

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**

**Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»**

Н.С. АЛЕКСЕЕВ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ
ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЯ С ВЫПОЛНЕНИЕМ
НАЛАДКИ СТАНКА И НАСТРОЙКИ
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ НА РАЗМЕР**

Методические указания к лабораторной работе по курсу "Технология машиностроения" для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения

Рубцовск 2023

УДК 651.757

Алексеев Н.С. Разработка технологической операции обработки отверстия с выполнением наладки станка и настройки приспособления на размер. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Технология машиностроения» для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения /Рубцовский индустриальный институт.- Рубцовск, 2023. – 24 с.

В методических указаниях изложены сведения по проектированию операций механической обработки, позволяющие студентам получить практические навыки в вопросах углубления и закрепления знаний по курсу "Технология машиностроения". Приведен порядок выполнения работы, содержание отчета, рекомендуемый список литературы.

Рассмотрены и одобрены на
заседании кафедры ТиТМиПП
Протокол № 5 от 22.05.2023 г.

Рецензент: гл. технолог Рубцовского
машиностроительного завода

В.В. Чередниченко

Рубцовский индустриальный институт, 2023

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЯ С ВЫПОЛНЕНИЕМ НАЛАДКИ СТАНКА И НАСТРОЙКИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ НА РАЗМЕР

Цель работы - приобретение навыков разработки технологических операций механической обработки, настройки приспособления на заданный размер, а также наладки станка для выполнения операции.

Работа рассчитана на восемь академических часов.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Технологическая операция представляет собой законченную часть технологического процесса, выполненную на одном рабочем месте.

В разработку технологической операции механической обработки детали входит выполнение следующих работ: выбор структуры (схемы) операции, установление рациональной последовательности и совмещения переходов; выбор модели оборудования; выбор технологической оснастки; определение промежуточных припусков и промежуточных размеров; определение режимов резания; определение нормы времени и разряда работы.

1.1 Выбор структуры (схемы) операции

Проектируя технологическую операцию нужно стремиться к уменьшению штучного времени $T_{шт}$. Штучное время сокращается уменьшением ее составляющих и совмещением (перекрытием) времени выполнения нескольких технологических переходов.

При одновременном выполнении элементов основного времени T_o и при совмещении их с элементами вспомогательного времени T_s в состав времени $T_{шт}$ входят лишь наиболее продолжительные (лимитирующие) элементы времени из числа всех совмещаемых.

Структура (схема) построения технологической операции может иметь различные варианты. По количеству установленных в приспособлении станка заготовок различают одно- или многоместную обработку, по количеству применяемых на операции режущих инструментов – одно - или многоинструментную обработку. В зависимости от порядка использования инструментов во времени обработка заготовок при выполнении операции подразделяется на последовательную, параллельную и параллельно-последовательную. Кроме того, обработка может быть одно - или многопозиционной.

Возможности рационального применения этих схем зависят от конкретных условий выполнения операции: мощности применяемого оборудования; возможности размещения на станке режущих инструментов и обрабатываемых заготовок; способа удаления стружки; жесткости частей технологической системы, в том числе и заготовок; требований к точности и качеству

обрабатываемых поверхностей и пр. Все это может накладывать определенные ограничения на применение многоместных и многоинструментальных схем обработки, хотя они обеспечивают, как правило, более высокую производительность. Для достижения высоких точности и качества поверхностей часто применяют одноинструментную одноместную (или многоместную последовательную) схему обработки.

1.2 Установление рациональной последовательности и совмещения переходов

После выбора структуры (схемы) операции формируется её содержание по переходам. Содержание переходов формируется в соответствии с ГОСТ 3.1129-93 «Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции».

Предварительно количество переходов, необходимых для обеспечения заданных требований к качеству детали (плана обработки), рекомендуется определять на основании специальных таблиц точности и качества обрабатываемых поверхностей, приведенных в приложении А. Кроме того, рекомендации по проектированию планов обработки отдельных поверхностей приведены в [1].

При проектировании планов обработки отдельных поверхностей необходимо соблюдать следующие условия: при реализации черновых переходов обрабатываемая поверхность должна становиться точнее на 3 – 4 квалитета, а при реализации чистовых переходов – на 1 – 2 квалитета.

При проектировании планов обработки отдельных поверхностей необходимо стремиться к тому, чтобы при обработке однотипных поверхностей повторяемость методов обработки была максимальной. Соблюдение данного условия позволяет при проектировании технологического процесса использовать одинаковый режущий инструмент, соблюдать принцип единства баз и вести проектирование технологического процесса по принципу концентрации операций.

Записи операций и переходов следует выполнять по ГОСТ 3.1702-79 «Правила записи операций и переходов. Обработка резанием» для операционного описания ТП. Операциям присваиваются трехзначные порядковые номера, например: 000, 005, 010, 015, ..., а переходам - двузначные, например: 01, 02, 03, 04,.... Установы обозначаются заглавными буквами русского алфавита, например: Установ А, Установ Б.

Наименование операции обычно определяется наименованием станка, на котором производится обработка, например: вертикально-сверлильная, токарно-винторезная, зубофрезерная, круглошлифовальная и др.

В содержании операции должны быть отражены все необходимые переходы, выполняемые рабочим-станочником в технологической последовательности при обработке изделия на одном рабочем месте.

В содержание перехода должно входить:

1. Ключевое слово, характеризующее вид обработки, выраженное глаголом неопределенной формы (точить, фрезеровать, сверлить).
2. Наименование обработанной поверхности (отверстие, торец, фаска).
3. Информация по размерам, например: расточить отверстие до $\text{Ø}60^{+0,25}$.
4. Дополнительная информация, которая характеризует одновременно или последовательно обрабатываемые поверхности, например: сверлить четыре отверстия $\phi 25^{+0,2}$ последовательно.

