

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и
оборудования**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

«_____» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

РЕМОНТ И УТИЛИЗАЦИЯ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ, ДОРОЖНЫХ СРЕДСТВ И ОБОРУДОВАНИЯ

Б1.Б.19.26 (год набора 2013, 2014, 2015)

Б1.Б.20.26 (год набора 2016, 2017, 2018)

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

**Подъемно-транспортные, строительные,
дорожные средства и оборудование**

Программа специалитета

Квалификация выпускника: инженер

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Стр.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	5
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	5
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	7
4.3 Лабораторные работы.....	8
4.4 Практические занятия.....	9
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	9
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	10
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	11
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	12
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ, практических занятий.....	13
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	41
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	41
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	42
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	48
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	49

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

- подготовка технологической документации для обеспечения процессов ремонта и утилизации подъёмно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования;
- осуществление информационного поиска по выбору оборудования, приспособлений и инструментов для обеспечения процессов ремонта и утилизации подъёмно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования;
- участие в разработке технологических процессов ремонта и утилизации подъёмно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования;
- осуществление выбора средств контроля качества для обеспечения ремонта и утилизации подъёмно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования.

Задачи дисциплины

- изучить вопросы состояния технологии ремонта и утилизации подъёмно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования и перспективах ее развития;
- дать практические навыки по выбору и обоснованию исходных данных для ремонта и утилизации подъёмно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования;
- научить решать практические задачи технологии и организации ремонта и утилизации подъёмно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования.

Код компетенции 1	Содержание компетенций 2	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине 3
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать: основные направления повышения технологичности наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования уметь: осуществлять синтез решений направленных на повышение технологичности наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования владеть: методами анализа степени конструктивного совершенства наземных транспортно-технологических средств
ПК-10	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	знать: основные особенности разработки конструкторско-технической документации; уметь: осуществлять разработку конструкторско-технической документации; владеть: навыками разработки конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов.

ПК-11	Способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	<p>знать: методику контроля параметров технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования;</p> <p>уметь: проводить контроль за параметрами технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования;</p> <p>владеть: методиками контроля за параметрами технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования.</p>
ПСК-2.7	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ	<p>знать: основную технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ;</p> <p>уметь: осуществлять разработку технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ;</p> <p>владеть: навыками разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.</p>
ПСК-2.8	Способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования	<p>знать: методику контроля параметров технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования;</p> <p>уметь: проводить контроль за параметрами технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования;</p> <p>владеть: методиками контроля за параметрами технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.20.26 (Б1.Б.19.26) Ремонт и утилизация подъемно-транспортных, строительных дорожных средств и оборудования относится к базовой части.

Дисциплина Ремонт и утилизация подъемно-транспортных, строительных дорожных средств и оборудования базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Технология производства подъемно-транспортных, строительных дорожных средств и оборудования, Конструкции подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин Ремонт и утилизация подъемно-транспортных, строительных дорожных средств и оборудования представляет основу для изучения дисциплин: Основы конструирования машин для северных условий эксплуатации, Повышение эффективности строительного-дорожных средств и оборудования для северных условий эксплуатации.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации специалист.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах					Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации	
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	5	9	144	68	34	17	17	40	-	экзамен
Заочная	6	-	144	36	8	14	14	99	-	экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			9
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	68	20	68
Лекции (Лк)	34	10	34
Лабораторные работы (ЛР)	17	6	17
Практические занятия (ПЗ)	17	4	17

Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	40	-	40
Подготовка к лабораторным работам	17	-	17
Подготовка к практическим занятиям	17	-	17
Подготовка к экзамену в течение семестра	6	-	6
III. Промежуточная аттестация экзамен	36	-	36
Общая трудоемкость дисциплины час. зач. ед.	144	-	144
	4	-	4

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	
1.	Производственный процесс ремонта машин и оборудования	14	6	-	-	8
2.	Технологические методы ремонта деталей	15	7	-	-	8
3.	Технология капитального ремонта машин	15	7	-	-	8
4.	Методика проектирования технологического процесса ремонта деталей	32	7	17	-	8
5.	Технология ремонта деталей и узлов наземных транспортно-технологических средств и комплексов	32	7	-	17	8
ИТОГО		108	34	17	17	40

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	
1.	Производственный процесс ремонта машин и оборудования	21	1	-	-	20

2.	Технологические методы ремонта деталей	20	1	-	-	19
3.	Технология капитального ремонта машин	22	2	-	-	20
4.	Методика проектирования технологического процесса ремонта деталей	36	2	14	-	20
5.	Технология ремонта деталей и узлов наземных транспортно-технологических средств и комплексов	36	2	-	14	20
ИТОГО		135	8	14	14	99

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам.

<i>№ раздела и темы</i>	<i>Наименование раздела и темы дисциплины</i>	<i>Содержание лекционных занятий</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2	3	4
1.	Производственный процесс ремонта машин и оборудования	Общая схема производственного процесса ремонта машин. Технологический процесс ремонта машин, структура технологического процесса. Технологическая документация на ремонт изделий. Приемка объектов в ремонт и на хранение. Подготовка машины к ремонту. Диагностирование при ремонте. Очистка объектов ремонта. Разборка машин и агрегатов. Основы ремонта строительных и дорожных машин. Ремонтная база в строительстве и ее развитие. Система технического обслуживания и ремонта машин.	Лекция-диспут (2 час.)
2.	Технологические методы ремонта деталей	Процессы, вызывающие потерю работоспособности машин. Виды изнашивания деталей машин. Методы оценки износа деталей машин. Методы восстановления посадок в сопряжениях.	Лекция-диспут (2 час.)
3.	Технология капитального ремонта машин	Производственный процесс капитального ремонта машин. Прием машин в ремонт. Наружная мойка машины. Последовательность разборки машин. Технология очистки и мойки деталей, узлов и агрегатов. Оборудование для	Лекция-диспут (2 час.)

		мойки и очистки деталей. Дефектация деталей. Основы комплектования деталей и узлов. Технология сборки машин. Балансировка деталей и узлов машин. Обкатка и испытание агрегатов и машин после ремонта. Окраска деталей и машин. Сдача машины заказчику.	
4.	Методика проектирования технологического процесса ремонта деталей	Классификация методов ремонта. Ремонт деталей методом механической обработки. Восстановление деталей сваркой и наплавкой. Ручная сварка и наплавка. Автоматическая дуговая сварка и наплавка. Вибродуговая наплавка. Особенности сварки и наплавки чугунных деталей. Особенности сварки и наплавки деталей из алюминиевых сплавов. Газовая сварка и наплавка при ремонте деталей. Восстановление деталей металлизацией. Наплавка деталей в среде углекислого газа. Восстановление деталей пластическим деформированием. Ремонт деталей машин с помощью полимерных материалов. Клеевые технологии восстановления работоспособности деталей машин. Технологический процесс гальванического нанесения покрытий. Хромирование. Железнение. Электролитическое и химическое никелирование. Цинкование. Восстановление деталей электронатирием. Меднение и химические методы защиты поверхностей от коррозии.	Лекция-диспут (2 час.)
5.	Технология ремонта деталей и узлов наземных транспортно-технологических средств и комплексов	Производственный процесс ремонта двигателей. Типовой технологический процесс восстановления корпусных деталей. Восстановление блока цилиндров двигателя. Восстановление головки цилиндров двигателя. Технологический процесс восстановления гильз цилиндров ДВС. Ремонт деталей и сборочных единиц трансмиссии. Ремонт деталей ходовой части гусеничных машин. Ремонт металлоконструкций.	Лекция-диспут (2 час.)

4.3. Лабораторные работы.

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторных работ</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	4.	Восстановление деталей полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа	6	работа в малой группе (2 час.)
2	4.	Восстановление деталей эпоксидными	6	работа в малой

		композициями		группе (2 час.)
3	4.	Восстановление деталей хромированием	5	работа в малой группе (2 час.)
ИТОГО			17	6

4.4. Практические занятия.

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	5.	Разработка технологического процесса восстановления вала	6	исследовательская деятельность (1 час.)
2	5.	Технологические расчеты при проектировании процессов восстановления деталей	6	исследовательская деятельность (1 час.)
3	5.	Выбор оборудования, оснастки и материалов для восстановления детали	5	исследовательская деятельность (2 час.)
ИТОГО			17	4

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Не предусмотрены.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>					<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср} час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ОК</i>	<i>ПК</i>		<i>ПСК</i>					
			<i>1</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>2.7</i>	<i>2.8</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1. Производственный процесс ремонта машин и оборудования		14	–	+	+	–	–	2	7	ЛК, СР	экзамен
2. Технологические методы ремонта деталей		15	+	+	+	+	+	5	3	ЛК, СР	экзамен
3. Технология капитального ремонта машин		15	+	+	+	+	+	5	3	ЛК, СР	экзамен
4. Методика проектирования технологического процесса ремонта деталей		32	–	+	+	+	+	4	8	ЛК, ЛР, СР	экзамен
5. Технология ремонта деталей и узлов наземных транспортно-технологических средств и комплексов		32	–	+	+	+	+	4	8	ЛК, ПЗ, СР	экзамен
<i>Всего часов</i>		108	6	29	29	22	22	5	21,6		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Протягивание: методические указания для практических занятий, курсового и дипломного проектирования / Плеханов Г.Н., Архипов П.В., Герасимов С.Н. – Братск : БрГУ, 2012. – 60 с.
2. Основы проектирования технологического процесса токарной операции: учебное пособие / Плеханов Г.Н. [и др.] – Братск: БрГУ, 2010. - 166с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
Основная литература				
1.	Ковальчук, С.Н. Технология машиностроения [Электронный ресурс]: учеб.пособие – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2015. – 128 с. http://e.lanbook.com/book/69457	Лк, ЛР, ПЗ, СР	ЭР	1
2.	Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс]: учеб. – Электрон. дан. – Москва: Машиностроение, 2013. – 598 с. http://e.lanbook.com/book/37005	Лк, ЛР, ПЗ, СР	ЭР	1
Дополнительная литература				
3.	Лабораторные и практические работы по технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Ф. Безъязычный [и др.]. – Электрон. дан. – Москва: Машиностроение, 2013. – 600 с. http://e.lanbook.com/book/37006	ЛР, ПЗ, СР	ЭР	1
4.	Худобин, Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учебное пособие / Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. – Москва : Машиностроение, 1989. – 287 с.	ЛР, ПЗ, СР	28	1
5.	Кулыгин, В.Л. Технология машиностроения: учебное пособие / В.Л. Кулыгин, В.И. Гузеев, И.А. Кулыгина. – Москва: Бастет, 2011. – 184 с.	Лк, СР	25	1

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=
2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru>
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <https://uisrussia.msu.ru/>
8. Национальная электронная библиотека НЭБ http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/договор_№101/НЭБ/2318_от_03.07.2017

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к лабораторным работам и практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Лабораторные работы выполняются группами из 2-3 человек.

