

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

# ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

*Методические рекомендации к самостоятельной работе  
для студентов специальности*

*1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей  
(по направлениям)» заочной формы обучения*



Могилев 2022

УДК 62.114  
ББК 39.3:39.33-4  
Т38

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей»  
«31» марта 2022 г., протокол № 9

Составители: канд. техн. наук, доц. А. С. Мельников;  
ст. преподаватель М. Л. Петренко;  
ассистент А. А. Мельников

Рецензент канд. техн. наук, доц. М. Н. Миронова

Методические рекомендации к самостоятельной работе по дисциплине  
«Технология производства и ремонта автомобилей» для студентов специаль-  
ности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)»  
заочной формы обучения.

Учебно-методическое издание

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Ответственный за выпуск	О. В. Билык
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 31 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2022

## Содержание

Введение.....	4
1 Цель учебной дисциплины.....	5
2 Задачи учебной дисциплины.....	5
3 Выбор задания самостоятельной работы.....	6
4 Методические указания.....	6
5 Темы работ и их содержание .....	6
6 Практическая задача .....	7
Список литературы .....	17
Приложение А .....	18
Приложение Б .....	25

## Введение

В соответствии с учебным планом специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» студенты изучают дисциплину «Технология производства и ремонта автомобилей».

Цель учебной дисциплины – дать будущим специалистам автомобильного транспорта знания, умения и практические навыки по основам организации и технологии производства и ремонта автомобилей и их основных частей, показать необходимость и целесообразность восстановления работоспособности автомобилей на основе научных и технических достижений в области машиностроения и автомобилестроения.

Задачи дисциплины – изучение рабочих процессов и конструктивного исполнения узлов, механизмов и систем привода оборудования, основ теории эксплуатационных свойств оборудования, методов проектировочного и проверочного расчетов основных узлов и деталей, методов его изготовления.

В результате освоения дисциплины «Технология производства и ремонта автомобилей» студенты изучают:

- технологию изготовления заготовок автомобильных деталей;
- прогрессивные процессы механической обработки деталей, в том числе на станках с ЧПУ и в гибких производственных системах;
- основы сборочных процессов при производстве автомобилей;
- основные положения по ремонту автомобилей;
- технологию ремонта автомобилей и агрегатов в условиях специализированных авторемонтных предприятий;
- назначение и сущность технологических процессов восстановления деталей и узлов автомобилей;
- способы восстановления деталей автомобилей, технологию ремонта их типичных представителей;
- комплектование и сборку типовых соединений, агрегатов и автомобилей;
- перспективы развития автомобилестроения и ремонта автомобилей.

Самостоятельная работа (СР) по дисциплине проводится в соответствии с требованиями учебного плана и Положения об аудиторной контрольной работе и компьютерном тестировании обучающихся по заочной (дистанционной) форме, утвержденного Советом Белорусско-Российского университета.

СР по данной дисциплине проводится в период лабораторно-экзаменационной сессии в соответствии с расписанием после проведения лекционных, лабораторных и практических занятий. Общая ее продолжительность для учебной группы составляет два академических часа. Работа выполняется в письменной форме на бланках установленного образца. К выполнению СР допускаются студенты, имеющие при себе зачетную книжку, удостоверение личности (паспорт или вид на жительство, удостоверение беженца).

## 1 Цель учебной дисциплины

Цель дисциплины «Технология производства и ремонта автомобилей» – формирование устойчивой системы знаний, навыков и профессиональных компетенций в области по основам организации и технологии производства и ремонта автомобилей и их основных частей, показать необходимость и целесообразность восстановления работоспособности автомобилей на основе научных и технических достижений в области машиностроения и автомобилестроения.

## 2 Задачи учебной дисциплины

Задачами учебной дисциплины являются познание назначения, классификации, устройства и работы технологического оборудования и их элементов.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

– знать:

- а) технологию изготовления заготовок автомобильных деталей;
- б) прогрессивные процессы механической обработки деталей, в том числе на станках с ЧПУ и в гибких производственных системах;
- в) основы сборочных процессов при производстве автомобилей;
- г) основные положения по ремонту автомобилей;
- д) технологию ремонта автомобилей и агрегатов в условиях специализированных авторемонтных предприятий;
- е) назначение и сущность технологических процессов восстановления деталей и узлов автомобилей;
- ж) способы восстановления деталей автомобилей, технологию ремонта их типичных представителей;
- з) комплектование и сборку типовых соединений, агрегатов и автомобилей;
- и) перспективы развития автомобилестроения и ремонта автомобилей;

– уметь:

- а) выбирать рациональный способ восстановления деталей;
- б) разрабатывать технологические процессы восстановления деталей и сборки агрегатов автомобилей на высоком качественном уровне;
- в) обеспечивать высокое качество комплектования и сборки основных узлов и агрегатов;

– владеть:

- а) методологическими основами организации и технологии производства и ремонта автомобилей и их основных частей;
- б) методами проектирования и планирования технологических процессов изготовления и восстановления деталей.

### 3 Выбор задания самостоятельной работы

Самостоятельная работа (СР) состоит из одного вопроса и одной задачи. Номер вопроса принимается по последней цифре шифра студента (таблица 3.1), номер варианта исходных данных для решения задачи – по предпоследней цифре шифра студента (таблица 3.2).

Таблица 3.1 – Исходные данные к СР

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер вопроса	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10

Таблица 3.2 – Исходные данные к СР

Предпоследняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

СР выполняется на бланках установленного образца (рисунки Б.1 и Б.2).

### 4 Методические указания

При выполнении работы рекомендуется придерживаться следующих указаний.

1 Ознакомиться с содержанием контрольных вопросов и задач.

2 Ответить на вопрос с указанием назначения, классификации, устройства, работы оборудования. Наличие рисунков является обязательным при ответе на вопрос. Рисунок должен иметь наименование, номер, а также названия структурных элементов.