1.3 Выбор модели оборудования

Выбор оборудования производится на стадии разработки маршрутного технологического процесса. Однако при разработке технологической операции возможны некоторые изменения и уточнения модели применяемого на операции станка ввиду конкретизации структуры (схемы) обработки и содержания переходов.

При выборе модели станка учитываются следующие основные факторы:

- а) возможность обеспечения на станке заданных точности и качества поверхностей обработанных деталей;
 - б) соответствие основных размеров станка габаритам деталей, обработанных по принятой схеме;
 - в) возможность обеспечить заданную, в соответствии с масштабом производства, производительность обработки;
 - г) возможность работы станка на оптимальных режимах резания;
 - д) соответствие мощности станка принятой схеме обработки;
 - е) возможность механизации и автоматизации процесса обработки;
 - ж) возможность снизить себестоимость обработки;
- з) наличие или возможность приобретения станка.

Общие правила выбора технологического оборудования регламентируются ГОСТ 14.404-73 «Правила определения уровня автоматизации решения задач технологической подготовки производства».

Рекомендации по выбору модели оборудования для конкретных операций представлены в [2,3].

1.4 Выбор технологической оснастки

После разработки последовательности и содержания операций приступают к выбору и назначению средств технологической оснастки. К технологической оснастке относятся приспособления, режущий, вспомогательный и измерительный инструменты.

Приспособление для установки и закрепления заготовки на станке выбирается или проектируется одно на операцию в целом. При этом на каждый переход назначается свой режущий инструмент, измерительный инструмент для контроля получаемых размеров поверхности и вспомогательный инструмент (при необходимости) для закрепления режущего инструмента в

шпинделе станка.

Выбор технологической оснастки производится по ГОСТ 14.305-73 «Правила выбора технологической оснастки».

Выбор приспособлений и инструментов для конкретных операций производится на основе анализа их типовых конструкций, приводимых в соответствующих альбомах и справочниках [4-10].

1.4.1 Выбор станочных приспособлений

Станочные приспособления выполняют функцию точной ориентации заготовки относительно рабочих органов станка (стола и шпинделя) и надёжного закрепления заготовки, обеспечивающего неподвижность её под действием сил резания.

Для нужд машиностроения выпускается значительное количество универсальных станочных приспособлений (токарные патроны, тиски, кондукторы и т.п.), которые рассчитаны на достаточно широкую область применения и широкий диапазон размеров закрепляемых заготовок.

Большое разнообразие конструкций деталей очень часто требует применения специальных станочных приспособлений, рассчитанных на обработку только какой-то определённой детали и только на определённой операции. Такие приспособления проектируются и изготавливаются в индивидуальном порядке.

Помимо этих двух крайних разновидностей существует большое количество приспособлений с промежуточным уровнем специализации: универсально-наладочные приспособления (УНП), сборно-разборные приспособления (СРП), универсально-сборные приспособления (УСП) и т. п.

Для подбора приспособлений существует большое количество каталогов и справочников [4-8].

1.4.2 Подбор режущего и вспомогательного инструмента

Выбор режущего инструмента, его конструкции и размеров определяются видом технологической операции (точение, фрезерование, развёртывание и др.), размерами обрабатываемой поверхности, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и величиной шероховатости поверхности. Основную массу режущих инструментов составляют конструкции нормализованного и стандартизованного инструмента, для подбора которого существуют многочисленные справочники и каталоги отечественных и зарубежных фирм [9,11,12 и др.]. Лишь в крупносерийном и массовом производстве применяются специальные и комбинированные режущие инструменты, проектируемые в индивидуальном порядке.

Первой задачей, решаемой технологом при подборе режущего инструмента, является назначение материала режущей части в строгом соответствии с материалом обрабатываемой детали и его свойствами (главным

образом, твёрдостью). Существуют разного рода рекомендательные таблицы (см. таблицу Б.1 приложения Б). Общие же рекомендации следующие. Основным материалом современных режущих инструментов являются металлокерамические твёрдые сплавы, применяемые в виде сменных многогранных пластин (СМП). Этими пластинами оснащаются не только резцы, но и многолезвийные инструменты: расточные головки, зенкеры, развёртки, фрезы почти всех видов. Лишь для изготовления мелкого и/или сложнофасонного инструмента применяются быстрорежущие стали (фасонные резцы для прутковых автоматов, резьбонарезной и зуборезный инструмент, фасонные фрезы). Для абразивного инструмента, помимо обычного электрокорунда, всё шире должны применяться синтетические сверхтвёрдые материалы на основе кубического нитрида бора.

В конструкции инструментов пайка твердосплавных пластин должна заменяться их механическим креплением. Пайку использовать только в мелкоразмерных конструкциях.

После установления материала режущей части инструмента, необходимо определить основные геометрические параметры заточки режущего лезвия: передний и задний углы, главный и вспомогательный углы в плане, величину калибрующей ленточки (фаски).

Затем подбираются размерные параметры инструмента: сечение державки для резцов; диаметр, число зубьев и величина режущей части для стержневого инструмента (свёрла, зенкеры, развёртки), диаметр и число зубьев для фрез разных типов.

И последним шагом устанавливаются размеры крепёжной части инструментов: хвостовик у стержневых инструментов, диаметр посадочного отверстия для насадных инструментов.

Большинство режущих инструментов не может быть установлено на станке без использования вспомогательного инструмента: втулки для свёрл, оправки для фрез и т.п. Поэтому при подборе технологического оснащения необходимо также подобрать соответствующий **вспомогательный инструмент**. Путём сопоставления посадочного размера шпинделя станка и размеров хвостовика или диаметра посадочного отверстия режущего инструмента подбирают подходящий вспомогательный инструмент. Для всех групп металлорежущих станков существует определённая номенклатура вспомогательных инструментов. Рассмотрим некоторые из них.

