

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики
Кафедра материаловедения и технологии машиностроения

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

Выполнение лабораторной работы

Методические указания для студентов очной формы обучения
по направлению подготовки
15.03.02 — Технологические машины и оборудование

Составитель
И. Д. Соколова

Санкт-Петербург
2023

Утверждено
на заседании кафедры материаловедения
и технологии машиностроения
22.05.2023 г., протокол № 4

Рецензент А. А. Таразанов

Методические указания соответствуют программе и учебному плану дисциплины «Технология конструкционных материалов» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 – Технологические машины и оборудование. Методические указания содержат краткие сведения о производственном и технологическом процессах, составляющих технологического процесса и методике разработки технологического процесса механической обработки детали.

Методические указания способствуют формированию практических навыков разработки технологического процесса механической обработки детали и составления технологической документации.

Утверждены Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД
в качестве методических указаний

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016,
по паролю. — Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 15.06.2023 г. Рег. № 5008/23

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Цель и задачи работы.....	4
Теоретические сведения	4
Методика проектирования технологических процессов механической обработки заготовок.....	8
Порядок выполнения работы	13
Требования к отчету.....	14
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ	17

ВВЕДЕНИЕ

Изделия получают из материалов и полуфабрикатов в результате осуществления разнообразных работ, которые составляют производственный процесс. Производственный процесс – совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых для изготовления продукции на предприятии.

В производственном процессе выделяют основную и вспомогательную деятельность, выполняемую человеком непосредственно или с помощью орудий труда. Основная деятельность и реализуемые в ходе ее процессы связаны непосредственно с изготовлением детали, изменением формы, размеров и свойств предмета труда, а вспомогательные виды деятельности обеспечивают возможность изготовления продукции и реализации основной деятельности, не участвуя при этом в непосредственном воздействии на предмет труда. К этой части производственного процесса относят конструкторскую и технологическую подготовку производства, транспортирование заготовок и уже готовых изделий, их складирование и хранение, контроль деталей, изготовление приспособлений и инструментов и т. д.

Часть производственного процесса, содержащую целенаправленные действия по изменению и последующему определению состояния предмета труда, называют технологическим процессом. Таким образом, при реализации технологического процесса происходит изменение химических и (или) физических свойств материала, форм, размеров, качества поверхности, внешнего вида заготовки и превращение ее в связи с этим в готовое изделие. Технологический процесс включает также контроль качества изделия на всех этапах его изготовления.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: формирование практических навыков разработки технологического процесса механической обработки детали и составления технологической документации.

Задачи выполняемой работы:

- изучить методику для проектирования технологического процесса изготовления деталей;
- разработать технологический процесс механической обработки детали;
- составить технологическую документацию.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Технологический процесс изготовления детали состоит из последовательных, выполняемых на разных типах оборудования работ, которые называют технологическими операциями.

Технологическая операция – законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте или с использованием одной технологической системы. В зависимости от технологического метода механической обработки различают операции, выполняемые на токарных, фрезерных, сверлильных и других группах и типах металлообрабатывающего оборудования (приложение 1). Название операции дается по наименованию станка, на котором выполняется конкретная работа. Это название записывается в технологической документации именем прилагательным в именительном падеже. Например, операцию, выполняемую на токарно-револьверном станке любой модели, называют «токарно-револьверной».

Технологическая операция является основным элементом технологического процесса. На основе выделения операций становится возможным определить:

- перечень и количество необходимых для изготовления детали станков;
- перечни и количество режущих, вспомогательных и измерительных инструментов;
- перечень приспособлений для установки и закрепления заготовки;
- необходимое количество рабочих и их квалификации;
- время, необходимое для изготовления, и стоимость продукции со сроками ее изготовления;
- другие технико-экономические показатели изготовления продукции.

Технологическим операциям в рамках технологического процесса изготовления детали дают номера, проставляемые в технологической документации арабскими цифрами, начиная с цифры «00» через пять единиц: операции 00, 05, 10, 15 и т. д. Под номером «00» ставят заготовительную операцию, проводимую с целью получения заготовки. Содержание операции описывают предложением с указанием в нем перечня выполняемых работ, обрабатываемых поверхностей и их размеров. Например: сверлить 4 сквозных отверстия с последующим зенкованием фасок, выдерживая $d = 10^{+0,2}$ и фаски $1 \times 45^\circ$ согласно чертежу.