3 Решить задачу с пояснениями в используемых формулах.

### 5 Темы работ и их содержание

1 Оценка технического состояния деталей. Организация восстановления деталей.

2 Методы получения заготовок и технико-экономический анализ их выбора. Особенности получения и применения различных видов заготовок.

3 Виды заготовок деталей и методы их получения. Требования к заготовкам.

4 Методы обработки заготовок наиболее характерных деталей. Конструкторские, технологические, сборочные, контрольные базы

5 Погрешности обработки. Факторы, влияющие на точность обработки. Технологические методы обеспечения точности.

6 Характеристика технологических методов обработки. Точность и качество поверхности при различных способах обработки.

7 Припуски на обработку. Факторы, влияющие на величину припуска.

8 Установочные и зажимные элементы приспособлений. Основные схемы установки заготовок.

9 Назначение и сущность процесса дефектации деталей. Технические требования на дефектацию. Классификация дефектов деталей.

10 Восстановление размеров рабочих поверхностей. Восстановление шероховатости поверхностей.

## 6 Практическая задача

Разработка технологического процесса изготовления вала.

### 6.1 Исходные данные

Исходные данные берутся из таблицы 6.1 согласно заданному преподавателем варианту.

Таблица 6.1 – Варианты заданий

Вариант	Марка стали	Вариант	Марка стали
1	18ХГТ	6	15ХМ
2	50Г	7	15ХГФ
3	45	8	30
4	12ХНЗА	9	50Г
5	40Х	10	30ХМА

Варианты вала представлены на рисунках 6.1–6.3.

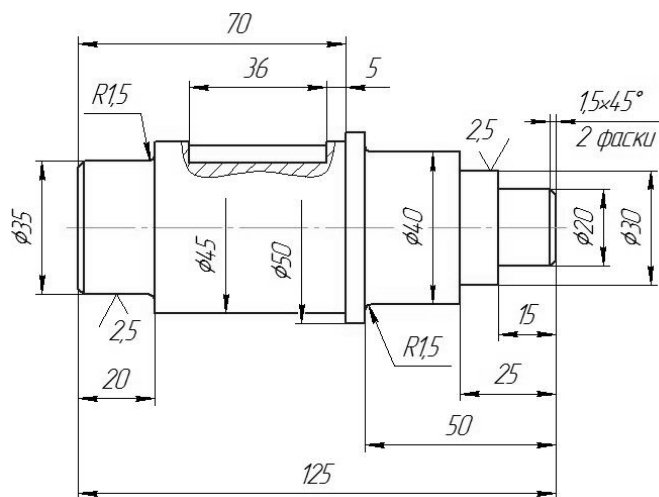


Рисунок 6.1 – Вариант вала № 1

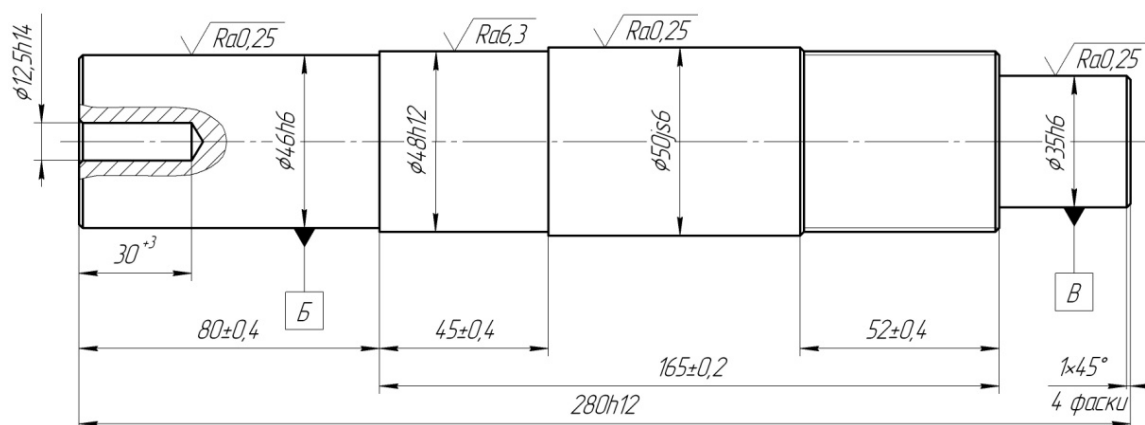


Рисунок 6.2 – Вариант вала № 2

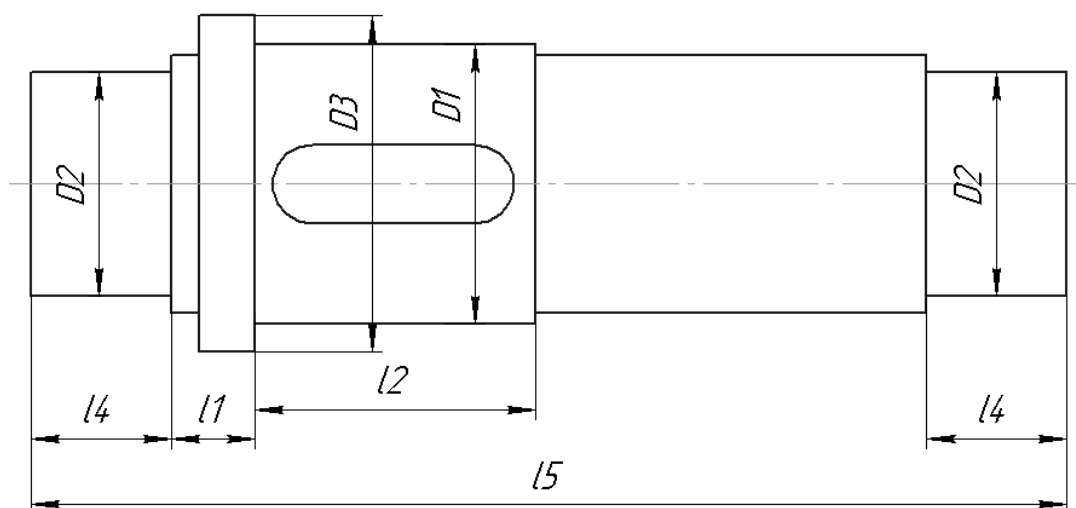


Рисунок 6.3 – Вариант вала № 3

## 6.2 Выбор заготовки

В качестве заготовок для всех вариантов валов следует выбирать горячекатаный круглый прокат, характеристики которого (размеры и допускаемые отклонения) приведены в таблице А.2.

