

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Иркутский государственный аграрный университет  
имени А.А. Ежевского**

**Инженерный факультет**

**Кафедра Технический сервис и общепрофессиональные дисциплины**

**Беломестных В.А.**

**РЕМОНТ ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

**Методические указания по изучению дисциплины и  
выполнению контрольной работы  
для студентов, обучающихся по очной и заочной форме обучения  
по направлению подготовки 23.03.03**

**Молодежный 2020**

УДК 631.3.004.67.192

Беломестных В.А. Ремонт транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования./ Методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы : Иркутский ГАУ - Иркутск, 2020. - 47 с.

Рецензент: канд. техн. наук доцент кафедры ЭМТП, БЖД и ПО Ильин П.И.

В методических указаниях приведены задания и материалы по выполнению контрольной работы по дисциплине «Ремонт Т и ТТМО».

Предназначены для студентов очной и заочной форм обучения инженерного факультета, обучающихся по направлению подготовки 23.03.03-Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

Утверждены и рекомендованы к изданию методической комиссией Инженерного факультета (протокол № 1 от 20.09.19).

# 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цель и задачи дисциплины

Для успешной реализации мероприятий по подъему сельского хозяйства необходимо дальнейшее укрепление материально-технической базы. Эффективность использования сельскохозяйственной техники определяется не только конструктивно-технологическими решениями, заложенными в процессе изготовления, но и условиями ее эксплуатации, технического обслуживания и ремонта. Наука о надежности и ремонте машин изучает причины и закономерности нарушения работоспособности машин, а также методы ее поддержания и восстановления.

Цель освоения дисциплины «Надежность и ремонт машин» является изучение студентами современных и перспективных ресурсосберегающих технологий ремонта и восстановления техники с целью сформировать знания, необходимые при проектировании и внедрении современных технологических процессов ремонта.

Изучая дисциплину, студент должен знать современные способы получения материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств; строение и свойства материалов; сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий; методы восстановления и упрочнения деталей; методы формообразования и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности.

Он должен уметь выбирать рациональный способ устранения обнаруженных дефектов; оформлять и читать технологическую документацию в соответствии с требованиями ГОСТ, ЕСТД; применять технологические процессы ремонта машин и восстановления изношенных деталей в конкретных условиях ремонтного производства.

Поскольку дисциплина «Надежность и ремонт машин» является профилирующей для данной специальности, включает в себя наряду с теоретическими вопросами значительную часть и практических вопросов, то при освоении материала рекомендуется пользоваться не только основной и дополнительной учебной литературой, но и посещать специализированные и неспециализированные ремонтные предприятия.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

- 1 Ачкасов К. А. Прогрессивные способы ремонта сельскохозяйственной техники / К. А. Ачкасов. М. : Колос, 2002. – 194 с.
- 2 Рогов В.А. Современные машиностроительные материалы и заготовки: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.
- 3 Материаловедение /Под ред. Б. Н. Арзамасова [и др.]. – М.: Из-во МГТУ им. Баумана, 2009. – 648 с.
- 4 Технология конструкционных материалов: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / А. М. Дальский [и др.]; Под общей редакцией А. М. Дальского. – 6-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Машиностроение, 2005. – 592 с.

### **Дополнительная литература**

- 1 Черноиванов В. И. Организация и технология восстановления деталей машин / В. И. Черноиванов, В. И. Лялякин // М. : ГОСИИТИ, 2003. – 448 с.
- 2 Пантелеенко Ф. И. Восстановление деталей. Справочник / Ф. И. Пантелеенко, Ф. П. Лялякин, В. П. Иванов, В. М. Константинов. М. : Машиностроение, 2003. – 676 с.
- 3 Иванов В. П. Технология и оборудование восстановления деталей машин / В. П. Иванов. М. : Техноперспектива, 2007. – 460 с.
- 4 Ли Р.И. Технология восстановления деталей сельскохозяйственной техники и оборудования перерабатывающих предприятий : учеб. пособие / Р.И. Ли. Липецк, МичГАУ, 2008. – 322 с.

### **Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Сварка и наплавка в ремонтном производстве. Технология и оборудование : метод. указ. к лабораторным работам по "Технологии ремонта машин" / Иркут. гос. с.-х. акад., 2008. - 79 с.
2. Беломестных В.А. Ремонт транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования. / Методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы. : Иркутский ГАУ – Иркутск : 2020. – 47 с.

## 2. ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 2.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

По дисциплине «Ремонт Т и ТТМО» студенты обучающиеся по очной и заочной форме обучения на 3 курсе выполняют контрольную работу.

К выполнению контрольной работы рекомендуется приступить после ознакомления с методическими указаниями и проработки основной и дополнительной литературы. Отвечая на вопросы, не следует переписывать книжный текст, содержание ответов нужно излагать своими словами. Перед каждым ответом необходимо поместить текст вопроса. При расчетах дать пояснения всех принятых обозначений, входящих в формулу, с указанием их числовых значений. Промежуточные расчеты также должны быть записаны в тетрадь. Расчетные схемы, графики следует выполнять карандашом на миллиметровой бумаге в принятом масштабе. При обозначении величин, их числовых значений необходимо пользоваться единицами измерения в системе СИ. Для замечаний рецензента на каждой стороне оставлять поля шириной 25-30 мм.

Задание на выполнение контрольной работы должно быть изложено на отдельном бланке, который следует подклеить на оборотной стороне титульного листа работы. В конце работы указать перечень используемой литературы. Работа должна быть подписана и указана дата ее выполнения.

### 2.2. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Контрольная работа выполняется согласно индивидуальному заданию (см. приложение А и Б).

В контрольной работе по пункту А необходимо ответить на вопросы, приведенные ниже, по пункту Б - разработать технологию устранения дефекта детали.

#### *2.2.1 Вопросы для контрольной работы (Пункт А) Приложение А*

1. Качество продукции. Объекты, рассматриваемые в надежности машин.
2. Техническое состояние машин, техническое обслуживание и ремонт.
3. Наука надежность машин и ее содержание. Надежность машин.
4. Основные свойства (КОМПОНЕНТЫ) надежности машин.
5. Единичные и комплексные показатели качества и надежности машин.
6. Классификация отказов сельскохозяйственных машин.
7. Физический и моральный износ машин.
8. Теории трения и изнашивания.
9. Виды трения и их классификация по ГОСТ.
10. Виды смазки и их классификация по ГОСТ.
11. Классификация видов изнашивания по ГОСТ.

12. Закономерности абразивного изнашивания.
13. Усталостное разрушение металлов и факторы, влияющие на усталость.
14. Методы определения износов. Методы микрометрирования, взвешивания, искусственных баз и профилографирования.
15. Методы определения износов по концентрации продуктов износа в отработанном масле.
16. Случайные величины в теории надежности машин.
17. Законы распределения случайных величин.
18. Показатели безотказности.
19. Показатели долговечности.
21. Показатели ремонтпригодности и сохраняемости.
22. Конструктивные и технологические мероприятия повышения надежности машин.
23. Эксплуатационные и ремонтные мероприятия повышения надежности.
24. Производственный и технологический процессы ремонта машин.
26. Наружная мойка и очистка, технология и оборудование.
27. Контроль качества выполнения разборочных работ.
28. Виды загрязнений машин.
29. Механизм удаления масляной пленки.
30. Моющие растворы и препараты.
31. Классификация способов мойки и очистки.
32. Контроль качества моечных работ.
33. Дефектовка деталей при ремонте машин. Технология, инструменты и оборудование.
34. Дефектовка подшипников, шестерен, пружин и коленчатых валов.
35. Люминесцентная дефектовка.
36. Магнитная дефектовка.
37. Восстановление посадки без изменения размеров деталей сопряжения.
38. Восстановление посадки методом ремонтных размеров. Метод дополнительных деталей.
39. Восстановление посадки доведением размеров деталей до начальных размеров.
40. Комплектование деталей.
41. Сборка резьбовых соединений.
42. Сборка шпоночных и шлицевых соединений.
43. Сборка соединений с натягом.
44. Монтаж подшипников качения.
45. Сборка зубчатых передач.
46. Контроль качества сборочных работ.
47. Статистическая и динамическая балансировка деталей.
48. Устройство и принцип работы балансировочного станда.
49. Обкатка и испытание дизелей после КР.
50. Общие сведения о лакокрасочных материалах.
51. Подготовка поверхности к окраске.
52. Технология удаления коррозии.

54. Шпатлевание и грунтование поверхности.
55. Нанесение наружных слоев покрытия;
56. Сушка лакокрасочных покрытий;
57. Контроль качества лакокрасочных покрытий.
58. Восстановление посадки без изменения размеров деталей сопряжения.
59. Восстановление посадки методом ремонтных размеров. Метод дополнительных деталей.
60. Восстановление посадки доведением размеров деталей до начальных размеров.
61. Ремонт головок блока.
62. Восстановление гильз цилиндров растачиванием и хонингованием.
63. Восстановление коленчатых валов шлифованием.
64. Комплектовка и сборка ЦПГ.
65. Укладка коленчатого вала в блок.
66. Укладка ЦПГ в блок.
67. Контроль качества сборки основных узлов ДВС.
68. Испытание и ремонт прецизионных пар дизельной ТА.
69. Ремонт, испытание и регулировка ТА дизеля.
70. Ремонт и испытание шестеренных насосов.
71. Ремонт и испытание гидрораспределителей.
72. Ремонт и испытание силовых цилиндров.
74. Ремонт компрессоров.
78. Принципы организации и методы ремонта машин.
79. Виды и периодичность технического обслуживания и ремонта машин.
80. Расчет годовой производственной программы.
81. Режим работы и фонды времени ремонтной мастерской.
75. Виды и характеристика загрязнений.
76. Моющие средства и их характеристика.
77. Физико-механические основы моющего действия.
78. Классификация способов очистки и мойки.
79. Машины и оборудование, применяемые при мойке.
80. Способы удаления старой краски.
81. Способы удаления нагара и накипи.
82. Способы удаления продуктов коррозии.
83. Использование замкнутого водоснабжения при мойке.
84. Интенсификация и оптимизация технологического процесса очистки.
85. Разборка машин и агрегатов. Общие правила.
86. Оборудование и оснастка для разборочных работ.
87. Методы и средства контроля геометрических параметров деталей.
88. Статистическая и динамическая балансировка деталей.
89. Обкатка агрегатов и машин.
90. Оборудование применяемые при обкатке. Режимы обкатки.
91. Подготовка поверхности под покраску. Технология нанесения грунтовки и шпаклевки.

