



Edited with the demo version of  
**Infix Pro PDF Editor**

To remove this notice, visit:  
[www.iceni.com/unlock.htm](http://www.iceni.com/unlock.htm)

# ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ Часть 2

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3 (4 ЧАСА)

1. Цель работы - овладеть навыками разработки сверлильной технологической операции в условиях серийного производства

### 2. Литература

#### *Основная*

1. Зайцев Г. Н. Управление качеством. Технологические методы управления качеством изделий [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. Н. Зайцев ; рец.: С. Л. Мурашкин, Н. Ю. Ковеленов. - Санкт-Петербург : АНО ВО "СЗТУ", 2015. - 469 с. - Режим доступа: [http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set\\_static\\_req&sys\\_code=621\(0758\)/%D0%97-17-263716347&bns\\_string=IBIS](http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&sys_code=621(0758)/%D0%97-17-263716347&bns_string=IBIS)

#### *Дополнительная*

1. Анухин В.И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. СПб: Изд-во СПбГТУ, 2001. 219с.

2. Зайцев Г.Н. Припуски на механическую обработку: Учебное пособие / СПбГИЭУ. – СПб: СПбГИЭУ, 2003. – 59с.

3. Зайцев Г.Н. Правила оформления технологической документации: Учебное пособие / СПбГИЭУ. – СПб: СПбГИЭУ, 2002. – 134 с.

4. Зайцев Г. Н., Салтыков В. А. Выбор типового технологического процесса механической обработки заготовки: Учеб. метод. пособие по курс. проекту для студ. института экономики и менеджмента в промышленности. 2-е изд. – СПб.: СПбГИЭУ, 1999. – 140с

5. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. А. Маталин, 2008, Лань. - 511с.

6. Метод. указ. к курсовому проекту по технологическим методам управления качеством изделий для студ. спец. 220501- Управление качеством / Сост. Г.Н. Зайцев. – СПбГИЭУ, 2012. – 71с.

7. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательных, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. 2-е изд. уточнен. и доп. – М.: Машиностроение, 1974. – 422 с.

8. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательных, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для

технического нормирования станочных работ. Крупносерийное производство. 2-е изд. уточнен. и доп. – М.: НИИ Труда, 1975. – 344 с.

9. Расчеты экономической эффективности новой техники: Справочник 2-е изд. перераб. и доп. / Под общ. ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

10. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т 1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985, 656 с.

11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985, 496 с.

12. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под. ред. Г.А. Монахова. М.: Машиностроение, 1976, 600 с.

13. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. М.: Издательство стандартов. – 1992, 464 с.

14. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.

# Разработка сверлильной операции

## Часть 1 (2 часа)

### 3. Методика выполнения работы

#### 3.1 Основные теоретические положения по разработке технологической операции

[1], с.1-34. [3], с. 253-264.

##### 3.1.1. Основные термины, относящиеся к технологической операции

*Производственный процесс (ПП)* – совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления и ремонта выпускаемых изделий.

*Технологический процесс (ТП)* – часть ПП содержащего целенаправленные действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства.

*Технологическая операция* – это часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте над одним или несколькими одновременно обрабатываемыми или собираемыми изделиями одним или несколькими рабочими. Например, токарные операции, выполняемые на токарном станке.

*Рабочее место* – это участок производственной площади, предназначенный для выполнения определенной работы одним или группой рабочих.

*Установ* – это часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы. Например, это часть токарной операции, выполняется при обработке заготовки с одной стороны. Для точения заготовки с другой стороны на данной операции необходим второй установ.

*Позиция* – это фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или подвижной части оборудования для выполнения определенной части операции. Например, на фрезерной операции, выполняемой на горизонтально-фрезерном станке заготовки, устанавливаются на поворотном столе, закрепленном на столе станка. Необходимо обработать четыре плоскости заготовки, расположенные под углом  $90^\circ$  одна к другой. На первой позиции обрабатывается плоскость, обращенная к шпинделю станка. Затем на трех последующих позициях после поворотов стола с заготовкой на  $90^\circ$ , фрезеруются другие плоскости.

*Базирование* – придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат

*Закрепление* - приложение сил и пар сил к предмету труда для обеспечения постоянства его положения, достигнутого при базировании.

*Базой* – называется поверхность или выполняющее ту же функцию сочетания поверхностей, ось, точка принадлежащие заготовке или изделию и используемая при базировании.

*Конструкторской базой* называется база используемая для определения положения детали или сборочной единицы в изделии. С конструкторской базой обрабатываемая поверхность или ее ось связана координирующими размерами или соотношениями (параллельность, перпендикулярность и т.п.) на чертеже

*Технологической базой* – называется база, используемая для определения положения заготовки или изделия при изготовлении или ремонте.

*Измерительная база* – база, используемая для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения

*Технологический переход* – это законченная часть технологической операции, выполняемая над одной или несколькими поверхностями детали, одновременно обрабатываемыми одним или несколькими инструментами без изменения или при автоматическом изменении режимов работы станка. Например, на токарной операции производится обработка ступенчатой заготовки вала с правой стороны. На первом технологическом переходе проходным упорным резцом будет обрабатываться крайняя цилиндрическая поверхность с определенными режимами: скоростью резания, подачей и глубиной. На последующих технологических переходах будут обработаны другие поверхности.

*Вспомогательный переход* – это законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека или оборудования, которые не сопровождается изменением формы, размеров и шероховатости поверхностей предмета труда, но необходимы для выполнения технологического перехода (например, установка заготовки, смена инструмента).

*Рабочий ход* – это законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, качества поверхности и свойств заготовки.

*Вспомогательный ход* – это законченная часть технологической операции, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, не сопровождаемого изменением формы, размеров, качества поверхности или свойств заготовки, но необходимого для подготовки рабочего хода. Например, на сверлильной операции при сверлении отверстия с вертикальной подачей осуществляется рабочий ход и после завершения сверления для вывода сверла из отверстия выполняется вспомогательный ход.

*Прием* – законченная совокупность действий человека, применяемых при выполнении перехода или его части, и объединенных одним целевым назначением. Например, смена резца на токарно-винторезном станке поворотом резцедержателя включает действия: открепление резцедержателя поворотом рукоятки, поворот резцедержателя на угол 90° и закрепление резцедержателя.

*Наладка* - подготовка технологического оборудования и технологической оснастки к выполнению технологической операции.

*Подналадка* - дополнительная регулировка технологического оборудования и (или) технологической оснастки при выполнении технологической операции для восстановления достигнутых при наладке значений параметров.

*Производство* – это совокупность технологических систем и систем обеспечения их функционирования (технического обслуживания и ремонта, метрологического обеспечения и другие), предназначенная для изготовления продукции определенного наименования или вида (ГОСТ Р 50.3.004-99).

*Технологическая система* – это совокупность функционально связанных средств технологического оснащения предметов и исполнителей для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических операций и процессов (ГОСТ 27.004).

Различают четыре *уровня технологической системы*:

- а) технологической операции;
- б) технологического процесса;
- в) производственного подразделения (участка, цеха, гибкая производственная система);
- г) предприятия.

*Средства технологического оснащения (СТО)* – совокупность орудий производства, необходимых для выполнения технологического процесса.

*Технологическое оборудование* - средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка.

*Технологическая оснастка* - средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса.

*Приспособление* - технологическая оснастка, предназначенная для установки или направления предмета труда или инструмента при выполнении технологической операции

*Инструмент* - технологическая оснастка, предназначенная для воздействия на предмет труда с целью изменения его состояния.

*Материал* - исходный предмет труда, потребляемый для изготовления изделия.

*Основной материал* - Материал исходной заготовки.

*Вспомогательный материал* - материал, *расходуемый* при выполнении технологического процесса дополнительно к основному материалу.

*Заготовка* - предмет труда, из которого изменением формы, размеров, свойств поверхности и (или) материала изготавливают деталь.

*Исходная заготовка* - заготовка перед первой технологической операцией.

*Отливка* - изделие или заготовка, полученные технологическим методом литья.

*Поковка* - изделие или заготовка, полученные технологическими методамиковки, объемной штамповки или вальцовки.

*Технологическая норма* - регламентированное значение показателя технологического процесса.

*Норма времени* - регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

*Норма подготовительно-заключительного времени* - норма времени на подготовку рабочих и средств производства к выполнению технологической операции и приведение их в первоначальное состояние после ее окончания.

*Норма штучного времени* - норма времени на выполнение объема работы, равной единице нормирования, при выполнении технологической операции.

*Норма оперативного времени* - норма времени на выполнение технологической операции, являющаяся составной частью нормы штучного времени и состоящая из суммы норм основного и неперекрываемого им вспомогательного времени.

*Норма основного времени* - норма времени на достижение непосредственной цели данной технологической операции или перехода по качественному и (или) количественному изменению предмета труда.

*Норма вспомогательного времени* - норма времени на осуществление действий, создающих возможность выполнения основной работы, являющейся целью технологической операции или перехода.

*Цикл технологической операции* - интервал календарного времени от начала до конца периодически повторяющейся технологической операции независимо от числа одновременно изготавливаемых или ремонтируемых изделий.

*Такт выпуска* - интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий или заготовок определенных наименований, типоразмеров и исполнений.

*Ритм выпуска* - количество изделий или заготовок определенных наименований, типоразмеров и исполнений, выпускаемых в единицу времени.

*Технологический режим* - Совокупность значений параметров технологического процесса в определенном интервале времени. К параметрам технологического процесса относятся: скорость резания, подача, глубина резания, температура нагрева или охлаждения и т.д.

*Припуск* - слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности.