Отчеты по лабораторным работам и практическим занятиям должны содержать:

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Принципиальная схема работы лабораторной установки.
4. Поэтапное выполнение задания.
5. Заключение.

При подготовке к экзамену (в конце семестра) повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратит особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Содержание внеаудиторной самостоятельной определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно примерной и рабочей программ учебной дисциплины.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебной материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальная работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа осуществляется индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ, практических занятий.

Лабораторная работа № 1

Восстановление деталей полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа

Цель работы: - ознакомиться с оборудованием, приспособлениями при сварке в углекислом газе; освоить технологический процесс сварки; ознакомиться с правилами выбора режимов сварки; получение практических навыков работы на полуавтомате; заполнить карту.

Задание: Провести сварку двух образцов из тонколистовой стали в нахлест и в стык; провести оценку качества сварочного шва по результатам внешнего осмотра, замер шва.

Порядок выполнения:

Общие сведения

Сварка в углекислом газе находит все большее применение при восстановлении и упрочнении деталей, благодаря дешевизне и не дефицитности защитной среды в сравнении с наплавкой в инертных газах и большой производительности (в 2-3 раза) и лучшей технологичности, чем сварка слоём флюса.

В настоящее время определились два основных направления в использовании сварки в среде углекислого газа плавящимся электродом:

- сварка проволокой диаметром 1,6-2,0 мм;
- сварка проволокой диаметром 08-1,2 мм.

Применение электродных проволок малых диаметров позволяет сваривать вертикальные и потолочные швы. Малые размеры сварочной ванны и охлаждающего действия струи углекислого газа создают благоприятные условия для хорошего формирования валика во всех пространственных положениях.

Полуавтоматическую сварку в углекислом газе успешно применяют при ремонте узлов и деталей малых толщин, с толщиной 0,5 мм и более (кузова легковых кабин и оперения грузовых автомобилей и др.) . она может быть успешно применена при ремонте корпусных и других стальных и чугунных деталей, имеющих трещины, износ привалочных и посадочных поверхностей.

Краткая характеристика способа восстановления полуавтоматической сваркой в среде CO₂:

Сущность способа заключается в том, что электрическая дуга горит между электродом и свариваемой деталью в струе газа, вытесняющего воздух из плавильного пространства, и тем самым ванна расплавленного металла защищается от действия кислорода и азота воздуха.

Углекислый газ является окислительной средой, он интенсивно окисляет железо и большинство легирующих элементов. Особенно сильно выгорают элементы имеющие большое сродство к кислороду: углерод, алюминий, титан, кремний, марганец. При сварке проволоками с большим содержанием углерода, вследствие его сильного окисления и выделения окисей углерода из сварочной ванны в период кристаллизации образуются поры. Поэтому качественная сварка в среде углекислого газа возможна только при использовании электродных проволок, содержащих достаточное количество элементов раскислителей марганца (1,07-1,85%) и кремния (0,8-1,1%), способных затормозить реакцию образования окиси углерода в период кристаллизации сварочной ванны. В присутствии раскислителей наплавленный металл получается плотным и пластичным. В составе проволоки соотношение марганца к кремнию должен быть равен 1,5...2,0.

Оборудование рабочего места:

- полуавтомат сварочный для ручной электродуговой сварки в среде защитных газов СП-1;
- сварочный стол;
- баллон группы В по ГОСТ 949257, емкостью 40 л., где содержится 25 кг жидкой углекислоты под давлением 40 кг/см², из которого при испарении образуется 12,6 м³ углекислого газа;
- осушитель газа, в котором осушаемым веществом служит силинагель Марок КСМ или КСК ГОСТ 3956-54. Применение осушителя позволяет улучшить качество сварочного шва, благодаря отсутствию в защитной среде паров воды;
- электродвигатель, предохраняющий редуктор от замерзания;
- газовый счетчик (ротаметр) типа РС-5 или РС-3, РС-3а, ИРКС-6,5, ИРКС-13 и др.;
- пистолет сварочный со шлангом;
- кабель заземления;
- штангенциркуль ШЦ 0-125 0,1 ГОСТ 166-80;
- защитный щиток;
- струбцина;
- кусачки торцевые ГОСТ 7282-76;
- молоток слесарный топ 1 ГОСТ 2310-77.

Устройство и принцип работы полуавтомата СП-1:

Сетевое напряжение через контакт пускателя подается на первичную обмотку силового трансформатора. Со вторичной обмоткой трансформатора сварочное напряжение выпрямляется выпрямителем и с катодов поступает на сварочный пистолет, а с анодов на кабель заземления. Потенциометр предназначен для плавной регулировки скорости подачи

проволоки. Клавиша, расположенная на сварочном пистолете, служит для включения полуавтомата в работу. Сварочная проволока в зону сварки подается механизмом подачи через разъемный шланг, сопла сварочного пистолета. Скорость подачи проволоки регулируется изменением напряжения электродвигателя. Защитный газ в зону сварки подается из баллона через редуктор, электропневмоклапан, шланг сварочного пистолета, газовое сопла пистолета.

Конструкция полуавтомата ПО-1:

Все основные узлы и элементы полуавтомата расположены в несущем корпусе, передняя стенка которого является лицевой панелью. На лицевой панели расположены: разъем сварочного пистолета; переключатель силы сварочного тока; потенциометр скорости подачи проволоки. Через шнур в задней стенке подключается углекислый газ. Под крышкой, обеспечивающей удобный доступ, на вертикальную панель установлен механизм подачи проволоки и катушка со сварочной проволокой. Механизм подачи проволоки имеет подающий и прижимные ролики. На подающем ролике выполнена проточка для исключения увода сварочной проволоки. Вращением подающего ролика осуществляется подача в сварочный пистолет. Прижимной ролик закреплен в серьгу, обеспечивающую плавную регулировку усилия приема и сварочной проволоки винтом. Механизм подачи проволоки от несущего корпуса изолирован диэлектрическими прокладками. В закрытой части корпуса смонтирован трансформатор. Там же на диэлектрических прокладках смонтирован блок.

Техника безопасности при сварке в углекислом газе:

- к работе со сварочным полуавтоматом допускаются лица, ознакомленные с общими требованиями техники безопасности при электросварочных работах.

- категорически запрещается работа при снятых боковых панелях с включенным напряжением.

- не допускается повреждение токоведущего провода.

- техническое обслуживание производится только после отключения полуавтомата от внешней сети.

- при сварке газы не должны попадать за защитный щиток (в зону дыхания) сварщика.

В защитных помещениях при отсутствии стационарных вентиляционных устройств следует обязательно устанавливать их на время работы с данным полуавтоматом.

Подготовка СП-1 к работе. Работа по подготовке осуществляется в следующем порядке:

- установить баллон с углекислым газом в удобном месте, недалеко от места сварки. Закрепить его цепочкой;

- присоединить к баллону редуктор У-30. Допускается замена редуктором на РК-53 ГМ, ДЗД 1-59м. В случае применения баллонов с неосушенным защитным газом (пищевая углекислота), перед редуктором необходимо применять осушитель (силикогель);

- присоединить штуцер шланга к редуктору;

- заправить конец проволоки с катушки во входное сопло, подающего ролика, выходное сопла механизма подачи проволоки. При необходимости отрегулировать положения входного и выходного сопла, а также направляющей входного сопла;

- исправить шланг сварочного пистолета, вытянуть шланг, нажать клавишу сварочного пистолета и держать до выхода сварочной проволоки. Конец проволоки отрезать на расстоянии 3-5 мм от сопла тока;

- отрегулировать скорость подачи проволоки потенциометром;

- кабель заземления необходимо присоединить к свариваемому изделию по возможности ближе к сварки. Выполнить несколько пробных сварочных швов и визуально оценить качество сварки.

Материалы, применяемые при наплавке в среде углекислого газа:

Электродная проволока. Для сварки деталей изготовленных из мало, среднеуглеродистых и низколегированных сталей, в основном марки электродной проволоки (табл. 1).