Сверлильные станки для установки режущих инструментов имеют в шпинделе коническое отверстие со стандартными размерами конуса Морзе по ГОСТ 25557-82 «Конусы инструментальные. Основные размеры». В конусном отверстии предусмотрено окно для клина, применяемого при извлечении инструмента, а также паз для замка лапки свёрла.

В случае если размер конуса инструмента не совпадает с размерами конуса шпинделя, применяют переходные втулки – одну или несколько. Инструменты с цилиндрическим хвостовиком устанавливают в сверлильные патроны, которые имеют соответствующие цанговые зажимы или кулачковые зажимы

[11,12].

Для быстрой смены инструмента на ходу станка применяют специальные быстросменные патроны, а для установки развёрток используют так называемые плавающие патроны, допускающие некоторую свободу смещения инструмента в радиальном направлении.

Для станков с ЧПУ используются унифицированные инструментальные державки, обеспечивающие автоматическую смену инструмента [13].

1.4.3 Подбор контрольно-измерительного инструмента

Выбор измерительных средств зависит главным образом от масштаба производства. В единичном и мелкосерийном производстве применяют универсальные средства контроля и измерений (штангенциркули, микрометры, микрометрические нутромеры и т.п.). В крупносерийном и массовом производстве используют специальные средства (калибры-скобы, калибры-пробки, шаблоны и т.д.), а универсальные средства применяют для наладки и контроля технологического процесса (наборы мерных плиток, индикаторы и т.п.).

Из всех видов погрешностей изготовления деталей наиболее часто в производственных условиях требуется контролировать погрешность размеров поверхностей и точность их взаимного расположения. Реже возникает необходимость контролировать шероховатость поверхности, ещё реже – погрешность формы.

При выборе измерительных средств следует учитывать допускаемую погрешность измерения $\Delta_{\text{изм}}$, которая зависит от допуска IT на изготовление изделий. Для размеров до 500 мм установлены ряды погрешностей измерения для 2-17 – го квалитетов (см. таблицу В.1 приложения В). В случае несовпадения с указанными в таблице В1 приложения В допусками на изготовление допускаемую погрешность измерения следует выбирать по ближайшему меньшему значению IT. Для грубых квалитетов допускаемая погрешность измерения составляет около 20 %, а для точных квалитетов – около 35 % от допуска на изготовление.

Так предельные погрешности измерения наружных линейных размеров контактными средствами в диапазоне 80...120 мм составляют: для штангенциркулей 100...200 мкм, для индикаторов часового типа 10...20 мкм; для гладких микрометров 10...15 мкм; для рычажных микрометров и скоб 5...15 мкм; для узкопредельных индикаторов 2...4 мкм; для рычажно-зубчатых головок 2,5 мкм и т.п. В таблице Г.1 приложения Г указаны наивысшие квалитеты, которые могут быть измерены теми или иными средствами измерений.

Установленные стандартом погрешности измерения являются наибольшими, которые можно допускать при измерении. Они включают как случайные, так и неучтённые систематические погрешности измерения (погрешности измерительных средств, установочных мер, базирования,

температурных деформаций и т.д.). Значения размеров, полученных при измерении с погрешностью, не превышающей установленной стандартом, принимают за действительные.

При выборе средств контроля прежде всего исходят из вида и формы контролируемой поверхности: цилиндрическая или коническая, внутренняя или наружная, резьбовая или шлицевая и т.д. Все методы контроля или средств измерения подразделяются именно с точки зрения того, что необходимо измерить. В справочниках [11,12] приведены наиболее часто используемые на рабочих местах средства контроля.

Выбор конкретного средства измерения производится с учётом допускаемой погрешности измерений.

1.4 Определение промежуточных припусков и промежуточных размеров

Припуски на выполнение технологических переходов могут быть определены двумя методами: расчетно-аналитическим или опытно-статистическим.

Расчетно-аналитический метод предусматривает суммирование составляющих промежуточных припусков, необходимых для устранения погрешностей, возникающих на предыдущем (смежном) переходе или операции и характеризующихся высотой микронеровностей поверхности, глубиной дефектного поверхностного слоя, суммарными отклонениями расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности, соосности), а также для устранения погрешностей установки детали, обрабатываемой во время данного перехода или операции.

Общий припуск является суммой промежуточных припусков на выполнение всех технологических переходов при обработке поверхности.

Определение припусков опытно-статистическим методом производится по таблицам стандартов на получение соответствующих видов заготовок (отливок, поковок и др.) и справочным данным [11,12].

На основании расчета или выбора по таблицам промежуточных припусков определяются промежуточные размеры заготовки, которые должны быть получены при выполнении каждого технологического перехода при обработке поверхности. На промежуточные размеры устанавливаются допуски.

1.5 Определение режимов резания

Режимы резания для выполнения технологических переходов могут быть определены расчетно-аналитическим методом или по нормативам. В первом случае расчет режимов резания производится по эмпирическим формулам для соответствующих методов обработки [11]. Нормативы на режимы резания для различных видов механической обработки, проводимой в условиях разных типов производств, приводятся в справочной литературе [14,15].