*Операционный припуск* - припуск, удаляемый при выполнении одной технологической операции.

*Промежуточный припуск* - припуск, удаляемый при выполнении одного технологического перехода.

*Допуск припуска* - разность между наибольшим и наименьшим значениями размера припуска.

*Подготовительно-заключительное время* - интервал времени, затрачиваемый на подготовку исполнителя или исполнителей и средств технологического оснащения к выполнению технологической операции и приведению последних в порядок после окончания смены и (или) выполнения этой операции для партии предметов труда.

*Штучное время* - интервал времени, равный отношению цикла технологической операции к числу одновременно изготавливаемых или ремонтируемых изделий или равный календарному времени сборочной операции.

*Основное время* - часть штучного времени, затрачиваемая на изменение и (или) последующее определение состояния предмета труда.

*Вспомогательное время* - часть штучного времени, затрачиваемая на выполнение приемов, необходимых для обеспечения изменения и последующего определения состояния предмета труда.

*Оперативное время* - часть штучного времени, равная сумме основного и вспомогательного времени.

*Время обслуживания рабочего места* - часть штучного времени, затрачиваемая исполнителем на поддержание средств технологического оснащения в работоспособном состоянии и уход за ними и рабочим местом.

*Время на личные потребности* - Часть штучного времени, затрачиваемая человеком на личные потребности и, при утомительных работах, на дополнительный отдых.

### **3.1.2. Последовательность разработки ТП**

Исходными данными для разработки ТП и входящих в него операций являются: *базовая информация*, включающая чертеж детали, объем и интервал выпуска изделий; *руководящая информация*, в виде стандартов на средства технологического оснащения, нормативов режимов обработки, времени, припусков и др., *справочная*, включающая каталоги и альбомы прогрессивных СТО и т.д.

Чертеж детали перед разработкой ТП должен быть отработан на технологичность

Р 50-54-93-88 предусмотрено 10 основных этапов проектирования единичных технологических процессов.

*I этап. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса*, в рамках которого определяется тип производства на основе коэффициента закрепления операций и рассчитывается партия запуска деталей в производство.

*II этап. Выбор действующего типового, группового ТП или поиск аналога единичного ТП*, в котором, кроме прочего, выбирается типовой маршрут обработки детали, подобной заданной.

*III этап. Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления*, в рамках которого выбирается способ получения заготовки детали и проектируется чертеж заготовки.

*IV этап. Выбор технологических баз:* в котором выбирают технологических базы на всех операциях.

*V этап. Составление технологического маршрута обработки,* включающий определение последовательности технологических операций по документации типового, группового или единичного ТП. При отсутствии таковых первоначально выбирается последовательность методов (маршрута) обработки отдельных поверхностей, а затем составляется маршрут обработки детали в целом.

*VI этап. Разработка технологических операций:*

а) разрабатывается или уточняется последовательность переходов и операций и степени их концентрации по документации типовых, групповых и единичных ТП и классификаторов технологических операций;

б) рассматриваются промежуточные припуски, устанавливаются технологические допуски и предельные размеры заготовки по технологическим переходам на основании материалов по выбору припусков;

в) выбираются СТО: приспособления, инструменты на основании стандартов по выбору СТО, каталогов, альбомов и картотек;

г) выбираются средства механизации и автоматизации элементов процесса и внутрихозяйственных средств транспортирования;

д) назначаются и рассчитываются режимы обработки на основании материалов по их выбору.

*VII этап. Нормирование технологического процесса:*

а) устанавливаются исходные данные, необходимые для расчета норм времени и расхода материала на основании нормативов времени и расхода материалов;

б) рассчитываются и нормируются затраты труда на выполнение процесса на основании методики разработки норм времени и дифференцированных нормативов времени (для установления расчетных и других уточненных норм и др.

*VIII этап. Определение требований техники безопасности.*

*IX этап. Расчет экономической эффективности технологического процесса.* В котором выбирается оптимальный вариант ТП из нескольких рассматриваемых на основании методики расчета экономической эффективности процессов.

*X этап. Оформление ТП,* включающий разработку и нормоконтроль технологической документации.

Непосредственно разработке технологической операции посвящен только VI этап, но для его выполнения должны иметься: проанализированный и отработанный на технологичность чертеж детали, определенный тип производства и программа запуска партии деталей, выбранный типовой ТП, спроектированная исходная заготовка, разработанный маршрут обработки поверхностей детали и последовательности операций.

Одновременно с исходными данными и содержанием VI этапа для полной разработки технологической операции должны быть выполнены: нормирование

времени и расхода материалов, выбор разряда работ, разработана инструкция по технике безопасности, и заполнена технологическая документация.

При выполнении практической работы в качестве исходных данных следует выбрать из ранее выполненных работ по основам технологии машиностроения и технологии машиностроения:

1. Чертеж детали.
2. Объем выпуска деталей.
3. Эскиз детали с обозначенными обрабатываемыми поверхностями.
4. Таблица с маршрутом обработки поверхностей детали с промежуточными припусками.
5. Значения  $K_{30}$  и партии запуска деталей в производство  $n_3$ .
6. Маршрут операций обработки заготовки детали в виде таблицы.

В процессе разработки технологической операции необходимо:

1. Выбрать станок.
2. Для первого вспомогательного перехода выбрать приспособление для закрепления заготовки и вспомогательное время на установку заготовки.
3. Для последующих технологических переходов выбрать вспомогательные, режущие и измерительные инструменты; рассчитать длину и диаметр обработки; определить элементы режима резания: глубину, число рабочих ходов, подачу, скорость резания, частоту вращения шпинделя; основное время обработки, вспомогательное время, связанное с переходом.
4. Рассчитать общие вспомогательное и основное времена на операцию, оперативное время.
5. Определить времена: на обслуживание рабочего места, подготовительно-заключительное и штучно-калькуляционное.

ВРЕМЯ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА И ПОДГОТОВИТЕЛЬНО-ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ	Вспомогательные ставки			
	КАРТА 29			

## I. Время на обслуживание рабочего места

	Группа ставок			
	I	II	III	IV
Наибольший диаметр просверливаемого отверстия в мм до . . . . .	12	25	50	75
Процент от оперативного времени . . . . .	3,5	4,0	4,6	4,5

## II. Подготовительно-заключительное время на партию

А. На заказку станка, инструмента и приспособлений

Видовой №	Способ установки детали	Количество режущих инструмен- тов в за- казке до	Группа ставок			
			I	II	III	IV
Наибольший диаметр просверливаемого отверстия в мм до			12	25	50	75
Время в мин						
1	В универсальном приспособлении (ушко, болты с лезвием, патрон)	3	10	11	11	13
2		6	11	13	13	15
3		Сум. 6	12	14	14	17

4	В кондукторе при установке кондуктора	ручную	3	11	13	14
6			12	15	16	
Св. 6			13	17	18	
7	В универсальном или специальном приспособле- нии при ручном способе работы (краско- пульт, станок без своего собственного при- способления)	краскоп	3	14	16	17
6			15	18	19	
Св. 6			16	20	21	
10	В универсальном или специальном приспособле- нии при ручном способе работы (краско- пульт, станок без своего собственного при- способления)		3	7	8	9
6			8	9	11	
Св. 6			9	10	12	
Б. На монтажные работы						
13	Установить и свить монтажную головку		—	20	20	25
Б. На получение инструмента и приспособлений до начала и сразу же после окончания работы						
14	Получение инструмента и приспособлений исполнителя ра- боты до начала и сразу же после окончания работы назад (детали)				5-7	

# Разработка сверлильной операции

## Часть 2 (2 часа)

### 4. Пример выполнения практической работы

#### 4.1. Исходные данные для проектирования сверлильной операции

1. Чертеж детали выбираем из презентации к практическому занятию 5 (ППР5) по дисциплине « Основы технологии машиностроения» (ОТМ). Студентам следует выбрать чертеж из ПРЗ по той же дисциплине (рис.1) .

2. Объем выпуска деталей так же выбирается из ПРЗ по ОТМ -  $N=5000$ шт./год, а партия запуска их в производство  $n_{зан}=300$ штук.

3. Чертеж заготовки (рис.3) так же выбран из ППР5 по ОТМ.

4. Эскиз детали (рис.2) с обозначенными обрабатываемыми поверхностями выбран из ППР5, а студенты должны выбрать из ППР4 по ОТМ.

5. Таблица 1 с маршрутом обработки поверхностей детали с промежуточными припусками построена на основе табл.4 из ППР4 по ОТМ.