В структуре технологической операции выделяют установовы, позиции, переходы, рабочие и вспомогательные ходы (ГОСТ 3.1109–82).

Часть технологической операции, выполняемую при неизменном закреплении обрабатываемой заготовки, называют установом. Введение в технологический процесс установов необходимо тогда, когда на заготовке нужно в рамках одной операции обработать несколько поверхностей, расположенных с различных ее сторон, что не позволяет это сделать при одном закреплении заготовки. В этом случае для обработки заготовки со второй стороны после обработки с первой стороны ее нужно раскрепить и переустановить в приспособлении в другом положении. Например, на рисунке 1 показана схема фрезерной операции, выполняемой за два установка.

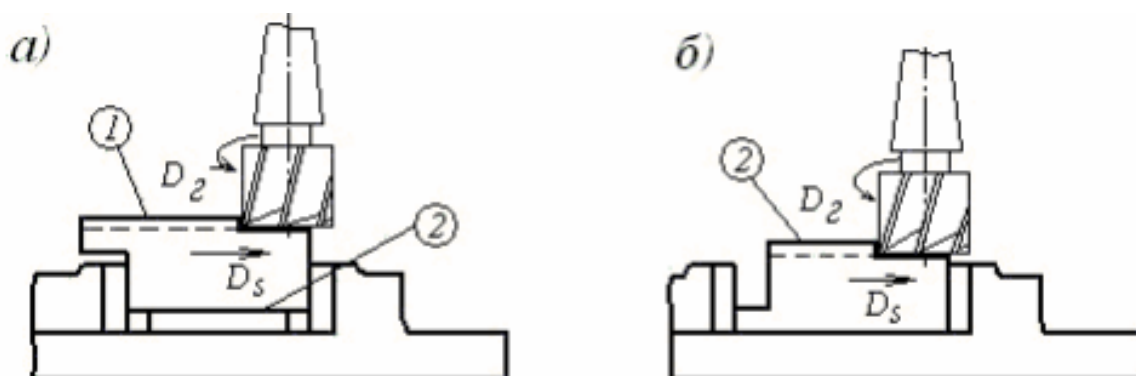


Рис. 1. Эскизы выполнения фрезерной операции за два установка

При первом установе фрезерованию подвергают основание 1 заготовки (рис. 1, а). Затем заготовку раскрепляют, поворачивают на 180° и устанавливают уже обработанной плоскостью на горизонтальную поверхность машинных тисков. После нового закрепления (второй установ) фрезеруют плоскость 2 заготовки (рис. 1, б).

Позиция – фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной заготовкой совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

Технологический переход – законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения (станок, инструмент, приспособление) при постоянных технологических режимах и установке. Обработка при одном установе одной поверхности заготовки, а затем при этом же установе другой поверхности соответствует в структуре технологической операции двум технологическим переходам. Аналогично этому, обработка одной и той же поверхности последовательно одним или разными инструментами при измененных режимах резания описывается в технологической документации также двумя технологическими переходами.

Например, для обработки втулки, представленной на рисунке 2, при одном закреплении заготовки нужно выполнить на токарной операции (токарный станок) последовательно пять технологических переходов: 1-й переход (рис. 2, а) – подрезать торец заготовки проходным отогнутым резцом; 2-й переход (рис. 2, б) – точить наружную поверхность диаметром d проходным упорным резцом; 3-й переход (рис. 2, в) – точить диаметр D проходным резцом; 4-й переход (рис. 2, г) – сверлить отверстие d спиральным сверлом; 5-й переход (рис. 2, д) – отрезать заготовку длиной l отрезным резцом.