Длину заготовки нужно выбирать исходя из способа резки (точность резки заготовок дана в таблице А.3). При выполнении работы необходимо представить эскиз заготовки, на котором указать контур детали, а также слои материала, снимаемые при обработке с приведением наименования обработки. Схема токарной обработки детали отображена на рисунке 6.4.



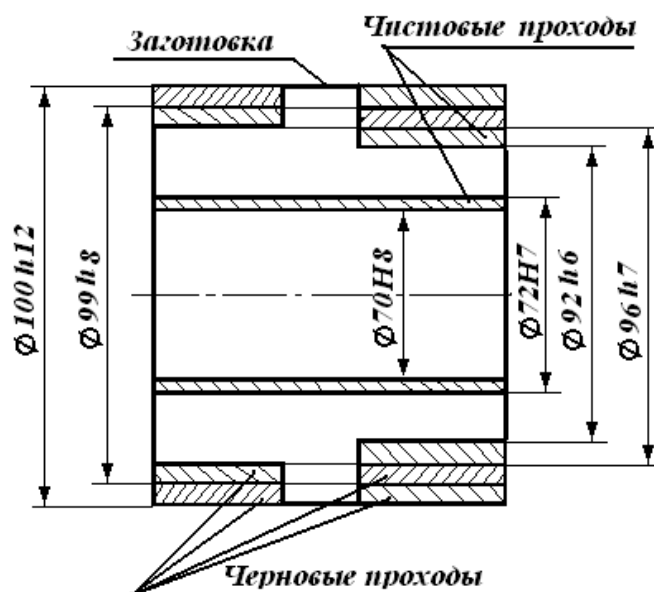


Рисунок 6.4 – Схема токарной обработки детали

### 6.3 Техпроцесс изготовления

Разработку техпроцесса изготовления детали необходимо начинать с составления плана обработки детали, используя эскиз заготовки, а также в соответствии с указаниями, приведенными в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Параметры поверхности, получаемые при различных видах обработки

Обработка	Шероховатость $R$ , мкм	Точность качества
1 Обтачивание наружных поверхностей:		
обдирочное	100... 25	17...15
черновое (однократное)	12,5 ... 6,3	14...12
чистовое	3,2...1,5	9...7
тонкое (алмазное)	0,3...0,4	6
2 Растачивание внутренних поверхностей:		
черновое (однократное)	25...12,5	14...12
чистовое	3,2...1,6	9...8
тонкое (алмазное)	0,8...0,4	7...6
3 Шлифование:		
получистовое	6,3...3,2	11...8
чистовое	1,6...0,8	8...6
тонкое	0,4...0,2	5
4 Сверление и рассверливание	25...12,5	14...12
5 Зенкерование (после сверления)	6,3...3,2	11...10
6 Фрезерование концевой фрезой (однократное)	25...6,3	14...12

Разработанный план технологического процесса изготовления вала оформляется в виде таблицы 6.3.

Таблица 6.3 – Технологический процесс изготовления вала

Наименование операции и содержание переходов	Модель станка	Режущий инструмент	Технологическая база
05 Токарная <i>Установ А</i> 1 Подрезка торца	16К20	Резец проходной	Наружная поверхность
2 Сверление центрального отверстия		Сверло центровочное	То же
<i>Установ Б</i> 1 Подрезка торца		Резец проходной	-//-
2 Сверление центрального отверстия		Сверло центровочное	-//-
<i>Установ В</i> 1 Черновое точение поверхностей Ø40, Ø64		Резец проходной	Центровые отверстия
2 Чистовое точение поверхности Ø40		То же	То же

#### 6.4 Расчет режимов обработки при выполнении токарных операций

При расчете режимов обработки исходные данные необходимо указывать в следующей последовательности для каждого перехода:

- наименование и номер операции;
- наименование и модель станка;
- марка и свойства обрабатываемого материала ( $\sigma_b$ , НВ);
- наименование и марка материала режущего инструмента;
- содержание перехода.

**6.4.1 Определение глубины резания.** В случае обработки поверхности за один рабочий ход глубина резания принимается равной припуску, т. е.  $t = Z$ .

В случае многопроходной обработки глубина резания определяется согласно эскизу заготовки, на котором указана схема обработки (см. рисунок 6.1).

После установления глубины резания для каждого рабочего хода определяется подача  $S_0$ .

**6.4.2 Определение подачи.** При назначении величины подачи необходимо учитывать марку обрабатываемого материала, марку материала режущего инструмента, жесткость технологической системы, прочность пластинки твердого сплава и державки резца, вид обработки (черновое или чистовое точение).

При черновом точении подача определяется по формуле

$$S_0 = S_{табл} \cdot K_{MS}, \quad (6.1)$$

где  $S_{табл}$  – табличное значение подачи;

$K_{MS}$  – коэффициент, зависящий от свойства обрабатываемого материала.

Значения  $S_{табл}$  и  $K_{MS}$  приведены в таблицах А.4 и А.5.

Найденное значение  $S_0$  корректируется и окончательно принимается по паспорту станка.

Пример расчета подачи черновой обработки поверхности диаметром 30 мм (заготовка имеет диаметр 36 мм).