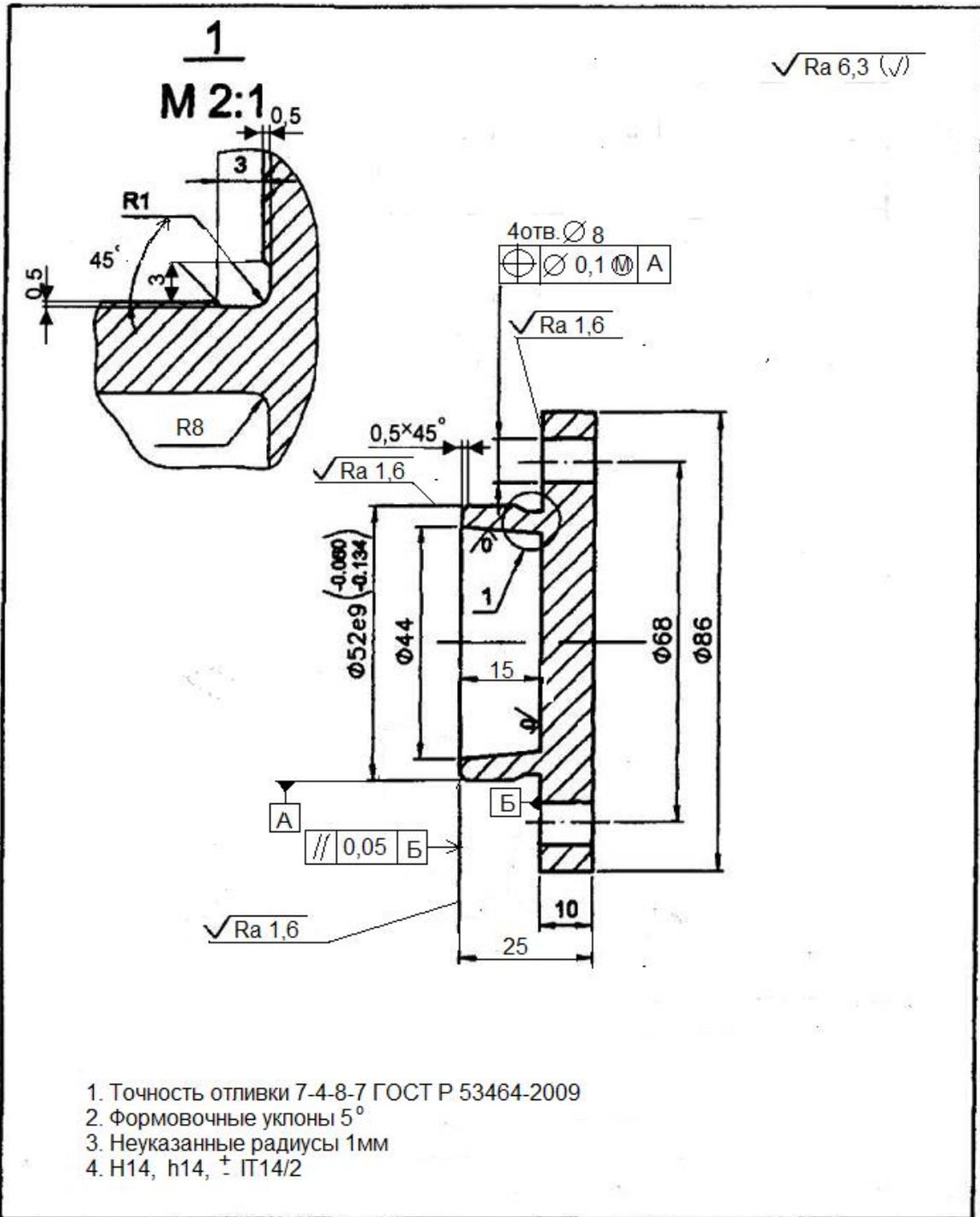
#### Примечания к табл.1.

1. Промежуточные припуски при точении на универсальных станках индивидуальных заготовок, как правило, равны глубинам резания (для токарных станков с ЧПУ и шлифовальных станков предельная глубина резания может быть меньше промежуточного припуска).

2. Для угловой канавки 2 указана ее ширина  $b=4.24$  мм (как гипотенуза треугольника со сторонами 3 мм) под  $45^{\circ}$ , т.к. по ней выбирается ширина углового канавочного (прорезного) резца, определяющая глубину резания. Если канавка расположена в цилиндрической поверхности, то выбирается ее ширина по чертежу детали.

3. Для фаски вместо промежуточного припуска указан размер фаски по чертежу, а глубина резания может быть больше размера фаски, если, например, оставлен припуск под шлифование.

4. Для отверстия 6 указан его диаметр, т.к. припуска здесь нет, а есть напуск, и глубина резания равна радиусу сверла.



				<b>КР.060816.98.07.01</b>				
				<b>Крышка</b>	ЛИТЕР.	МАССА	НАСЧТАБ	
ИЗМ.	ЛИСТ	И ДОКУМЕНТА	ПОДПИСЬ		ДАТА	у	0.47	1:1
Разраб.								
Проект.								
Т.инж.					ЛИСТ	ЛИСТОВ 1		
Инж.					<b>СЧ15ГОСТ1412-85</b>		<b>СПБГИЭУ</b>	
Утв.								

Рис. 1. Чертеж крышки.

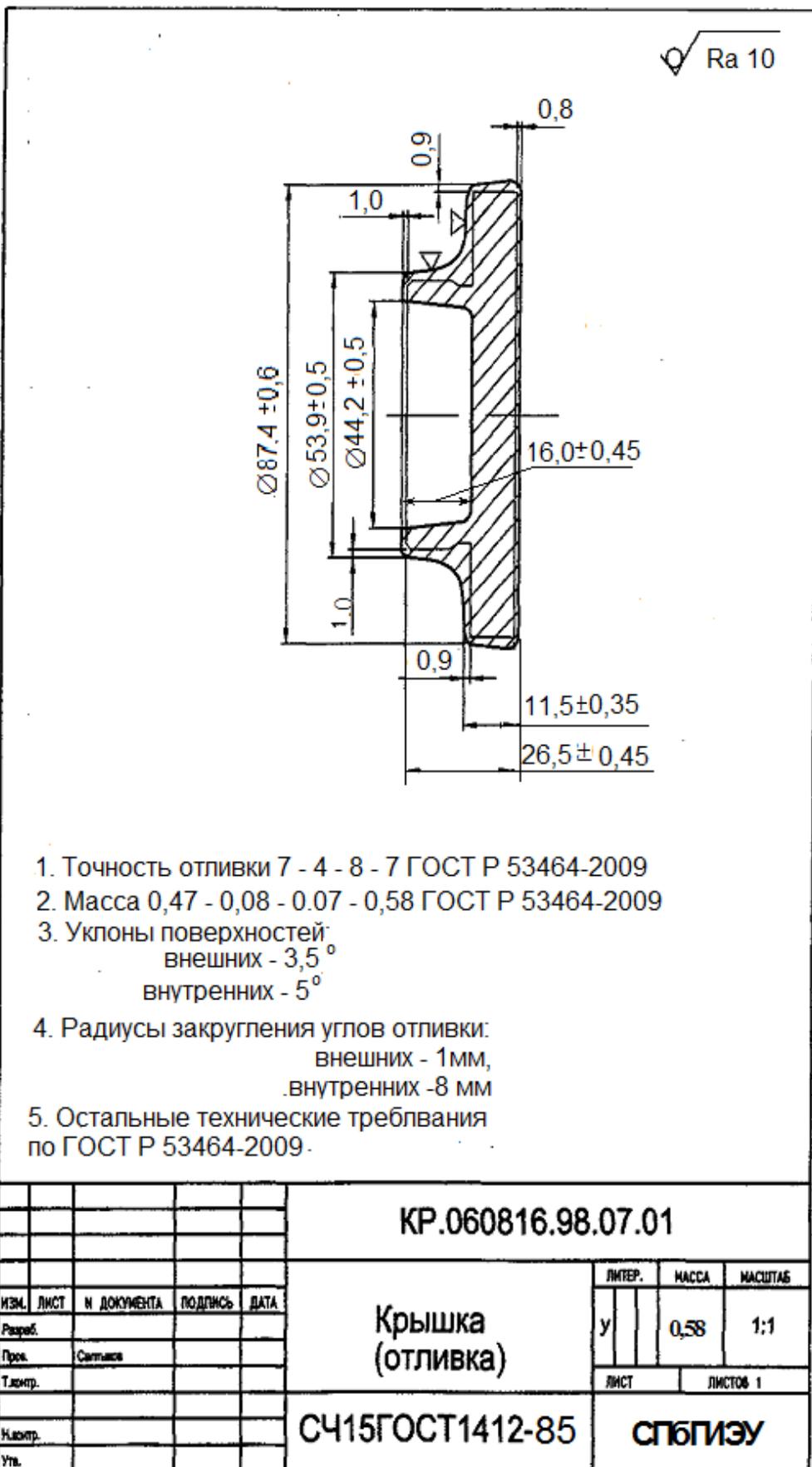


Рис.2. Чертеж отливки крышки.