92. Технология нанесения лакокрасочных материалов воздушным и безвоздушным распылением.
93. Технология нанесения лакокрасочных материалов в электростатическом поле.
94. Методы восстановления посадок деталей.
95. Классификация способов восстановления деталей.
96. Восстановление головок блока.
97. Восстановление гильз цилиндров.
98. Восстановление коленчатых валов.
99. Сборка двигателя.
100. Приемочные испытания двигателей.

### ***2.2.2. Разработка технологии устранения дефектов (Пункт Б) (Приложение 2)***

Общие положения по разработке технологической документации на ремонт сельскохозяйственной техники.

При восстановлении деталей чаще всего используют маршрутно-операционное описание технологического процесса, при котором в маршрутной карте (МК) сокращенно описывают технологические операции в последовательности их выполнения, а отдельные операции подробно описывают в операционных картах (ОК), картах эскизов (КЭ) и других технологических документах. Формы технологических документов регламентированы ГОСТами.

При выполнении расчетной части контрольной работы следует разработать технологию устранения одного дефекта - износ поверхности детали, указанной в задании. В задании (приложение 2) приведены также другие данные, знание которых необходимо при разработке технологии. При этом студент должен разработать маршрутную карту (МК) и две операционные карты (ОК): одну на нанесение покрытия (наплавочная, гальваническая), вторую - на механическую обработку.

Операционная карта предназначена для описания технологических операций с указанием последовательности выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, режимах обработки и трудозатратах. Разрабатывая каждую ОК, необходимо обосновать и назначить оборудование и оснастку, рассчитать и обосновать режимы выполнения переходов и нормы времени.

В карте указывают номер и наименование операции в соответствии с маршрутной картой, наименование и модель (код) оборудования и приспособлений, материал, массу и твердость детали. После записи строки с указанием перехода записывают данные о технологической оснастке, а затем по технологическим режимам.

При разработке последовательности технологических операций восстановления деталей следует учитывать особенности применяемого способа восстановления и основные положения.

В технологию восстановления деталей гальваническими покрытиями входят операции предварительной механической обработки и механической обра-



ботки после нанесения покрытий.

Предварительная механическая обработка (как правило, шлифование) предназначена для удаления с покрываемой поверхности следов износа, рисок, раковин, окалины и придания ей требуемой шероховатости.

Для механической обработки, производимой перед наращиванием (гальванопокрытием), а также для предварительной механической обработки необходимо указать размер, до которого производится обработка.

Наименование каждой операции технологического процесса следует давать в краткой форме: “Наплавочная”, “Токарная”.

Содержание операции следует выражать глаголом в повелительном наклонении и приводить наименование обрабатываемых поверхностей. “Наплавить поверхность до Ø40” При обработке нескольких поверхностей следует указывать: “Сверлить 3 отверстия”, “Шлифовать 3 шейки”.

Предварительные и чистовые операции совмещать не рекомендуется, так как они выполняются с различной точностью. В последнюю очередь выполняют чистовые операции.

Если у детали изношены установочные базы, то их восстанавливают в первую очередь. При выборе оборудования для каждой технологической операции следует учитывать габариты детали, размер и расположение обрабатываемых поверхностей.

Выбор режущего инструмента определяется: видом обработки, видом станка; формой, размерами и свойствами обрабатываемой детали; заданным качеством и шероховатостью обрабатываемой поверхности.

Формы ОК зависят от вида операций и регламентированы ГОСТами. Форма ОК на механическую обработку представлена в приложении 3, в приложении 4-ОК дуговой наплавки.

Маршрутная карта МК, предназначена для описания технологического процесса включая контроль и перемещение детали по всем операциям в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, оснастке, трудовых нормативах в соответствии с установленными формами (Приложение 5).

Служебные символы МК и ОК расшифровываются в таблице 1.

Таблица 1 - Служебные символы МК и ОК (ГОСТ 3.1118-87)

Обозначение служебного символа	Содержание информации, вносимой в графы, расположенные на строке
А	Цех; Уч. (участок); РМ (рабочее место); Опер (операция)
Б	Код, наименование оборудования.
Т	Технологическая оснастка
О	Содержание операции
Иот	Инструкция по охране труда
СМ	Степень механизации
Проф	Код профессии
Р	Разряд работы

Продолжение таблицы 1

Обозначение служебного символа	Содержание информации, вносимой в графы, расположенные на строке
УТ	Условия труда и код вида нормы (Х – холодные, Г – горячие, ОВ – особо вредные, ОС – опытно-статистический, Р – расчетный, Х – хронометраж)
КР	Число исполнителей операции
ОП	Объем производственной партии
КОИД	Число одновременно обработанных деталей
Кшт	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании
Ен	Единица нормирования, на которую установлена норма материала или времени (1, 10, 100 и т.д.).
МД	Масса детали
МЗ	Масса заготовки
КИМ	Коэффициент использования материала
ЕВ	Единица величины (массы, длины, площади и т.д.)
ПК	Периодичность контроля
КИ	Число деталей (количество изделий).
ОПП	Обозначение склада, кладовой или другого помещения, откуда поступили детали
Нрасх	Норма расхода
L	Расчетный размер длины рабочего хода инструмента с учетом врезания и перебега, мм
D	Расчетный размер обрабатываемого диаметра детали, мм
t	Глубина резания
i	Число проходов
S	Продольная подача инструмента, мм/об
n	Число оборотов шпинделя, об/мин
V	Скорость резания, м/мин.
ПИ	Приспособления, инструмент
Y	Сила сварочного тока, А
U	Напряжение дуги, В
Vн	скорость наплавки, м/мм
ЧП	Число проходов
Sm	Подача присадочного материала
dэ	Диаметр электрода, мм
Пл	Обозначение полярности (П-прямая, О-обратная)
To	Операционное время (машинное время)
Tв	Вспомогательное время
Tпз	Подготовительно-заключительное время
Tшг (Тн)	Норма штучного времени на операцию
Tд	Дополнительное время

Простановка служебных символов обязательна. Проставляют только необходимые в конкретном случае символы.

Запись информации следует выполнять в технологической последовательности по всей длине строчки с возможностью переноса информации на последующие строки.

### 2.2.3 Оформление технологической документации

После разработки технологического процесса восстановления детали оформляют технологическую документацию в соответствии с требованиями ЕСТД.

Применительно к операциям обработки резанием правила записи операций и переходов обработки регламентированы ГОСТ 3.1702-79.

Наименование операций обработки резанием (приложение 5) должно отражать применяемый вид оборудования и записываться именем прилагательным в именительном падеже, например: «Агрегатная», «Зубострогальная» и т. п.

Запись содержания технологического процесса выполняют в форме маршрутного или операционного описания. Первое применяют в единичном, опытном и мелкосерийном производствах на соответствующих формах маршрутных карт (МК). Второе применяют в массовом и серийном производстве. Допускается применять операционное описание в единичном и опытном производствах. Кроме этого, допускается использование маршрутно-операционного описания технологических процессов на маршрутных картах.

В содержании операции (перехода) должно быть включено:

- ключевое слово (приложение 6), характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределенной форме (например: точить, фрезеровать, сверлить и т. п.);
- наименование обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов или предметов производства (приложение 7);
- дополнительная информация, характеризующая количество одновременно или последовательно обрабатываемых поверхностей, характер обработки (например, предварительно, одновременно, по копиру и т. п.).

При записи содержания операции (перехода) допускается полная или сокращенная форма записи.

Полную запись следует использовать при отсутствии графических изображений (например, карты эскизов) и для комплексного отражения всех действий, выполняемых исполнителем или исполнителями.

Сокращенную запись следует выполнять при наличии графических изображений, которые достаточно полно отражают всю необходимую информацию по обработке. В этом случае в записи содержания операции (перехода) дополнительная информация не указывается.

Формы и правила оформления маршрутных карт (МК) при разработке технологических процессов восстановления деталей установлены ГОСТ 3.1118-



82 (в контрольной работе рекомендуются формы 1, 2, 1б). Карты технологического процесса (КТП) и операционные карты (ОК) оформляют в соответствии с ГОСТ 3.1404-86 (формы 1, 1а и формы 2, 3, 2а, соответственно). Операционная карта слесарных и слесарно-сборочных работ – по ГОСТ 3.1407-86 (формы 1 и 1а). Карта технологического процесса термической обработки – по ГОСТ 3.1405-86 (формы 1 и 1а). Карта типового технологического процесса нанесения химических, электрохимических покрытий и химической обработки – по ГОСТ 3.1408-85 (формы 1 и 1а). Карта типового технологического процесса нанесения лакокрасочных покрытий – по ГОСТ 3.1408-85 (формы 3 и 3а). Операционная карта технического контроля – по ГОСТ 3.1502-85 (формы 1 и 1а). Карта регистрации результатов испытания – по ГОСТ 3.1507-84 (формы 1,3).

Порядок заполнения информации в технологических картах на примере маршрутной карты показан в таблице 2.

Приводимые в таблице 2 цифры – позиции у выносных линий означают следующее:

1 – обозначение служебных символов:

А – номер цеха, участка, рабочего места, номер операции, код и наименование документа, операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции;

Б – код, наименование оборудования и информация по трудозатратам;

М – информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, вспомогательных и комплектующих материалах с указанием их кода, кода единицы величины, количества на изделие и нормы расхода;

О – содержание операции (перехода). Информация записывается по всей строке, при необходимости продолжения информации переносится на следующие строки. При отсутствии эскизов обработки здесь записывают размеры обработки отдельных поверхностей;

Т – информация о технологической оснастке в такой последовательности: приспособления; вспомогательный инструмент; режущий инструмент; слесарно-монтажный инструмент; средства измерений. Перед наименованием оснастки указывается код в соответствии с классификатором. Код включает в себя высшую (шесть первых цифр) и низшую (четыре цифры после точки) классификационные группировки. Выборочно коды высшей группировки. Низшую группировку в курсовом проекте можно указать в виде знака «XXX». Количество одинаковой одновременно работающей оснастки указывается цифрой в скобках, например: «39842. XXXX (2) – фреза угловая Р6М5»;

Р – строка вводится, если требуется указать информацию о режимах обработки;

2 – графы: номер цеха, участка и рабочего места (в курсовом проекте можно заполнить в виде условного кода «XX»);

3 – номер операции в технологической последовательности изготовления, контроля и перемещения. Рекомендуется нумерация операций: 005, 010, 015, 020;

4 – код материала (графу можно не заполнять – ставится прочерк);

5 – в графе «M01» указываются наименование, сортамент, размер и марка материала, номер стандарта – т.е. данные, которые в текстовых документах обычно записываются дробью в виде:  $KPUG \frac{B25ГОСТ2590-88}{45ГОСТ1050-88}$ .