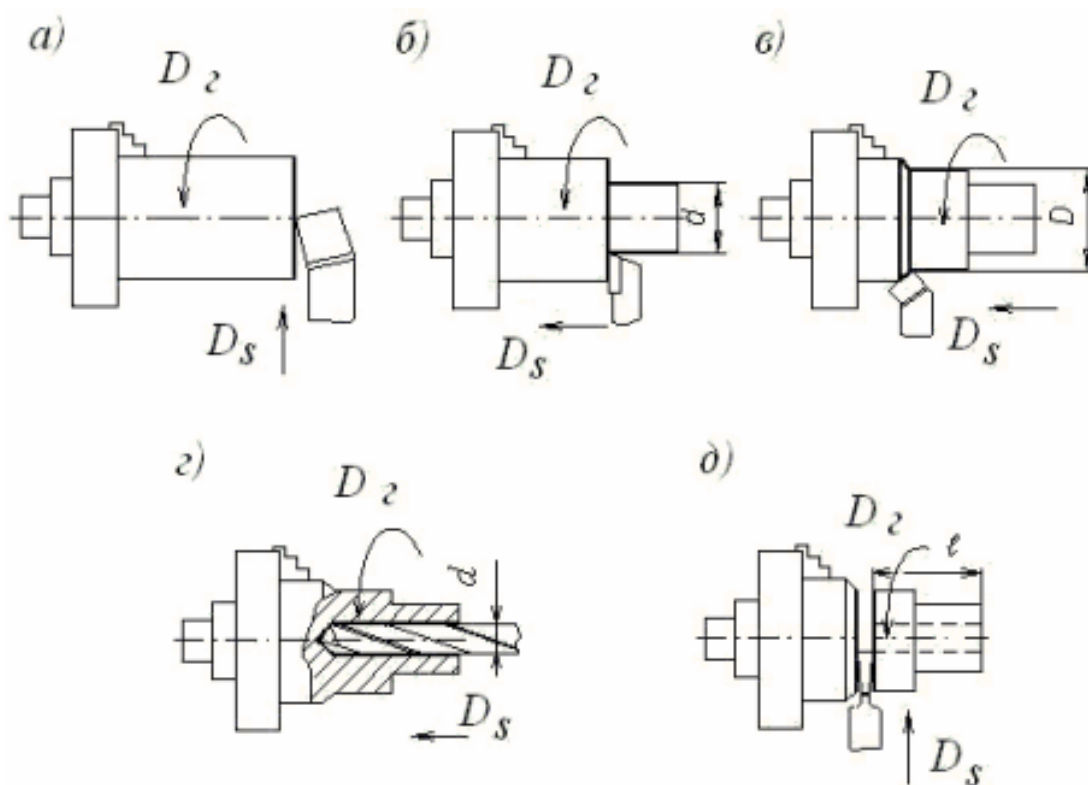


Рис. 2. Эскизы технологических переходов токарной операции

Название перехода описывают предложением с глаголом в повелительном наклонении и указанием наименования обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов и их размеров.

В структуре технологического процесса, кроме технологических переходов, выделяют вспомогательные переходы. Вспомогательный переход – законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением формы, размеров и шероховатости поверхности, но необходимы для выполнения технологического перехода. К вспомогательным переходам относят, например, установку и снятие заготовки со станка, работы по замене режущего инструмента, перемещение рабочего узла станка в заданную позицию и подобные этим работы.

Вспомогательные переходы чередуются с соответствующими технологическими переходами, создавая единую последовательность переходов в рамках операции с номерами в технологической документации, проставляемыми арабскими цифрами: 1, 2, 3 и т. д.

В зависимости от размера снимаемого припуска одну и ту же поверхность можно обработать за одно перемещение режущего инструмента в направлении движения подачи или за несколько его повторных перемещений. В последнем случае при каждом движении инструмента в направлении движения подачи снимают не весь припуск. Законченную часть технологического перехода, состоящую из однократного перемещения

инструмента относительно заготовки, сопровождающуюся изменением формы, размеров, качества поверхности и свойств заготовки, называют рабочим ходом.

Возврат инструмента для подготовки к новому рабочему ходу соответствует введению в структуру технологической операции еще одного элемента под названием вспомогательный ход.

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК

При проектировании каждого технологического процесса преследуют следующие основные цели:

- обеспечение заданного качества изделия;
- выполнение всех технических требований на изделие при минимальных затратах времени и средств.