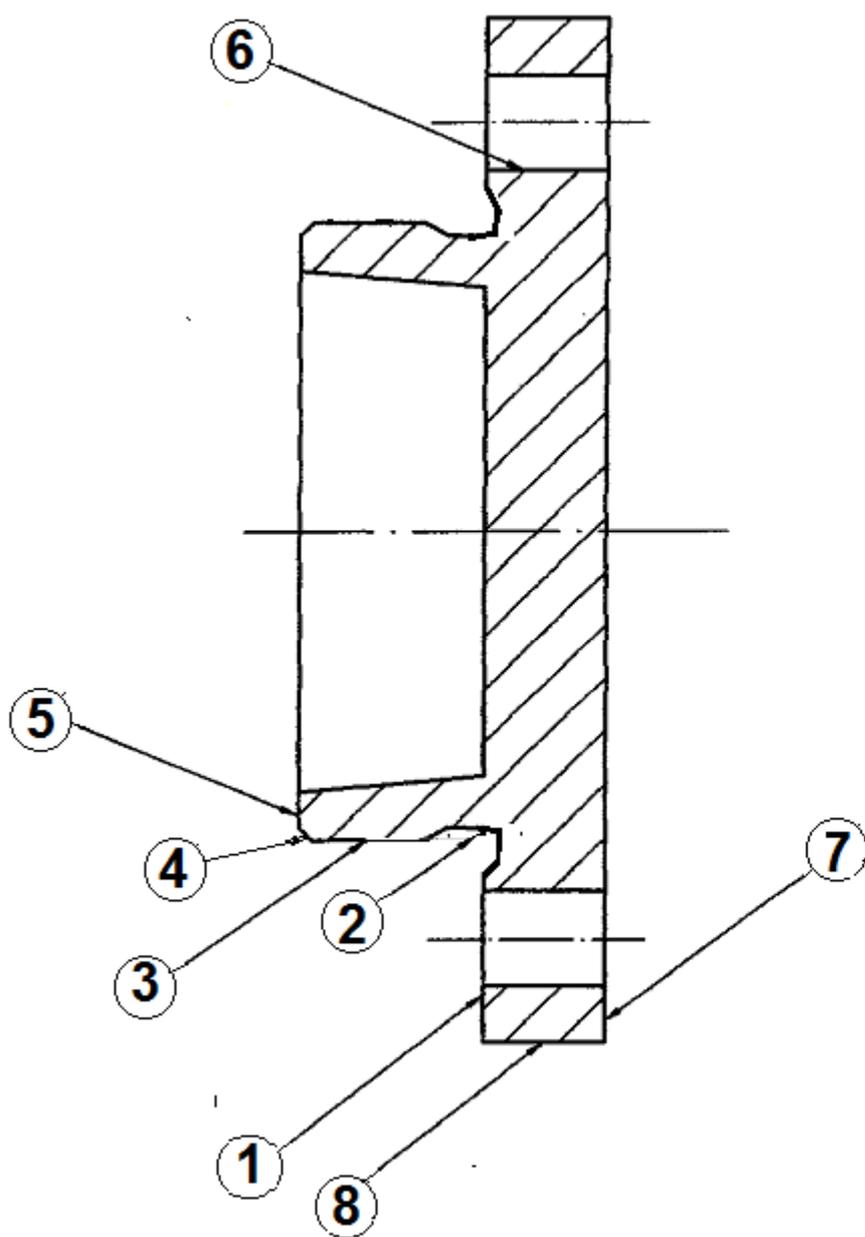


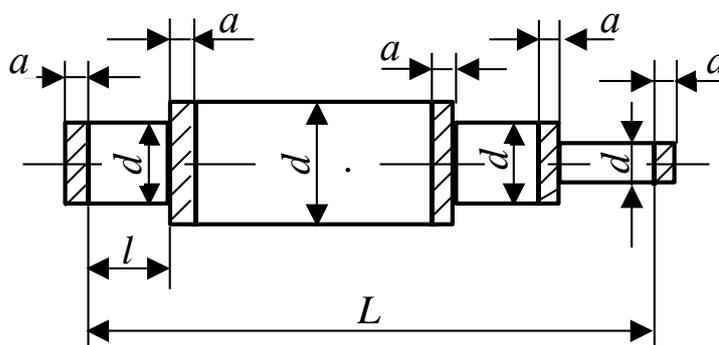
Рис.3. Эскиз крышки с номерами обрабатываемых поверхностей.

Таблица 1

## Технологические маршруты обработки поверхностей крышки

Поверхности (размеры)				Методы обработки	Промежуточные припуски, мм
№	Наименование	Квалитет (степень точности)	Ra, мкм		
1	Торец	14 (9)	1,6	Однократная (чистовая) подрезка. Шлифование однократное	0.6 0.3
2	Угловая канавка под 45°	14	6.3	Прорезка	v=4.2
3	Базовый цилиндр	9	1,6	Точение однократное (чистовое) Шлифование однократное	0.95 0.05
4	Наружная фаска под 45°	14	6.3	Точение предварительное	v=0.5
5	Торец	14 (9)	1.6	Однократная (чистовая) подрезка. Шлифование однократное	0.7 0.3
6	Отверстие	14	6,3	Сверление	d=8
7	Торец	14	6.3	Подрезка черновая	0.8
8	Цилиндр наружный	14	6,3	Точение предварительное	0.9

## Припуски на шлифование торцов в (мм) [13]



Диаметр обрабатываемой детали, $d$	<i>Общая длина обрабатываемой детали</i>					
	до 18	св. 18 до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 260	св. 260 до 500	св. 500
	<i>Припуск</i>					
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Шлифование</b>						
До 30	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
Св. 30 до 50	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
>> 50 >> до 120	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6
>> 120 >> 260	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
>> 260	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7
Допуск на длину	-0,12	-0,17	-0,23	-0,3	-0,4	-0,5

Таблица 3

Припуски на шлифование наружных поверхностей вращения [13]. Размеры в мм

Нормальный диаметр	Способ обработки поверхности	Припуск на диаметр при длине					
		до 120	св. 120 до 260	св. 260 до 500	св. 500 до 800	св. 800 до 1250	св. 1250 до 2000
1	2	3	4	5	6	7	8
До 30	Предварительное после термообработки	0,30	0,60	—	—	—	—
	Предварительное после чистового точения	0,10	0,10	—	—	—	—
	Чистовое после предварительного шлифования	0,06	0,06	—	—	—	—
Св. 30 до 50	Предварительное после термообработки	0,25	0,50	0,85	—	—	—
	Предварительное после чистового точения	0,10	0,10	0,10	—	—	—
	Чистовое после предварительного шлифования	0,06	0,06	0,06	—	—	—
	Предварительное после термообработки	0,25	0,40	0,75	1,20	—	—
Св. 50 до 80	Предварительное после чистового точения	0,10	0,10	0,10	0,10	—	—
	Чистовое после предварительного шлифования	0,06	0,06	0,06	0,06	—	—
Св. 80 до 120	Предварительное после термообработки	0,20	0,35	0,65	1,00	1,55	—
	Предварительное после чистового точения	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	—

	Чистовое после предварительного шлифования	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	–
Св. 120 до 180	Предварительное после термообработки	0,17	0,30	0,55	0,85	1,30	2,10
	Предварительное после чистового точения	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Чистовое после предварительного шлифования	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

5. Торец 1 имеет шероховатость  $Ra=1.6$  мкм, и связан координирующим размером  $10h14$  с торцом 7. Для обеспечения точности 14 качества в соответствии с презентацией по ОТМ (ПР4, табл.3) достаточно предварительного точения, но шероховатость будет  $Ra=6.3$  мкм. Для достижения шероховатости  $Ra=1.6$  мкм, учитывая, что на этом торце есть канавка для выхода шлифовального круга, выбираем маршрут обработки точение (подрезку торца) однократное (с режимом чистовой обработки) и его шлифование однократное (с режимом предварительной обработки). Общий припуск на этом торце равен  $0.9$  мм (рис.2). При шлифовании этого торца промежуточный припуск равен  $0.3$  мм (табл. 2, общая длина детали  $25$  мм, размер торца  $86.4$  мм). Тогда припуск на подрезку торца равен  $0.9-0.3=0.6$  мм.

6. Диаметр базового цилиндра 3 с шероховатостью  $Ra=1.6$  мкм имеет точность 9 качества и канавку для выхода шлифовального круга, потому из презентации по ОТМ (ППР4, табл.3) выбран маршрут обработки: точение однократное (с режимом чистовой обработки) и шлифование однократное (с режимом предварительной обработки). При шлифовании этого цилиндра промежуточный припуск на диаметр равен  $0.1$  мм, а на сторону соответственно  $0.05$  мм (табл. 3, диаметр  $52$  мм, длина  $15$  мм, предварительное шлифование после чистового точения).

7. У торца 5 маршрут обработки и распределение общего припуска на промежуточные припуски выбраны аналогично торцу 1.

## **4.2. Последовательность разработки сверлильной операции**

### **4.2.1. Выбор сверлильного станка**

1. Выбирают тип станка в зависимости от габаритных размеров детали и диаметра обрабатываемого отверстия.

Для сверления отверстий в мелких заготовках типа крышек в условиях серийного производства можно выбрать два типа станков:

- *вертикально-сверлильные станки* – ненастроенные универсальные станки, применяемые для обработки отверстий в заготовках сравнительно небольшого размера.

- *многошпиндельные сверлильные станки* с головками колокольного типа с переставными шарнирными шпинделями для одновременного сверления нескольких отверстий.

2. Предварительный выбор модели станка

а) Выбираем типа станка - вертикально-сверлильный;

б) Определяем [11, с.20] модель станка из табл. 4 по наибольшему диаметру сверления, размерам рабочей поверхности стола (длина, умноженная на ширину), и наибольшим расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола. При этом нужно учесть, чтобы заготовка вместе с приспособлением поместилась на столе, и не уперлась в сверло, закрепленное с помощью патрона в шпинделе станка.

Затем, модель нужно уточнить так, чтобы выбранные режимы сверления (частота вращения сверла и вертикальная подача) попали в диапазоны этих параметров на станке, а мощность сверления не превысила мощность станка. Следует также учесть, чтобы при расчете приведенных затрат экономические данные по этому станку, и по аналогичному многошпиндельному станку были в справочнике по расчету экономической эффективности [9].

Таблица 4

## Характеристики вертикально- сверлильных станков

Параметры	2P135Ф2-1	2Н150	2Г175	2Г175М	21104Н7Ф4
Наибольший условный диаметр сверления в стали	35	50	75	8	25
Рабочая поверхность стола	400 × 710	500 × 560	560 × 630	710 × 1250	400 × 630
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола	600	800	850	828	—
Вылет шпинделя	450	350	400	200–760	—
Наибольший ход шпинделя	—	300	—	—	—
Наибольшее вертикальное перемещение:					
сверлильной (револьверной) головки	560	250	710	500	500
стола	—	360	—	—	—
Конус Морзе отверстия шпинделя	4	5	6	1, 2 или 3	—
Число скоростей шпинделя	12	12	12	12	—
Частота вращения шпинделя, об/мин	45–2000	22–1000	18–800	22–1000	30–3000

Параметры	2P135Ф2-1	2Н150	2Г175	2Г175М	21104Н7Ф4
Число подач шпинделя (револьверной головки)	18	12	33	12	Бесступенчатое регулирование
Подача шпинделя (револьверной головки), мм/об	10–500	0,05–2,24	0,018–4,5	0,05–2,24	50–2000
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	3,7	7,5	11	11	5,5
Габаритные размеры:					
длина	1800	1355	1420	1500	2680
ширина	2170	890	1920	1800	3320
высота	2700	2930	3385	3650	3190
Масса, кг	4700	1870	4250	5000	8500

Выбираем станок модели *2Н150*, т. к. экономические данные по этому станку и многошпиндельному станку *2М150*, необходимые для последующих расчетов, есть в справочнике [9].