Таблица 1

Марка проволоки	Химический состав, %						
	Углерод	Кремний	Марганец	Хром, не более	Никель, не более	Сера, не более	Фосфор, не более
	Низкоуглеродистая проволока						
Св-08	Не более 0,10	Не более 0,03	0,35-0,60	0,15	0,30	0,040	0,040
Св-08А	Не более 0,10	Не более 0,03	0,35-0,60	0,12	0,25	0,030	0,030
Св-08АА	Не более 0,10	Не более 0,03	0,35-0,60	0,10	0,25	0,020	0,020
Св-08ГА	Не более 0,10	Не более 0,03	0,80-1,10	0,10	0,25	0,025	0,030
Св-10ГА	Не более 0,12	Не более 0,03	1,10-1,40	0,20	0,30	0,025	0,030
Св-10Г2	Не более 0,12	Не более 0,03	1,50-1,90	0,20	0,30	0,030	0,030
	Легированная проволока						
Св-08ГС	Не более 0,10	0,60-0,85	1,40-1,70	0,20	0,25	0,025	0,030
Св-12ГС	Не более 0,14	0,60-0,90	0,80-1,10	0,20	0,30	0,025	0,030
Св-08Г2С	0,05-0,11	0,70-0,95	1,80-2,1	0,20	0,25	0,025	0,030

Для сварки высоколегированных сталей в углекислом газе применяется порошковая проволока ПП-18Т, ПП-Р9Т и др. углекислый газ. Для наплавки, как правило, используется сжиженная пищевая углекислота (ГОСТ 80502-64), а также выпускаемая некоторыми заводами осушенная углекислота. Углекислый газ не горюч, не взрывоопасен, не ядовит, бесцветен, со слабым специфическим запахом, примерно в полтора раза тяжелее воздуха (удельный вес 1,98 г/л).

Выбор режимов сварки в среде углекислого газа:

При сварке стальных деталей выбор режима следует брать из табл. 2. Сварка ведется постоянным током, обратной полярности, так как сварка прямой полярности приводит к неустойчивому горению дуги.

Таблица 2.

толщина металла, мм	зазор, мм	диаметр электрод а, мм	сила тока, а	напряжени е дуги, в	скорость сварки, м/час	расход газа, л/час	вылет электрод а, мм	плотност ь тока, а/мм ²
1,0	0-0,5	05-0,7 0,8	30-40 60-70	17-18 17	20-25 25-40	360 360-420	5-8 7-12	150 100
1,5	0-1,5	0,8 1,0 1,2	85-110 100-110 120-160	18-19 18-19 19-20,5	30-40 30-40 36-45	360-420 360-420 360-420	7-21 8-15 9-15	100 85 80
2,0	1,0	1,0 1,2	130-150 160-180	20-21 21	30-35 35-40	360-480 360-480	8-13 9-15	85 80
3,0-4,0	1,0-2,0	1,0 1,0-2,0	140-160 150-170	20-21 20-21	20-30 25-35	420-540 420-540	8-13 9-15	85 80

Порядок выполнения лабораторной работы:

- изучить сущность процесса восстановления деталей сваркой в углекислом газе;
- ознакомиться с правилами техники безопасности при сварке в углекислом газе;
- получить образцы у лаборанта. Произвести зачистку поверхностей образцов при сварке внахлест. При сварке стыковых соединений зачистить стыки свариваемых образцов, а при сварке образцов толще 3 мм, произвести разделку кромок;
- подобрать марку электродной проволоки из табл. 1;
- по толщине свариваемых образцов ориентируясь по данным табл. 2 выбрать режим сварки;

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1,2] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[3,4] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

- 1 Как классифицируют швы сварных соединений?
- 2 Для чего производят разделку кромок под сварку?
- 3 Какие условия требуются для получения высококачественного сварного шва?
- 4 Какими параметрами задается режим сварки?
- 5 Как классифицируются стали?
- 6 Каковы особенности сварки низкоуглеродистых сталей?
- 7 Какие типы проволок применяют для сварки в защитной среде углекислого газа?
- 8 Какими свойствами обладает углекислый газ?
- 9 Каковы особенности металлургии сварки в защитной среде углекислого газа?
- 10 Какие дефекты могут быть в сварных швах и металлах, и каковы причины их образования?
- 11 В чем сущность сварки в среде углекислого газа?
- 12 В чем состоит подготовка металла под сварку?
- 13 Как влияет химический состав стали на свариваемость?
- 14 Из каких основных узлов состоит полуавтомат ОП-1 для сварки в углекислом газе?
- 15 Что входит в установку для полуавтоматической сварки?
- 16 Область применения сварки в углекислом газе?
- 17 Какие виды промышленного травматизма существуют при сварки?
- 18 Как оказать первую медицинскую помощь при поражении электрическим током?

Лабораторная работа № 2

Восстановление деталей эпоксидными композициями

Цель работы: Приобрести навык по приготовлению эпоксидной композиции. Изучить технологический процесс склеивания металлов эпоксидными композициями. Произвести восстановление трещины водяной рубашки блока.

Задание: Приготовить эпоксидную композицию. Произвести восстановление трещины

водяной рубашки блока.

Общие сведения

За последние годы на ремонтных предприятиях все большее применение находят полимерные материалы (см. плакат «Классификация способов восстановления деталей полимерами»). Возрастающее использование полимерных материалов при ремонте деталей объясняется их хорошими физико-механическими свойствами теплофизическими параметрами, а также высокой прочностью с металлами.

Наиболее полно этим требованиям отвечают эпоксидные клеевые композиции. Эпоксидные композиции обладают довольно уникальным сочетанием свойств: низкая вязкость, легкость отверждения, малая усадка, высокая адгезионная способность, высокие механические свойства, высокие электроизоляционные свойства, хорошая химостойкость, универсальность.

Благодаря своим уникальным свойствам эпоксидные композиции нашли широкое применение: в качестве клеев для склеивания отдельных деталей, для заделки трещин в корпусных деталях, восстановления изношенных деталей, выравнивания неровностей на поверхностях деталей кузовов и оперения, нанесения защитных и декоративных покрытий и др.

Исходя из условий работы деталей в механизмах, можно создавать различные композиции и различные режимы термообработки, обеспечивающие их длительную работу. Все это обеспечивает высокую экономичность применения эпоксидных композиций при ремонте машин.

Основные компоненты, входящие в состав эпоксидных композиций:

Эпоксидные смолы

Наибольшее применение в ремонтном производстве находят эпоксидные смолы марок ЭД-16, ЭД-20, ЭД-22 по ГОСТ 10587-76, представляющие собой прозрачную вязкую жидкость от светло-желтого до коричневого цвета. Чтобы придать эпоксидным смолам ценные механические свойства, в них вводят отвердители – вещества, вступающие в реакцию со смолами, в результате которой происходит увеличение молекулярного веса смолы за счет удлинения ее молекул и образования поперечных сшивок. Отвердители

От выбора отвердителя зависят как условия отверждения, так и свойства конечного продукта. В ремонтном производстве наибольшее применение находят отвердители холодного отверждения, т. к. нагрев деталей до высоких температур связан с дополнительными технологическими трудностями. Среди этих отвердителей широкое распространение получили полиэтиленполиамины (ПЭПА), представляющие собой смесь различных аминов и трехфтористого бора (BF₃), и аминофенольный отвердитель АФ-2 (ТУ П-264-70).

Прочность композиций с отвердителем полиэтиленполиамином через 24 часа равно 70%, что позволяет подвергнуть деталь различным механическим воздействиям. Дальнейшее увеличение прочности происходит в процессе эксплуатации изделия. Важной особенностью этого отвердителя является необходимость точной дозировки его в композиции, поскольку даже незначительное отклонение его (например, на две весомые части от оптимальной) приводят к резкому снижению прочности соединения.

Комплекс трехфтористого бора является эффективным отвердителем клеевых композиций при пониженных температурах. При температуре отвердителя от -5 до +5°С уже через 60 мин. Предел прочности при сдвиге клеевого соединения равен 120 кгс/см², что составляет 85% от максимального значения.

Эпоксидные клеевые композиции, отвержденные комплексом трехфтористого бора, могут быть использованы для срочного устранения аварийных повреждений деталей в процессе эксплуатации как при нормальных, так и при минусовых температурах.

Большая реакционная способность отвердителя АФ-2 по сравнению с ПЭПА и меньшая гигроскопичность дают возможность применять его при ремонте в условиях повышенной влажности и пониженных температур. Пластификаторы

Для повышения пластичности и эластичности удельной ударной вязкости и уменьшения хрупкости отвержденных эпоксидных смол в них вводят пластификаторы -

низкомолекулярные, высококипящие жидкости, хорошо совмещающиеся с полимером. Введение пластификатора в полимер оказывает влияние на все его физико-механические свойства, повышает стойкость к тепловым воздействиям, снижает внутреннее напряжение.

В ремонтном производстве в качестве пластификатора эпоксидных композиций наибольшее применение находит дибутилфталат (ДБФ), являющийся «внешним», т. е. инертным разбавителем, диотилфталат, трикрезилфосфат (ТКФ), трифенолфосфат (ТФФ), ДЭГ-1 и др.

При получении морозостойких составов для заделки трещин в блоке цилиндров двигателей, который подвержен действию резких температурных перепадов, в эпоксидные композиции вводятся низкомолекулярные карбоксиллированный каучук СКН-10-1А (ТУ 38103-16-70). Модифицированные композиции выдерживают перепады температур от -30° до -100°C . Количество вводимых пластификаторов колеблется в пределах 5...30% по отношению к смоле. Наполнители:

Наполнители увеличивают твердость, теплостойкость, огнестойкость, теплопроводимость. Введение дешевых наполнителей уменьшает стоимость пластмасс. К числу широко применяемых относятся:

- волокнистые наполнители - стекловолокно, хлопковое волокно, асбест, древесная мука, целлюлоза;

- порошкообразные наполнители - каолин, тальк, цемент, кварцевая мука, графит, сажа, металлические порошки и другие тонкоизмельченные порошки.

Род и количество вводимого наполнителя определяется рядом условий: снижением коэффициента линейного расширения компаунда до заданного значения, повышением термостойкости, равномерным распределением наполнителя во всем объеме компаунда.

Способы восстановления поврежденных деталей эпоксидными композициями:

Повреждения деталей могут быть в виде пор, вмятин, раковин, трещин, отколов, задигов. Устранение таких дефектов осуществляется заделкой эпоксидными композициями или приклеиванием заплат и накладок, т. е., путем создания клевого соединения.

ЗАДЕЛКА ТРЕЩИН. Трещины на деталях возникают в результате механических воздействий или в результате усталостного разрушения металлов. Эпоксидными композициями можно успешно заделывать только трещины механического происхождения, но не усталостного характера.