Последовательность расчета режимов резания при сверлении, зенкерования и развёртывании отверстий на вертикально-сверлильных станках следующая:

- определить глубину резания t , мм; определяется для различных видов обработки по формулам, приведенным в справочнике [16];

- выбрать по таблицам справочника [11] теоретическую подачу на оборот $S_{0.T}$, мм/об;

- откорректировать по паспорту станка подачу на оборот $S_{0.см}$, мм/об, приняв ближайшую меньшую (см. приложение Д);

- рассчитать теоретическую скорость резания V_T , м/мин, по эмпирической формуле [17], выбирая по таблицам справочника табличную скорость резания $V_{табл}$ и поправочные коэффициенты K_1 , K_2 и K_3 ;

- определить теоретическую частоту вращения инструмента n_T , об/мин, по формуле

$$n_T = 1000V_T / \pi D; \quad (1)$$

- откорректировать по паспорту станка частоту вращения, приняв ближайшую меньшую $n_{см}$, об/мин (см. таблицу Д1, приложение Д).

1.6 Нормирование технологических операций

Одним из основных требований при проектировании технологических операций является требование минимума затрат труда на ее выполнение. Критерием оценки трудоемкости для единичного и серийного производства является норма штучно-калькуляционного $T_{ш-к}$, мин, времени [18]:

$$T_{ш-к} = T_{шт} + T_{п.з}/n_з, \quad (2)$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{п.з}$ – норма подготовительно-заключительного времени на партию обрабатываемых заготовок, мин;

$n_з$ – количество заготовок в обрабатываемой партии, шт.

При техническом нормировании в единичном и серийном производстве норма штучного времени $T_{шт}$, мин, подсчитывается по формуле

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{обс} + T_{отд} = T_{оп} + T_{обс} + T_{отд}, \quad (3)$$

где T_o – основное (технологическое) время;

T_e – вспомогательное время;

$T_{оп} = (T_o + T_e)$ – оперативное время;

$T_{обс}$ – время обслуживания рабочего места;

$T_{отд}$ – время перерывов на отдых и личные надобности.

Слагаемые штучного времени $T_{обс}$ и $T_{отд}$ в формуле (3) определяются в

процентах к оперативному времени по таблицам нормативов по техническому нормированию [19].

В норму штучного времени не включаются затраты времени на работы, которые могут быть выполнены в течение автоматической работы оборудования, т.е. могут быть перекрыты основным временем.

При нормировании величина подготовительно-заключительного времени $T_{п.з}$ определяется по нормативам [19] с учетом типоразмера станка, приспособления, конструкции и массы обрабатываемой заготовки и т.п.

В условиях массового производства в качестве нормы времени принимается величина нормы штучного времени, определяемая по формуле [18]

$$T_{шт} = T_o + T_в + T_{тех} + T_{орг} + T_{отд}, \quad (4)$$

где $T_{тех}$ – время на техническое обслуживание рабочего места; рассчитывается по формулам, приведенным в нормативах по техническому нормированию [20];

$T_{орг}$ – время на организационное обслуживание рабочего места; определяется в процентах к оперативному времени по таблицам нормативов по техническому нормированию [20].

Основное время обработки T_o определяется расчетом после установления режимов резания по формуле

$$T_o = L_p i / S_m, \quad (5)$$

где L_p – расчетная длина рабочего хода инструмента, мм;

i – число рабочих ходов в данном переходе;

S_m – минутная подача инструмента (или заготовки) в направлении подачи, мм/мин.

Трансформация уравнения (5) для различных видов обработки приведена в [12,16].

Основное время T_o на выполнение операции зависит от схемы ее построения. Так, при последовательном выполнении переходов в одноместных операциях основное время включает сумму времени выполнения всех переходов:

$$T_o = \sum_{i=1}^n t_{oi}, \quad i = 1 \dots n, \quad (6)$$

где n – количество переходов.

Вспомогательное время $T_в$ операций в единичном и серийном производстве определяется по формуле

$$T_в = T_{yc} + T_{пер} + T_{изм}, \quad (7)$$

где T_{yc} – время установки и снятия заготовки;

$T_{пер}$ – время, связанное с выполнением перехода (или операции) или с обработкой поверхности ;

$T_{изм}$ – время на контрольные измерения.

Элементы вспомогательного времени T_{yc} , $T_{пер}$, $T_{изм}$ в формуле (7) определяются по таблицам нормативов по техническому нормированию [19].

Вспомогательное время T_e операций в массовом производстве рассчитывается по формуле

$$T_e = T_{yc} + T_{упр} + T_{изм}, \quad (8)$$

где $T_{упр}$ – время на приемы управления станком.

Слагаемые вспомогательного времени T_{yc} , $T_{упр}$, $T_{изм}$ в формуле (8) определяются по таблицам нормативов по техническому нормированию [20].

1.7 Оформление технологической документации

Оформление технологической документации производится в соответствии с Единой системой технологической документации (ЕСТД). К технологической документации технологического процесса механической обработки относятся:

МК – маршрутная карта, ГОСТ 3.1118-82, форма 1;

ОК – операционная карта механической обработки, ГОСТ 3.1404-86, формы 3,10,14;

КЭ – карта эскизов, ГОСТ 3.1105-84, форма 7;

ОК – операционная карта технического контроля, ГОСТ 3.1502-85, форма 2.

При выполнении данной практической работы заполняется только карта эскизов и операционная карта механической обработки на заданную операцию.

Содержание и порядок их заполнения предусматривается ГОСТ 3.1404-86 «Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием» и ГОСТ 3.1105-84 «Формы и правила оформления документов общего назначения».

Порядок и последовательность заполнения указанных карт приведены в методических указаниях по оформлению технологической документации [21].

Особое внимание следует уделить оформлению карт эскизов. На эскизах к операциям механической обработки обрабатываемые поверхности на данной операции должны быть выделены и обозначены. Выделение поверхностей производят либо красным цветом, либо утолщенной линией. Обозначение поверхностей – с помощью нумерации арабскими цифрами. При этом номер размера или конструктивного элемента обрабатываемой поверхности проставляют в окружности диаметром 6 - 8 мм и соединяют с размерной или выносной линией.