У станка модели *2Н150* наибольший условный диаметр сверления по стали – *50 мм*, т. е. на нем можно сверлить отверстие диаметром *8 мм* в более мягком материале – чугуне. Так как разработка приспособления для закрепления заготовки не входит в объем данного практического занятия, то принимаем, что его можно разместить в рабочей зоне станка.

В отчете необходимо поместить часть табл. 4 с характеристиками станка 2Н150. При этом следует учесть дополнительные данные из паспорта станка:

а) ряд частот вращения шпинделя станка в об/мин: 22.5, 31.5, 45, 63, 90, 125, 180, 250, 355, 500, 700, 1000;

б) ряд подач в мм/об: 0.05, 0.07, 0.10, 0.14, 0.20, 0.28, 0.40, 0.56, 0.80, 1.12, 1.60, 2.24;

в) предельный крутящий момент на шпинделе станка – 800 нм.

#### 4.2.2. Выбор приспособления для закрепления детали на станке

Выбираем Универсальное Наладочное Приспособление (УНП) – консольный скальчатый кондуктор по ГОСТ 16888-71 или ГОСТ 16889-71. Конкретный типоразмер кондуктора не выбираем, т. к. это не входит в тему практической работы. Можно было бы спроектировать специальный накладной кондуктор, но для этого необходимо экономическое обоснование.

#### 4.2.3. Выбор режущего инструмента

Длина отверстия в крышке (рис.1)  $l_{отв}=10$  мм, поэтому выбрано сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком короткой серии (рис.4) по ГОСТ 4010-77, обладающее большей жесткостью, чем более длинные сверла по стандартам: ГОСТ 866-77, ГОСТ 10922-77, ГОСТ 12122-77. При диаметре 8 мм это сверло имеет общую длину  $L=79$ мм, и длину рабочей части  $l=37$ мм. Это сверло спиральное правое, исполнения 1, класса точности В имеет обозначение – Сверло 2300-0700 ГОСТ 4010-77.

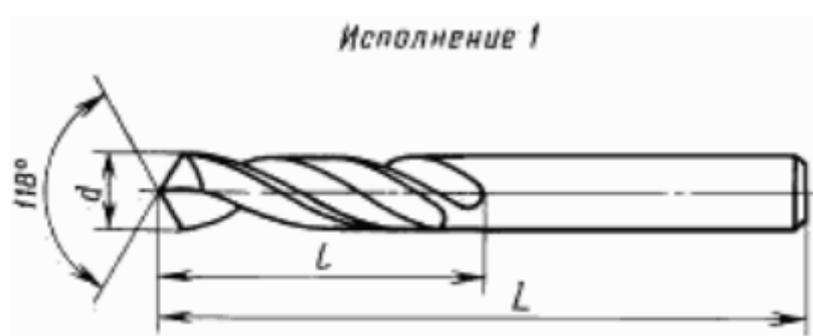


Рис. 4. Эскиз спирального сверла с цилиндрическим хвостовиком.

В соответствии с таблицей 1 приложения 2 ГОСТ 4010-77 для сверления отверстий в чугунных заготовках рекомендуется применять форму заточки нормальную без подточек (рис.5).

Для диаметров сверл 7.5-8.5 мм угол  $\alpha=12^{\circ}$ , а угол  $\psi=40^{\circ}-60^{\circ}$ .

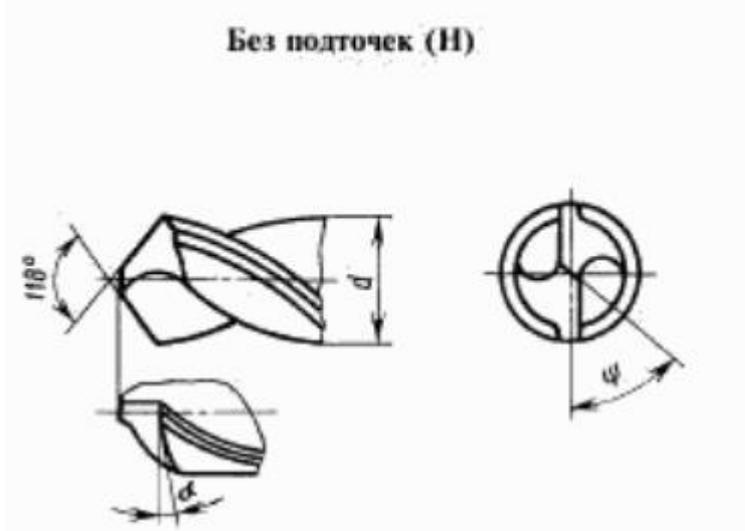
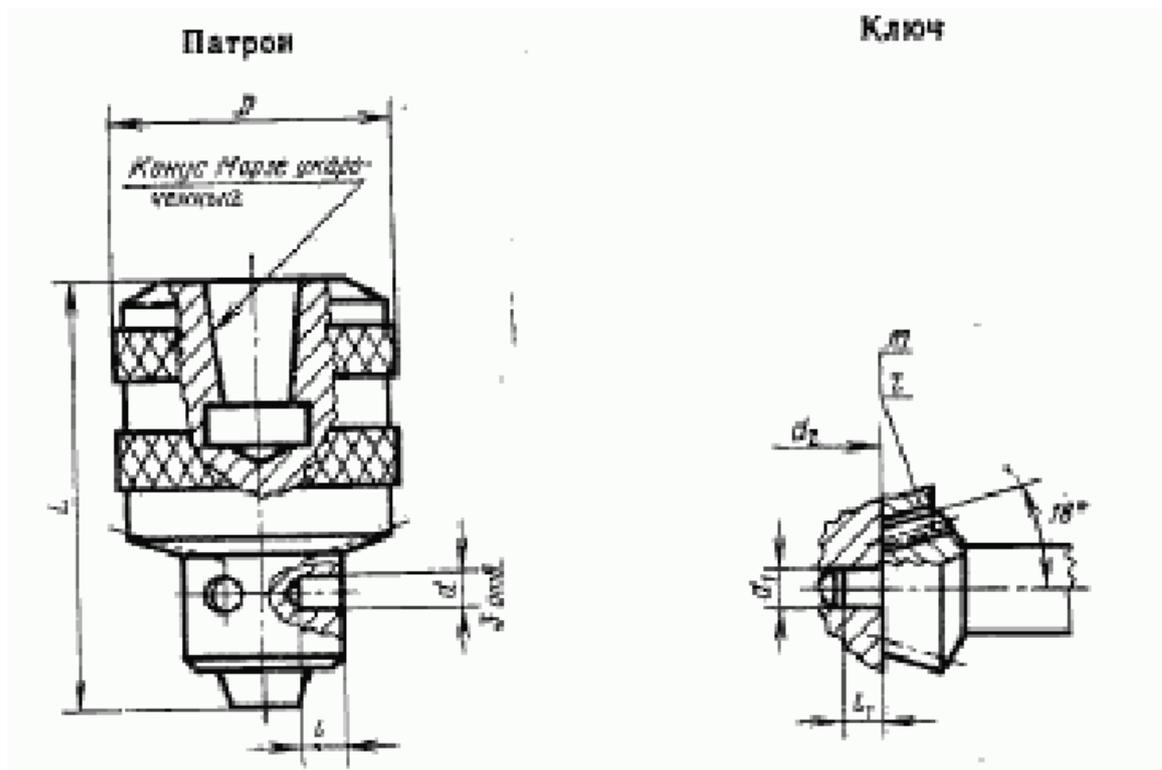


Рис. 5. Форма заточки сверла.

Поскольку крышка-деталь, из легко обрабатываемого материала, серого чугуна СЧ15 с твердостью  $HB=163-229$  МПА (среднее значение  $HB=196$  МПА) с мелкими неглубокими отверстиями, можно в качестве режущего материала выбрать дешевую по сравнению с твердым сплавом быстрорежущую сталь марки P6M5 (P18) [11, табл. 2, с.115].

#### 4.2.4. Выбор вспомогательных инструментов

Сверла небольшого диаметра закрепляют в патронах сверлильных трехкулачковых (рис. 6,а) с ключем (рис. 6, б) по ГОСТ8522-79. Сами же патроны устанавливают с помощью оправок с конусом Морзе (рис.7) для сверлильных станков по ГОСТ 2682-86 в переходную втулку по ГОСТ 13598-85 (рис.8), а затем все вместе - в шпиндель сверлильного станка.



а)

б)

Рис. 6. Патрон сверлильный трехкулачковый (а), и ключ (б) к нему.