В данной графе запись выполняется одной строкой с разделительным знаком «/»

6 – код единицы величины – массы, длины, площади и т. п. детали или заготовки по классификатору (для массы, указанной в кг, – код 166, в г – 163, в т – 168);

7 – код операции согласно классификатору технологических операций (например, 4220 – для расточной операции; 4221 – для горизонтально-расточной операции и т.п.). При наличии операции, выполняемой на станке с программным управлением, к коду операции добавляется код «4103». После кода операции записывается ее наименование;

8 – код оборудования, который включает в себя высшую (шесть первых цифр) и низшую (четыре цифры после точки) классификационные группировки. Низшая группировка оборудования в курсовом проекте условно может быть указана знаком «xxxx»;

9 – код степени механизации труда (указывается цифрой):

- наблюдение за работой автоматов – 1;
- работа с помощью машин и автоматов – 2;
- вручную при машинах и автоматах – 3;
- вручную без машин и автоматов – 4;
- вручную при наладке машин и ремонте – 5.

10 – код профессии согласно классификатору;

11 – разряд работы, необходимый для выполнения операции. Код включает три цифры: первая – разряд работы по тарифно-квалификационному справочнику, две следующие – код формы и системы оплаты труда: 10 – сдельная форма оплаты труда; 11- сдельная система оплаты труда прямая; 12 – сдельная система оплаты труда премиальная; 13 – сдельная система оплаты труда прогрессивная; 20 – повременная форма оплаты труда; 21 – повременная система оплаты труда простая; 22 – повременная система оплаты труда премиальная;

12 – код условий труда, включает в себя цифру условий труда: 1 – нормальные; 2 – тяжелые и вредные; 3 – особо тяжелые и особо вредные. Кроме этого указывают и букву, определяющую вид нормы времени: Р – аналитически-расчетная; расчетная; И – аналитически-исследовательская; Х – хронометражная; 0 – опытно-статистическая;

13 – обозначение документов, применяемых при выполнении данной операции (например, ИОТ – инструкция по охране труда);

14 – обозначения профиля и размеров заготовок. Рекомендуется указывать толщину, ширину и длину заготовки, сторону квадрата или диаметр и длину (например: 20x50x300, Ш35);

- 15 – количество исполнителей, занятых при выполнении операции;  
 16 – количество одновременно обрабатываемых заготовок;  
 17 – количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки (например – прутка);  
 18 – единица нормирования, на которую установлена норма времени (например: 1, 10, 100 шт.);  
 19 – масса заготовки;  
 20 – объем производственной партии в штуках;  
 21 – коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании зависит от количества обслуживаемых станков:
- |                    |   |      |      |      |      |
|--------------------|---|------|------|------|------|
| количество станков | 1 | 2    | 3    | 4    | 5    |
| коэффициент        | 1 | 0,65 | 0,48 | 0,35 | 0,32 |
- 22 – норма штучного времени на операцию;  
 23 – норма подготовительно – заключительного времени на операцию;  
 24 – коды технологической оснастки по классификатору.

Примеры оформления МК и ОК изготовления и восстановления деталей приведены в приложении Б.

Технические условия (примерные) на контроль - сортировку деталей представлены в приложение Б.

### 3. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

#### 3.1. Автоматическая наплавка под слоем флюса

##### *Расчет режимов наплавки*

**Таблица 2** - Зависимость силы тока от диаметра детали

Диаметр детали, мм	Сила тока А при диаметре электродной проволоки, мм	
	1,2-1,6	2-2,5
50-60	120-140	140-160
65-75	150-170	180-220
80-100	180-200	230-280
150-200	230-250	300-350
250-300	270-300	350-380

Скорость наплавки  $V_n$ , м/ч

$$V_n = \frac{\alpha_n \cdot I}{h \cdot S \cdot \gamma} \quad (1)$$

Частота вращения детали  $n$ , мин<sup>-1</sup>

$$n = \frac{1000 \cdot V_H}{60\pi \cdot d} \quad (2)$$

Скорость подачи проволоки  $V_{np}$ , м/ч

$$V_{np} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I}{\pi \cdot d_{np}^2 \cdot \gamma} \quad (3)$$

Шаг наплавки  $S$ , мм/об

$$S = (2 \div 2,5) \cdot d_{np} \quad (4)$$

Вылет электрода  $\delta$ , мм

$$\delta = (10 \div 12) \cdot d_{np} \quad (5)$$

Смещение электрода  $\ell$ , мм

$$\ell = (0,05 \div 0,07) \cdot d \quad (5)$$

где  $\alpha_n$  - коэффициент наплавки, г/А·ч (при наплавке постоянным током обратной полярности;  $\alpha_n = 11—14$ );

$h$  - толщина наплавленного слоя, мм;

$\gamma$  - плотность электродной проволоки, г/см<sup>3</sup> ( $\gamma = 7,85$ );

$d_{np}$  - диаметр электродной проволоки, мм;

$I$  - сила тока, А;

$d$  - диаметр детали, мм.

Параметры режима наплавки подставлять в формулы без изменения размерностей.

Толщина покрытия  $h$ , мм, наносимого на наружные цилиндрические поверхности, определяется по следующей формуле:

$$h = \frac{I}{2} + z_1 + z_2 \quad (7)$$

где  $I$  - износ детали, мм;

$z_1$  - припуск на обработку перед покрытием, мм (на сторону). Ориентировано  $z_1 = 0,1...0,3$  мм;

$z_2$  - припуск на механическую обработку после нанесения покрытия, мм (на сторону, см. табл.3).

**Таблица 3** - Припуск на механическую обработку при восстановлении деталей различными способами

Способ восстановления	Минимальный припуск односторонний $z_2$ , мм
Ручная электродуговая наплавка	1,4...1,7
Наплавка под слоем флюса	0,8...1,1
Вибродуговая наплавка	0,6...0,8
Наплавка в среде углекислого газа	0,6...0,8
Плазменная наплавка	0,4...0,6
Аргонно-дуговая наплавка	0,4...0,6
Электроконтактная наплавка	0,2...0,5
Газотермическое напыление	0,2...0,6
Осталивание	0,1...0,20
Хромирование	0,05...0,1

В зависимости от необходимой твердости наплавленного слоя применяют



следующие марки проволок и флюсов.

Наплавка проволоками Св-08А, Нп-30, Нп-40, Нп-60, Нп-3ОХГСА под слоем плавленных флюсов (АН-348А, ОСЦ-45) обеспечивает твердость НВ 187-300. Использование керамических флюсов (АНК-18, ШСН) с указанными проволоками позволяет повысить твердость до (HRC-40-55) без термообработки.

Норма времени на выполнение наплавочных работ под слоем флюса и другими механизированными способами наплавки ( $T_H$ ) складывается из следующих элементов затрат времени:

$$T_H = T_O + T_{BC} + T_{ДОП} + \frac{T_{ПЗ}}{n} \quad (8)$$

где  $T_O$  - основное время определяется по следующей формуле:

$$T_O = \frac{\pi \cdot d \cdot l}{1000 \cdot V_n \cdot S} \quad (9)$$

где  $l$  - длина наплавляемой поверхности детали, мм;

$n$  - количество наплавляемых деталей в партии, шт. (в учебных целях можно принять 7 – 22 шт.):

$T_{BC}$  - вспомогательное время наплавки (в учебных целях для механизированных способов наплавки принимается равным 2 – 4 мин.);

$T_{ДОП}$  - дополнительное время определяется по следующей формуле:

$$T_{ДОП} = \frac{(T_O + T_{BC}) \cdot K}{100} \quad (10)$$

где  $K = 10-14\%$  - коэффициент, учитывающий долю дополнительного времени от основного и вспомогательного;

$T_{ПЗ}$  - принимается (в учебных целях) равным 16-20 мин.

## 3.2. Вибродуговая наплавка

### Расчет режимов наплавки

Сила тока

$$I = (60...75) \frac{\pi \cdot d_{ПР}^2}{4} \quad (11)$$

Скорость подачи электродной проволоки может быть подсчитана по формуле

$$V_{ПР} = \frac{0,1 \cdot I \cdot U}{d_{ПР}^2}, \quad (12)$$

где  $V_{ПР}$  - скорость подачи проволоки, м/ч;

$I$  - сила тока, А;

$U$  – напряжение, В;  $U = 14-20$  В;

$d_{ПР}$  - диаметр электродной проволоки, мм.

Скорость наплавки рассчитывают по формуле

$$V_H = \frac{0,785 \cdot d_{ПР}^2 \cdot V_{ПР} \cdot \eta}{h \cdot S \cdot \alpha} \quad (13)$$

где  $V_H$  - скорость наплавки, м/ч;

$\eta$  - коэффициент перехода электродного материала в наплавленный ме-

талл принимают равным 0,8-0,9;

$h$  - заданная толщина наплавленного слоя (без механической обработки), мм;

$S$  - шаг наплавки, мм/об;

$\alpha$  - коэффициент, учитывающий отклонения фактической площади сечения наплавленного слоя от площади четырехугольника с высотой  $h$ ,  $\alpha = 0,8$ .

Между скоростью подачи электродной проволоки и скоростью наплавки существует оптимальное соотношение, при котором обеспечивается хорошее качество наплавки. Обычно  $V_H = (0,4 \div 0,8) \cdot V_{ПР}$ . С увеличением диаметра электродной проволоки до 2,5 ÷ 3,0 мм -  $V_H = (0,74 \div 0,8) \cdot V_{ПР}$ .