На эскизе необходимо указывать все размеры с предельными отклонениями и требования к шероховатости обрабатываемых поверхностей. При необходимости на карте эскизов помещают таблицу параметров обрабатываемой поверхности, если она предусмотрена ГОСТом.

Текстовые технические требования, выполняемые на данной операции,

помещают справа от изображения или под ним. Технические требования могут быть выполнены и в виде флажковых обозначений.

Коды деталей, оборудования, приспособлений, режущих, вспомогательных и измерительных инструментов определять в методических указаниях [21].

Заполненные операционная карта и карта эскизов прилагаются к отчету.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В задании для выполнения данной лабораторной работы на рисунке 1 приведен эскиз заготовки с указанием диаметра отверстия, подлежащего обработке ($d = 10 - 25$ мм) с точностью по Н6 - Н7, шероховатостью поверхности по $Ra = 0,08 - 1,6$ мкм, а также расстоянием от торца заготовки до отверстия ($l = 20 - 40$ мм) с точностью по h9.

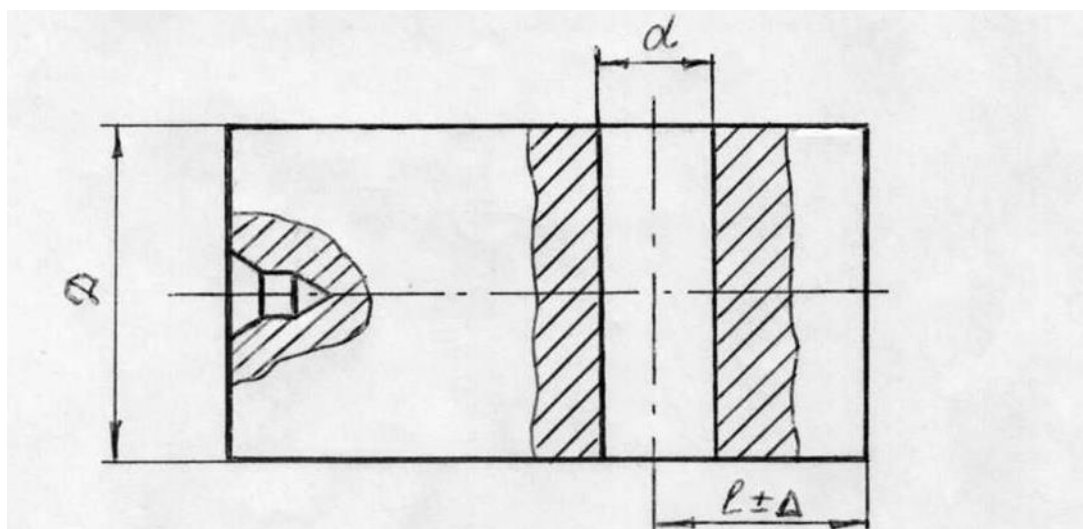


Рисунок 1- Эскиз обрабатываемой заготовки.

На основе исходных данных установить рациональную последовательность переходов при обработке отверстия. Исходя из заданных требований к точности и шероховатости поверхности, в данной работе принята одноместная многоинструментальная последовательная обработка отверстия. При этом используется универсально-сборное приспособление (система УСО), представляющее собой кондуктор с быстросменными втулками (рисунок 2).

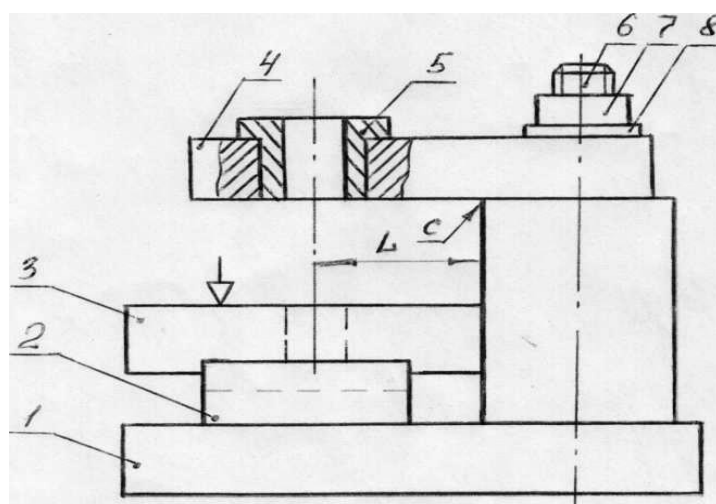


Рисунок 2 - Монтажная схема приспособления: 1 - плита прямоугольная; 2 - призма; 3 - заготовка; 4 - направляющая планка; 5 - быстросменная кондукторная втулка; 6 - болт; 7 - гайка; 8 – шайба.

Набор режущего инструмента и припуски на обработку в заданном в работе интервале диаметров следует выбирать по таблице 1. При обработке отверстия для закрепления режущего инструмента в шпинделе станка необходимо применять переходные втулки.

Таблица 1 - Рекомендуемые диаметры сверл, зенкеров и разверток для обработки отверстий 6-го и 7-го квалитетов точности

Диаметры, мм						
Обрабатываемого отверстия	Сверла	Зенкеров для отверстий квалитетов точности		Разверток для отверстий квалитетов точности		
		Н7	Н6	Н7	Н6	
					черн.	чист.
10	9,8	-	-	10Н7	9,96	10Н6
12	11	11,9	11,79	12Н7	11,95	12Н6
14	13	13,9	13,79	14Н7	13,95	14Н6
16	15	15,9	15,79	16Н7	15,95	16Н6
18	17	17,9	17,79	18Н7	17,94	18Н6
20	18	19,88	19,755	20Н7	19,94	20Н6
22	20	21,88	21,755	22Н7	21,94	22Н6
24	22	23,88	23,755	24Н7	23,94	24Н6

После разработки технологической операции по обработке отверстия производится монтаж приспособления для закрепления обрабатываемой детали и установка переходных втулок для закрепления режущего инструмента. Далее осуществляется настройка приспособления на требуемый размер L, соответствующий середине поля допуска размера в заготовке (см. рисунок 1).