Разработка технологического процесса изготовления изделия – задача весьма сложная, трудоемкая и многовариантная. Она включает в себя выделение технологических операций и назначение их последовательности, определение структуры операций, выбор режущего, измерительного и вспомогательного инструментов для каждой операции и их элементов, выбор оборудования (станков) и приспособлений, назначение режимов резания, расчет технико-экономических показателей изготовления детали и оформление полученных результатов в виде технологической документации.

Выбор оптимальных решений по структуре и содержанию технологического процесса определяется конструкцией детали, ее конфигурацией, габаритами, маркой материала детали. Одним из решающих факторов, определяющих возможность принятия того или иного решения, является размер партии изготавливаемых деталей или тип производства изделия. Выделяют единичный, мелкосерийный, серийный, крупносерийный и массовый типы производств.

Необходимая точность размеров и взаимного расположения поверхностей на изготовленной на основе разработанного технологического процесса детали достигается в значительной степени оптимизацией последовательности операций и правильным базированием (расположением) заготовки на станке на каждой операции и на каждом установе. Базированием называют придание заготовке требуемого положения относительно выбранной системы координат станка или важнейших его узлов.

Базирование реализуют с помощью ориентации поверхностей, линий или точек заготовки, называемых базами, относительно основных поверхностей станка или закрепленного на нем приспособления. Закрепление заготовки следует осуществлять только после того, как она будет ориентирована (реализовано базирование) должным образом на станке.

Точность обработки в значительной степени определяется также точностью базовых поверхностей заготовки. Поверхности, полученные литьем или горячей штамповкой, не обеспечивают необходимую точность базирования

на заключительных операциях. Поэтому такие поверхности, называемые черновыми базами, можно использовать в качестве баз только один раз – на первой операции, когда на заготовке еще нет обработанных поверхностей. Из тех же соображений на первой операции нужно стремиться обработать поверхности, которые будут служить базами на последующих операциях.

Разработка технологического процесса завершается подготовкой ряда текстовых и графических технологических документов. К основным текстовым документам относят маршрутную, операционную карту и карту контроля. Важнейшим графическим технологическим документом является карта операционного эскиза.

Разрабатывая технологический процесс изготовления детали, необходимо в целом придерживаться следующей последовательности:

- изучить чертеж детали и размер партии изготовления деталей;
- определить тип производства;
- выбрать вид заготовки и метод ее получения;
- произвести разметку чертежа детали, пронумеровав все поверхности, подвергаемые механической обработке;
- выбрать в соответствии с рекомендациями таблицы 1 для каждой из пронумерованных поверхностей требуемое количество технологических переходов (черновой, получистовой, чистовой переходы) и для каждого перехода – технологический метод обработки;
- составить из выбранных таким образом переходов их общую последовательность, то есть технологический маршрут изготовления детали, предусматривающий последовательную черновую, затем получистовую, а при необходимости – чистовую и отделочную обработку поверхностей заготовки;
- выделить в рамках технологического маршрута технологические операции, включающие группы технологических переходов, реализация которых возможна на одном виде оборудования непрерывно;
- для каждой технологической операции назначить технологическое оборудование, определяя название операции;
- разработать последовательно структуру каждой из технологических операций с выделением ее позиций, установов, технологических и вспомогательных переходов, рабочих и вспомогательных ходов;
- выбрать поверхности, по которым заготовка будет базироваться и закрепляться в приспособлении для каждой из операций и при каждом установе;
- назначить перечни приспособлений для закрепления заготовки, режущего и вспомогательного инструментов;
- выбрать контрольно-измерительный инструмент;
- назначить режимы резания по каждой технологической операции и технологическому переходу;
- разработать технологическую документацию.