Марка материала детали – сталь 50Г ( $\sigma_b = 647$  МПа – по таблице А.1).  
Материал режущей пластинки резца – твердый сплав марки Т5К10. Глубина резания  $t = 2$  мм.

По таблице А.4 находим рекомендуемые значения подач для своих условий  $S_{табл} = 0,4 \dots 0,5$  мм/об; по таблице А.5 – поправочный коэффициент  $K_{MS} = 1$ . Тогда  $S_0 = 0,5 \cdot 1 = 0,5$  мм/об.

По паспорту токарно-винторезного станка 16К20 принимаем ближайшую меньшую подачу  $S_0 = 0,52$  мм/об.

Для чистовой токарной обработки подачи принимаются по таблице А.6 в зависимости от шероховатости обрабатываемой поверхности и радиуса при вершине резца. Поправочный коэффициент  $K_{MS}$  определяется по таблице А.7.

Подачи при обработке канавок, пазов и отрезании заготовок (деталей) принимаются по таблице А.8.

**6.4.3 Расчет скорости резания.** При расчете скорости в качестве расчетного диаметра принимается наибольший диаметр заготовки. Скорость резания рассчитывается по формуле

$$V_p = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (6.2)$$

где  $V_{табл}$  – табличное значение скорости;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_2$  – коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава;

$K_3$  – коэффициент, зависящий от вида обработки.

Значения  $V_{табл}$  и коэффициента  $K_1$  приведены в таблицах А.9–А.11. Коэффициенты  $K_2$  и  $K_3$  в лабораторных условиях принимаются равными 1,0 при наружном точении. При растачивании отверстий  $K_2 = 1,0$ ;  $K_3 = 0,85$ .

По расчетному значению скорости  $V_p$  определяется расчетная частота вращения шпинделя по формуле

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D}, \quad (6.3)$$

где  $D$  – наибольший диаметр заготовки.

Действительная частота вращения шпинделя  $n_d$  принимается по паспорту станка, по которому рассчитывается действительная скорость резания:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}. \quad (6.4)$$

### Пример расчета скорости резания

В примере расчета подачи была определена подача  $S_0 = 0,5$  мм/об при обработке заготовки диаметром 36 мм из стали 50Г ( $\sigma_s = 647$  МПа). Глубина резания  $t = 2$  мм.

По таблице А.9 находим значение скорости  $V_{табл} = 100$  м/мин, при этом поправочный коэффициент  $K_1 = 0,8$  (см. таблицу А.11). Тогда расчетное значение скорости  $V_p = 100 \cdot 0,8 = 80,0$  м/мин.

$$\text{Расчетная частота вращения шпинделя } n_p = \frac{1000 \cdot 80,0}{3,14 \cdot 36} = 707 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспорту станка 16К20 принимаем действительную частоту вращения шпинделя  $n_d = 630$  мин<sup>-1</sup>.

$$\text{Тогда действительная скорость резания } V_d = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 630}{1000} = 71,2 \text{ м/мин.}$$

**6.4.4 Сверление центровых отверстий.** При обработке деталей центровые отверстия используют в качестве технологических баз, параметры которых (размеры и форма) определяются в зависимости от условий выполнения технологического процесса в ходе разработки технологического процесса.

Центровые отверстия обрабатываются центровочными сверлами, размеры которых определены стандартом (ГОСТ 14952–75). В качестве номинального диаметра центровочного сверла принят диаметр его цилиндрической части. Диаметры центровочных сверл: 1,0; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0 и 10,0 мм.

Размеры центровых отверстий выбирают в зависимости от диаметра вала (ГОСТ 14034–74) по таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Диаметры центровых отверстий и валов, рекомендуемые по ГОСТ 14034–74

Диаметр вала $D$ , мм	10	14	20	30	40	60	80	100
Диаметр отверстия $d$ , мм	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3	8,0	10

Центровое отверстие может быть также обработано набором инструментов: сверлом и зенковкой; сверлом и сверлом большого диаметра с углом заточки  $2\phi = 60^\circ$ .

Режимы резания при сверлении центровых отверстий рассчитываются по тем же формулам и таблицам, что и для обычных спиральных сверл. Диаметр сверла (сверления) принимается равным диаметру цилиндрической части центровочного сверла.

**6.4.5 Определение режимов обработки при сверлении.** При сверлении глубина резания равна половине диаметра сверла, т. е.  $t = d/6$ .

Подача выбирается из таблицы А.12 и окончательно принимается после уточнения по паспорту станка.

Скорость резания при сверлении рассчитывается по формуле

$$V_c = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3. \quad (6.5)$$

где  $V_{табл}$  – табличное значение скорости (таблица А.13);

$K_1$  – коэффициент, зависящий от свойства обрабатываемого материала (таблица А.14);

$K_2$  – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента (в практических и лабораторных занятиях принимается равным 1,0);

$K_3$  – коэффициент, зависящий от глубины сверления (таблица А.15).

По полученному значению скорости  $V$  рассчитывается частота вращения шпинделя по формуле

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (6.6)$$

Значение  $n_p$  корректируется по паспорту станка, принимается ближайшая меньшая частота  $n_d$ .

В заключение рассчитывается действительное значение скорости резания

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}. \quad (6.7)$$

### 6.5 Определение режимов обработки для фрезерных операций

При наличии на поверхности детали поверхностей, требующих фрезерной обработки, необходимо произвести расчет режимов резания при фрезеровании на вертикально-фрезерном станке, например концевой фрезой.

При фрезеровании глубина резания определяется величиной общего припуска  $Z_0$  и числа рабочих ходов, необходимых для его снятия.

Определение подачи при фрезеровании. В отличие от других видов обработки при фрезеровании нормируется подача на один зуб фрезы  $S_z$ . Нормативные значения  $S_z$  приведены в таблице А.16.