Частота вращения детали при наплавке цилиндрических поверхностей определяется по формуле (2). Шаг наплавки:

$$S = (1,6 \div 2,2) \cdot d_m \quad (14)$$

Амплитуда колебаний:

$$A = (0,75 \div 1,0) \cdot d_m, \quad (15)$$

Индуктивность ( $L$ , Гн)

$$L = \frac{51 \cdot \pi \cdot d_{np}^2 \cdot V_{np} \cdot \gamma}{i^2 \cdot f} \quad (16)$$

где  $I$  - максимальная сила тока в цепи, А (ее берут в два раза больше силы тока по амперметру);

$f$  - частота колебаний, Гц.

Применяются следующие марки электродных проволок: Нп-65, Нп-80, Нп-ЗОХГСА и др.

Полярность обратная.

Твердость наплавленного слоя зависит от химического состава электродной проволоки и количества охлаждающей жидкости. При наплавке проволокой Нп-60, Нп-80 и др. с охлаждением обеспечивается твердость 35-55 НРС. При наплавке низкоуглеродистой проволокой Св-0,8, Св-08Г2С и др. получают твердость поверхности 22-26 НРС. Расчет нормы времени для вибродуговой наплавки следует выполнять по формулам 8, 9, 10.

### 3.3. Наплавка в среде углекислого газа

#### *Расчет режимов наплавки*

Сила тока выбирается в зависимости от диаметра электрода и диаметра детали (таблица 4).

Скорость наплавки ( $V_H$ ), частота вращения ( $n$ ), скорость подачи электродной проволоки ( $V_{ПР}$ ), шаг наплавки ( $S$ ), смещение электрода ( $l$ ) определяются по тем же формулам, что и при наплавке под слоем флюса.

**Таблица 4 - Режимы наплавки в углекислом газе**

Диаметр проволоки, мм	Диаметр детали, мм	I, А	U, В
0,8...1 0,8...1	10...20	70...95	18...19
	20...30	90...120	18...19
	30...40	110...140	18...19
1... 1,2	40...50	130...160	18...20
1,2...1,4	50...70	140...175	19...20
1,4...1,6	70...90	170...195	20...21
1,6...2	90...120	195...225	20...22

Коэффициент наплавки при наплавке на обратной полярности  $a_n = 10...12$  г/А-ч. Вылет электрода равен 8...15 мм. Расход углекислого газа составляет 8...20 л/мин. Наплавка осуществляется проволоками Нп-3ОХГСА, Св-18ХГСА, Св-08Г2С, Св-12ГС, в состав которых должны обязательно входить раскислители - кремний, марганец.

Твердость слоя, наплавленного низкоуглеродистой проволокой марки Св-08Г2С, Св-12ГС составляет НВ 200-250. и проволоками с содержанием углерода более 0,3% (ЗОХГСА и др.) после закалки достигает 50 НRC. Норму времени следует рассчитывать по формулам 8, 9, 10.

### 3.4 Плазменная наплавка

#### *Расчет режимов наплавки*

При плазменной наплавке расчет таких параметров режима как скорость, частота вращения, толщина покрытий рекомендуется выполнять соответственно по формулам 1, 2, 7, принятых для расчета режима наплавки под слоем флюса.

Рациональное значение силы тока при плазменной наплавке находится в пределах 200-230 А. Коэффициент наплавки  $a = 10-13$  г/А-ч.

Расход порошка определяется по формуле

$$Q = 0,1 \cdot v \cdot S \cdot h \cdot \gamma \cdot K_n,$$

где  $Q$  - расход порошка, г/с;

$S$  - шаг наплавки, см/об ( $S = 0,4-0,5$ );

$h$  - толщина наплавленного слоя, мм;

$\gamma$  - плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup>. Для порошковых твердых сплавов на железной основе  $\gamma = 7,4$ ; для сплавов на никелевой основе  $\gamma = 0,8$ .

$K_n$  - коэффициент, учитывающий потери порошка,  $K_n = 1,12-1,17$ .

Норма времени рассчитывается по тем же формулам, что и при наплавке под слоем флюса.

Полярность прямая. Наплавка осуществляется на установках для плазменного напыления (УМП-6, УПУ-ЗД) и плазменной сварки (УПС-301), модернизированных под плазменную наплавку.

### 3.5 Электроконтактная наплавка лентой

### Определение режимов наплавки

Частота вращения детали, продольная подача сварочных клещей и частота следования импульсов являются важными параметрами процесса, определяющими его производительность. Соотношение этих величин подбирают так, чтобы обеспечить 6 или 7 сварных точек на 1 см длины сварного шва.

Рекомендуется следующий режим приварки ленты толщиной до 1 мм:

- Сила сварочного тока, кА - 16,1 - 18,1.
- Длительность сварочного цикла, с - 0,04-0,08.
- Длительность паузы, с - 0,1 - 0,12.
- Подача сварочных клещей, мм/об - 3-4.
- Усилия сжатия электродов, кН - 1,30 - 1,60.
- Ширина рабочей части сварочных роликов, мм - 4.
- Скорость наплавки, 3 - 4 м/мин.

Частоту вращения детали, норму времени на наплавку рассчитывают аналогично расчету этих параметров при наплавке под слоем флюса.

При выборе материала ленты следует пользоваться данными, приведенными в таблице 5.

**Таблица 5** - Твердость наплавленного слоя разных марок стали

Марка стали	Твердость наплавленного слоя, HRC	Марка стали	Твердость наплавленного слоя, HRC
Сталь 20	30...35	Сталь 55	50...55
Сталь 40	40... 45	Сталь 40 X	55...60
Сталь 45	45...50	Сталь 65 Г	60...65

### 3.6 Гальванические покрытия

Сила тока

$$I = D_K \cdot F_K, \quad (17)$$

где  $D_K$  - катодная плотность тока А/дм<sup>2</sup> (определяется условиями работы детали, видом покрытия, температурой и концентрацией электролита). При хромировании принимают  $D_K = 50-75$  А/дм<sup>2</sup>, при осталивании – 20...30 А/дм<sup>2</sup>;  $F_K$  - площадь покрываемой поверхности, дм<sup>2</sup>; Норма времени  $T_H$  определяется выражением

$$T_H = \frac{(t_0 + t_1) \cdot K_{ПЗ}}{n_0 \cdot \eta_u} \quad (18)$$

где  $t_0$  - продолжительность электролитического осаждения металлов в ванне, ч;

$t_1$  - время на загрузку и выгрузку деталей ( $t_1 = 0,1-0,2$  ч);

$K_{ПЗ}$  - коэффициент, учитывающий дополнительное и подготовительно-заключительное время (при работе в одну смену  $K_{ПЗ} = 1,1...1,2$ ; в две смены  $K_{ПЗ} = 1,03 - 1,05$ );

$n_0$  - число деталей, одновременно наращиваемых в ванне (для учебных целей можно принять 10-40);

$\eta_u$  - коэффициент использования ванны ( $\eta_u = 0,8-0,95$ ). Время выдержки деталей в ванне определяют по формуле

$$t_0 = \frac{1000 \cdot h \cdot \gamma}{C \cdot D_k \cdot \eta_e} \quad (19)$$

где  $h$  - толщина наращивания, мм (выбирается согласно заданию с учетом износа и припуска на обработку);

$\gamma$  - плотность осажденного металла, г/см<sup>3</sup> (хромирование  $\gamma = 6,9$ , осталивание 7-7,8);

$C$  - электрохимический эквивалент, г/А-ч (хромирование  $C = 0,323$ ; осталивание  $C = 1,042$ );

$\eta_e$  - выход металла по току. Для хромирования - 12-15%, для осталивания - 80-95%.

Отношение площади анода к площади катода  $F_a / F_k$  при осталивании и хромировании можно принять 2:1.

### 3.7 Механическая обработка покрытий

#### *Выбор режимов резания*

Механическая обработка покрытий, наносимых на изношенные поверхности, является завершающей операцией в технологии восстановления деталей.

Механическую обработку наплавленных слоев при твердости до HRC 40 рекомендуется выполнять резанием резцами с пластинками из сплава ВК6. При твердости свыше HRC 40 следует применять шлифование.

После восстановления изношенной поверхности железнением и хромированием, шлифование рекомендуется выполнять кругами на керамической связке зернистостью 20-25 среднемягкой или мягкой твердости (от М1-М3 до СМ1-СМ2) при скорости круга 25-30 м/с.

Шлифование наплавленных слоев с высокой твердостью рекомендуется производить кругами из электрокорунда хромистого при твердости СМ1-СМ2 и скорости 30-35 м/с.

К основным элементам режима резания относятся: глубина резания -  $t$  в мм; подача  $S_B$  мм/об; скорость резания  $V$  мм/мин или частота вращения  $n$  об/мин.

Исходными данными для выбора режима резания являются: данные об обрабатываемой детали (рабочий чертеж и технические условия); род и характеристика материала покрытия, форма, размеры и допуски на обработку; допускаемые отклонения от геометрической формы: некруглость, нецилиндричность, допускаемые погрешности взаимной координации отдельных поверхностей; требуемая шероховатость.

Выбор режима резания при токарной обработке (точение)

Частота вращения,  $n$ .

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (20)$$

Глубина резания  $t = z_2$  мм, (табл. 6).

Подача для чернового точения выбирается по таблицам 6-7 (для учебных целей).

**Таблица 6** - Подачи при обтачивании деталей из стали

Глубина Резания $t$ , мм	Диаметр детали в мм							
	18	30	50	80	120	180	260	Св.260
	Подача $S$ , мм/об							
До 5	до 0,25	0,2-0,5	0,4-0,8	0,6-1,2	1,0-1,4	1,4	1,4	1,4

**Таблица 7** - Подачи при растачивании

Глубина Резания	Диаметр круглого сечения державки резца в мм					
	10	15	20	25	30	40
	Вылет резца в мм					
	50	80	100	125	150	200
	Подача $S$ , мм/об					
Сталь $t=2$	0,05-0,08	0,08-0,20	0,15-0,40	0,25-0,70	0,50-1,0	-
$t=3$	-	0,08-0,12	0,10-0,25	0,15-0,40	0,20-0,50	0,25-0,60
Чугун $t=2$	0,08-0,12	0,25-0,40	0,50-0,80	0,90-1,50	-	-
$t=3$	0,05-0,08	0,15-0,25	0,30-0,50	0,50-0,90	0,90-1,20	-

Требуемая шероховатость обработанной поверхности является основным фактором, определяющим подачу при чистовом точении (таблица 8).

