2. Палей М.М. Технология производства металлорежущих инструментов – М.: Машиностроение, 1982. – 256 с., ил.
3. Барсов А.И. Технология инструментального производства – М.: Машиностроение, 1975. – 272 с., ил.
4. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения – Минск: Высшая школа, 1983. – 256 с., ил.
5. Ординарцев И.А. Справочник инструментальщика – Ленинград: Машиностроение, 1987. – 848 с., ил.
6. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Том 2 – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с., ил.
7. Михайлов М.И., Карпов А.А., Шабакеева З.Я. Лабораторный практикум по дисциплине «Технология инструментального производства» для студентов специальности 1-36 01 03. Разработка технологических процессов осевого инструмента и фрез. – Гомель: УО ГГТУ имени П.О. Сухого, 2009 год. – 22 с.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

по практической работе № 4 по дисциплине
«Оборудование и технология инструментального
производства»

1. Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 4010 – 77 по типу производства крупносерийное $d = 20$ мм, $L = 100$ мм, $\ell = 60$ мм.

2. Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 4010 – 77 по типу производства среднесерийное $d = 18$ мм, $L = 100$ мм, $\ell = 50$ мм.

3. Сверло спиральное сварное с коническим хвостовиком по ГОСТ 10903 – 77 по типу производства мелкосерийное $d = 50$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 100$ мм, Конус Морзе № 6.

4. Сверло спиральное сварное с коническим хвостовиком по ГОСТ 10903 – 77 по типу производства среднесерийное $d = 40$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 100$ мм, Конус Морзе № 6.

5. Сверло шнековое с цилиндрическим хвостовиком по типу производства мелкосерийное $d = 20$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 120$ мм.

6. Сверло шнековое с цилиндрическим хвостовиком по типу производства среднесерийное $d = 30$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 120$ мм.

7. Зенкер с коническим хвостовиком сварной конструкции по ГОСТ 12489 – 71 по типу производства среднесерийное $d = 40$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 100$ мм, Конус Морзе №5.

8. Зенкер с коническим хвостовиком сварной конструкции по ГОСТ 12489 – 71 по типу производства крупносерийное $d = 30$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 100$ мм, Конус Морзе №5.

9. Зенкер насадной цельный по ГОСТ 12489 – 71 по типу производства крупносерийное $d = 80$ мм, $L = 60$ мм, $d_0 = 32$ мм.

10. Зенкер насадной цельный по ГОСТ 12489 – 71 по типу производства мелкосерийное $d = 70$ мм, $L = 70$ мм, $d_0 = 32$ мм.

11. Зенковка цилиндрическая сварной конструкции с коническим хвостовиком с направляющей цапфой по ГОСТ 15599 – 70 по типу производства мелкосерийное $d = 40$ мм, $L = 220$ мм, Конус Морзе №4, $d_{ц} = 12$ мм.

12. Зенковка цилиндрическая сварной конструкции с коническим хвостовиком с направляющей цапфой по ГОСТ 15599 – 70 по типу производства крупносерийное $d = 30$ мм, $L = 200$ мм, Конус Морзе №4, $d_{ц} = 12$ мм.

13. Развёртка машинная с коническим хвостовиком сварной конструкции по ГОСТ 1672 – 71 по типу производства крупносерийное $d = 40$ мм, $L = 220$ мм, Конус Морзе №3.

14. Развёртка машинная с коническим хвостовиком сварной конструкции по ГОСТ 1672 – 71 по типу производства мелкосерийное $d = 46$ мм, $L = 200$ мм, Конус Морзе №3.

15. Развёртка машинная цельная насадная по ГОСТ 1672 – 71 по типу производства среднесерийное $d = 50$ мм, $L = 42$ мм, $d_0 = 30$ мм.

16. Развёртка машинная цельная насадная по ГОСТ 1672 – 71 по типу производства крупносерийное $d = 40$ мм, $L = 40$ мм, $d_0 = 30$ мм.