Таблица 1 – Глубина резания и получаемые точность и шероховатость при различных видах обработки

Вид обработки	Глубина резания, t , мм	Шероховатость поверхности, Ra , мкм	Квалитет точности
Точение:			
черновое	8	80–12,5	14 – 16
получистовое	0,5 – 2	12,5 – 3,2	11 – 13
чистовое	0,2 – 0,5	3,2 – 0,8	6 – 10
Фрезерование:			
черновое	8–10	80–12,5	14–16
чистовое	0,5–2	12,5–1,6	8–13
Строгание:			
черновое	8–10	80–12,5	14–16
чистовое	0,5–2	12,5–3,2	8–13
Сверление и рассверливание	$0,5 (D_{св} - d_{омв})$	25–6,3	13–14
Зенкерование	0,5–3	6,3–3,2	11–12
Развертывание:			
получистовое	0,15–0,5	3,2–0,8	9–10
чистовое	0,05–0,25	0,8–0,25	6–8
Шлифование:			
черновое	0,3–0,5	6,3–1,6	8–11
чистовое	0,03–0,1	1,6–0,25	6–7
тонкое	0,005–0,01	0,25–0,063	5–6

В порядке примера реализации намеченной последовательности на рисунке 3 представлен эскиз детали «Винт». Контур используемой для изготовления заготовки – прутка дан на рисунке 3 пунктирной линией.

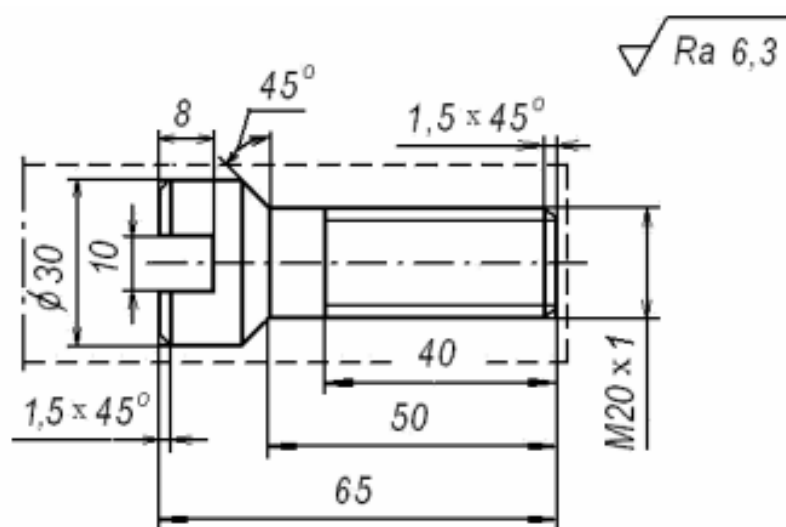
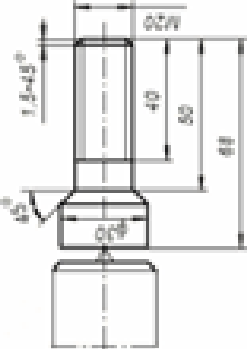
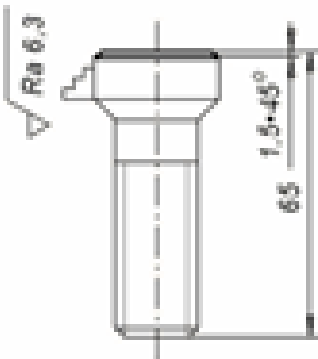
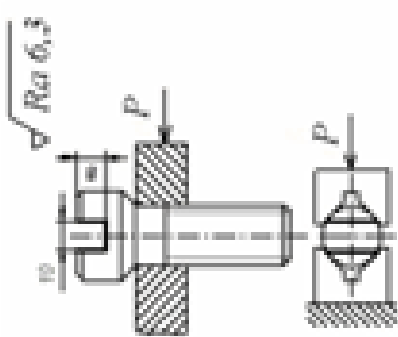


Рис. 3. Эскиз детали «Винт»

В таблице 2 приведены сведения о структуре технологического процесса ее изготовления и требуемой технологической оснастке.