Применяется несколько способов заделки трещин. Трещины на чугунных деталях и деталях из алюминиевых сплавов рекомендуется засверливать на концах 02..3 мм. Целесообразно также осуществлять разделку кромок трещины под углом до 60° на глубину 2...3 мм. Заделка коротких трещин осуществляется нанесением только эпоксидной композиции, постановкой металлической или стеклотканной заплаты.

Для усиления трещин $L > 100$ мм перед нанесением эпоксидной композиции их следует укрепить путем электросварки или постановкой ввертышей.

ЗАДЕЛКА ПРОБОИН. Детали, имеющие пробоины, восстанавливают с помощью композиций, как правило, наложением заплат и реже путем заполнения пробоин.

Рис.1 Варианты заделки пробоины

При небольших пробоинах до 0 25 мм накладки изготавливают из стеклоткани, при 0 > 25 мм на плоских стенках детали применяют металлические пластины. При больших по размеру пробоинах пластины могут быть укреплены винтами или с помощью дополнительных сверлений в стенке картера, куда проникает эпоксидная композиция и после отверждения обеспечивает прочную заделку пробоин.

СКЛЕИВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ. Процесс склейки делится на три основные стадии: приведение клевого вещества в состояние пригодное для нанесения его на поверхность деталей (т. е. растворение, расплавление, получение клеящей пленки, частичная, полимеризация полимера и пр.); подготовка поверхности склеиваемых материалов (очистка, обезжиривание, придание шероховатости, различные виды химической и физической обработки) и нанесение клеящего вещества; превращение клеящего вещества в клеевой слой, прочно соединяющий склеиваемые материалы.

Применяемые клеи: фенольные - БФ-2, БФ-4, БФ-6, ВС-10Т, ВС-350, ВС-10М, ВК-32-200; эпоксидные - компаунды на основе ЭД-20, ЭД-16, и др.;

эпоксидный лак Л-4, ПФЭ/10, МПФ-1, ПУ-2; карбинольные, резиновые.

При помощи клеев в авторемонтном производстве соединяют: металлические детали между собой, металлические детали с резиновыми и пластмассовыми деталями, деревянные детали между собой, пластмассовые детали между собой и др.

Для ремонтных целей представляют практический интерес следующие клеи холодного отверждения: УП-5-140-1, (ТУ 6-05-1797-76); УП-5-140-2 (ТУ 6-05-241-84-74); УП-5-172 (ТУ 6-05-241-8-76); УП-5-177 и УП-5-177-1 (ТУ 6-05-241-31-74).

Состав эпоксидных композиций представлен на плакате и в приложении.

Рекомендации по применению эпоксидных композиций представлены на плакате и в приложении.

Технологический процесс восстановления деталей эпоксидными композициями представлен на плакате и в приложении.

Оборудование, инструмент, приборы:

- рабочий стол с вытяжным шкафом ОП-2078 (ГОСНИТИ) размеры 2500x800;

- сушильный шкаф N3;

- муфельная печь N6 или плитка электрическая;

- электродрель со сверлом Ø 3 мм;

- зачистная машина МОП-2;

- весы аналитические ВД-200;

- ванночка 100 и 50 мм, посуда фарфоровая;

- зубило ГОСТ 1418-65, молоток 400 г. ГОСТ 2370-70, напильник ГОСТ 6876-58;

- вискозиметр ФЭ-36;

- твердомер ТП-2;

- толщиномер Т-10;

- пластомер ТШМ-2 или ТМ-2;

- термометр 0 - 100 °С;

- штангенциркуль ШЦ-П 0-200 ГОСТ 166-80;

- шпатель деревянный;

- ножницы;

- стеклянные палочки;

- лопатки для сыпучих материалов;

- площадка разового использования.

Материалы:

- Образцы: стальные пластины 60 x 20 x 1.

- Эпоксидная основа ЭД-20 или ЭД-16 ГОСТ 10587-76.

- Наполнитель - алюминиевая пудра ГОСТ 10096-76.

Пластификатор-дибутилфталат (ДБФ) ГОСТ 8728-77Е, ДЭГ-1 -олифатическая эпоксидная смола СТУ-30-12402-62, ИГФ-9 - олигоэфиракри-лит ТУМПХ БУ-17-56.

- Отвердитель-полиэтиленополиамин ТУ 6-02-544-70, АФ-2 - аминофенол.

- Бензин Б-70 ГОСТ 1012-72 или ацетон техн. ГОСТ 2168-69.

- Солидол синтетический ГОСТ 4366-76.

- Карбоксилированный каучук СКН-10-1А ТУ 38103-16-70.

- Графит ГОСТ 17022-76.

- Стеклоткань ГОСТ 17022-76.

- Бумага наждачная ГОСТ 3647-71.

Выбор материалов для восстановления деталей должен основываться на составлении условий работы их и физико-механических свойств применяемых материалов.

Головка блока работает в интервале температур 40...80°С, максимальное значение температуры не превышает 100°С.

Нагрузки, действующие на стенки водяной рубашки головки блока не превышают 1,5... 2 кгс/см². В связи с этим к эпоксидной композиции предъявляются требования по прочности сцепления с металлом, физико-механическим и теплофизическим свойствам материала покрытия.

Изменение свойств материала в требуемом направлении может быть обеспечено выбором эпоксидной смолы, применением соответствующих пластификаторов, модифицирующих добавок и отвердителей, подбором типа и качества наполнителей.

Наибольшее влияние на свойства эпоксидных композиций оказывает соотношение между эпоксидной смолой и отвердителем.

Расчет количества аминного отвердителя на 100 г. эпоксидной смолы определяется по формуле:

$$q = \frac{M_a \cdot \text{Э}}{M} \cdot K,$$

где q – количество аминного отвердителя, M_a – молекулярная масса амина (M_a = 43);
Э – содержание эпоксидных групп, %;

K – коэффициент, определяемый экспериментально и зависит от типа ангидрида (K = 0,15...1,2).

Свойства эпоксидных неотвержденных смол.

Наименование показателей	Нормы для марок		
	ЭД-22	ЭД-20	ЭД-16
Молекулярная масса	не более 390	390-430	480-540
Плотность при 25 °С, г/см ³	1,165	1,166	1,168
Внешний вид	Низко вязкая прозрачная	вязкая прозрачная	Высоко вязкая

Цвет от светло-желтого до коричневого

Содержание эпоксидных групп, %	22,1-23,5	19,9-22,0	16,0-18,0
Температура размягчения смолы, °С	-	0	10
Динамическая вязкость при 25 °С, сП	8000-13000	13000-28000	не определяют

Порядок выполнения работы:

Номер состава композиции указывает преподаватель.

- Взвесить ванночку на аналитических весах;
- Наложить шпателем в ванночку 10 г. эпоксидной смолы ЭД-20. Включить вентиляцию;
- Нагреть ванночку со смолой до t = 50-60°С частичным погружением в горячую воду;
- В подогретую смолу ввести пластификатор и тщательно перемешать 5-7 мин;
- Добавить наполнитель - алюминиевую пудру в смесь и перемешать в течение 5 мин;
- Охладить эпоксидную композицию до комнатной температуры;
- Зачистить поверхность вокруг трещины до металлического блеска;
- Засверлить на концах трещины отверстия 0,3 мм и разделить трещину под углом 60-70° на глубину 2...3 мм;
- Обезжирить подготовленную поверхность бензином Б-70 или ацетоном, выдержать на воздухе 3-5 мин. при t = 18...20°С;

Ввести в композицию рассчитанное количество отвердителя полиэтиленполиамин и тщательно перемешать 4...5 мин;

- Нанести эпоксидную композицию на подготовленную поверхность. Наложить стеклотканевую заплату. Время затвердения при комнатной температуре 48 час;
- Сравнить с помощью ТПП-2 затвердевшей части (приготовленной предыдущей группой) с твердостью алюминиевого сплава (НВ 70 АЛ-4);
- Контроль нанесения покрытия. Поверхность слоя полимерного покрытия должна быть ровной, гладкой, без трещин, пор и раковин;
- Нормирование технологического процесса восстановления дефекта;

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1,2] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[3,4] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какими свойствами обладают эпоксидные композиции.
2. Из каких компонентов состоят эпоксидные композиции.
3. Какие материалы используются в качестве наполнителя.
4. Назначение пластификаторов и какие вещества используются в качестве пластификатора.
5. Назначение отвердителей в эпоксидных композициях.
6. Какие вещества используются в качестве отвердителей.
7. Какие существуют методы восстановления деталей полимерами.
8. Какие существуют методы восстановления деталей полимерными материалами.
9. На основе каких смол чаще всего применяют композиции.
10. Какие существуют клеи для холодного отверждения.
11. Схема технологического процесса восстановления деталей эпоксидными композициями.
12. Порядок приготовления эпоксидной композиции.
13. Когда вводится отвердитель в эпоксидную композицию.
14. Какие детали автомобилей восстанавливаются эпоксидными композициями.
15. Основные требования к технике безопасности при работе с полимерными материалами.
16. Назначение наполнителя в эпоксидной композиции.

Лабораторная работа № 3

Восстановление деталей хромированием

Цель работы: Изучить теоретические основы хромирования» назначение основных операций технологического процесса хромирования, свойства электролитов и покрытий; Изучить оборудование, приспособления и инструменты, применение при хромировании; Освоить технологический процесс восстановления изношенных деталей хромированием.

Задание: Изучение теоретических основ процесса хромирования, свойств электролитов и осадков. Ознакомление с оборудованием» приспособлением и инструментом; Нарращивание поршневого кольца двигателя «ЗИЛ-130» электролитическим хромом; Определение выхода хрома к току. Составление отчета.

Общие сведения:

Теоретические основы процесса электролитического хромирования:

электролитическое хромирование и первые производственные установки для осуществления этого процесса применяют в СССР с начала 20-х годов. Широкое распространение хромирования в последующие годы во все отрасли техники 58

объясняется высокими свойствами хрома, позволяющими сочетать в покрытии красивый внешний вид, коррозионную стойкость с высокой твердостью и износостойкостью.