17. Развёртка коническая с цилиндрическим хвостовиком сварной конструкции по ГОСТ 11184 – 71 по типу производства мелкосерийное $d = 80$ мм, $d_1 = 71$, $L = 340$ мм, $L_1 = 180$ мм.

18. Развёртка коническая с цилиндрическим хвостовиком сварной конструкции по ГОСТ 11184 – 71 по типу производства массовое $d = 70$ мм, $d_1 = 68$, $L = 300$ мм, $L_1 = 160$ мм.

19. Развёртка коническая с цилиндрическим хвостовиком сварной конструкции по ГОСТ 11184 – 71 по типу производства крупносерийное $d = 60$ мм, $d_1 = 54$, $L = 260$ мм, $L_1 = 160$ мм.

20. Зенкер с коническим хвостовиком сварной конструкции по ГОСТ 12489 – 71 по типу производства крупносерийное $d = 32$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 120$ мм, Конус Морзе №4.

21. Сверло спиральное сварное с коническим хвостовиком по ГОСТ 10903 – 77 по типу производства крупносерийное $d = 50$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 100$ мм, Конус Морзе № 5.

22. Зенкер с коническим хвостовиком сварной конструкции по ГОСТ 12489 – 71 по типу производства массовое $d = 40$ мм, $L = 220$ мм, $\ell = 120$ мм, Конус Морзе №5.

23. Зенкер насадной цельный по ГОСТ 12489 – 71 по типу производства массовое $d = 70$ мм, $L = 80$ мм, $d_0 = 32$ мм.

24. Развёртка машинная цельная насадная по ГОСТ 1672 – 71 по типу производства среднесерийное $d = 50$ мм, $L = 50$ мм, $d_0 = 30$ мм.

25. Развёртка коническая с цилиндрическим хвостовиком сварной конструкции по ГОСТ 11184 – 71 по типу производства среднесерийное $d = 84$ мм, $d_1 = 74$, $L = 340$ мм, $L_1 = 200$ мм.

26. Зенковка цилиндрическая сварной конструкции с коническим хвостовиком с направляющей цапфой по ГОСТ 15599 – 70 по типу производства крупносерийное $d = 40$ мм, $L = 220$ мм, Конус Морзе №4, $d_{ц} = 12$ мм.

27. Сверло спиральное сварное с коническим хвостовиком по ГОСТ 10903 – 77 по типу производства крупносерийное $d = 50$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 100$ мм, Конус Морзе № 5.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

по практической работе № 5 по дисциплине
«Оборудование и технология инструментального
производства»