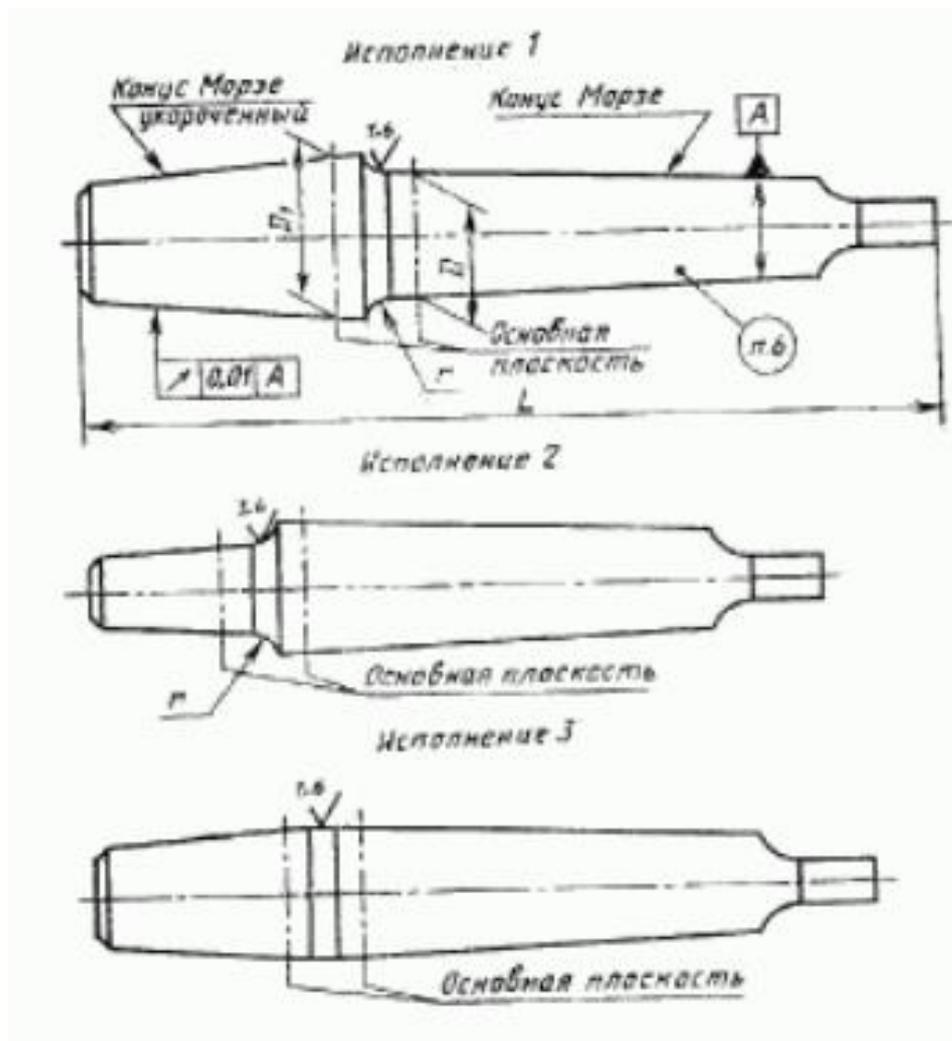


Рис. 7. Оправки с конусами Морзе для сверлильных патронов разных исполнений.

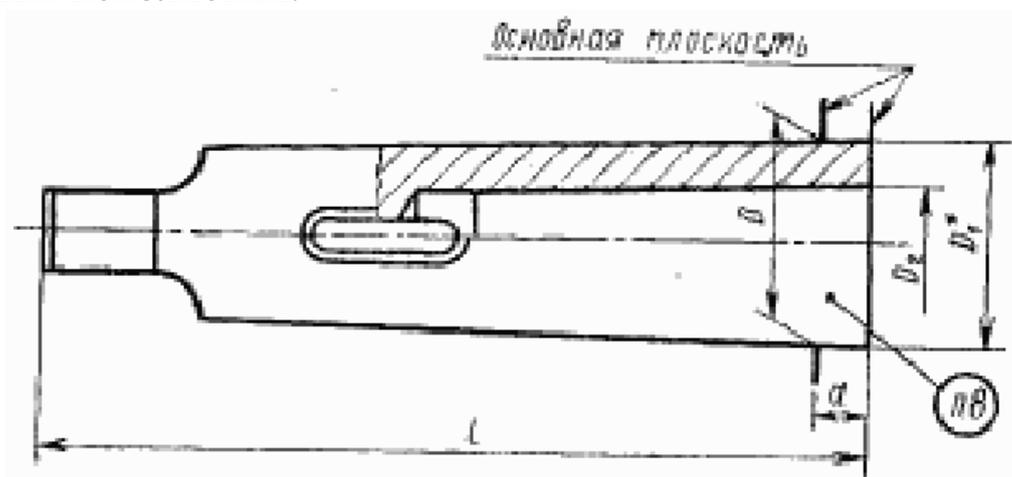


Рис.8. Втулка переходная для крепления инструмента. Таким образом, для установки сверла в шпиндель станка необходимы три вспомогательных инструмента:

1. Патрон сверлильный трехкулачковый типоразмером 8 (при диапазоне зажимаемых диаметров от 1мм до 8мм) с

инструментальным укороченным конусом B12 имеет обозначение – Патрон 8 – B12 ГОСТ 8522-79;

2. Оправка с конусом Морзе B12 исполнения 2 имеет обозначение – Оправка 6039-0022 ГОСТ 2682-86;

3. Втулка переходная для крепления инструмента с конусом Морзе №3 (внутренним) и конусом Морзе №5 (наружным), с допуском радиального биения 0.01 мм, в шпиндель станка имеет обозначение – Втулка 6100-0146 ГОСТ 13598-85. Конус Морзе выполнен по ГОСТ 25557-82, а укороченные конусы - по ГОСТ 9953-82.

#### 4.2.4. Выбор измерительных инструментов

В качестве измерительного инструмента выбираем комплексный калибр, позволяющий проконтролировать как диаметры отверстий, так и позиционный допуск, определяющий их расположение. Расчет этого калибра в тему данного практического занятия не входит.

#### 4.2.5. Определение расчетных размеров

Расчетные размеры: длина обрабатываемой поверхности, и ее диаметр необходимы для расчета режимов резания.

Перед выполнением сверлильной операции в соответствии с рисунками 4, 5, 6 в презентации к ПР2 по ОТМ (часть 2), описывающими типовой маршрут обработки крышки, уже выполнены две токарные операции. На базовом торце крышки остался припуск на шлифование  $P_{шл} = 0.3$  мм (табл.1).

Тогда расчетную длину  $L_p$  на сверлильной операции можно определить по формуле (1):

$$L_p = l_{обр} + l_{вр} + l_{пер} + P_{шл}, \quad (1)$$

где  $l_{обр}$ ,  $l_{вр}$ ,  $l_{пер}$  - длины обрабатываемой поверхности, врезания и перебега сверла соответственно.

Длина обрабатываемой поверхности  $l_{обр} = 10$  мм см. рис.1.

Суммарная длина врезания и перебега инструмента выбирается из [7, приложение1, лист 2] (рис.9).

Из рис.9 видно, что при сверлении на проход сверлами с одинарной заточкой для диаметра сверла до 10 мм -  $l_{вр} + l_{пер} = 5$  мм.

Тогда  $L_p = 10 + 5 + 0.3 = 15.3$  мм.

Расчетный диаметр  $d_p$  равен диаметру сверла

$d_p = 8$  мм.

ВЕЛИЧИНЫ ВРЕЗАНИЯ И ПЕРЕБЕГА ИНСТРУМЕНТА		Инструменты для обработки отверстий									
		ПРИЛОЖЕНИЕ 1, лист 2									
Характер обработки		Диаметр инструмента в мм до									
		3	5	10	15	20	25	30	40	50	60 и более
		Врезание и перебег $l_1$ в мм									
Сверление на проход сверлами	с одинарной за- точкой	2	2,5	5	6	8	10	12	15	18	23
	с двойной за- точкой	—	—	6	8	10	15	16	18	22	27

Рис.9. Длины врезания и перебега сверла.

#### 4.2.6. Определение числа рабочих ходов

При сверлении четырех отверстий число рабочих ходов можно принять  $i=4$ .

#### 4.2.7. . Определение вертикальной подачи

Подачу для сверления отверстия в чугунной заготовке сверлами из быстрорежущей стали определим из нормативов [8, карта 46, с.110] (рис.10).

Для обработки чугуна с  $HB < 229$  при диаметре сверла от 6 до 8 мм, для I группы подач (сверление отверстий в жестких деталях)  $S_g = 0.36-0.44$  мм/об. Выбираем из ряда подач (п. 3.2.1)  $S_g = 0.4$  мм/об.