Вначале, хромирование применяли для получения защитно-декоративных покрытий целей, затем его стали применять для увеличения износостойкости (упрочения) деталей и инструментов в машиностроении, позднее - в ремонтном производстве для восстановления изношенных деталей.

Свойства электролитического хрома: хром, полученный электролитическим путем - серебристый металл с синеватым оттенком. Хром химически устойчив по отношению к большинству кислот, щелочей и газов. На воздухе (и в окисленных средах хром легко пассивируется, благодаря чему приобретает свойства металлов, что обуславливает его применение как защитное активное покрытие. Хром имеет высокую отражательную способность, очень устойчив против потускнения на воздухе.

Твердость хрома превышает твердость закаленной стали (микротвердость 400-1000 кг/мм²). Коэффициент трения электролитического хрома при работе по чугуноу, бронзе, баббиту и др. значительно (в 2...3,5 раза) меньше, чем у всех остальных металлов, что облегчает условия работы хромированных деталей.

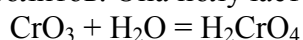
Износостойкость хромированных деталей достигает значительных величин, в 2...10 раз превышающих износостойкость таких же нехромированных деталей, благодаря высокой химической стойкости. Особенно это сказывается на деталях, работающих в агрессивных средах, как это имеет место в двигателях внутреннего сгорания.

Следует отметить также другие свойства хрома - высокую теплопроводность по сравнению с металлами, относительно низкий коэффициент линейного расширения, низкую смачиваемость жидкостями – маслами, водой и др.

В зависимости от назначения хромового покрытия при изготовлении и восстановлении деталей производят твердое хромирование, защитно-декоративное покрытие, пористое покрытие.

Электролиты хромирования. Электродные процессы при хромировании:

хромирование производится из растворов хромовой кислоты в присутствии серной кислоты. Хромовая кислота (H₂Cr₂O₄) является главной составной частью хромовых электролитов. Она получается в результате растворения в воде хромового ангидрида (CrO₃):



Из чистых растворов хромовой кислоты выделения металла не происходит. Для того, чтобы на катоде началось выделение металла, в электролите необходимо присутствие незначительных количеств посторонних анионов, выполняющих роль катализаторов, чаще всего сульфатов (SO₄). Источником анионов является серная кислота, обычно добавляемая в электролит в количестве около 1% от количества CrO₃.

При хромировании в растворах хромовой кислоты применяют нерастворимые аноды, которые изготавливают из свинца или (лучше) из сплава свинца с 6% сурьмы, который отличается большей химической стойкостью.

Осаждение металлического хрома начинается лишь по достижении определенного минимума плотности тока. Ниже этой плотности тока идет процесс восстановления шестивалентного хрома до трехвалентного. Вышеуказанной плотности тока наряду с реакцией Cr⁶⁺ идет выделение металлического хрома и газообразного водорода.

Согласно имеющимся представлениям, при хромировании на катоде протекает одновременно три процесса (рис.1).

Cr⁶⁺ ----- Cr³⁺ - восстановление шестивалентного хрома до трехвалентного.

H⁺ ----- H - выделение газообразного водорода.

Cr⁶⁺ ----- Cr – выделение металлического хрома.

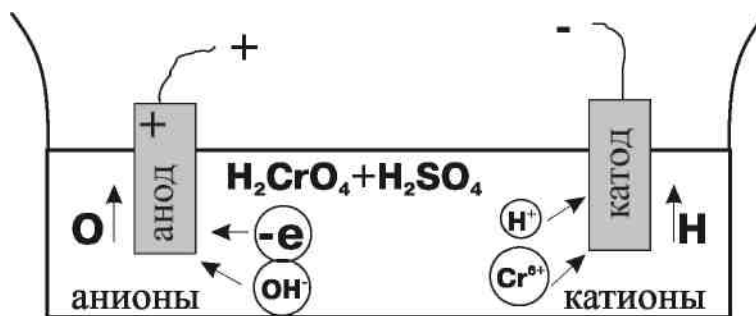


Рис 1. Схема процесса хромирования.

На аноде идут следующие процессы:

$\text{OH}^- \rightarrow \text{O}$ - выделение газообразного водорода

$\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}^{6+}$ - окисление трехвалентного хрома в шестивалентный.

В нормально работающем электролите должны быть ионы трехвалентного хрома Cr^{3+} в количестве, определяемом соотношением $\text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{CrO}_3 = 0,03 \dots 0,04$. Для накопления ионов Cr^{3+} свежеприготовленный электролит прорабатывается током при увеличительной площади катодов $\xi_k : \xi_a = 2:3$ при катодной плотности тока $D_k = 2 \dots 4 \text{ а/дм}^2$ в течении 3-4 часов.

Для поддержания указанного соотношения $\text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{CrO}_3$ в электролите необходимо работать при $\xi_a : \xi_k = 1,5:2$. При излишнем накоплении трехвалентного хрома электролит следует проработать при увеличенной площади анодов $\xi_a : \xi_k = 8:10$.

При хромировании электролиз производится с нерастворимыми анодами, поэтому убыль ионов металла в электролите необходимо восполнять периодической добавкой хромового ангидрида.

В количественном отношении электролиз подчиняется законам Фарадея, которые выражаются формулой

$$\mu = C \cdot I \cdot \tau,$$

где μ - количество вещества, выделяющегося при электролизе на катоде;

C - электрохимический эквивалент выделяющегося на катоде металла, г/а-час, для хрома $C = 0,323 \text{ г/а-час}$,

τ - длительность электролиза, час,

Так как на катоде с осаждением хрома выделяется водород, расходуется электроэнергия на восстановление шестивалентного хрома до трехвалентного, могут иметь место неучтенные утечки тока и т. п., то действительный вес осажденного металла будет меньше рассчитанного по вышеприведенной формуле. Отношение весов практически полученного металла $D_{\text{п}}$ к теоретически возможному называется выходом в металле по току, или выходом по току.

$$D_{\text{п}} = D_2 - D_1,$$

где D_1 - вес детали до электролиза;

D_2 - вес детали после электролиза;

Тогда вес действительно полученного металла выразится по формуле:

$$d = C \cdot I \cdot \tau \cdot \eta,$$

Выход по току η выражается в долях единицы как в процентах. Толщину осадка металла h , получаемую при определенной длительности электролиза τ определяется по формуле:

$$h = \frac{C \cdot D_k \cdot \tau \cdot \eta}{1000 \cdot \gamma},$$

где $D_k - 1/\xi_k$ - плотность тока, а/дм²;

ξ_k - площадь катода, дм²;

γ - плотность осажденного металла, г/см³, для хрома $\gamma = 6,9$ г/см³;

η - выход по току, %.

При хромировании применяют три группы электролитов:

электролиты низкой концентрации - 140... 150 г/л CrO₃;

электролиты средней концентрации - 200...250 г/л CrO₃;

электролиты высокой концентрации - 350...450 г/л CrO₃.

При твердом износостойком хромировании наиболее целесообразны низкоконцентрированные электролиты (первой группы). По сравнению с концентрированными эти электролиты имеют следующие преимущества:

повышенную твердость покрытия,

более высокий выход по току,

хорошо рассеивающую способность,

меньшие потери электролита на унос с деталями и испарениями,

меньшее разрушающее действие на изоляцию.

Недостатками электролита является потребность в более частом корректировании состава и более высокое потребное напряжение источников тока.

Электролиты высокой концентрации (третья группа) по сравнению с электролитами низкой концентрации обеспечивают получение более блестящих покрытий, меньшую их твердость и хорошую кроющую способность. Эти свойства электролитов обусловили применение их для получения защитно-декоративных покрытий.

Электролиты средней концентрации по своим характеристикам являются промежуточным между электролитами первой и третьей группы, их применяют как при твердом, так и при защитно-декоративном хромировании. Благодаря своей универсальности эти электролиты получили название универсальных.

Влияние условий хромирования на свойства хромовых покрытий:

Внешний вид структуры и механические свойства хромовых покрытий в очень широких пределах в зависимости от условия хромирования - состава и температур электролиза, плотности тока. При неизменном составе электролита можно, изменяя температуру электролита и плотность тока, получить три различных вида осадков хрома – молочный, блестящий и матовый (серый). Диаграмма зависимости вида осадков хрома от C и D_k показана на рис. 2.

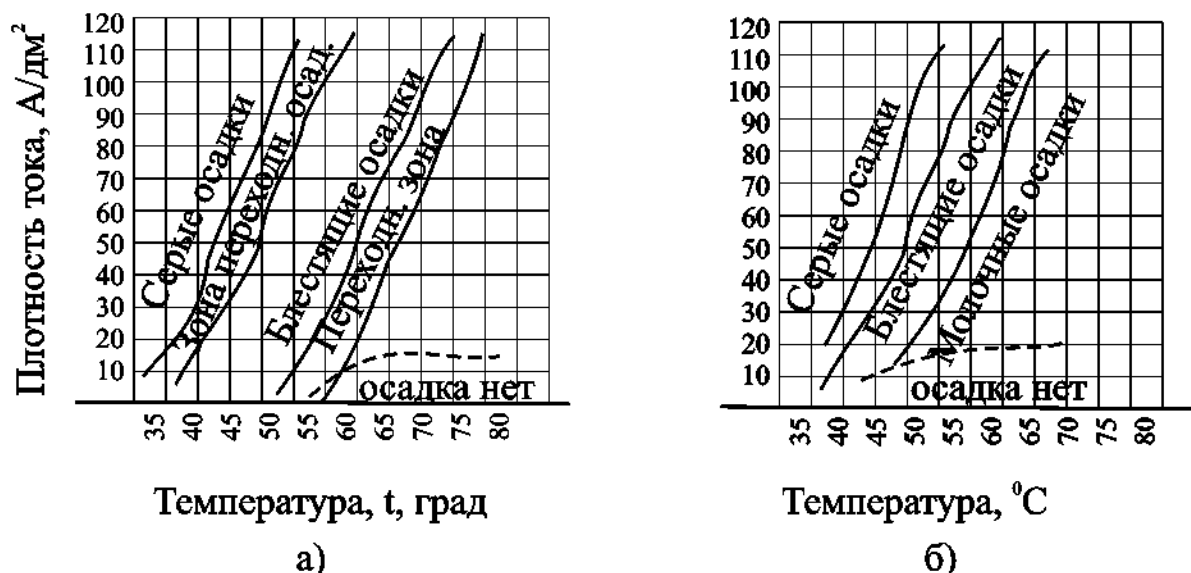


Рис. 2. Зависимость вида осадков хрома от C и D_k

Диаграмма расположения зон различных хромовых осадков а – для малоцентрированного; б – для среднецентрированного (универсально-го) электролита.