Для обеспечения заданной точности размера необходимо, чтобы при обработке заготовка базировалась своей цилиндрической поверхностью в призме с упором торцом в поверхность С приспособления (см. рисунок 2).

Настройка приспособления на размер производится по схеме, приведенной на рисунке 3, при помощи набора плоско-параллельных концевых мер длины 3 и

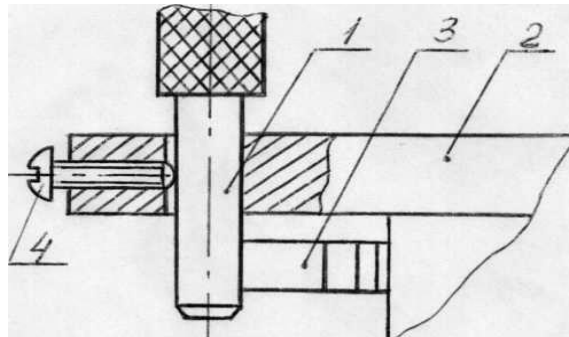


Рисунок 3 - Схема настройки приспособления.

контрольного валика 1. Контрольный валик вставляется в отверстие направляющей планки 2 и смещается при помощи винта 4 в одну сторону. Приспособление устанавливается и закрепляется на столе вертикально-сверлильного станка. Правильность его установки проверяется конической оправкой, которая устанавливается в шпиндель станка и совмещается с отверстием кондукторной втулки.

После наладки станка и настройки приспособления на заданный размер производится обработка отверстия с последовательной сменой инструментов и технический контроль выдерживаемых размеров. Измерение диаметра d производится нутромером. Контроль размера L осуществляется предельной осевой скобой.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3.1 Разработать технологическую операцию:

- а) дать название операции и определить её структуру;
- б) установить рациональную последовательность переходов в операции;
- в) выбрать средства технологического оснащения;
- г) определить промежуточные припуски и промежуточные размеры заготовки;
- д) определить режимы резания;
- е) выполнить нормирование технологической операции;
- ж) заполнить карту эскизов по ГОСТ 3.1105-84, форма 7 и операционную карту по ГОСТ 3.1404-86, форма 3.

3.2 Наладить станок:

- а) смонтировать приспособление на столе станка;
- б) установить переходные втулки;

в) установить режимы резания.

3.3 Настроить приспособление на заданный размер.

3.4 Обработать отверстие у одной детали по спроектированной технологии.

3.5 Проконтролировать выдерживаемые размеры детали.

3.6 Проанализировать полученные результаты.

3.7 Составить отчет.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должны быть приведены следующие данные:

- наименование работы;
- цель работы;
- содержание задания;
- эскиз заготовки;
- выбор структуры (схемы) операции;
- план обработки отверстия;

- выбор модели оборудования;
- выбор технологической оснастки (станочного приспособления, режущего, вспомогательного и измерительного инструмента);
- расчёт промежуточных припусков и промежуточных размеров отверстия;
- расчёт режимов резания;
- расчёт нормы штучно-калькуляционного времени;
- операционная карта и карта эскизов;
- схема настройки приспособления на размер с краткими пояснениями;
- схема контроля обработанной детали с краткими пояснениями;
- результаты измерения обработанной детали;
- выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие исходные данные требуются для разработки операции механической обработки?

2. Какие работы выполняются при проектировании операций механической обработки детали?

3. Какие бывают структуры (схемы) построения технологических операций по количеству установленных на станке заготовок, по количеству используемых на операции режущих инструментов и по порядку использования режущих инструментов во времени?

4. Какая информация должна входить в содержание технологического перехода?

5. Какие основные факторы необходимо учитывать при выборе модели станка на операцию?

6. Какими факторами определяется выбор конструкции режущего инструмента?
7. В чём заключается первая задача, решаемая технологом, при подборе режущего инструмента?
8. Назовите общие рекомендации по назначению режущего материала для режущих инструментов.
9. Для чего используется вспомогательный инструмент на металлорежущих станках?
10. Назовите основную номенклатуру вспомогательного инструмента для металлорежущих станков.
11. Какой измерительный инструмент используется в машиностроении в зависимости от типа производства?
12. Какими методами могут быть определены припуски на выполнение технологических переходов?
13. Какими методами могут быть определены режимы резания на выполнение технологических переходов?
14. Назовите последовательность расчёта режимов резания при обработке отверстий на вертикально-сверлильных станках.
15. Что является критерием оценки трудоёмкости операций для единичного и серийного производства?
16. Назовите структуру (состав) нормы штучного времени для единичного и серийного производства.
17. Какие технологические документы разрабатываются при проектировании операции?
18. Что показывается на технологическом эскизе?
19. В чём заключается наладка станка для выполнения разработанной операции?
20. Как производится настройка приспособления на размер?
21. Как выполняется контроль детали?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник технолога–машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. В 2-х томах, Т.1, 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985. 656 с.
2. Металлорежущие станки: учебник / В.Д. Ефремов [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. – 696 с.
3. Бушуев В.В., Еремин А.В., Какойло А.А., Макаров В.М. Металлорежущие станки: учебник / Под ред. Козочкина М.П. В 2-х т. Том 2. – М.: Машиностроение, 2011. – 586 с.
4. Технологическая оснастка: учебное пособие / В.Н. Матвеев, А.П. Абызов, Н.А. Чемборисов. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 232 с.
5. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1975. - 654 с.