Таблица 2 – Технологическая карта последовательности изготовления детали «Винт»

Но- мер опе- ра- ции	Наимено- вание и модель станка	Наимено- вание операции	Технологический эскиз операции	Номера		Содержание переходов	Чис- ло рабо- чих ходов	Режущий инструмент, приспособ- ления
				у- ста- но- во- во	пере- хо- дов			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Токарно- винторез- ный, модель 16K20	Токарно- винторез- ная		А	1	Установить и закрепить заготовку		Трёхлуча- ковый само- центрирую- щийся патрон
					2	Подрезать торец «как чисто»	1	Подрезной резец
					3	Точить поверхность $d = 30$ мм на длину 70 мм	1	Проходной резец
					4	Точить поверхность $d = 20$ мм на длину 50 мм.	2	Проходной резец
					5	Точить фаску $1,5 \times 45^\circ$	1	- // -
					6	Нарезать резьбу M20 на длину 40 мм	1	Плашка M20
					7	Отрезать заготовку в размер 68 мм	1	Отрезной резец

05 (продолжение)	Токарно-винторезный, модель 16К62	Токарно-винторезная		Б	8	Раскрепить, переустановить и закрепить заготовку		Трёхлучевой са-конный мо-центри-рующей патрон
					9	Подрезать торец в размер 65 мм	1	Подрезной резец
					10	Точить фаску $1,5 \times 45^\circ$	1	Проходной резец
					11	Раскрепить, снять заготовку		
10	Горизонтально-фрезерный станок, модель 6Н82	Горизонтально-фрезерная		А	1	Установить и закрепить заготовку		Машинные тиски, установочные призмы
					2	Фрезеровать паз шириной 10 мм, глубиной 8 мм	1	Фреза дисковая
					3	Раскрепить, снять заготовку		
15		Контрольная				Контролировать размеры детали		

В графе 4 таблицы 2 приведены технологические эскизы обработки заготовки на каждой операции. На эскизах заготовку показывают в том положении, в котором она закреплена на станке во время обработки при виде спереди, и проставляют только те размеры, которые выполняются на данной операции. Режущий инструмент показывают схематично в конце рабочего хода, если он не мешает восприятию сути выполняемого действия.

В таблице 2 приведены названия операций (столбец 3), реализуемых при изготовлении детали «Винт», и их содержание (установы, технологические переходы). Установы нумеруют большими буквами русского алфавита, например: А, Б, В и т. д., а технологические и вспомогательные переходы строго в их общей последовательности – арабскими цифрами.

Если при черновой обработке припуск превышает 8–10 мм, то его удаляют за два (иногда и более) рабочих хода. При чистовой обработке для получения высокой точности и высокого качества поверхности припуск делят на несколько частей, если он превышает 2 мм. Для получения отверстия заданного качества точности необходимо, кроме перехода, на котором согласно таблице 1 получается такая точность, предусмотреть все предыдущие – черновые и (или) получистовые переходы. Например, для получения отверстия 8-го качества точности необходимо последовательно выполнить сверление, зенкерование и получистовое развертывание, а для 7-го качества точности – сверление, зенкерование, получистовое и чистовое развертывание.

В графе 9 таблицы 2 приведены полные наименования используемых на соответствующих операциях станков, режущих инструментов и приспособлений.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучите разделы «Теоретические сведения» и «Методика проектирования технологических процессов» данной работы.

2. Получите индивидуальное задание от преподавателя на разработку технологического процесса изготовления детали по таблице 3.

3. Изучите эскиз детали, установите партию ее изготовления и тип заготовки.

4. Перерисуйте эскиз детали на отдельный лист и пронумеруйте обрабатываемые поверхности по примеру рисунка 4.

5. Разработайте структуру технологического процесса, выделив технологические операции, установы, технологические и вспомогательные переходы, и определите число необходимых рабочих ходов при обработке конкретных поверхностей.

6. Работу выполните, консультируясь с преподавателем, в последовательности, представленной в разделе «Методика проектирования технологических процессов».

7. Разработайте технологические эскизы на выделенные операции и установы.

9. Составьте отчет по работе.