Различные по виду осадки хрома имеют и различные механические свойства. Блестящий хром характеризуется высокой твердостью ($600 \dots 900 \text{ кг/мм}^2$), высокой износостойкостью, хрупкостью, высокими внутренними напряжениями. На поверхности блестящего хрома при рассмотрении под микроскопом можно увидеть мелкие пересекающиеся трещины, образующие характерную «сетку трещин».

Молочный хром имеет, по сравнению с блестящим, пониженную износостойкость, большую вязкость и пониженную твердость ($400 \dots 600 \text{ кг/мм}^2$) и «сетка» трещин на нем отсутствует.

Свойства матового хрома противоположно свойствам молочного хрома. Это очень твердый ($900 \dots 1200 \text{ кг/мм}^2$) и хрупкий металл, имеющий из-за хрупкости пониженную износостойкость, при рассмотрении под микроскопом на поверхности такого хрома обнаруживается бугорчатость.

Пористое хромирование:

Гладкое хромовое покрытие плохо смачивается маслами и плохо прирабатывается. Масляная пленка держится на хромированной поверхности непрочна, легко разрывается под воздействием нагрузок (особенно при высоких температурах), в результате чего на такой поверхности возникает сухое или полусухое трение и большие износы. Поэтому, неудачными были попытки применить гладкое хромирование для повышения износостойкости цилиндров, поршневых колец» поршневых пальцев и аналогичных деталей, работающих в условиях граничной или недостаточной смазки,

Недостатки гладкого хромирования устраняют при пористом хромировании. В этом случае на хромированной поверхности искусственно создают поры, углубления или канавки» служащие запасными резервуарами смазки на поверхности деталей, работающих, в результате чего срок службы деталей значительно повышается.

Наиболее широкое применение получил электрический способ получения пористого хрома, который заключается в дополнительной анодной обработке хромированных деталей в электролите того же состава, в котором выполняли хромирование. При анодном травлении хромового покрытия, имеющего сетку трещин, растворение происходит неравномерно. Наиболее интенсивно хром растворяется по трещинам, которые, вследствие этого

расширяются и углубляются. Поверхность хрома оказывается изрезанной сеткой каналов, ограничивающих площадки ("плато") гладкого хрома.

Состав электролита и режимы хромирования для получения пористого хрома, рекомендует следующее:

200...250 г/л CrO_3 ;

отношение $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 100 \dots 120 = 60 \pm 1^\circ\text{C}$.

$D_k = 40 \dots 60 \text{ а/дм}^2$.

Анодное травление, в результате которого выделяется сеть каналов и пор в хромовом покрытии, выполняют обычно в том же электролите, какой применяют для наращивания хрома. При анодном травлении плотность тока задается в пределах $24 \dots 45 \text{ а/дм}^2$, температура $50 \dots 55^\circ\text{C}$. Процесс анодного травления контролирует по количеству электричества, протекающего через 1 дм^2 поверхности, т. е., по произведению плотности тока на время (интенсивного травления). $O = D_a \cdot x$. В зависимости от толщины слоя хрома интенсивность травления выбирают в пределах $30 \dots 400 \text{ а.мин/м}^2$.

После механической обработки (шлифование, хонингование, протирка) удаляют остатки абразива из пор покрытия промыванием в бензине, содовом растворе или водных эмульсиях и продуванием сжатым воздухом или паром.

Пористое хромирование применяют для улучшения прирабатываемости и для упрочнения поверхностей детали машин, работающих при высоких нагрузках и недостаточной смазке.

Технологический процесс твердого хромирования:

Технологический процесс твердого хромирования стальных деталей состоит из цикла операций, выполняемых в следующей последовательности:

- Механическая обработка - для устранения следов износа на детали и придания ей правильной геометрической формы и требуемой шероховатости. Деталь после механической обработки (чаще всего - шлифования) не должна иметь на поверхности раковин, неметаллических включений, ожогов и шлифовальных трещин (для деталей с небольшим или равномерным износом может не производиться).

- Промывка бензином - производится для удаления с поверхности деталей жировых пленок, препятствующих прочному сцеплению покрытий.

- Зачистка наждачной шкуркой - производится с целью «оживления поверхности» детали непосредственно перед хромированием. При этом возможные окислы, ржавчина, возникшие при хромировании деталей, удаляются.

- Изоляция мест, не требующих хромирования - применяют лак - эмалит, цапонлак, перхлорвиниловый плаксикат (пленка) и др. Лаки наносятся в несколько слоев на детали кисточкой и просушиваются. Цилиндрические поверхности хорошо изолируются целлулоидными колпачками и пластикатом.

- Установка деталей на подвески - делают для создания плотного электрического контакта, рационального использования объема ванны, удобства завешивания деталей в ванну и соблюдения необходимого расстояния между деталями и анодами.

- Обезжиривание деталей - (электролитическое или венской известью). Электролитическое обезжиривание заключается в том, что обрабатываемое изделие подвешивают на катод в щелочном растворе и подвергают обработке электрическим током. На поверхности катода происходит выделение водорода, который оказывает эмульгирующее и механическое воздействие на жировую пленку.

Другой вид обезжиривания - венской известью, производится так. Известь разводят водой до кашицеобразного состояния и добавляют до 1...5% едкого натра или до 3% кальцинированной соды. Раствором извести при помощи волосной щетки протирают поверхность детали, затем смывают известь водой. Операцию производят 3-4 раза. Иногда этот вид обезжиривания производится после электрохимического обезжиривания.

- Промывка в горячей и холодной проточной воде - производится с целью удаления извести или остатков щелочного раствора с поверхности.

- Анодное декапирование – производят для удаления с поверхности деталей тончайших окислов, обнажения кристаллической структуры основного металла и создания на ней микроскопической шероховатости для лучшего сцепления. Декапирование производится в основной хромовой ванне. Детали загружают на катодную штангу, где их выдерживают 1...2 мин без тока для того, чтобы они приняли температуру электролита. После этого перекидным рубильником меняют полярность и деталь в течение 30...60 сек (для углеродных сталей) или 2...3 мин (для легированных сталей) является анодом при плотности тока 25...60 а/дм². После этого начинают хромирование при прямой полярности тока.

При указанном способе декопирования в хромовую ванну подается некоторое количество железа, поэтому при большой производительной программе для декопирования лучше применять отдельную ванну с электролитом для хромирования низкой (130...180 г/л CrO₃) концентрации. После декопирования в таком электролите детали без промывки быстро переносят в ванну для хромирования.

- Хромирование – установленная после включения ванны величина тока должна без колебаний и перерыва поддерживать на протяжении всего электролиза, иначе в осадке появятся дополнительные внутренние напряжения, что приведет к отслаиванию его от детали.

Атомы хрома осаждаются на чистую металлическую поверхность. Осаждение происходит слоями толщиной по 1000...2000 атомов. Между основным металлом и покрытием образуется прочная физическая связь (когда атомы основы и покрытия имеют общие внешние электронные оболочки).

Типовые режимы по износостойкому хромированию установлены для следующих групп деталей:

1-я группа – детали, работающие при перемещении рабочих поверхностей взаимно сопряженных пар: обоймы шариковых и роликовых подшипников, шейки валов под указанные подшипники, посадочные места под подшипники скольжения и качения и др. Для этой группы деталей с целью устранить люфт и создать натяг применяют блестящий хром при режиме $D_k = 45... 50 \text{ а/дм}^2$, $t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$.

2-я группа - детали, работающие на трение при различных удельных давлениях и скоростях скольжения (стержни впускных клапанов, различные валики, оси и пр.). Для получения высокой износостойкости, применяют блестящие и блестяще-матовые осадки, получаемые при $D_k = 35...50 \text{ а/дм}^2$, $t = 53...57 \text{ }^\circ\text{C}$.

3-я группа - детали, работающие при больших удельных давлениях и подвергающиеся значительным знакопеременным нагрузкам, у которых рабочая поверхность должна иметь высокую износостойкость и максимальную вязкость. Режим: $D_k = 55...60 \text{ а/дм}^2$ (блестящие осадки) или $D_k = 35 \text{ а/дм}^2$ (молочные осадки) при $t = 65 \text{ }^\circ\text{C}$.

4-я группа - детали, эксплуатация которых происходит в агрессивных средах, и у которых осадок должен быть беспористым (стержни выпускных клапанов, цилиндры блока двигателей и др.) Режим: $D_k = 30 \text{ а/дм}^2$, $t = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ или $D_k = 25 \text{ а/дм}^2$, $t = 65 \text{ }^\circ\text{C}$.

Время электролиза τ в мин. определяется по формуле:

$$\tau = \frac{60 \cdot 1000 \cdot \gamma \cdot h}{C \cdot D_k \cdot \eta},$$

где γ - удельный вес хрома, равный $6,0 \text{ г/см}^3$.

$$h = h_1 + (D_{ном} - D_{изн}) + h_2,$$

здесь h_1 - припуск на предварительную механическую обработку (0,10...0,15 мм);

$D_{ном}$ - номинальный диаметр детали, мм;

$D_{изн}$ - диаметр детали изношенной, мм;

h_2 - припуск на окончательную (после хромирования) механическую обработку, мм

(0,10...0,15 мм).