Скорость резания определяется по формуле

$$V_c = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (6.8)$$

где  $V_{табл}$  – табличное значение скорости (таблица А.17);

$K_1$  – коэффициент, зависящий от размеров обработки;

$K_2$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_3$  – коэффициент, зависящий от стоимости инструмента.

Коэффициенты  $K_1$  и  $K_3$  в практических и лабораторных занятиях принимаются равными единице.

Коэффициент  $K_2$  принимается таким же, как и при сверлении (см. таблицу А.14).

По полученному значению скорости  $V_c$  рассчитывается частота вращения шпинделя по формуле

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot D_\phi}, \quad (6.9)$$

где  $D_\phi$  – диаметр фрезы (принимается из таблиц 6.5 и 6.6).

Таблица 6.5 – Фрезы концевые с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 17026–71

Диаметр фрезы $D_\phi$ , мм	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	26
Число зубьев $Z$	4	4	4	4	5	5	6	6	6	6	6	6

Таблица 6.6 – Фрезы концевые с коническим хвостовиком по ГОСТ 17026–71

Диаметр фрезы $D_\phi$ , мм	10	11	12	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Число зубьев $Z$	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6

Значение  $n_p$  уточняется по паспорту станка и принимается ближайшее меньшее.

По принятой частоте вращения шпинделя рассчитывается действительная скорость резания

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}. \quad (6.10)$$

По принятой частоте вращения шпинделя рассчитывается минутная подача

$$S_M = S_Z \cdot Z \cdot n_d, \quad (6.11)$$

где  $Z$  – число зубьев фрезы.

Конструкция коробок подач фрезерных станков предусматривает минутную подачу, а не подачу на оборот, как у других станков. Поэтому полученное значение минутной подачи уточняется по паспорту станка (принимается ближайшая меньшая подача). По принятым минутной подаче  $S_{Mnp}$  и частоте вращения шпинделя  $n_p$  окончательно рассчитывается подача на один зуб фрезы:

$$S_Z = \frac{S_{Mnp}}{Z \cdot n_d}. \quad (6.12)$$

## 6.6 Определение режимов обработки при шлифовании

На поверхностях деталей, подлежащих шлифованию, при выполнении предыдущей (токарной) обработки оставляется припуск под шлифование, значения припуска указаны в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Припуск под шлифование поверхностей валов

Вид шлифования	Диаметр шлифуемой поверхности $d$ , мм					
	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120
До термообработки	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5
После термообработки:						
черновое	–	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
чистовое	–	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2

Шлифование цилиндрических поверхностей валов на круглошлифовальных станках может выполняться с поперечной или продольной подачей при автоматическом или ручном цикле в два этапа: шлифование и выхаживание.

Определение режимов резания начинается с выбора размеров и характеристики шлифовального круга, в состав которой входят марка абразивного материала, зернистость, твердость, вид связки, структура, точность балансировки круга.

Скорость резания рассчитывается по формуле

$$V_d = \frac{\pi \cdot D_{кр} \cdot n_{кр}}{1000 \cdot 60}, \quad (6.13)$$

где  $D_{кр}$  – диаметр шлифовального круга (принимается по паспорту станка);

$n_{кр}$  – частота вращения шлифовального круга (величина постоянная для каждой модели станка).

Скорость резания детали  $V_d$  принимается по таблице А.18. По этому значению рассчитывается частота вращения детали

$$n_d = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot d}, \quad (6.14)$$

где  $d$  – диаметр детали.

Полученное значение частоты вращения детали  $n_d$  уточняется по паспорту станка. При этом следует иметь в виду, что все модели круглошлифовальных станков имеют бесступенчатое регулирование частоты вращения заготовки.

Поперечная минутная подача  $S_M$  выбирается по таблице А.19, а время выхаживания определяется по таблицам А.20–А.21.

Расчет основного времени при шлифовании отличается от его расчета при

обычных методах обработки (точении, сверлении, фрезеровании и др.):

$$t_0 = \frac{1,3(Z - Z_{\text{вых}})}{S_M} + t_{\text{вых}}. \quad (6.15)$$

### 6.7 Определение основного времени

Для всех операций разработанного технологического процесса рассчитывается основное время по формуле

$$t_0 = \frac{L_{p.x}}{S_0 \cdot n}, \quad (6.16)$$

где  $L_{p.x}$  – длина рабочего хода инструмента,

$$L_{p.x} = L_{\text{рез}} + y; \quad (6.17)$$

$L_{\text{рез}}$  – длина резания;

$y$  – величина подвода, врезания и перебега инструмента.

Значение подвода врезания и перебега определяют в зависимости от конкретных условий обработки, при этом необходимо учитывать конструкцию инструмента и геометрию режущей части, припуск на обработку, форму и размеры детали и др.

При многопроходной обработке без изменения режимов резания основное время рассчитывается по формуле

$$t_0 = \frac{L_{p.x}}{S_0 \cdot n} \cdot i, \quad (6.18)$$

где  $i$  – число проходов.

При изменении режимов резания основное время определяется отдельно для каждого перехода и затем суммируется.

Дополнительные исходные данные к выполнению расчета параметров обработки представлены в таблицах А.22–А.26.