6. Уткин Н.Ф. Приспособления для механической обработки - Л.: Лениздат, 1983. – 175 с.
7. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1979. 303с.
8. Альбом по проектированию приспособлений. Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / Б.М. Базров, А.И. Сорокин, В.А. Губарь [и др.]. - М.: Машиностроение, 1991 – 121 с.
9. Режущий инструмент: учебник для вузов / Под ред. С.В. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 2005. – 528 с.
10. Сергеев А.Г. Метрология. Учеб. пособие для вузов / А.Г. Сергеев, В.В. Крохин. – М.: Логос, 2000. - 408 с.
11. Справочник технолога–машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. В 2-х томах, Т.2, 4–е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
12. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / Под ред. А. А. Панова. М.: Машиностроение, 1988. 736 с.
13. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
14. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: В 2-х томах: Том 1 /А.Д. Локтев, И.Ф. Гуцин, В.А. Батуев и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 640 с.
15. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: В 2–х т.: Т. 2 / А. Д. Локтев, И. Ф. Гуцин, В. А. Батуев и др. – М.: Машиностроение, 1991. 304 с.
16. Серебrenицкий П.П. Краткий справочник станочника. Л.: Лениздат, 1982. 360 с.
17. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. В.В. Барановского - М.: Машиностроение, 1972.- 407 с.
18. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник. 3-е изд., стер.-СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 512 с.
19. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974 - 421 с.
20. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Массовое производство. 3–е изд., М.: Машиностроение, 1974. 136 с.
21. Алексеев Н.С. Оформление технологической документации: Учебно-методическое пособие для студентов бакалавриата машиностроительных направлений всех форм обучения /Рубцовский индустриальный институт , - Рубцовск, РИО, 2021. – 51 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Таблица А1 - Средняя (экономическая) точность и шероховатость поверхностей

Методы обработки	Квалитет	Шероховатость Ra, мкм
Обработка наружных цилиндрических поверхностей		
Точение: черновое	IT14, 13, 12	50; 25; 20; 12,5
получистовое	IT11	10; 6,3; 5; 3,2
чистовое	IT10	5; 3,2; 2,5; 1,6
тонкое	IT9	1,25; 0,8
Шлифование: черновое	IT8	1,25; 0,8
чистовое	IT7	0,63; 0,4
тонкое	IT6	0,32
Обработка внутренних цилиндрических поверхностей		
Сверление и рассверливание	IT14, 13, 12	20; 12,5
Зенкерование: черновое	IT11	10; 6,3
чистовое	IT10	5; 3,2
Развертывание: черновое	IT9	2,5; 1,6
чистовое	IT8	1,25; 0,8
тонкое	IT7	0,63; 0,4
Растачивание: черновое	IT12	20; 12,5
чистовое	IT10	5; 3,2
тонкое	IT8	1,25; 0,8
Хонингование: черновое	IT7	0,63; 0,4
чистовое	IT7	0,32; 0,2
Шлифование: черновое	IT9,8	2,5; 1,6; 1,25
чистовое	IT7,6	0,8; 0,4
тонкое	IT5	0,2; 0,1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

Таблица Б1-Рекомендации по применению инструментальных материалов

Марка материала	Область применения
<i>Углеродистые и легированные инструментальные стали</i>	
У10, У10А	Мелкоразмерный режущий инструмент, зубила
11Х, 11ХФ	Метчики, плашки
ХВСГ	Круглые плашки, развёртки
<i>Быстрорежущие стали</i>	
Р6М5	Для режущего инструмента при обработке углеродистых и легированных конструкционных сталей, предпочтительно для резьбонарезного инструмента
Р6М5К5	Для черновых и получистовых инструментов при обработке легированных и коррозионностойких сталей
Р6М5Ф3	Для чистовых и получистовых инструментов (фасонные резцы, развёртки, протяжки, фрезы) при обработке углеродистых и легированных конструкционных сталей
Р9К5	Для различных инструментов при обработке коррозионностойких сталей и жаропрочных сплавов, а также сталей повышенной твёрдости.
Р9М4К8	Для различных инструментов при обработке высокопрочных, жаропрочных и коррозионностойких сталей и сплавов
<i>Инструментальные твёрдые сплавы</i>	
ВК3	Чистовая и окончательная обработка (точение, нарезание резьбы, размерная обработка отверстий) серого чугуна, цветных металлов и сплавов и неметаллических материалов.
ВК4, ВК6	Черновая и получистовая обработка (точение, фрезерование, рассверливание, зенкерование) серого чугуна, цветных металлов и их сплавов
ВК60М	Чистовая и получистовая обработка твёрдых, отбелённых и легированных чугунов, закалённых сталей, высокопрочных и жаропрочных сталей и сплавов на основе титана, вольфрама и молибдена (точение, растачивание, нарезание резьбы, развёртывание)
Т30К4	Чистовая обработка закалённых и незакалённых углеродистых сталей (точение, нарезание резьбы, развёртывание)
Т15К6	Получистовое точение (непрерывное резание), чистовое точение (возможно прерывистое резание), нарезание резьбы резцами и вращающимися головками, получистовое и чистовое фрезерование, растачивание, развёртывание при обработке углеродистых и легированных сталей.
Т5К10	Черновое точение и фрезерование при неравномерном сечении и прерывистом резании, фасонное точение, отрезка резцами при обработке углеродистых и легированных сталей преимущественно в виде поковок, штамповок и отливок по корке и окалине
ТТ7К12	Тяжёлое черновое точение при неравномерном сечении стальных поковок, штамповок и отливок по корке, с раковинами при наличии песка, шлака и др.; при обработке углеродистых и легированных сталей.