ПОДАЧИ Чугун, медные и алюминиевые сплавы. Сверла спиральные из стали P18				Сверление												
				КАРТА 46												
Диаметр сверла $D$ в мм до	Чугун ковкий и серый, медные и алюминиевые сплавы			Чугун серый												
	HB < 229			HB > 229												
	Группы подач															
	I	II	III	I	II	III										
Подача $v$ в мм/об																
2	0,09—0,11	0,06—0,08	0,05—0,06	0,05—0,07	0,04—0,05	0,03—0,04										
4	0,18—0,22	0,13—0,17	0,09—0,11	0,11—0,13	0,08—0,10	0,05—0,07										
6	0,27—0,33	0,20—0,24	0,13—0,17	0,18—0,22	0,13—0,17	0,09—0,11										
8	0,36—0,44	0,27—0,33	0,18—0,22	0,22—0,26	0,16—0,20	0,11—0,13										
10	0,47—0,57	0,35—0,43	0,23—0,29	0,28—0,34	0,21—0,25	0,13—0,17										
13	0,52—0,64	0,39—0,47	0,26—0,32	0,31—0,39	0,23—0,29	0,15—0,19										
16	0,61—0,75	0,45—0,56	0,31—0,37	0,37—0,45	0,27—0,33	0,18—0,22										
20	0,70—0,86	0,52—0,64	0,35—0,43	0,43—0,53	0,32—0,40	0,22—0,26										
25	0,78—0,96	0,58—0,72	0,39—0,47	0,47—0,57	0,35—0,43	0,23—0,29										
30	0,9—1,1	0,67—0,83	0,45—0,55	0,54—0,66	0,40—0,50	0,27—0,33										
См. 30 до 50	1,0—1,2	0,80—0,90	0,50—0,60	0,70—0,80	0,50—0,60	0,35—0,40										
<p>Поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от глубины сверления (для I группы подач)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Глубина сверления в диаметрах сверла</th> <th>3D</th> <th>5D</th> <th>7D</th> <th>10D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Коэффициент <math>K_{1,2}</math></td> <td>1,0</td> <td>0,9</td> <td>0,8</td> <td>0,75</td> </tr> </tbody> </table>							Глубина сверления в диаметрах сверла	3D	5D	7D	10D	Коэффициент $K_{1,2}$	1,0	0,9	0,8	0,75
Глубина сверления в диаметрах сверла	3D	5D	7D	10D												
Коэффициент $K_{1,2}$	1,0	0,9	0,8	0,75												
<p><b>Технологические факторы выбора подач</b></p> <p>I группа подач. Сверление отверстий в жестких деталях без допуска или с допуском до 5-го класса точности под последующую обработку сверлом, зенкером или резцом.</p> <p>II группа подач. Сверление отверстий в деталях средней жесткости (тонкостенные детали коробчатой формы, тонкие выступающие части деталей и т. п.) без допуска или с допуском до 5-го класса точности под последующую обработку сверлом, зенкером или резцом.</p> <p>III группа подач. Сверление точных отверстий при последующей обработке развертками. Сверление в деталях малой жесткости и с неустойчивыми опорными поверхностями, сверление отверстий, ось которых не перпендикулярна плоскости, сверление для последующего нарезания резьбы метчиком. Ручные подачи.</p>																
Примечание. См. примечание к карте 41.																

Рис. 10. Поддачи для сверления.

### 3.2.7. Определение скорости резания

Скорость резания при сверлении чугуна определим из нормативов [8, карта 47, с.111] (рис.11).

СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ Чугун серый. Сверла из стали Р18		Сверление КАРТА 47											
Группа твердости по Бринеллю HB*		Поддача $s_v$ в мм/об до											
143—229	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	0,95	1,3	1,7	—		
170—255	—	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	0,95	1,3	1,7		
197—269	—	0,13	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	0,95	1,3		
Форма заточки	Диаметр сверла $D$ в мм	Скорость резания $v$ в м/мин											
		До	20	—	—	—	34	38	27	24	21	19	17
Двойная ДП	Св. 20	—	—	—	—	—	35	31	27,5	24,5	22	19,5	17
	До 3,2	31	28	25	22	20	17,5	15,5	14	12,5	11	9,5	
Нормальная Н и НП	• 8	—	31	28	25	22	20	17,5	15,5	14	12,5	11	
	До 20	—	—	31	28	25	22	20	17,5	15,5	14	12,5	
	Св. 20	—	—	—	33	29,5	26	23	21	18	16	14,5	
Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы в зависимости от:													
1) длины отверстия	Длина отверстия в диаметрах сверла	3D	5D	7D	10D								
	Коэффициент $K_{d_0}$	1,0	0,9	0,8	0,75								
2) марки инструмента	Марка инструмента	Р18				9ХС							
	Коэффициент $K_{m_0}$	1,0				0,6							
Примечание. Табличные скорости резания действительны для подат. в превышающих пределы, установленные в карте 46.													
* Здесь и далее классификация групп твердости чугуна по маркам см. в стандарте ГОСТ 17, Амет 1.													

Рис.11. Выбор скорости сверления.

Для обработки чугуна с  $HB143-229$  при подаче  $S_v = 0,4$  мм/об, при нормальной  $H$  форме заточки сверла диаметром до 8 мм -  $V = 22$  м/мин.

#### 4.2.8. Определение частоты вращения шпинделя

Частота вращения шпинделя определяется по формуле (5):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_v} = \frac{1000 \cdot 22}{3.14 \cdot 8} = 875 \frac{\text{об}}{\text{мин}} \quad (5)$$

Выбираем ближайшее меньшее паспортное значение частоты вращения шпинделя из ряда частот станка  $n_{\text{пасп}}=700\text{об/мин}$ , и пересчитываем скорость резания по формуле (6):

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 8 \cdot 700}{1000} = 17.6 \approx 18 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \quad (6)$$

При выбранном режиме сверления мощность в нормативах [8, карта 49, с.113] не указана, т. к. она меньше  $1\text{кВт}$ , что значительно меньше мощности двигателя станка  $N_{\text{дв}}=7.5\text{кВт}$ .

#### 4.2.9. Расчет основного времени

Основное время сверления определяется по формуле (7):

$$T_o = \frac{L_p}{S \cdot n} \cdot i = \frac{15.3}{0.4 \cdot 700} \cdot 4 = 0.22\text{мин} \quad (7)$$

#### 4.2.10. Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время [1, с.140] рассчитывается по формуле (8):

$$T_v = T_{vy} + \sum_{i=1}^n T_{vn} \quad (8)$$

где  $T_{vy}$  – вспомогательное время на установку и снятие детали;  
 $T_{vn}$  – суммарное вспомогательное время, связанное с переходами на данную операцию.

Условия в справочных приложениях КАРТА 16, лист 4		Время в мин					
		Вес детали в кг до					
		0,25	1,0	8	> 20		
№ работы	Способ крепления	Качество зажимов	Время в мин				
			0,25	1,0	8	> 20	
52	рукояткой эксцентрикового зажима	1	—	0,07	0,10	0,12	—
53	винтовым зажимом или фасонной гайкой вручную	1	—	0,00	0,13	0,17	—
54	гайкой с помощью гаечного ключа	1	—	0,17	0,25	0,32	—
55	защелкой	1	—	0,05	0,07	—	—

Рис.12. Вспомогательное время на установку заготовки в кондукторе.

#### 4.2.11. Определение вспомогательного времени на установку и снятие детали.

Заготовка на данной операции устанавливается в кондукторе. Поэтому можно выбрать  $T_{вз} = 0,07 \text{ мин}$  из нормативов [7, карта 16, лист 4] (рис.12) при закреплении в кондукторе с накладной крышкой рукояткой эксцентрикового зажима при весе детали до  $1 \text{ кг}$  ( $0,58 \text{ кг}$  из рис.2).

Вспомогательное время, связанное с переходом или обрабатываемой поверхностью  $T_{вн}$ , рассчитывается по формуле (9):

$$T_{\text{впi}} = T_{\text{впвк}} + T_{\text{впнк}} + T_{\text{вкi}} \quad (9)$$

где  $T_{\text{впвк}}$  – вспомогательное время на приемы, вошедшие в комплекс;

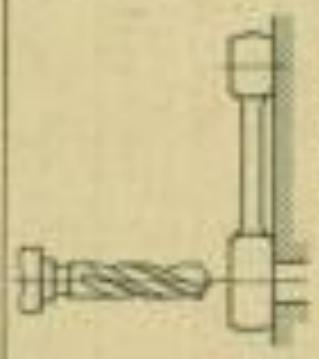
$T_{\text{впнк}}$  – вспомогательное время на приемы, не вошедшие в комплекс;

$T_{\text{вкi}}$  – вспомогательное время на контрольные измерения.

Вспомогательное время на приемы, вошедшие в комплекс  $T_{\text{впвк}}=0.06$ мин определяется из нормативов [7, карта 27, лист 1] (рис.13) при сверлении по кондуктору с механической подачей и наибольшим диаметром просверливаемого отверстия до 12мм.

Вспомогательное время на приемы, не вошедшие в комплекс  $T_{\text{впнк}} = 0.02$ мин, определяется из нормативов [7, карта 27, лист 2] (рис.14) на включение и выключение вращения шпинделя кнопкой.

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ, СВЯЗАННОЕ С ПЕРЕХОДОМ



Время на продел

Код операции	Характер обработки	Вид задела	Группы станков			
			I	II	III	IV
			Нормативный диаметр сверловочного отверстия в мм. до			
			12	25	50	75
			Время в мин.			
1	Сверление по разметке	Металлический	0,37	0,10	0,11	0,13
2		Ручные	0,25	0,07	0,08	0,10
3	Сверление по контуру, развальцовка, шлифование, развальцовка	Металлический	0,56	0,08	0,08	0,10
4		Ручные	0,34	0,05	0,05	0,07
5	Зенкование, зенкование	Ручные	0,04	0,05	0,05	0,07
6		с ручным инструментом	—	0,30	0,30	0,41
7	Нарезание резьбы на коническом металле	—	0,04	0,05	0,05	0,07
8		с реверсом	0,08	0,09	0,11	0,13

Примечание. При сверлении с предварительной шлифовкой отверстия по конусной стружке и шлифовке 5 мм сверлами без стружки время по табл. 3—4 уменьшается.

Рис.13. Вспомогательное время на приемы, вошедшие в комплекс.