## Список литературы

- 1 **Суслов, А. Г.** Технология машиностроения: учебник для студентов машиностроительных вузов / А. Г. Суслов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 2007. – 430 с.
- 2 **Карунин, А. Л.** Технология автомобилестроения: учебник для вузов / А. Л. Карунин, Е. Н. Бузник, С. В. Дащенко. – Москва: Трикста, 2005. – 624 с.
- 3 **Ярошевич, В. К.** Технология производства автомобилей: учебное пособие / В. К. Ярошевич, А. С. Савич, А. В. Казацкий. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2006. – 280 с.
- 4 **Антимов, А. М.** Основы технологии машиностроения: учебник / А. М. Антимов. – Екатеринбург: Уральский ун-т, 2017. – 180 с.
- 5 **Чумаченко, Ю. Т.** Кузовные работы. Легковой автомобиль: учебное пособие / Ю. Т. Чумаченко, А. А. Федорченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. – 256 с.
- 6 **Марголит, Р. Б.** Технология машиностроения: учебник для среднего профессионального образования / Р. Б. Марголит. – Москва: Юрайт, 2021. – 413 с.
- 7 **Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений: учебное пособие / Под ред. В. И. Аверченкова, Е. А. Польского. – Москва: ИНФРА-М, 2005. – 288 с.**
- 8 **Восстановление деталей машин: справочник / Ф. И. Пантелеенко [и др.]; под ред. В. П. Иванова. – Москва: Машиностроение, 2003. – 672 с.**
- 9 **Ярошевич, В. К.** Технология ремонта автомобилей. Лабораторный практикум : учебное пособие / В. К. Ярошевич, А. С. Савич, А. В. Казацкий. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2004. – 392 с.
- 10 **Горохов, В. А.** Способы отделочно-упрочняющей обработки материалов: учебное пособие / В. А. Горохов, Н. В. Спиридонов. – Минск: Технопринт, 2003. – 96 с.
- 11 **Мрочек, Ж. А.** Прогрессивные технологии восстановления и упрочнения деталей машин: учебное пособие / Ж. А. Мрочек, Л. М. Кожуро, И. П. Филонов. – Минск: Технопринт, 2000. – 268 с.
- 12 **Гучкин, И. С.** Диагностика повреждений и восстановление эксплуатационных качеств конструкций: учебное пособие / И. С. Гучкин. – Москва: АСВ, 2001. – 176 с.
- 13 **Канарчук, В. Е.** Восстановление автомобильных деталей. Технология и оборудование: учебник для вузов / В. Е. Канарчук, А. Д. Чигринец. – Москва: Транспорт, 1995. – 302 с.
- 14 **Клепиков, В. В.** Технология машиностроения: технологические системы на ЭВМ: учебник / В. В. Клепиков. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 280 с.
- 15 **Есенберлин, Р. Е.** Восстановление автомобильных деталей сваркой, наплавкой и пайкой / Р. Е. Есенберлин. – Москва: Транспорт, 1994. – 256 с.
- 16 **Руководство по капитальному ремонту автомобилей ЗИЛ-130. – Москва: Авторемонт. 1997. – 219 с.**

## Приложение А (справочное)

Таблица А.1 – Механические свойства конструкционных углеродистых и легированных сталей

Марка стали	$\sigma_b$ , МПа	НВ <sub>max</sub>	Марка стали	$\sigma_b$ , МПа	НВ <sub>max</sub>
18ХГТ	980	217	35	530	207
50Г	647	229	38ХГН	784	229
45	600	229	35ХМ	932	241
12ХНЗА	932	217	25ХГМ	1176	207
40Х	980	217	45Г	618	229
15ХМ	441	179	38ХА	932	207
15ХГФ	912	207	30Г2	588	207
30	490	179	25ХГТ	1275	217
30ХМА	932	229	40ХС	1226	255
12ХН2	784	207	40ХФА	883	241

Таблица А.2 – Сортамент круглого горячекатаного проката по ГОСТ 2590–71

Диаметр, мм	Допуск, мм	Диаметр, мм	Допуск, мм	Диаметр, мм	Допуск, мм
30...48 (через 1 мм)	+0,4 –0,7	60	+0,5 –1,1	80	+0,5 –1,3
		62		82	
		63		85	
50 52 53 54 55 56 58	+0,4 –1,0	65		90	+0,6 –1,7
		67		95	
		68		100	
		70	105		
		72	110		
		75	120		
		78			

Таблица А.3 – Точность резки круглого проката

Способ резки	Точность резки, мм
На пресс-ножницах (до диаметра 200 мм)	$\pm 1 \dots \pm 6$
Дисковыми пилами	$\pm 0,4 \dots \pm 3$
Ленточными пилами	$\pm 1,5 \dots \pm 5$
Приводными ножовками	$\pm 2 \dots \pm 4,5$
На фрезерно-отрезных станках	2,5...4,5
На токарно-отрезных станках	0,3...0,8
На горизонтально-фрезерных станках	0,4...0,7
На абразивно-отрезных станках	0,3...0,7

Таблица А.4 – Поддачи при черновом наружном точении стали резцами с пластинами из твердого сплава

Диаметр детали, мм	Подача $S_{табл}$ , мм/об, при глубине резания $t$ , мм		
	до 3	св. 3 до 5	св. 5 до 8
До 20	0,3...0,4	–	–
Св. 20 до 40	0,4...0,5	0,3...0,4	–
Св. 40 до 60	0,5...0,9	0,4...0,8	0,3...0,7
Св. 60 до 100	0,6...1,2	0,5...1,1	0,5...0,9
Св. 100 до 400	0,8...1,3	0,7...1,2	0,6...1,0

Таблица А.5 – Поправочный коэффициент  $K_{MS}$  при черновом точении стали

Прочность детали $\bar{\sigma}_{вр}$ , МПа	500...600	601...700	701...900	901...1100
$K_{MS}$	0,9	1,0	1,15	1,25

Таблица А.6 – Поддачи при чистовом точении стали резцами с пластинами из твердого сплава

Шероховатость поверхности $Ra$ , мкм	$S_{табл}$ , мм/об, при радиусе при вершине резца, мм					
	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
0,63	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17
1,25	0,10	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23
2,50	0,14	0,20	0,25	0,29	0,32	0,35
3,20	0,25	0,33	0,43	0,49	0,55	0,60
6,30	0,35	0,51	0,63	0,72	0,80	0,87
12,5	0,47	0,66	0,81	0,94	1,04	1,14