**Таблица 8** - Подача в зависимости от заданной шероховатости поверхности для токарного резца со значениями главного и вспомогательного углов в плане

$$\varphi = \varphi_1 = 45^\circ$$

Диапазон скорости ре- зания, м/мин	шерохова- тость поверхно- сти, $R_a$	Радиус при вершине резца $r$ , мм					
		0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
		Подача $S$ , мм/об					
Весь диапазон	80-40	-	-	-	-	2,80	3,2
	40-20	-	-	1,45	1,60	1,90	2,10
	20-10	0,46	0,58- 0,89	0,67- 1,05	0,73- 1,15	0,85- 1,30	0,93- 1,45
	10-5,0	0,20- 0,35	0,25- 0,44	0,29- 0,51	0,32- 0,57	0,37- 0,65	0,41- 0,71
	5,0-2,5	0,13	0,12- 0,17	0,14- 0,20	0,16- 0,22	0,13- 0,26	0,15- 0,30

Скорость резания:

$$V = \frac{C}{t^x \cdot S^y \cdot T^m}, \text{ м/мин,} \quad (21)$$

где  $t$  - глубина резания в мм;

$S$  - подача в мм/об;

$T$  - стойкость инструмента в мин. (выбирается согласно табл. 9)

**Таблица 9** - Стойкость инструмента

Материал резца	Сечение резца в мм				
	16×25	20×30	25×40	40×60	60×90
	Стойкость резца $T$ (в мин)				
Быстро режущая сталь	60	60	90	120	150
Металлокерамический твердый сплав	90	90	120	150	180

Значение  $C$  выбирается согласно таблице 10.

Значение  $m$  выбирается согласно таблице 11.

**Таблица 10** - Значение  $C$

Обрабатываемый материал	$C$
Сталь, стальное литье	41,7
Серый чугун и медные сплавы	24,0

**Таблица 11** - Значение  $m$

Обрабатываемый материал	Типы резцов	Условия обработки	$m$		
			быстро режущая сталь	сплав ТК	сплав ВК
Сталь, стальное литье, ковкий чугун	Проходные	С охлаждением	0,125	0,125	0,150
	Подрезные	Без охлаждения	0,100	0,125	0,150
	Расточные				
	Отрезные	Без охлаждения	0,200	-	0,150
Серый чугун	Проходные	Без охлаждения	0,100	0,125	0,200
	Подрезные				
	Расточные Отрезные	Без охлаждения	0,150	-	0,200

Значение  $x$  при обработке стали - 0,18, при обработке чугуна - 0,15. Значение  $y$  при обработке стали - 0,27, при обработке чугуна - 0,30. Норма времени на обработку данной партии деталей ( $T_n$ ) выражается следующей формулой:

$$T_n = T_o + T_{BC} + T_{доп} + \frac{T_{ПЗ}}{n} \quad (22)$$

Основное (технологическое) время при точении  $T_o$

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \text{ мин}; \quad (23)$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм}, \quad (24)$$

где  $L$  - расчетная длина обработки в направлении подачи, мм;

$l$  - длина обрабатываемой поверхности, мм;

$i$  - число проходов;

$l_1$  - длина врезания инструмента в мм (рассчитывается по формулам в соответствии с геометрией инструмента и глубиной резания);

При точении  $l_1 = t \cdot ctg \varphi$ ;

При расчетах  $\varphi$  - главный угол в плане можно принять равным  $45^\circ$ , тогда

$$l_1 = t.$$

$T_B$  - вспомогательное время на установку и снятие детали со станка, пуск и остановку станка, подвод и отвод режущего инструмента, измерение размеров и т. п. ( $T_B$  при точении выбирается из таблицы 12)

$l_2$  - длина подхода и перебега инструмента в мм (2-5 мм);

$l_3$  - длина проходов при взятии пробных стружек в мм (5-8 мм). Основное ( $T_O$ ) и вспомогательное ( $T_B$ ) время в сумме составляют оперативное время ( $T_{OP}$ )

$$T_{OP} = T_n + П \quad (25)$$

Дополнительное время ( $T_{доп}$ ) при точении можно принять 3% от  $T_{OP}$  (в учебных целях).

**Таблица 12** - Вспомогательное время при точении

Способ установки обрабатываемой заготовки	Масса заготовки, кг					
	до 1	до 3	до 5	до 8	до 12	до 20
В центрах: с хомутом с люнетом	0,35	0,44	0,54	0,64	0,72	0,87
	0,45	0,5	0,64	0,78	0,91	1,12
На гладкой оправке	0,42	0,53	0,67	0,79	0,91	1,1
На оправке с гайкой	0,53	0,67	0,7	0,75	0,8	0,86
В потроне: без выверки с выверкой с люнетом	0,2	0,22	0,27	0,33	0,38	0,39
	0,4	0,47	0,56	0,63	0,7	0,84
	0,4	0,41	0,53	0,6	0,67	0,78

Подготовительно-заключительное время ( $T_{ПЗ}$ ) при партии деталей  $n = 7-22$  шт. можно принять 13-16 мин (в учебных целях).

### **Выбор режимов резания при шлифовании**

Шлифование с продольной подачей

Глубина шлифования:

$t = (0,005-0,015)$  мм - проход при круглом чистовом шлифовании;

$t = (0,010-0,025)$  мм - при черновом шлифовании.

Число проходов:

$$i = z/t. \quad (26)$$

где  $z$  - припуск на шлифование (на сторону) в мм. Продольная подача  $S$ , мин/об:

$$S = S_D \cdot B_K, \quad (27)$$

$S_D$  - продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали,

$B_K$  - ширина шлифовального круга в мм ( $B_K$  - 20-60 мм). При круглом шлифовании  $S$  зависит от вида шлифования:

1.  $S = (0,3-0,5) B_K$  - при черновом шлифовании деталей, изготовленных из любых материалов, диаметром меньше 20 мм;

2.  $S = (0,6-0,7) B_K$  - при черновом шлифовании деталей, из любых материалов, диаметром более 20 мм;

3.  $S = (0,75-0,85) B_K$  - для деталей из чугуна;

4.  $S = (0,2-0,3) B_K$  - при чистовом шлифовании независимо от материала и



диаметра детали. Окружная скорость детали  $V_D$ :

$V_D = 20-80$  м/мин (для черного шлифования).

$V_D = 2-5$  м/мин (для чистового шлифования). Число оборотов детали (частота вращения) определяется по формуле (20). Скорость продольного перемещения стола  $V_{CT}$ :

$$V_{CT} = \frac{S \cdot n_d}{1000}, \text{ м/мин.} \quad (28)$$

Основное время при шлифовании

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_d \cdot S} \cdot K, \quad (29)$$

где  $L$  - длина продольного хода стола определяется по формулам:

- при шлифовании на проход,

$$L = l + (0,2 \div 0,4) B_K, \text{ мм;} \quad (30)$$

- при шлифовании в упор,

$$L = l - (0,4 \div 0,6) B_K, \text{ мм,} \quad (31)$$

$l$  - длина шлифуемой поверхности, мм;

$K$  - коэффициент точности (коэффициент выхаживания, равный при черновом шлифовании 1,1; при чистовом - 1,4).

Шлифование с поперечной подачей (методом врезания). Врезное шлифование является производительным методом обработки. Оно осуществляется с поперечной подачей до достижения необходимого размера поверхности (продольная подача отсутствует). Шлифовальный круг перекрывает всю (длину) ширину обрабатываемой поверхности детали. Основное время при поперечном шлифовании

$$T = \frac{z}{n_d \cdot S_{non}} \quad (32)$$

где  $S_{non}$  - поперечная подача на один оборот детали ( $S = 0,0025-0,02$  мм/об). Остальные параметры ( $t$ ,  $V_D$ ,  $n_D$ ) определяются также, как и при продольном шлифовании.

Вспомогательное время ( $T_n$ ) при шлифовании выбирается из таблицы 13.

**Таблица 13** - Вспомогательное время при работе на круглошлифовальных станках, мин

Способ установки обрабатываемой детали	Масса обрабатываемой детали с оправкой, кг			
	3	8	12	16
Надеть на деталь хомутик, установить в центрах, пустить станок, снять деталь с центров, снять хомутик, положить деталь на место.	0,43	0,62	0,70	0,72

Дополнительное время ( $T_{Доп}$ ) при шлифовании можно принять 7% от  $T_{ОП}$ , формула 24 (в учебных целях).

Подготовительно-заключительное время ( $T_{ПЗ}$ ) при шлифовании ( $n = 7-22$  лет) для учебных целей принимается 14-18 мин.