1. Фреза концевая с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 17025 – 71 по типу производства среднесерийное $d = 24$ мм, $L = 70$ мм, $\ell = 40$ мм.
2. Фреза концевая с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 17025 – 71 по типу производства мелкосерийное $d = 20$ мм, $L = 70$ мм, $\ell = 40$ мм.
3. Фреза концевая с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 17025 – 71 по типу производства массовое $d = 22$ мм, $L = 70$ мм, $\ell = 40$ мм.
4. Фреза концевая с коническим хвостовиком сварной конструкции по ГОСТ 17026 – 71 по типу производства крупносерийное $d = 63$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 90$ мм, Конус Морзе №5.
5. Фреза концевая с коническим хвостовиком сварной конструкции по ГОСТ 17026 – 71 по типу производства среднесерийное $d = 60$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 90$ мм, Конус Морзе №5.
6. Фреза концевая с коническим хвостовиком сварной конструкции по ГОСТ 17026 – 71 по типу производства массовое $d = 56$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 90$ мм, Конус Морзе №4.
7. Фреза концевая обдирочная сварной конструкции с коническим хвостовиком по ГОСТ 15086 – 69 по типу производства крупносерийное $d = 80$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 100$ мм, Конус Морзе №5.
8. Фреза концевая обдирочная сварной конструкции с коническим хвостовиком по ГОСТ 15086 – 69 по типу производства среднесерийное $d = 70$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 100$ мм, Конус Морзе №5.
9. Фреза концевая обдирочная сварной конструкции с коническим хвостовиком по ГОСТ 15086 – 69 по типу производства массовое $d = 74$ мм, $L = 200$ мм, $\ell = 100$ мм, Конус Морзе №5.
10. Фреза цилиндрическая цельная по ГОСТ 3752 – 71 по типу производства мелкосерийное $d = 80$ мм, $d_o = 40$ мм, $L = 180$ мм.
11. Фреза цилиндрическая цельная по ГОСТ 3752 – 71 по типу производства массовое $d = 90$ мм, $d_o = 40$ мм, $L = 160$ мм.
12. Фреза цилиндрическая цельная по ГОСТ 3752 – 71 по типу производства среднесерийное $d = 100$ мм, $d_o = 40$ мм, $L = 180$ мм.
13. Фреза цилиндрическая цельная по ГОСТ 3752 – 71 по типу производства крупносерийное $d = 100$ мм, $d_o = 40$ мм, $L = 200$ мм.
14. Фреза торцевая насадная по ГОСТ 9304 – 69 по типу производства мелкосерийное $d = 100$ мм, $L = 50$ мм, $d_o = 32$ мм.
15. Фреза торцевая насадная по ГОСТ 9304 – 69 по типу производства массовое $d = 80$ мм, $L = 60$ мм, $d_o = 32$ мм.
16. Фреза торцевая насадная по ГОСТ 9304 – 69 по типу производ-

ства крупносерийное $d = 90$ мм, $L = 50$ мм, $d_o = 32$ мм.

17. Фреза торцевая насадная по ГОСТ 9304 – 69 по типу производства среднесерийное $d = 100$ мм, $L = 60$ мм, $d_o = 32$ мм.

18. Фреза дисковая трёхсторонняя по ГОСТ 3755 – 78 по типу производства крупносерийное $d = 100$ мм, $B = 16$ мм, $d_o = 32$ мм.

19. Фреза дисковая трёхсторонняя по ГОСТ 3755 – 78 по типу производства среднесерийное $d = 120$ мм, $B = 16$ мм, $d_o = 32$ мм.

20. Фреза дисковая трёхсторонняя по ГОСТ 3755 – 78 по типу производства массовое $d = 100$ мм, $B = 16$ мм, $d_o = 32$ мм.

21. Фреза дисковая трёхсторонняя по ГОСТ 3755 – 78 по типу производства единичное $d = 160$ мм, $B = 20$ мм, $d_o = 32$ мм.

22. Фреза дисковая трёхсторонняя с разнонаправленными зубьями по ГОСТ 9474 – 73 по типу производства среднесерийное $d = 120$ мм, $B = 26$ мм, $d_o = 32$ мм.

23. Фреза дисковая трёхсторонняя с разнонаправленными зубьями по ГОСТ 9474 – 73 по типу производства крупносерийное $d = 130$ мм, $B = 20$ мм, $d_o = 32$ мм.

24. Фреза дисковая трёхсторонняя с разнонаправленными зубьями по ГОСТ 9474 – 73 по типу производства массовое $d = 110$ мм, $B = 26$ мм, $d_o = 32$ мм.

25. Фреза дисковая трёхсторонняя с разнонаправленными зубьями по ГОСТ 9474 – 73 по типу производства мелкосерийное $d = 100$ мм, $B = 20$ мм, $d_o = 32$ мм.

26. Фреза дисковая пазовая с затылованными зубьями по ГОСТ 8543 – 71 по типу производства крупносерийное $d = 100$ мм, $d_o = 32$ мм, $B = 16$ мм.

27. Фреза дисковая пазовая с острозаточенными зубьями по ГОСТ 3964 – 69 по типу производства мелкосерийное $d = 100$ мм, $d_o = 32$ мм, $B = 16$ мм.