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ, СВЯЗАННОЕ С ПЕРЕХОДОМ		Верхнеделно-сверляющие станки	
КАРТА ЭТ, лист 2			
Время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплексы			
№ операции	Наименование приемов		Время в мин
	кнопкой	Группа стоек	
9	Выключить или выключить вращение шпинделя	кнопкой	0,02
10		рычагом	0,02
11	Изменить число оборотов шпинделя или величину подачи	III—IV	0,03
12		0,06	
13	в быстросменном патроне	без выключения вращения шпинделя с выключением вращения шпинделя	15
14			25
15	в кулачковом патроне	Диаметр инструмента в мм	30
16			св. 30
17	Установить и снять инструмент	в конусе шпинделя при конусе Морзе №	0,17
18			2
19	в державку	для зонковки, ценовки или подрезного ножа	0,12
20			3
21	в державку	для метки	0,15
22			4
23	Поставить и снять кондукторную ступицу при внутреннем диаметре ступицы в мм до		0,18
24			5
25			0,20
26			6
27			0,24
			0,34
			0,08
			20
			40
			св. 40

Рис.14. Вспомогательное время на приемы, не вошедшие в комплекс

Вспомогательное время на контрольные измерения рассчитывается по формуле (10):

$$T_{вки} = k \cdot T'_{вки}, \quad (10)$$

где  $k$  – коэффициент периодичности контрольных измерений;

$T'_{вки}$  – вспомогательное время на контрольные измерения всех деталей в партии.

Вспомогательное время на контрольные измерения отверстий комплексным калибром  $T'_{вки} = 0.2$  мин определяется из нормативов для аналогичного сложного калибра- пробки односторонней для проверки взаимного положения оси отверстия и торца [7, карта 86, лист 5] (рис.15) при длине измеряемой поверхности до 25мм и измеряемом размере до 25 мм.

Коэффициент периодичности контрольных измерений  $k=0.3$  определяется из нормативов [7, карта 87, лист 1] (рис.16) для аналога растачивания-сверления 4-5 класса точности (12-14квалитетов) размера до 50мм, обеспечиваемого конструктивными размерами режущего инструмента. Тогда:

$$T_{вки} = k \cdot T'_{вки} = 0.3 \cdot 0.2 = 0.06 \text{ мин}$$

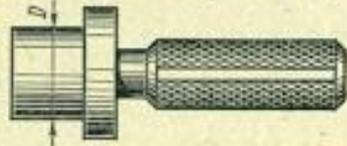
ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ НА КОНТРОЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ				Измерения КАРТА 86, лист 5					
№ позиции	Измерительный инструмент	Точность измерения	Измеряемый размер в мм до	Длина измеряемой поверхности в мм до					
				25	50	100	200	300	500
				Время в мин					
93 94 95	Калибр-пробка односторонняя для проверки взаимного положения оси отверстия и торца 	—	25 50 100	0,20 0,25 0,30					

Рис.15. Вспомогательное время на контрольные измерения.

ПЕРИОДИЧНОСТЬ КОНТРОЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЕТАЛИ НА ОПЕРАЦИЮ				Измерения КАРТА 87, лист 1		
Виды обрабатываемых поверхностей, Характер обработки	Точность измерения	Измеряемый размер в мм до	Способ достижения размеров обработки			
			Обеспечивается конструктивным размером используемого инструмента	Работа инструментом, установленным на размер	Работа с пробниками стружками или по амбу	
						Периодичность промеров — коэффициенты
Цилиндрические	Точение, растачивание, развертывание, наружное шлифование и внутреннее протягивание	4—5-й классы	50	0,3	0,4	0,8
		200	0,4	0,5	0,9	
		Са. 200	0,5	0,6	1,0	
	2—3-й классы	50	0,4	0,5	1,0	
		200	0,5	0,6	1,0	
		Са. 200	0,6	0,7	1,0	
	1-й класс	100	1,0	1,0	1,0	
	Бесцентровое шлифование	4—5-й классы	100	—	0,01	—
		2—3-й классы		—	0,02	—
		1-й класс		—	0,03	—
Хонингование, суперфиниш	1—2-й классы	—	—	1	—	

Рис.16. Периодичность контрольных измерений.

Вспомогательное время, связанное с переходом равно:

$$T_{впi} = T_{впвк} + T_{впнк} + T_{вкi} = 0.06 + 0.02 + 0.06 = 0.14 \text{ мин}$$

спомогательное время на операцию равно:

$$T_{\epsilon} = T_{\epsilon y} + \sum_{i=1}^n T_{\epsilon i} = 0.07 + 0.14 = 0.21 \text{ мин}$$

### 3.2.11. Расчет оперативного времени

Оперативное время  $T_{on}$  состоит из основного  $T_o$  и вспомогательного  $T_{\epsilon}$  времени (11)

$$T_{on} = \sum_{i=1}^n T_{o_i} + \sum_{j=1}^p T_{\epsilon_j}, \quad (11)$$

где  $\sum_{i=1}^n T_{o_i}$  — суммарное время  $i$ -технологических переходов,  $\sum_{j=1}^p T_{\epsilon_j}$  — суммарное время  $j = i - p$  вспомогательных переходов.

$$T_{on} = \sum_{i=1}^n T_{o_i} + \sum_{j=1}^p T_{\sigma_j} = 0.22 + 0.21 = 0.43 \text{ мин}$$

#### 4.2.12. Определение времени на обслуживание рабочего места

Время на обслуживание рабочего места  $\alpha_{об}=4\%$  от оперативного времени определяется из нормативов [7, карта 30] (рис.17) для наибольшего диаметра просверливаемого отверстия 50мм (группа станка II).

ВРЕМЯ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА И ПОДГОТОВИТЕЛЬНО-ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ		Вертикально-сверлильные станки			
		КАРТА 28			
I. Время на обслуживание рабочего места					
		Группа станков			
		I	II	III	IV
Наибольший диаметр просверливаемого отверстия в мм до . . . . .		12	25	50	75
Процент от оперативного времени . . . . .		3,5	4,0	4,0	4,5

Рис. 17. Время на обслуживание рабочего места

#### 4.2.13. Определение времени на отдых и личные надобности

Время на отдых и личные надобности  $\alpha_{мд}=4\%$  от оперативного времени определяется из нормативов [7, карта 88] (рис.18) для механической подачи.

ВРЕМЯ ПЕРЕРЫВОВ НА ОТДЫХ И ЛИЧНЫЕ НАДОБНОСТИ			КАРТА 88			
Характер подачи	Вес детали в кг до	Машинно-ручное время в оперативном в %	Оперативное время операции в мин до			
			0,1	0,2	0,5	1,0 выше
			Время в % от оперативного времени			
Ручная	1	20	7	6	5	4
		40	7	6	6	5
		80	7	7	7	7
	5	20	—	7	6	5
		40	—	7	6	6
		80	—	7	7	8
	10	20	—	—	7	5
		40	—	—	7	6
		80	—	—	8	8
	20 и выше	20	—	—	8	7
		40	—	—	8	8
		80	—	—	8	9
Механическая	—	—	4	4	4	4

Рис.18. Время перерывов на отдых.

#### 4.2.14. Определение подготовительно- заключительного времени

Подготовительно-заключительное время  $T_{пз}$  разбито на 3 составляющие (12):

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2} + T_{пз3}, \quad (12)$$

где  $T_{пз1}$  – время на наладку станка, приспособлений и инструментов, зависящее от способа установки детали и количества инструментов, участвующих в наладке;

$T_{пз2}$  – время на дополнительные приемы, в случае работы с дополнительными, нерегулярно встречающимися в работе приспособлениями или устройствами, предусмотренными в ТП;

$T_{пз3}$  – время на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу приспособлений после окончания работы. Составляющие  $T_{пз}$  определяется по нормативам [7, карта 88], (рис.19).

$T_{пз1} = 13 \text{ мин}$  при установке детали в кондукторе вручную и количестве режущих инструментов в наладке до 3.

$$T_{пз2} = 0.$$

$$T_{пз3} = 6 \text{ мин}.$$

Тогда подготовительно-заключительное время  $T_{пз}$  равно:

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2} + T_{пз4} = 13 + 0 + 6 = 19 \text{ мин}$$

II. Подготовительно-заключительное время на картон

А. На каждую станку, инструмент и приспособления

Ж. шпала	Специф. установка детали	Количество режущих инструментов к номеру до	Группы станков				
			I	II	III	IV	
			Наибольший диаметр просверливаемого отверстия в мм до				
			12	25	70	75	
			Время в мин				
1	В универсальном приспособлении (шпала, болты с гайками, патрон)	3	10	11	11	13	
2		6	11	13	13	15	
3		Св. 6	12	14	14	17	
4	В кондукторе при установке кондуктора	круговой	3	11	12	13	14
5			6	12	15	15	16
6			Св. 6	13	17	17	19
7		кранов	3	14	16	16	17
8			6	15	18	18	19
9			Св. 6	16	20	20	21
10	В универсальном или специальном приспособлении при групповой обработке деталей (частичная ямака станка без специализированного приспособления)	3	7	8	8	9	
11		6	8	9	9	11	
12		Св. 6	9	10	10	12	
Б. На дополнительные операции							
13	Установка и снятие многопозиционной головки		—	20	20	20	
В. На подготовку инструмента и приспособлений до начала и сразу же после окончания обработки							
14	Получение инструмента и приспособлений адекватными работам до начала и сразу же после окончания обработки партии деталей			3-7			

Рис.19. Подготовительно-заключительное время.

#### 4.2.15. Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время  $T_{шк}$  на сверлильную операцию определяется по формуле

$$T_{ш} = T_{он} \left( 1 + \frac{\alpha_{об} + \alpha_{отд}}{100} \right) + \frac{T_{нз}}{n_{зап}} = 0.43 \cdot \left( 1 + \frac{4 + 4}{100} \right) + \frac{19}{300} = 0.53 \text{ мин}$$

### 4.3. Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Исходные данные.
3. Последовательность выполнения работы.

Отчет составляется аналогично примеру выполнения работы.