## Приложение А

Вопросы для контрольной работы (пункт А)  
для студентов по дисциплине «Ремонт Т и ТТМО»

Последние две цифры шифра	№№ вопросов			Последние две цифры шифра	№№ вопросов		
	1	31	61		21	51	81
01	1	31	61	21	21	51	81
02	2	32	62	22	22	52	82
03	3	33	63	23	23	53	83
04	4	34	64	24	24	54	84
05	5	35	65	25	25	55	85
06	6	36	66	26	26	56	86
07	7	37	67	27	27	57	87
08	8	38	68	28	28	58	88
09	9	39	69	29	29	59	89
10	10	40	70	30	30	60	90
11	11	41	71	31	31	61	91
12	12	42	72	32	32	62	92
13	13	43	73	33	33	63	93
14	14	44	74	34	34	64	94
15	15	45	75	35	35	65	95
16	16	46	76	36	36	66	96
17	17	47	77	37	37	67	97
18	18	48	78	38	38	68	98
19	19	49	79	39	39	69	99
20	20	50	80	40	40	70	100
41	1	41	71	71	2	43	76
42	2	42	72	72	3	44	77
43	3	43	73	73	4	45	78
44	4	44	74	74	5	46	79
45	5	45	75	75	6	47	80
46	6	46	76	76	7	48	81
47	7	47	77	77	8	49	82
48	8	48	78	78	9	50	83
49	9	49	79	79	10	51	84
50	10	50	80	80	11	52	85
51	11	51	81	81	12	53	86
52	12	52	82	82	13	54	87
53	13	53	83	83	14	55	88
54	14	54	84	84	15	56	89
55	15	55	85	85	16	57	90
56	16	56	86	86	17	58	91

Последние две цифры шифра	№№ вопросов			Последние две цифры шифра	№№ вопросов		
57	17	57	87	87	18	59	92
58	18	58	88	88	19	60	93
59	19	59	89	89	20	61	94
60	20	60	90	90	21	62	95
61	21	61	91	91	22	63	96
62	22	62	92	92	23	64	97
63	23	63	93	93	24	65	98
64	24	64	94	94	25	66	99
65	25	65	95	95	26	67	100
66	26	66	96	96	27	68	1
67	27	67	97	97	28	69	2
68	28	68	98	98	29	70	3
69	29	69	99	99	30	72	4
70	30	70	100	100	31	73	5

## Приложение Б

### Задания на выполнение контрольной работы (по пункту Б) по дисциплине «Ремонт Т и ТТМО»

1. Вал привода, сталь 45, дефект №6, износ шеек под подшипники (рисунок 10), наплавка под слоем флюса, НРС 52-56.
2. Вал привода, сталь 45, дефект № 3, износ шеек под подшипники (рис. 10), вибродуговая наплавка, НРС 52-56.
3. Вал привода, сталь 45, дефект №1, износ шеек под подшипники (рис. 10), электроконтактная наплавка лентой, НРС 52-56.
4. Вал привода, сталь 45, дефект №3, износ шеек под подшипники (рис. 10), наплавка в среде углекислого газа, НРС 50-52.
5. Вал привода, сталь 45, дефект №1, износ шеек под подшипники (рис. 10), плазменная наплавка, НРС 52-56.
6. Вал промежуточный, сталь 40Х, дефект № 1, вибродуговая наплавка, НРС 54-56, (рисунок 11).
7. Вал промежуточный, сталь 40Х, дефект № 1, износ поверхности под подшипник, (рисунок 11), гальванические покрытия.
8. Вал промежуточный, сталь 40Х, дефект № 5, износ посадочных мест под подшипники (рис. 11), электроконтактная наплавка, НРС 52-56.
9. Вал промежуточный, сталь 40Х, дефект № 1, износ посадочных мест под наружные роликоподшипники (рис. 11), плазменная наплавка, НРС 52-56.
10. Вал промежуточный, сталь 40Х, дефект № 5, износ посадочных мест под подшипники (рис. 11), вибродуговая наплавка, НРС 52-56.
11. Вал промежуточный, сталь 40Х, дефект № 1, износ посадочных мест под

подшипники (рис. 11), наплавка под слоем флюса, НРС 52-56.

12. Вал промежуточный, сталь 40Х, дефект № 3, износ посадочных мест под шестерню (рис. 11), наплавка в среде углекислого газа, НРС 52-56.

13. Вал промежуточный, сталь 40Х, дефект № 1, износ по диаметру (рис. 11), наплавка под слоем флюса, НРС 52-56.

14. Вал-шестерня, сталь 40Х, дефект № 1Цапфа, сталь 45, износ по диаметру (рис. 12), вибродуговая наплавка, НРС 52-56.

15. Вал-шестерня, сталь 40Х, дефект № 1, износ по диаметру (рис. 12), электроконтактная наплавка лентой, НРС 52-56.

16. Вал-шестерня, сталь 40Х, дефект № 4, износ по диаметру (рис. 12), плазменная наплавка, НРС 52-56.

17. Вал-шестерня, сталь 40Х, дефект № 1, износ отверстий под зубчатое колесо (рис.12), гальванические покрытия, НВ 170-241.

18. Вал-шестерня, сталь 40Х, дефект № 3, износ шлицев по толщине (рис.12), гальванические покрытия, НВ 170-241.

19. Вал-шестерня, сталь 40Х, дефект № 2, износ по диаметру (рис. 12), наплавка под слоем флюса, НРС 52-56.

20. Вал-шестерня, сталь 40Х, дефект № 4, износ по диаметру (рис. 12), вибродуговая наплавка, НРС 52-56.

21. Ушко переднего карданного вала, сталь 45, дефект №1, износ по диаметру по концам (рис. 13), гальванические покрытия, НРС 52-56.

22. Ушко переднего карданного вала, сталь 45, дефект №2, износ по диаметру средней части (рис. 13), осталивание, НРС 52-56.

23. Шатун в сборе, сталь 45, дефект №1, износ по диаметру по концам (рис. 14), осталивание, НРС 52-56.

24. Вал, Сталь 45, дефект №1, (рис. 15), плавка под слоем флюса, НВ 351.

25. Ось поддерживающего ролика (рис. 15), износ шеек под подшипники, сталь 45, наплавка под слоем флюса, НРС 52-56.

26. Ось поддерживающего ролика (рис. 15), износ шеек под подшипники, сталь 45, гальванические покрытия.

27. Ось поддерживающего ролика (рис. 15), износ шеек под подшипники, сталь 45, вибродуговая наплавка, НРС 52-56.

28. Ось поддерживающего ролика (рис. 15), износ шеек под подшипники, сталь 45, электроконтактная наплавка лентой, НРС 52-56.

29. Ось поддерживающего ролика (рис. 15, стр. 45), износ шеек под подшипники, сталь 45, наплавка в среде углекислого газа, НРС 52-56.

30. Ось поддерживающего ролика (рис. 15, стр. 45), износ шеек под подшипники, сталь 45, плазменная наплавка, НРС 52-56.

31. Вал, сталь 45, (рис. 16), износ шейки под передний подшипник поз. 1, гальванические покрытия.

32. Вал, сталь 45, (рис. 16), износ шейки под втулку, поз. 5, электроконтактная наплавка лентой, НРС 52-56.

33. Вторичный вал, сталь 45, (рис. 16), износ шейки под передний подшипник, поз 1, наплавка под слоем флюса, НРС 52-56.

34. Вал, сталь 45, (рис. 16), износ шлицев. поз. 2, гальванические покрытия.

35. Вал, сталь 45, (рис. 16), износ резьбы, поз 4, вибродуговая наплавка, HRC 52-56.
36. Вал, сталь 40X, (рис. 16), износ шеек под подшипники, поз. 1, наплавка под слоем флюса, HRC 52-56
37. Вал, сталь 50X, (рис. 16), износ шеек под подшипники, поз. 5, плазменная наплавка, HRC 52-56.
38. Вал, сталь 45, (рис. 12), износ шеек, электроконтактная наплавка лентой, HRC 52-56.
39. Первичный вал, сталь 45, (рис. 16), износ или срыв резьбы, наплавка под слоем флюса, HB 229-269.
40. Вал, сталь 45, (рис. 15), износ или срыв шпоночного паза, поз. 3, наплавка под слоем флюса, HB 229-269.
41. Вал привода, сталь 40X, (рис. 10), износ шеек под втулку, поз. 3, наплавка под слоем флюса, HRC 52-56
42. Вал-шестерня, сталь 50X, (рис. 12), износ шеек под зубчатое колесо, поз. 2, электроконтактная наплавка лентой, HRC 52-56
43. Вал промежуточный, сталь 45, (рис. 11), износ шеек под зубчатое колесо, поз. 3, вибродуговая наплавка, HRC 52-56
44. Вал, сталь 40X, (рис. 15), износ шеек под большую втулку, поз. 2, наплавка в среде углекислого газа, HRC 50-52
45. Карданный вал, сталь 45, (рис. 13), износ шеек под большой подшипник, поз. 2, гальванические покрытия.
46. Вал привода, сталь 45, дефект №1, износ шеек под подшипники (рисунок 10), наплавка под слоем флюса. HRC 52-56.
47. Вал привода, сталь 45, дефект № 3, износ шеек под подшипники (рис. 10), вибродуговая наплавка, HRC 52-56.
48. Вал привода, сталь 45, дефект №1, износ шеек под подшипники (рис. 10), электроконтактная наплавка лентой, HRC 52-56.
49. Вал привода, сталь 45, дефект №3, износ шеек под подшипники (рис. 10), наплавка в среде углекислого газа, HRC 50-52.
50. Вал привода, сталь 45, дефект №1, износ шеек под подшипники (рис. 10), плазменная наплавка, HRC 52-56.
51. Вал промежуточный, сталь 40X, дефект № 1, вибродуговая наплавка, HRC 54-56, (рисунок 11).
52. Вал промежуточный, сталь 40X, дефект № 1, износ поверхности под подшипник, (стр. 41, рисунок 11), гальванические покрытия.
53. Вал промежуточный, сталь 40X, дефект № 5, износ посадочных мест под подшипники (стр. 41, рис. 11), электроконтактная наплавка, HRC 52-56.
54. Вал промежуточный, сталь 40X, дефект № 1, износ посадочных мест под наружные роликоподшипники (рис. 11), плазменная наплавка, HRC 52-56.
55. Вал промежуточный, сталь 40X, дефект № 5, износ посадочных мест под подшипники (рис. 11), вибродуговая наплавка, HRC 52-56.
56. Вал промежуточный, сталь 40X, дефект № 1, износ посадочных мест под подшипники (рис. 11), наплавка под слоем флюса, HRC 52-56.
57. Вал промежуточный, сталь 40X, дефект № 3, износ посадочных мест под

шестерню (рис. 11), наплавка в среде углекислого газа, HRC 52-56.

58. Вал промежуточный, сталь 40X, дефект № 1, износ по диаметру (рис. 11), наплавка под слоем флюса, HRC 52-56.

59. Вал-шестерня, сталь 40X, дефект № 1 Цапфа, сталь 45, износ по диаметру (рис. 12), вибродуговая наплавка, HRC 52-56.

60. Вал-шестерня, сталь 40X, дефект № 1, износ по диаметру (рис. 12), электроконтактная наплавка лентой, HRC 52-56.

61. Вал-шестерня, сталь 40X, дефект № 4, износ по диаметру (рис. 12), плазменная наплавка, HRC 52-56.

62. Вал-шестерня, сталь 40X, дефект № 1, износ отверстий под зубчатое колесо (рис.12), гальванические покрытия, HB 170-241.

63. Вал-шестерня, сталь 40X, дефект № 3, износ шлицев по толщине (рис.12), гальванические покрытия, HR 170-241.