28. Фреза прорезная дисковая по ГОСТ 2679 – 73 по типу производства крупносерийное $d = 300$ мм, $d_o = 40$ мм, $B = 6$ мм.

29. Фреза полукруглая дисковая выпуклая по ГОСТ 9305 – 69 по типу производства мелкосерийное $d = 160$ мм, $d_o = 32$ мм, $B = 70$ мм.

30. Фреза полукруглая дисковая вогнутая по ГОСТ 9305 – 69 по типу производства крупносерийное $d = 160$ мм, $d_o = 32$ мм, $B = 70$ мм.

31. Фреза торцевая насадная по ГОСТ 9304 – 69 по типу производства крупносерийное $d = 120$ мм, $L = 60$ мм, $d_o = 32$ мм.

32. Фреза дисковая трёхсторонняя по ГОСТ 3755 – 78 по типу производства мелкосерийное $d = 100$ мм, $B = 16$ мм, $d_o = 32$ мм.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

по практической работе № 6 по дисциплине

«Оборудование и технология инструментального производства»

1. Долбяк зуборезный дисковый цельный по ГОСТ 9323 – 79 по типу производства среднесерийное $d_o = 125$ мм, $B = 40$ мм, $m = 5$ мм, $z = 25$.
2. Долбяк зуборезный дисковый цельный по ГОСТ 9323 – 79 по типу производства мелкосерийное $d_o = 160$ мм, $B = 40$ мм, $m = 5$ мм, $z = 32$.
3. Долбяк зуборезный дисковый цельный по ГОСТ 9323 – 79 по типу производства среднесерийное $d_o = 200$ мм, $B = 40$ мм, $m = 10$ мм, $z = 20$.
4. Долбяк зуборезный дисковый цельный по ГОСТ 9323 – 79 по типу производства мелкосерийное $d_o = 126$ мм, $B = 40$ мм, $m = 6$ мм, $z = 21$.
5. Долбяк зуборезный дисковый цельный по ГОСТ 9323 – 79 по типу производства среднесерийное $d_o = 200$ мм, $B = 40$ мм, $m = 5$ мм, $z = 40$.
6. Долбяк зуборезный чашечный цельный по ГОСТ 9323 – 79 по типу производства среднесерийное $d_o = 80$ мм, $B = 60$ мм, $m = 4$ мм, $z = 20$.
7. Долбяк зуборезный чашечный цельный по ГОСТ 9323 – 79 по типу производства мелкосерийное $d_o = 100$ мм, $B = 60$ мм, $m = 5$ мм, $z = 20$.
8. Долбяк зуборезный чашечный цельный по ГОСТ 9323 – 79 по типу производства среднесерийное $d_o = 120$ мм, $B = 60$ мм, $m = 6$ мм, $z = 20$.
9. Долбяк зуборезный чашечный цельный по ГОСТ 9323 – 79 по типу производства мелкосерийное $d_o = 80$ мм, $B = 60$ мм, $m = 8$ мм, $z = 11$.
10. Долбяк зуборезный чашечный цельный по ГОСТ 9323 – 79 по типу производства среднесерийное $d_o = 100$ мм, $B = 60$ мм, $m = 4$ мм, $z = 25$.
11. Долбяк зуборезный хвостовой цельный по ГОСТ 9323 – 79 по типу производства среднесерийное $d_o = 40$ мм, $L = 200$ мм, $m = 2$ мм, $z = 20$, Конус Морзе №3.
12. Долбяк зуборезный хвостовой цельный по ГОСТ 9323 – 79 по типу производства среднесерийное $d_o = 30$ мм, $L = 300$ мм, $m = 3$ мм, $z = 10$, Конус Морзе №3.
13. Долбяк зуборезный хвостовой цельный по ГОСТ 9323 – 79 по типу производства среднесерийное $d_o = 40$ мм, $L = 200$ мм, $m = 4$ мм, $z = 10$, Конус Морзе №3.
14. Дисковая модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 13838 – 68 по типу производства среднесерийное $d_{ao} = 80$ мм, $B = 30$ мм, $m = 2$ мм, $z = 10$, $d = 27$ мм.
15. Дисковая модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 13838 – 68 по типу производства крупносерийное $d_{ao} = 90$ мм, $B = 30$ мм, $m = 3$ мм, $z = 10$, $d = 27$ мм.
16. Дисковая модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 13838 – 68 по типу производства мелкосерийное $d_{ao} = 100$ мм, $B = 30$ мм, $m = 4$