C - электрохимический эквивалент хрома, 0,323 г/а. час;

$D_{изн}$ - плотность тока, а/дм²;

η - выход металла по току, %, обычно 13...17 %.

Если в формулу времени подставить его постоянные величины, то для хромирования она упростится и будет иметь (при $\eta = 13$ %):

$$\tau = 99500 \cdot \frac{h}{D_k}$$

При свободной завеске деталей в электролите по краям покрываемой поверхности наблюдается местное увеличение плотности тока и толщины осадка (краевой эффект), причем оно тем больше, чем больше расстояние от катода до анода, и чем больше от краёв детали свободное пространство электролита. Поэтому, для получения равномерного слоя хрома, необходимо соблюдать одинаковое расстояние между катодом и анодом, а для свободного выхода газов и циркуляции электролита должны быть предусмотрены выходы (отверстия в аноде). Электролит, находящийся между катодом и анодом, должен быть ограничен не проводящими 65

ток поверхностями, которые не позволяют силовому полю отклоняться в стороны.

Для цилиндрических деталей небольшой длины, хромируемых по наружной поверхности, нормальное отложение хрома достигается при погружении детали среди круглых анодов, расположенных по углам квадрата с таким расчетом, чтобы расстояние между анодом и катодом было в пределах 100...120 мм (деталь в центре квадрата).

В случае хромирования длинных деталей наблюдается значительная конусность покрытия, т. е., в нижней части оно толще, чем в верхней. Поэтому деталь в некоторых случаях завешивается в горизонтальном положении.

- Дехромирование (анодное травление) – производится только в случаях, если требуется получение пористого хрома

- Промывка в дистиллированной воде в ванне уловителя. Эта операция производится для сбора дорогостоящего хромового ангидрида и последующего его использования при хромировании или для декапирования.

В случае промывки в проточной воде часть хромового ангидрида теряется безвозвратно.

- Промывка в холодной воде (проточной).

- Промывка в горячей воде.

- Нейтрализация производится в растворе соды (горячих щелочных растворов при температуре 80...90 °С). Цель операции – нейтрализовать кислоту.

В отдельных случаях нейтрализация не производится, т. к. бывает достаточно промывок в воде.

- Промывка в горячей воде после нейтрализации. С поверхности детали смывается щелочной раствор и продукты нейтрализации.

- Демонтаж деталей с подвесных приспособлений, снятие изоляции, разборка и сушка подвесок и деталей. Сушка может производиться в сушильном шкафу или опилках.

- Контроль – производится работниками ОТК. Обращается внимание на толщину осадков, отсутствие отслаиваний, длинных дендридов и т. п. дефектов.

- Механическая обработка (окончательная). Производится с целью восстановить заданные размеры детали, макро- и микрогеометрию ее в соответствии с техническими условиями.

Оборудование, приспособления, инструмент:

- установка для хромирования ОГ-1349А с выпрямителем ВАКГ-12/6-630;

- ванны для обезжиривания;

- ванна для промывки в холодной воде;

- ванна для промывки в горячей воде;

- верстак слесарный;

- подвесное приспособление (подвеска) для хромирования;
- весы лабораторные;
- микрометр 25...50 мм;
- наждачная бумага;
- сушильный шкаф.

Установка для хромирования ОГ-1349А:

Установка ОГ-1349А предназначена для восстановления изношенных мест малогабаритных деталей электрохимическим хромированием. Выпускается Красноуфимским механическим заводом "Россельхозтехника".

Установка состоит из двух ванн емкостью по 100 литров. Каждая ванна состоит из корпуса ванны, изготовленного из листов стали, и внутренней ванны, изготовленной из листов нержавеющей стали марки 1Х18Н9Т.

Пространство между корпусом и внутренней ванной заполняется минеральным маслом (типа АК-10, АКЗП-10, АК-15 и др.). В этой «масляной рубашке» смонтированы два трубчатых электродвигателя (ТЭНы) мощностью 2 кВт каждый и температурное реле. Для контроля работы и регулировки температурного реле в электролит наклонно погружен ртутный термометр.

Питание постоянным током хромированных ванн осуществляется от выпрямительного агрегата ВАКГ-12/6-630. Регулирование тока ванн при электролизе производится двумя магазинами сопротивлений, выключатели которых выведены на левую и правую стороны стола корпуса.

В верхней части хромированной установки на столе расположен пульт управления.

В нижней части пульта управления находится реостат для плавного регулирования тока правой ванны в пределах от 2-х до 7 ампер.

На пульте управления расположены также два ампера со шкалой до 200 А и один контрольный вольтметр со шкалой до 30 В.

Для контроля величины тока правой ванны до 20 А производится переключение переключки, расположенной сзади пульта управления и переключателя, расположенного над ампером, в соответствующее положение.

Для обеспечения санитарно-гигиенических условий, образующиеся в процессе работы испарения удаляются с помощью 4-х сторонних бортовых отсосов, воздухопроводов и вентилятора, смонтированных внутри корпуса установки, а также внешних воздухопроводов.

Порядок выполнения работы:

(восстановление поршневого пальца электрохимическим хромированием)

- ознакомиться с правилами техники безопасности;
- получить деталь у лаборанта;
- произвести зачистку пальца шкуркой;
- взвесить деталь вместе с экранирующими шайбами;
- смонтировать деталь на подвесное приспособление (подвеску);
- определить площадь поверхности детали в дм^2 и необходимую силу тока на катоде.

Принять плотность тока при хромировании 55...60 а/ дм^2 ;

- производится замер поршневого пальца в 6 поясах взаимноперпендикулярных плоскостях (всего 12 замеров). Заметить положение плоскостей;

- проверить температуру электролита термометром, при необходимости подогреть ванну. Рабочая температура ванны должна быть 60...65 °С;

- произвести все операции по наращиванию поршневого пальца в соответствии с технологическим процессом (электролит универсальный).

Операцию дехромирования (при получении пористого осадка) производить при специальном задании.

- Повторить замер пальца в 2-х плоскостях и 6-ти поясах.

- Взвесить деталь вместе с экранирующими шайбами и подсчитать выход по току по формуле:

$$\eta = \frac{M_2 - M_1}{C \cdot I \cdot \tau} \cdot 100\%,$$

где M_1 – вес до хромирования;

M_2 – вес после хромирования;

C – электрохимический эквивалент хрома, равный 0,323 г/а. час.

I – ток, А; τ –

время электролиза.

- построить график равномерности покрытия в двух плоскостях, определить минимальную и среднюю толщину осадка. Подсчитать коэффициент неравномерности:

$$K_n = \frac{h_{\min}}{h_{\text{ср}}}.$$

- оформить отчет по лабораторной работе;

- сдать рабочее место лаборанту;

- отчитаться о работе преподавателю.

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.

2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1,2] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[3,4] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Электролиты какой группы применяются для получения пористых, защитно-декоративных и износостойких покрытий?

2. Какие осадки хрома применяются для восстановления:

– цилиндров двигателей поршневых колец, поршневых пальцев

– стержней впускных клапанов, валиков, осей.

– обойм подшипников, шеек валов под подшипники и др.

3. Какой осадок хрома имеет повышенную износостойкость, большую вязкость?

4. Укажите твердость хромовых осадков.

5. В каком количестве в электролит добавляется серная кислота в процентах от количества CrO_3 ?

6. По какой формуле определяется:

– масса действительно полученного металла;

– выход металла по току;

– время электролиза;

– толщина осадков металла.

7. Во сколько раз увеличивается износостойкость хромированных деталей по сравнению с нехромированными?

8. Укажите плотность анодного травления при пористом хромировании.

9. Укажите расстояние между анодом и катодом при нормальном осаждении хрома.

Практическое занятие №1

Тема: Разработка технологического процесса восстановления вала

Цель работы: Разработать технологический процесс восстановления вала

Варианты заданий

Вариант	Наименование и обозначение детали	Материал	Твёрдость	Масса, кг	Габаритные размеры
0	Вал ведущий	Сталь 40ХС	HRC 350	21.5	Ø 80 x 980
1	Вал ведущий	Сталь 35ХС	HRC 250	25	Ø 85 x 1000
2	Вал ведущий	Сталь 45ХС	HRC 300	30	Ø 70 x 1200
3	Вал ведомый	Сталь 30ХС	HRC 350	18	Ø 70 x 750
4	Вал ведомый	Сталь 45ХС	HRC 250	16	Ø 65 x 700
5	Вал ведомый	Сталь 50ХС	HRC 300	25	Ø 85 x 1000

1. Выбор способа устранения дефекта деталей

По справочнику определить свойства материала вала, ниже в качестве примера рассмотрен нулевой вариант практической работы, дефекты вала указываются преподавателем.

Данная деталь изготавливается из стали марки 40ХС. Это конструкционная, легированная, хромистая сталь, содержащая 0,4% углерода и до 1,5% хрома. Легирующие компоненты увеличивают прокаливаемость стали, чем достигается равномерное распределение и улучшение её свойств по сечению. Имеет зеленоватый или желтоватый цвет. Температура закалки стали марки 40ХС равна 860°C, а температура отпуска - 500°C.

Механические свойства:

$\sigma_t = 786$ Мпа

$\sigma_b = 980$ Мпа

$\delta_5 = 10\%$

$\alpha_n = 6$ Дж/м²

Обычно сталь 40ХС применяют для изготовления деталей, работающих на средних скоростях при средних давлениях (зубчатые колёса, шпиндели, валы в подшипниках качения).

Исходные данные:

$N_{п} = 1000$ штук

Коэффициент сложности КСЛ = 0,8

Коэффициент аналога КА = 0,6

Коэффициент роста производительности труда КР.ПР.ТР. = 3%

Техническую характеристику детали составляем на основе изучения рабочего чертежа детали и технологического процесса её изготовления. Основные характеристики сводим в таблицу.