64. Вал-шестерня, сталь 40X, дефект № 2, износ по диаметру (рис. 12), наплавка под слоем флюса, HRC 52-56.

65. Вал-шестерня, сталь 40X, дефект № 4, износ по диаметру (рис. 12), вибродуговая наплавка, HRC 52-56.

66. Ушко переднего карданного вала, сталь 45, дефект №1, износ по диаметру по концам (рис. 13), гальванические покрытия, HRC 52-56.

67. Ушко переднего карданного вала, сталь 45, дефект №2, износ по диаметру средней части (рис. 13), осталивание, HRC 52-56.

68. Шатун в сборе, сталь 45, дефект №1, износ по диаметру по концам (рис. 14), осталивание, HRC 52-56.

69. Вал, Сталь 45, дефект №1, (рис. 15), плавка под слоем флюса, HB 351.

70. Ось поддерживающего ролика (рис. 15, стр. 45), износ шеек под подшипники, сталь 45, наплавка под слоем флюса, HRC 52-56.

71. Ось поддерживающего ролика (рис. 15), износ шеек под подшипники, сталь 45, гальванические покрытия.

72. Ось поддерживающего ролика (рис. 15), износ шеек под подшипники, сталь 45, вибродуговая наплавка, HRC 52-56.

73. Ось поддерживающего ролика (рис. 15), №4, износ шеек под подшипники, сталь 45, электроконтактная наплавка лентой, HRC 52-56.

74. Ось поддерживающего ролика (рис. 15), №1, износ шеек под подшипники, сталь 45, наплавка в среде углекислого газа, HRC 52-56.

75. Ось поддерживающего ролика (рис. 15), №4, износ шеек под подшипники, сталь 45, плазменная наплавка, HRC 52-56.

76. Вал, сталь 45, (рис. 16), №5, износ шейки под передний подшипник, гальванические покрытия.

77. вал, сталь 50, (рис. 16), №5, износ шейки под задний подшипник, электроконтактная наплавка лентой, HRC 52-56.

78. Вал, сталь 45, (рис. 16), №1, износ шейки под передний подшипник, наплавка под слоем флюса, HRC 52-56.

79. Промежуточный вал, сталь 40X, (рис. 11), №1, износ шеек под передний подшипник, гальванические покрытия.

80. Промежуточный вал, сталь 45, (рис. 11), №5, износ шеек под подшипни-

ки, вибродуговая наплавка, HRC 52-56.

81. Вал-шестерня, сталь 50X, (рис. 12), №1, износ шеек под подшипники, наплавка под слоем флюса, HRC 52-56

82. Вал-шестерня, сталь 40X, (рис. 12), №1, 4, износ шеек под подшипники, плазменная наплавка, HRC 52-56.

83. Вал-привода, сталь 45, (рис. 10), №3, износ шейки под подшипник, электроконтактная наплавка лентой, HRC 52-56.

84. Вал, сталь 45, (рис. 16), №4, износ или срыв резьбы, наплавка под слоем флюса, HB 229-269.

85. Вал, сталь 45, (рис. 15), № 3, износ или срыв паза под шпонку, наплавка под слоем флюса, HB 229-269.

86. Шатун в сборе, сталь 45, (рис. 14), №1, износ шейки под шейку, осталивание, HRC52-56.

87. Вал-шестерня, сталь 45, (рис. 12), №4, износ шеек под подшипник, гальванические покрытия, HRC 52-56

88. Вал, сталь 45, (рис. 10), №3, износ шеек под малую втулку, вибродуговая наплавка, HRC 52-56

89. Вал-ось, сталь 45, (рис. 15), №2, износ шеек под большую втулку, наплавка в среде углекислого газа, HRC 50-52

90. Вал-ось, сталь 45, (рис. 15), №1,4, износ шеек под подшипники, гальванические покрытия, HRC 52-56.

91. Вал промежуточный, сталь 40X, дефект № 1, износ посадочных мест под подшипники (рис. 11), наплавка под слоем флюса, HRC 52-56.

92. Вал промежуточный, сталь 40X, дефект № 3, износ посадочных мест под шестерню (рис. 11), наплавка в среде углекислого газа, HRC 52-56.

93. Вал промежуточный, сталь 40X, дефект № 1, износ по диаметру (рис. 11), наплавка под слоем флюса, HRC 52-56.

94. Вал-шестерня, сталь 40X, дефект № 1. Цапфа, сталь 45, износ по диаметру (рис. 12), вибродуговая наплавка, HRC 52-56.

95. Вал-шестерня, сталь 40X, дефект № 1, износ по диаметру (рис. 12), электроконтактная наплавка лентой, HRC 52-56.

96. Вал-шестерня, сталь 40X, дефект № 4, износ по диаметру (рис. 12), плазменная наплавка, HRC 52-56.

97. Вал-шестерня, сталь 40X, дефект № 1, износ отверстий под зубчатое колесо (рис.12), гальванические покрытия, HB 170-241.

98. Вал-шестерня, сталь 40X, дефект № 3, износ шлицев по толщине (рис.12), гальванические покрытия, HRC 52-56.

99. Вал-шестерня, сталь 40X, дефект № 2, износ по диаметру (рис. 12), наплавка под слоем флюса, HRC 52-56.

100. Вал-шестерня, сталь 40X, дефект № 4, износ по диаметру (рис. 12), вибродуговая наплавка, HRC 52-56.



