мм, $z = 10$, $d = 27$ мм.

17. Дисковая модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 13838 – 68 по типу производства крупносерийное $d_{ao} = 125$ мм, $B = 30$ мм, $m = 2$ мм, $z = 10$, $d = 32$ мм.

18. Дисковая модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 13838 – 68 по типу производства среднесерийное $d_{ao} = 140$ мм, $B = 30$ мм, $m = 5$ мм, $z = 10$, $d = 32$ мм.

19. Дисковая модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 13838 – 68 по типу производства крупносерийное $d_{ao} = 160$ мм, $B = 30$ мм, $m = 6$ мм, $z = 10$, $d = 40$ мм.

20. Дисковая модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 13838 – 68 по типу производства среднесерийное $d_{ao} = 180$ мм, $B = 30$ мм, $m = 8$ мм, $z = 14$, $d = 40$ мм.

21. Дисковая модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 13838 – 68 по типу производства крупносерийное $d_{ao} = 180$ мм, $B = 30$ мм, $m = 10$ мм, $z = 14$, $d = 40$ мм.

22. Червячная модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 9324 – 80Е по типу производства среднесерийное $d_{ao} = 180$ мм, $L = 165$ мм, $m = 8$ мм, $z = 10$, $d = 50$ мм.

23. Червячная модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 9324 – 80Е по типу производства мелкосерийное $d_{ao} = 200$ мм, $L = 185$ мм, $m = 6$ мм, $z = 10$, $d = 50$ мм.

24. Червячная модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 9324 – 80Е по типу производства среднесерийное $d_{ao} = 225$ мм, $L = 210$ мм, $m = 6$ мм, $z = 10$, $d = 50$ мм.

25. Червячная модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 9324 – 80Е по типу производства мелкосерийное $d_{ao} = 280$ мм, $L = 240$ мм, $m = 8$ мм, $z = 8$, $d = 50$ мм.

26. Червячная модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 9324 – 80Е по типу производства среднесерийное $d_{ao} = 300$ мм, $L = 310$ мм, $m = 6$ мм, $z = 8$, $d = 60$ мм.

27. Червячная модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 9324 – 80Е по типу производства мелкосерийное $d_{ao} = 320$ мм, $L = 340$ мм, $m = 8$ мм, $z = 8$, $d = 60$ мм.

28. Червячная модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 9324 – 80Е по типу производства среднесерийное $d_{ao} = 200$ мм, $L = 300$ мм, $m = 8$ мм, $z = 8$, $d = 50$ мм.

29. Червячная модульная фреза цельная зуборезная по ГОСТ 9324 – 80Е по типу производства мелкосерийное $d_{ao} = 340$ мм, $L = 360$ мм, $m = 10$ мм, $z = 10$, $d = 60$ мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ГГТУ
им. П.О. Сухого