Таблица А.7 – Поправочный коэффициент  $K_{MS}$  при чистовом точении стали

Прочность детали $\bar{\sigma}_{вр}$ , МПа	500...700	701...900	901...1000
$K_{MS}$	0,9	1,0	1,15

Таблица А.8 – Поддачи при прорезании пазов, канавок и отрезании

Диаметр обработки, мм	Ширина резца, мм	Подача $S_{табл}$ , мм/об
До 20	3	0,06...0,08
Св. 20 до 40	3...4	0,10...0,12
Св. 40 до 60	4...5	0,13...0,16
Св. 60 до 100	5...8	0,16...0,23
Св. 100 до 150	6...10	0,18...0,26
Св. 150	10...15	0,28...0,36

Таблица А.9 – Скорость резания при точении стали резцами из твердого сплава

Глубина резания $t$ , мм	Подача $S_0$ , мм/об	Скорость резания $V_{табл}$ , м/мин, при угле в плане $\varphi$ , град		
		45	60	90
До 1	До 0,2	160	160	160
	0,3	150	150	150
	0,4	135	135	135
	0,5	130	130	130
	0,6	125	125	125
	0,8	120	120	120
2,5	До 0,2	150	150	140
	0,3	135	125	120
	0,4	125	120	115
	0,5	115	110	105
	0,6	110	105	100
	0,8	100	95	93
5,0	До 0,2	150	140	125
	0,3	130	125	105
	0,4	120	115	95
	0,5	110	100	90
	0,6	100	95	85
	0,8	90	85	75

Таблица А.10 – Скорости резания  $V_{табл}$  при прорезании пазов, канавок и отрезании

Подача $S_0$ , мм/об	0,08	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50
Скорость $V_{табл}$ , м/мин	110	100	85	77	65	57	52

Таблица А.11 – Поправочный коэффициент  $K_1$  к скорости резания при точении

Марка стали	30, 35, 40, 45, 50			40Х, 38ХА, 40ХФА, 40ХС, 15ХМ, 35ХМ					30Г2, 45Г, 50Г	
Твердость $HВ_{max}$	179	207	229	179	207	217	241	255	207	229
$K_1$	1,1	1,0	0,9	1,1	0,95	0,9	0,8	0,75	0,9	0,8

Продолжение таблицы А.11

Марка стали	12ХНЗА, 30ХМА, 12ХН2, 38ХГН, 25ХГМ, 15ХГФ,			18ХГТ, 25ХГТ				
Твердость $HВ_{max}$	207		217		229		217	
$K_1$	0,9		0,85		0,75		0,8	

Таблица А.12 – Поддачи при сверлении стали сверлами из быстрорежущей стали

Отношение $L_{рез}/d$	$S_0$ , мм/об, при диаметре сверла $d$ , мм									
	2,5	4	6	8	10	12	16	20	25	32
$\leq 3$	0,04	0,08	0,12	0,16	0,22	0,28	0,32	0,40	0,45	0,5
4...8	0,03	0,06	0,10	0,14	0,18	0,22	0,28	0,32	0,36	0,4

*Примечание* – В таблице приняты исходные данные для сталей НВ 229...270; для сталей НВ < 229 подачу умножить на 1,3, а для сталей НВ > 270 – на 0,8

Таблица А.13 – Скорость резания  $V_{табл}$  при сверлении стали из быстрорежущей стали

Подача $S_0$ , мм/об	Скорость резания $V_{табл}$ , м/мин, при диаметре сверла $d$ , мм									
	2,5	4	6	8	10	12	16	20	25	32
До 0,06	22	25	32	36	40	44	–	–	–	–
0,10	–	20	24	27	30	32	36	40	44	50
0,15	–	–	21	23	25	27	30	33	36	40
0,20	–	–	18	19	22	23	26	29	32	34
0,30	–	–	–	16	18	19	22	24	26	29
0,40	–	–	–	–	–	17	19	21	23	24
0,60	–	–	–	–	–	–	–	17	18	20

Таблица А.14 – Поправочный коэффициент  $K_1$  к скорости резания при сверлении

Марка стали	30, 35, 40, 45, 50			40Х, 38ХА, 40ХФА, 40ХС, 15ХМ, 35ХМ					30Г2, 45Г, 50Г	
Твердость НВ <sub>max</sub>	179	207	229	179	207	217	241	255	207	229
$K_1$	1,3	1,0	0,9	0,95	0,85	0,8	0,7	0,7	0,7	0,65

Продолжение таблицы А.14

Марка стали	12ХНЗА, 30ХМА, 12ХН2, 38ХГН, 25ХГМ, 15ХГФ			18ХГТ, 25ХГТ					
Твердость НВ <sub>max</sub>	207			217		229		217	
$K_1$	0,7			0,75		0,65		0,6	

Таблица А.15 – Поправочный коэффициент  $K_3$  к скорости резания при сверлении

Отношение длины сверления к диаметру	До 5	8	10
$K_3$	1,0	0,8	0,7

Таблица А.16 – Подача  $S_z$  при фрезеровании стали концевыми фрезами из быстрорежущей стали

Глубина резания $t$ , мм	Подача $S_z$ , мм/зуб, при диаметре фрезы $D_f$ , мм		
	6	16	св. 30
До 5	0,005...0,01	0,01...0,025	0,05...0,07
10	0,003...0,006	0,006...0,015	0,03...0,05
Св. 20	–	–	0,02...0,04

Таблица А.17 – Скорость резания  $V_{табл}$  при фрезеровании стали концевыми фрезами из быстрорежущей стали

Глубина резания $t$ , мм	Подача $S_z$ , мм/зуб				
	до 0,02	0,04	0,06	0,1	0,15
<i>При фрезеровании пазов</i>					
До 5	26	24	–	–	–
10	24	23	–	–	–
15	23	22	–	–	–
<i>При фрезеровании плоскостей</i>					
4	–	50	47	42	38
10	–	48	45	40	36
20	–	46	43	38	34