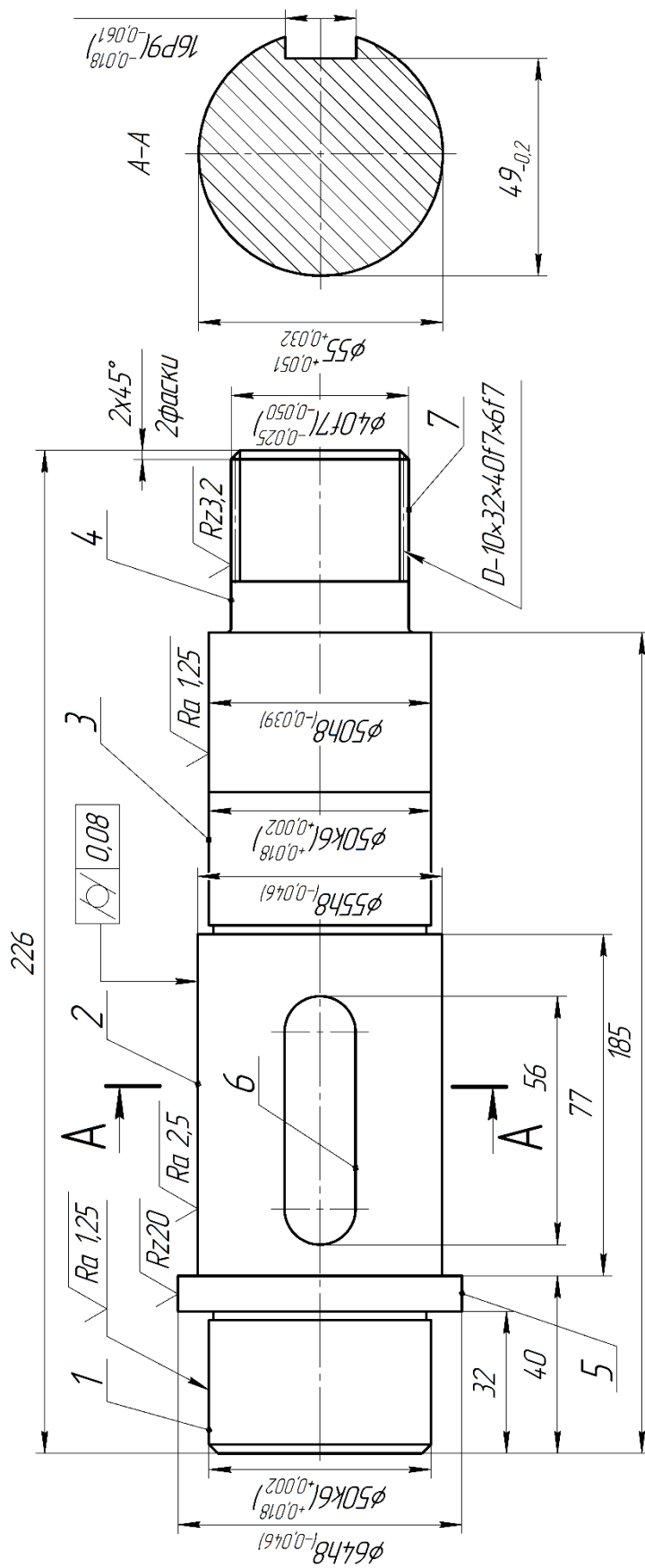


Рисунок 10 – Вал привода







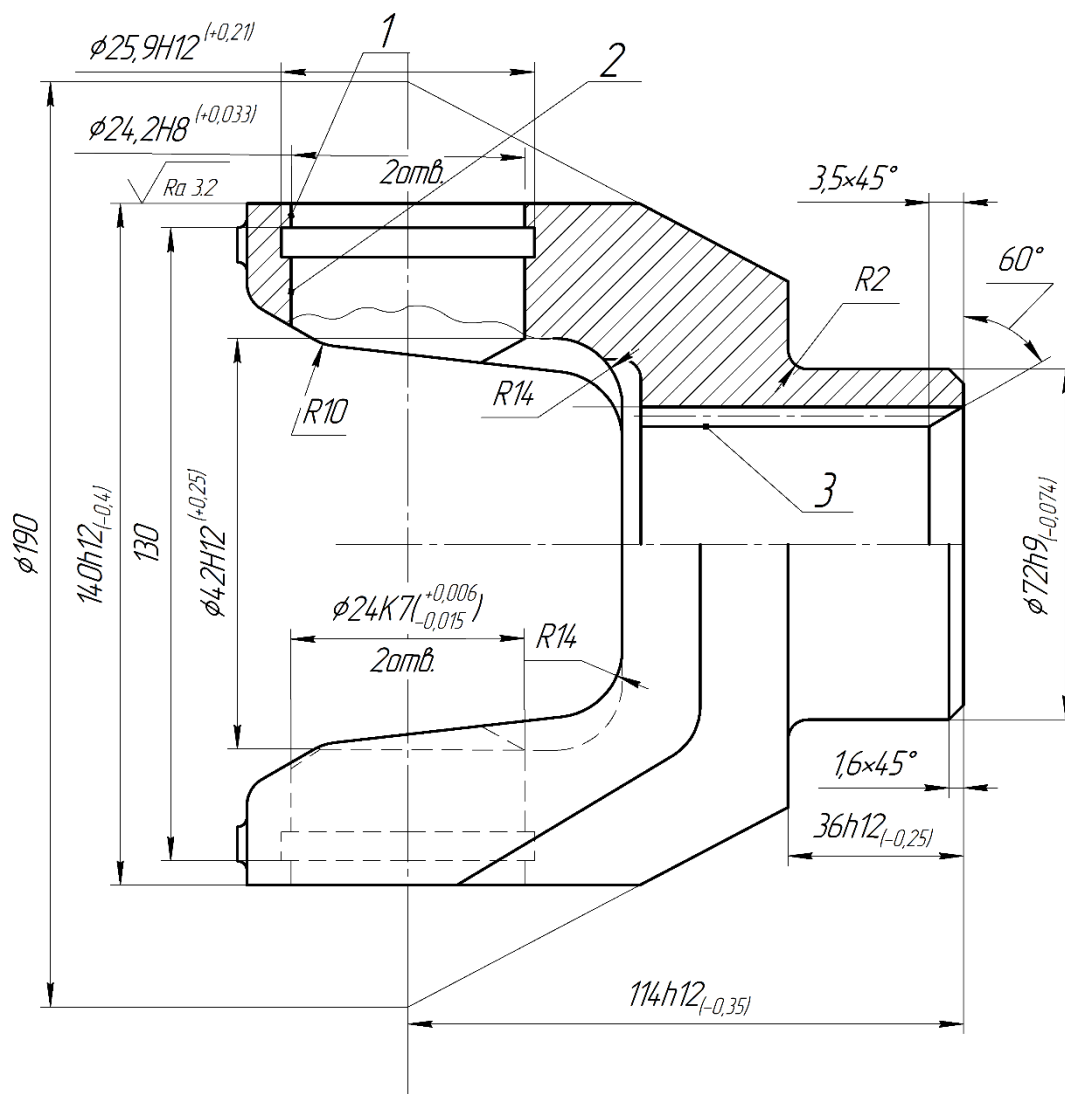


Рисунок 13 – Ушко переднего карданного вала

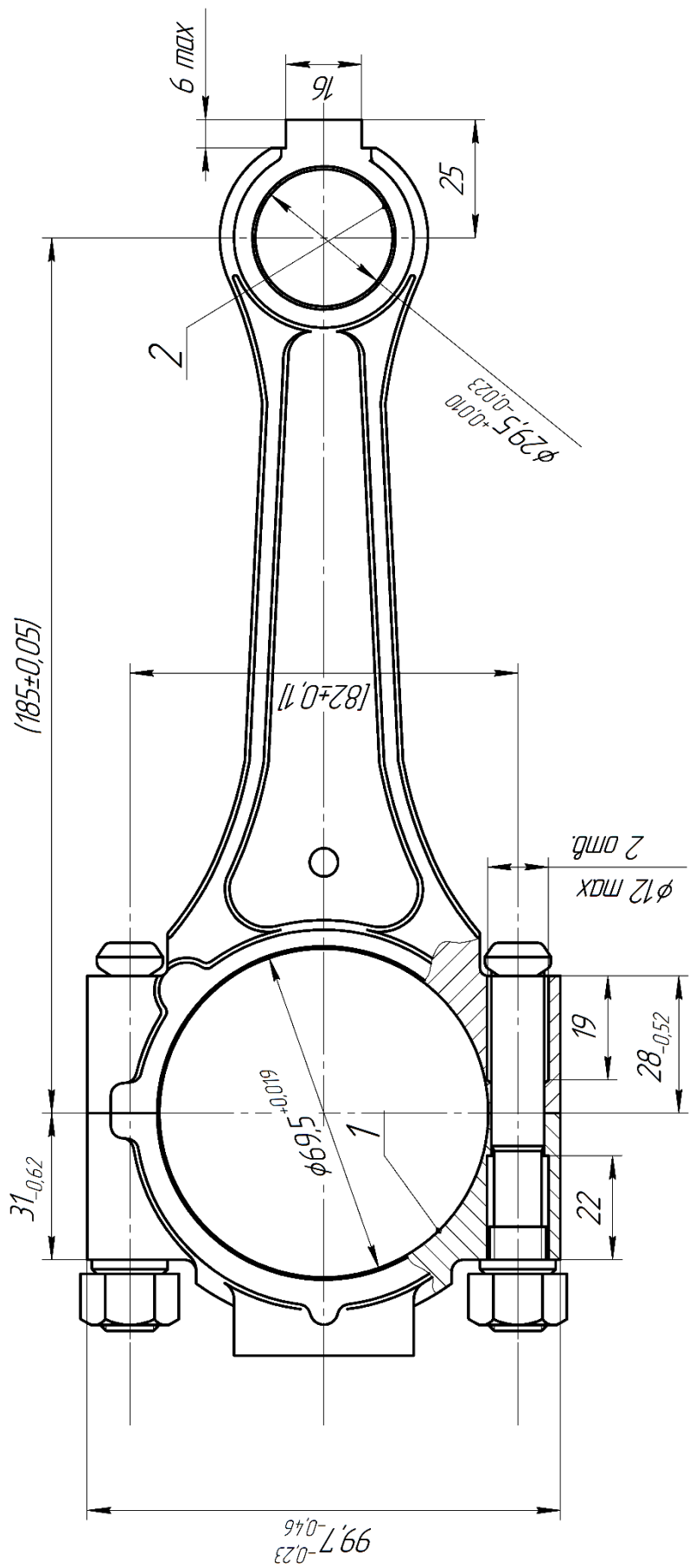


Рисунок 14 – Шатун в сборе

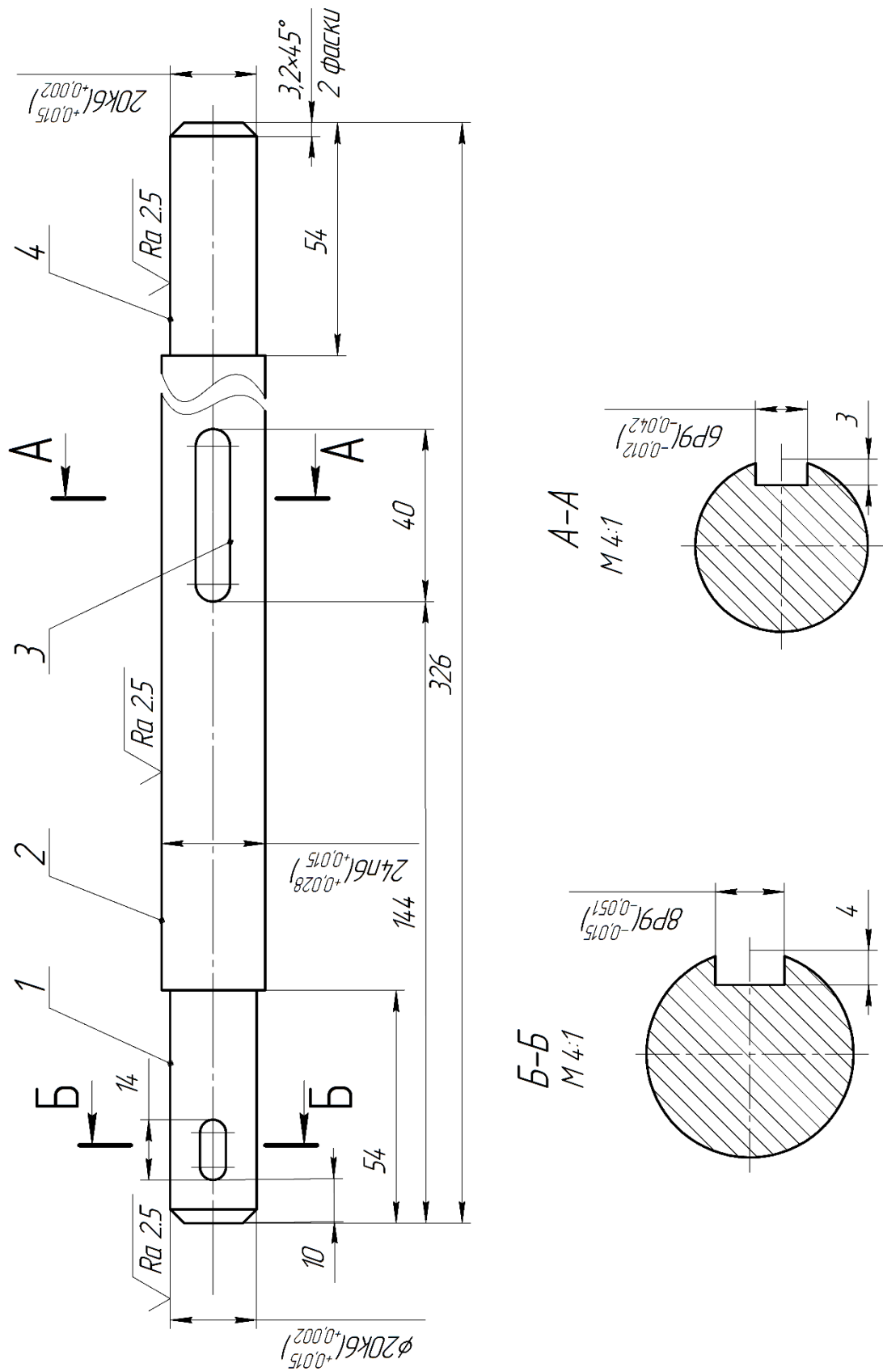


Рисунок 15 – Вал



Учебное издание

**Беломестных Владимир Афанасьевич**

**Ремонт транспортных и транспортно-технологических машин  
и оборудования**

**Учебное пособие**

Лицензия на издательскую деятельность  
ЛР № 070444 от 11.03.98 г.  
Условных печатных листов 3,0. Тираж 50

Издательство Иркутской государственной сельскохозяйственной академии  
664038, Иркутская обл. Иркутский р-н, пос. Молодежный