СОГЛАСОВАНО

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УТВЕРЖДАЮ

МАРШРУТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
КАРТА

механической обработки

Консультант _____

Разработал _____

Нормоконтролер _____

Внедрено в производство

Комплект документов соответствует

Акт № _____

Дата _____

ТЛ

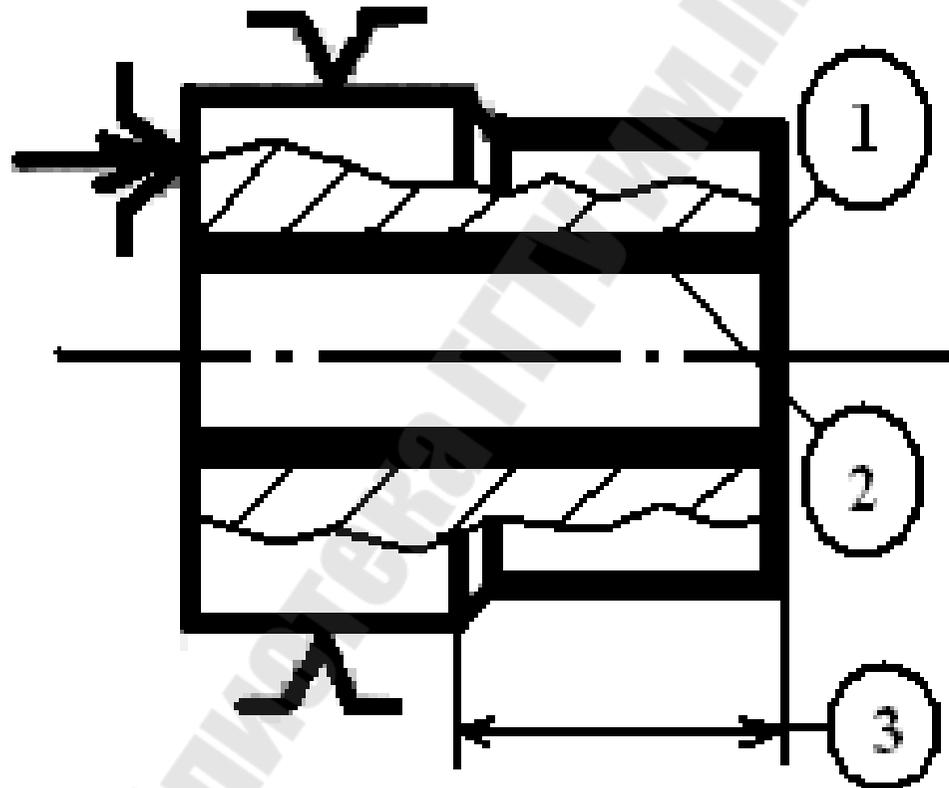
Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
Разраб.						ГГТУ															
Пров.						им. П.О. Сухого															
Н. контр.																					
M01																					
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры				КД	МЗ								
	XXXXX					XXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXX				XX	XX								
	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа												
	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.						
03																					
04 А			005		0400 Перемещение														0,08		
05 Б	Кран-балка Q = 3,5 т																				
06																					
07 А			010		4060 Токарно-винторезная																
08 Б	XXXXXX Станок 16К20																				
09																					
10																					
11																					
12																					
МК																					

Дубл.																						
Взам.																						
Подл.																						
																			010			
Р								ПИ		Д или В		L	t	i	S	n	V					
01																						
02 O	5. Точить наружную поверхность 3.																					
03 T	Резец токарный проходной ГОСТ 18868-73.																					
04 P								4		76		50		2		1		0,8		750		125
05 O	6. Открепить и снять деталь.																					
06 O	7. Контроль рабочим.																					
07 O	8. Уложить деталь в тару.																					
08																						
09																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
OK																						

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Разраб.									
Пров.									
Н. контр.									010



КЭ

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
Разраб.					ГГТУ															
Пров.					им. П.О. Сухого															
Н. контр.																				
M01																				
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры				КД	МЗ							
	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа											
	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.			
03																				
04																				
05																				
06																				
07																				
08																				
09																				
10																				
11																				
12																				
13																				
МК																				

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
Разраб.														
Пров.														
Н. контр.														
Наименование операции			Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Р	ПИ			D или B		L	t	i	S	n	V			
01														
02														
03														
04														
05														
06														
07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
OK														

Р	ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
01								
02								
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
OK								