Продолжение таблицы Б1

<i>Безвольфрамовые инструментальные твёрдые сплавы</i>	
ТН-20, КТН-16, КТН-20, КТН-30	Получистовое и чистовое точение и фрезерование углеродистых и легированных сталей с HRC 30...42, хромистых, коррозионностойких и жаропрочных сталей с $\sigma_B = 600...800$ МПа
<i>Минералокерамические инструментальные материалы</i>	
ВО13, ВО18	Чистовое и получистовое точение термически необработанных конструкционных сталей и чугунов
ВОК71, ВОК95, ОНТ-20	Чистовое, получистовое и предварительное точение термически обработанных и закалённых сталей и чугунов
<i>Сверхтвёрдые инструментальные материалы</i>	
Композиты 01 и 02	Тонкое и чистовое точение без ударных нагрузок, торцовое фрезерование деталей из закалённых сталей твёрдостью HRC47...65, чугунов любой твёрдости
Композиты 05 и 06	Чистовое и получистовое точение без ударных нагрузок закалённых сталей HRC 45...62 и чугунов любой твёрдости, торцовое фрезерование чугунов
Композиты 10 и 10Д	Тонкое, чистовое и получистовое точение с ударом и без удара, торцовое фрезерование закалённых сталей и чугунов любой твёрдости

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

Таблица В1-Допускаемая погрешность измерения $\Delta_{\text{изм}}$ при допуске IT

Номи- наль- ные размеры, мм	Квалитеты													
	6		7		8		9		10		11		12	
	IT	$\Delta_{\text{изм}}$	IT	$\Delta_{\text{изм}}$	IT	$\Delta_{\text{изм}}$	IT	$\Delta_{\text{изм}}$	IT	$\Delta_{\text{изм}}$	IT	$\Delta_{\text{изм}}$	IT	$\Delta_{\text{изм}}$
Св. 3 до 6	8	2,0	12	3,0	18	4,0	30	8,0	48	10	75	16	120	30
Св. 6 до 10	9	2,0	15	4,0	22	5,0	36	9,0	58	12	90	18	150	30
Св. 10 до 18	11	3,0	18	5,0	27	7,0	43	10	70	14	110	30	180	40
Св. 18 до 30	13	4,0	21	6,0	33	8,0	52	12	84	18	130	30	210	50
Св. 30 до 50	16	5,0	25	7,0	39	10	62	16	100	20	160	40	250	50
Св. 50 до 80	19	5,0	30	9,0	46	12	74	18	120	30	190	40	300	60
Св. 80 до 120	22	6,0	35	10	54	12	87	20	140	30	220	50	350	70
Св. 120 до 180	25	7,0	40	12	63	16	100	30	160	40	250	50	400	80
Св. 180 до 250	29	8,0	46	12	72	18	115	30	185	40	290	60	460	100
Св. 250 до 315	32	10	52	14	81	20	130	30	210	50	320	70	520	120
Св. 315 до 400	36	10	57	16	89	24	140	40	230	50	360	80	570	120
Св. 400 до 500	40	12	63	18	97	26	155	40	250	50	400	80	630	140

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(справочное)

Таблица Г1- Наивысшие по точности качества, измеряемые приборами
с учётом погрешности их измерения

Наименование прибора	Цена деления, мм	Диапазон размеров изделий, мм						
		Св. 3 до 6	Св. 6 до 18	Св. 18 до 50	Св. 50 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 500
<i>Измерение наружных линейных размеров</i>								
Штангенциркуль	0,1 0,05	16 15	15 15	15 14	16 13	14 13	14 12	14 12
Микрометр: гладкий рычажный	0,01 0,002	9 8	8 7	8 7	9 8	9 8	9 9	9 9
Скоба: индикаторная рычажная	0,01 0,002	11 8	11 7	10 6	9 6	9 7	9 -	10 -
Инструментальный микроскоп	0,005	9	8	7	7	-	-	-
<i>Измерение внутренних линейных размеров</i>								
Штангенциркуль	0,1 0,05	17 16	16 16	15 14	15 14	15 14	15 14	15 14
Микрометрический нутромер	0,01	-	-	-	9	9	9	9
Индикаторный нутромер	0,01 0,002	11 8	11 7	11 7	10 7	9 7	9 7	9 7
То же, повышенной точности	0,001	7	7-6	6	6	6	6	-
Инструментальный микроскоп	0,005	10	9	9	8	7	7	-
Пневматический длинномер с пробкой	0,0005	-	8	7	6	-	-	-

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

Таблица Д1 - Некоторые паспортные данные вертикально-сверлильного станка модели 2А125

Наименование	Значение
Наибольший условный диаметр сверления в стали, мм	25
Число скоростей шпинделя	9
Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту	97 – 1360
Величины чисел оборотов шпинделя в минуту	97, 140, 195, 272, 392, 545, 680, 960, 1360
Число подач шпинделя	9
Пределы подач, мм/об	0,10 – 0,81
Величины подач, мм/об	0,10; 0,13; 0,17; 0,22; 0,28; 0,36; 0,48; 0,62; 0,81
Конус Морзе отверстия шпинделя	3
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	2,2

Алексеев Николай Сергеевич

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ
ОТВЕРСТИЯ С ВЫПОЛНЕНИЕМ НАЛАДКИ СТАНКА И НАСТРОЙКИ
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ НА РАЗМЕР**

Методические указания к лабораторной работе по курсу "Технология машиностроения" для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения

Подписано к печати 29.05.23. Формат 60x84 /16.
Усл. печ. л. 1,5. Тираж 10 экз. Заказ 231906. Рег. № 7.

Отпечатано в ИТО Рубцовского индустриального института
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.