Отчет должен содержать:

- 14

Таблица 3 – Варианты заданий

№ п/п	Эскиз детали с припусками на обработку	Размеры детали									
		l , мм	l_1 , мм	d , мм	d_1 , мм	d_2 , мм	h , мм	b , мм	m	z	
7	2x45° 3 фаски H7 Ra0,32 H14, h14	30	10	20	50	64	22,8	6	2	30	
8		40	20	36	50	131	39,3	10	2,5	45	
9		70	50	45	70	256	48,3	14	8	30	

№ п/п	Эскиз детали с припусками на обработку	Размеры детали, мм												
		l	l_1	l_2	l_3	l_4	d	d_1	d_2	d_3	d_4	h	b	
10	2x45° 2 фаски 3 A-A Ra0,32 b (IT9) H14, h14, ±IT 1/2	60	10	20	30	20	50	39,5	40	5	60	35,5	12	
11		75	12	25	35	25	55	44,5	45	6	65	40,0	14	
12		80	15	30	40	30	60	49,0	50	6	70	45,0	16	

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аверченков, В. И. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 [Текст] / В. И. Аверченков [и др.]. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – М. : Инновационное машиностроение, 2018. – 756 с. – ISBN 978-5-6040281-6-2.
2. Андреев, В. Н. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 [Текст] / В. Н. Андреев [и др.]. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – М. : Инновационное машиностроение, 2018. – 818 с. – ISBN 978-5-6040281-7-9.
3. Боровский, Г. В. Справочник инструментальщика / Г. В. Боровский, С.Н. Григорьев. – М. : Машиностроение, 2007. – 464 с. – ISBN 978-5-217-03389-8.
4. Вереина, Л. И. Металлорежущее технологическое оборудование : учеб. пособие для вузов [Текст] / Л. И. Вереина, А. Г. Ягопольский ; под. общ. ред. Л. И. Вереиной. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2019. – 542 с. – ISBN 978-5-16-013642-4.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Классификация металлообрабатывающих станков

Группа станков		Типы станков											
		наименование	шифр	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Резервные	0		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	1	Токарные	Автоматы и полуавтоматы	специализированные	одношпиндельные	многшпиндельные	револьверные	сверлильно-отрезные	карусельные	токарные, токарно-винторезные и лобовые	многорезцовые, копировальные	специализированные	разные токарные
2	Сверлильные и расточные												
3		Шлифовальные, полировальные, доводочные, заточные	–	круглошлифовальные	внутришлифовальные	обдирочно- и торцовошлифовальные	специализированные шлифовальные	–	заточные	плоскошлифовальные	притирочные, полировальные, хонинговальные	разные с абразивным инструментом	
4	Электрофизические и электрохимические, комбинированные												–

Группа станков наименование		шифр	Типы станков									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Зубо- и резьбообра- батываю- щие	5	резьбо- нарезные	зубодол- бежные для ци- линдри- ческих колёс	зубо- нарезные для кони- ческих колёс	зубо-фре- зерные для цилиндри- ческих ко- лёс и шли- фоваль- ных ва- лов	для наре- зания чер- вячных колёс	для обра- ботки торцов зубьев колёс	резьбо- фре- зерные зерные	зубо- отделоч- ные, про- верочные, обкатные	зубо- и резьбо- шли- фоваль- ные	разные зубо- и резьбо- и обрабаты- вающие	
Фрезерные	6	–	верти- кально- фрезерные консоль- ные	фрезерные непрерыв- ного дей- ствия	–	копиро- вальные и гравиро- вальные	верти- кально- фрезерные бескон- сольные	продоль- но- фрезерные	консоль- ные ши- роко- универ- сальные	горизон- тальные консоль- ные	разные фрезерные	
Строгаль- ные, долбежные, протяжные	7	–	продольные односто- ечные	продольные двухсто- ечные	попереч- но- строгаль- ные	долбеж- ные	протяж- ные горизон- тальные	внутрен- него про- тягивания	наружно- го про- тягивания	–	разные строгаль- ные	
Разрезные	8	–	резцом	абразив- ным кругом	отрезные, оснащённые гладким диском	правиль- но- и бес- центрово- обдироч- ные	ленточные	дисковые	ножовоч- ные	–	–	
Разные	9	–	опиловоч- ные, тру- то- и муф- тообраба- тывающие	пило- насека- тельные	правиль- но- и бес- центро- вообди- рочные	–	для испы- тания инстру- ментов	делитель- ные машины	баланси- ровочные	–	–	