Таблица А.18 – Скорость  $V_d$  вращения детали при шлифовании

Скорость круга $V_d$ , м/с	Твердость обрабатываемой детали HRC		
	до 30	30...50	св. 50
30...35	20...25	25...35	35...45
45...50	20...25	30...40	40...50

Таблица А.19 – Поперечная минутная подача  $S_M$  при круглом наружном шлифовании с ручным циклом

Ширина шлифования $b$ , мм	Диаметр шлифуемой поверхности $d$ , мм				
	до 16	25	40	60	100
До 16	1,5	1,3	1,1	1,0	0,85
25	1,3	1,1	1,0	0,9	0,75
40	1,1	1,0	0,85	0,75	0,65
60	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
100	0,85	0,75	0,65	0,6	0,5

Таблица А.20 – Время выхаживания при круглом шлифовании  $t_{вых}$ 

Допуск на обработку $T$ , мм	Шероховатость $Ra$ , мкм					
	1,25			0,63		
	при диаметре шлифуемой поверхности $d$ , мм					
	до 16	40	100	до 16	40	100
До 0,025	0,10	0,11	0,13	0,17	0,20	0,22
0,025...0,05	0,08	0,09	0,10	0,13	0,14	0,17

Таблица А.21 – Припуск, снимаемый при выхаживании  $Z_{вых}$ 

Время выхаживания $t_{вых}$ , мин	Припуск $Z_{вых}$ , мм, при минутной подаче $S_m$ , мм/мин				
	0,2	0,5	1,0	2,0	св. 2,0
0,1	0,01	0,02	0,03	0,05	0,06
0,15	0,01	0,03	0,04	0,06	0,07
0,2	0,015	0,035	0,05	0,07	0,08
0,25	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10

Таблица А.22 – Подачи  $S_0$  при растачивании отверстий в стальных деталях резцами с пластинами из твердого сплава

Диаметр сечения резца, мм	Вылет резца, мм	Подачи $S_0$ , мм/об, при глубине резания $t$ , мм		
		2	3	5
10	50	0,08	–	–
12	60	0,10	0,08	–
16	80	0,1...0,2	0,15	0,1
20	100	0,5...0,3	0,15...0,25	0,12...0,2

Таблица А.23 – Скорость резания  $V_{табл}$  при нарезании резьбы метчиками из быстрорежущей стали

Диаметр резьбы $d$ , мм	Скорость резания $V_{табл}$ , м/мин, при шаге резьбы $P$ , мм					
	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	2
3...6	6	7	8	–	–	–
8...10	7	8	9	9	10	–
12...16	8	9	10	10	11	11
18...24	9	10	11	–	13	13
Св. 27	–	11	12	–	14	13

Таблица А.24 – Подачи  $S_0$  табл при однократном окончательном фрезеровании зубьев червячными фрезами

Модуль $m$ , мм	Число заходов фрезы $\varepsilon$	Подачи $S_0$ табл, мм/об, при числе зубьев детали $Z_d$		
		до 20	21...45	св. 45
2...5	1	1,6	2,1	2,4
2...5	2	1,2	1,6	1,8

Таблица А.25 – Скорости резания  $V_{табл}$  при нарезании резьбы круглыми плашками

Диаметр резьбы $d$ , мм	6	8	10	12	16	20	24
Скорость $V_{табл}$ , м/мин	3,5	3,4	4,5	4,6	4,8	5,9	6,0

Таблица А.26 – Поправочные коэффициенты  $K_{mv}$  к скорости при нарезании резьбы плашками

Группа стали	Углеродистая			Легированная	
	107...133	139...169	170...230	До 200	201...241
Твердость НВ					
$K_{mv}$	0,6	0,7	1,0	0,9	0,8



## Приложение Б (обязательное)



Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Заочный

Студент \_\_\_\_\_ Курс \_\_\_\_\_ группа \_\_\_\_\_ Шифр \_\_\_\_\_

(Фамилия, инициалы)  
Аудиторная контрольная работа по дисциплине \_\_\_\_\_

### РЕЦЕНЗИЯ

Положительные стороны работы \_\_\_\_\_

Ошибки и недостатки в работе \_\_\_\_\_

### ОЦЕНКА РАБОТЫ

Зачтено		Не зачтено	
Рецензент		Рецензент	
<small>Подпись рецензента на поле штрих-кода</small>		<small>Подпись рецензента на поле штрих-кода</small>	
<small>Расшифровка подписи рецензента (фамилия, инициалы)</small>		<small>Дата</small>	

### ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Студент \_\_\_\_\_

\* \_\_\_\_\_ \* \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Расшифровка подписи – фамилия, инициалы

Рисунок Б.1 – Образец бланка для выполнения СР

Данные, заполняемые в деканате

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Лицевая сторона бланка

Факультет Экономический

Студент \_\_\_\_\_ Курс \_\_\_\_\_ группа \_\_\_\_\_ Шифр \_\_\_\_\_

Аудиторная контрольная работа по дисциплине \_\_\_\_\_

**РЕЦЕНЗИЯ**

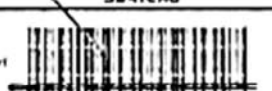

Положительные стороны работы \_\_\_\_\_

Ошибки и недостатки в работе \_\_\_\_\_

Поля рецензии, заполняемые рецензентом

Подпись рецензента на поле штрих-кода для зачетной АКР

**ОЦЕНКА РАБОТЫ**

Зачтено	Не зачтено
Рецензент  Подпись рецензента на поле штрих-кода	Рецензент  Подпись рецензента на поле штрих-кода
Место для подписи рецензента (фамилия, инициалы)	Дата

Место для фамилии и инициалов заполняется рецензентом

**ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ**

Место, обязательное для заполнения студентом

Дата - указывается рецензентом

Студент \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г

Оборотная сторона бланка

Рисунок Б.2 – Порядок заполнения бланка по СР