Таблица 1
Техническая характеристика детали

Наименование и обозначение детали	Материал	Твёрдость	Масса, кг	Габаритные размеры
Вал ведущий 700.17.01.011-3Р	Сталь 40ХС	HRC 350	21.5	Ø 80 x 980

Анализ состояния изношенной детали

Анализ состояния изношенной детали начинаем с установления причин потери работоспособности при эксплуатации машины. Для этого изучаем конструкцию сборочной единицы, в которую входят детали, а также условия её работы. Наиболее распространённые дефекты детали и коэффициенты их повторяемости сводим в таблицу.

Таблица 2
Наименование дефектов и коэффициент повторяемости

№ дефекта	Наименование дефекта	Коэффициент повторяемости	
		От общего кол-ва дет поступивш. на дефектовку	От общ. кол-ва ремонтно-пригодных деталей
1	Износ наружной поверхности под кольца, распорную втулку и подшипники до размера менее 59,95 мм	0,78	0,80
2	Износ поверхности под подшипник и диск левый и правый до размера менее Ø69,99 и Ø 69,96 мм	0,82	0,85
3	Износ поверхности под роликоподшипник до размера менее Ø 80,00 мм	0,68	0,70
4	Износ шлицев по толщине до размера менее 11,30 мм	0,83	0,85
5	Износ шлицев по толщине до размера менее 9,30 мм	0,83	0,85
6	Повреждение резьбы М 72х2	0,13	0,14
7	Биение вала более 0,15 мм	0,02	0,01

Этот вал нуждается одновременно в ремонте шести дефектов:
ремонт наружной поверхности под кольца по толщине;
ремонт поверхности под подшипник и диски
ремонт поверхности под роликоподшипник
ремонт шлицев по толщине;
ремонт шлицев по толщине;
восстановление резьбы.

1.1 Выбор рационального способа устранения дефекта детали.

Выбор способа восстановления детали следует осуществлять поэтапно, применяя последовательно технологический, технический и технико-экономический критерий.

Перечень основных способов восстановления изношенных поверхностей:
Износ шлицев по толщине

Газоплазменное напыление.

Способ основан на нанесении покрытия на детали напылением газовой струей порошка, нагретого пламенем газа до жидкого или вязко-текучего состояния. Порошок подается в зону плавления. Оборудование: УПТР-178М

Ручная наплавка покрытыми электродами.

Процесс дуговой наплавки основан на применении дуговой сварки плавящимся электродом. Оборудование: выпрямитель ВД-306 УЗ

Механизированная наплавка в среде защитного (углекислого) газа.

Отличается от ручной сварки применением защитной среды. Режим работы: наплавку ведут на постоянном токе обратной полярности, толщина наплавляемого слоя 0,8...1,0 мм, сила тока 85...110 А, напряжение 18...20 В, шаг наплавки 2,8...3,2 мм, расход углекислого газа 6...8 Н/мм. Оборудование: выпрямитель ВСЖ-303, сварочный трансформатор ТДФ-500, электрод марки Св-ХГ2С

Вибродуговая наплавка.

Суть наплавки заключается в том, что электрод вибрирует вдоль своей оси, вызывая короткие замыкания в сварочной цепи и кратковременные периоды действия дуги. Режим работы: толщина наплавляемого слоя 0,7 мм, диаметр электродной проволоки 1,6 мм, сварочный ток 120...150 А, шаг наплавки 1,6 мм. Оборудование: источник питания ТДМ-302 – ремдеталь выпрямитель ВД-201УЗ.

Наплавка порошковыми проволоками.

Эту наплавку выполняют на постоянном токе обратной полярности. Режим работы: диаметр проволоки 2,0 мм, сварочных ток 160...190 А, напряжение 18...20 В, проволока ПП-ФН4.

Износ поверхности под кольца, распорную втулку и т.д..

Железнение.

Обладает хорошими технико-экономическими показателями, высокой производительностью и относительной дешевизной, а также высокой поверхностной твердостью и износостойкостью. Для железнения данной поверхности применяют электролит №2.

Контактная наварка металлической ленты.

Сущность способа заключается в приварке и изношенной поверхности детали стальной ленты мощными импульсами тока. Режимы работы: частота вращения шпинделя 5...7 мин-1, подача каретки 3,0...3,6 мм/об, сила тока 5...5,5 кА. Оборудование: установка 011-1-02М «Ремдеталь».

Механизированная наплавка в среде защитного газа.

В качестве защитной среды используется углекислый газ или водяной пар. Оборудование: выпрямитель ВСЭ-303, сварочный трансформатор ТДФ-500. ежим работы: наплавку ведут на постоянном токе обратной полярности, толщина наплавляемого слоя 0,8...1,0 мм, сила тока 85...110 А, напряжение 18...20 В, шаг наплавки 2,8...3,2 мм.

Наварка проволоки.

Сущность способа состоит в привязке к изношенной поверхности металлической проволоки, при пропускании через нее мощного импульса тока. ежим работы: ток 1,2...2,5 кА, шаг 1...2,5 мм, усилие прижатия 0,6...1,0 кН. Оборудование: УЭМО-2.

Плазменная сварка и наплавка.

Наиболее распространенным и простым способом наплавки является наплавка по заранее насыпанному на наплавляемую поверхность порошку. Условия работы: наплавочный материал ПГ-УС25, толщина наплавляемого слоя 1,5 мм, напряжение 58 В, ток 140 А, скорость наплавки 0,17 м/мм. оборудование: установка для плазменной наплавки УПН-303.

Технологический критерий. Он оценивает каждый способ и определяет принципиальную возможность применимости того или иного способа восстановления.

Отобранные по этому критерию способы восстановления должны удовлетворять двум условиям:

по своим технологическим особенностям они должны быть приемлемы к данной детали;

устранять имеющиеся дефекты.

Для устранения каждого дефекта детали может быть применено несколько способов, из которых выбираем наиболее рациональный.

При выборе наиболее рационального технологического процесса восстановления деталей следует учитывать ряд исходных данных: размеры, форму и точность изготовления детали, её материал, термическую обработку, условия работы, вид и характер дефекта, производственные возможности ремонтного предприятия и др.

Выбор рационального способа устранения дефекта детали производим в следующей последовательности. Сначала из перечня всех способов, уже использованных в ремонтной практике и рекомендуемых к внедрению производим предварительный отбор нескольких по технологическому и техническому критериям.

По технологическому критерию (критерий применимости) производим отбор способов на основании возможностей их применения для устранения конкретного дефекта заданной детали с учётом величины и характера износа, материала детали и её конструктивных особенностей. По этому критерию назначаем все способы, с помощью которых технологически возможно устранить данные дефект. Технологические возможности способов восстановления деталей устанавливаем по их характеристикам, которые даны в специальной справочной и технической литературе.

Таблица 3

Технологические характеристики способов восстановления (наименования)	Условные обозначения способов восстановления								
	НУГ	ВДН	НСФ	ДМ	ГН	Х	Ж	КН	РН
Виды металлов и сплавов, к которым применим способ	сталь	сталь, ковкий и серый чугун	сталь	Все материалы		сталь	сталь, серый чугун	Все материалы	
Виды поверхностей, по отношению к которым применим данный способ	Наружные цилиндрические, плоские			Наружные и внутренние цилиндрические		Наружные и внутренние цилиндрические, плоские			
Минимальный наружный диаметр поверхности, мм	15	15	35	30	30	5	12	10	10
Минимальный внутренний диаметр поверхности, мм	-	50	-	-	-	40	40	60	40
Минимальная толщина наносимого покрытия, мм	0.5	0.5	1.5	0.3	0.3	0.05	0.1	0.1	1.0
Максимальная толщина наносимого покрытия, мм	3.5	3.0	5.0	8.0	1.5	0.3	3.0	1.5	6.0

Примечания. Условные обозначения способов восстановления деталей: НУГ – наплавка в среде углекислого газа; ВДН – вибродуговая наплавка; НСФ – наплавка под слоем флюса; ДМ – дуговая металлизация; ГН – газопламенное напыление; Х – хромирование; Ж – железнение; КН – контактная наварка; РН – ручная наплавка.

По техническому критерию – критерий или коэффициент долговечности – оцениваем эксплуатационные свойства детали, восстановленной каждым способом, выбранным по технологическому критерию. К таким свойствам относят износостойкость восстановленной поверхности, усталостную прочность (выносливость), сцепляемость нанесённых покрытий и другие. Для наиболее распространённых способов восстановления деталей они даны в таблице. Окончательное решение о выборе рационального способа устранения дефекта детали принимаем по технико-экономическому критерию (обобщённый критерий). Он отражает технический уровень применяемой технологии, затраты на восстановление и эксплуатацию детали. Поскольку расчёты технико-экономических показателей, необходимых для оценки различных способов по данному критерию являются сложными, то можно рассматривать отношение:

$Sв/Кд$,

где

$Sв$ – удельная себестоимость способа устранения дефекта, руб/м²

$Кд$ – коэффициент долговечности восстанавливаемой детали.

$$Кд = Ки \cdot Кв \cdot Ксц$$

$Ки$ – коэффициент износостойкости,

$Кв$ – коэффициент выносливости,

$Ксц$ – коэффициент сцепляемости.

Значение $Sв$ принимаем по литературным источникам.

Наиболее рациональным способом устранения дефекта детали считается тот, для которого отношение удельной себестоимости к долговечности $Sв/Кд$

→ min. Возможные способы устранения дефекта:

Контактная наварка (КН)

$$Кд = Ки \cdot Кв \cdot Ксц = 1.1 \cdot 0.8 \cdot 0.9 = 0.792$$

$$Sв/Кд = 8.5/0.792 = 10.73$$

Ручная наплавка (РН)

$$Кд = Ки \cdot Кв \cdot Ксц = 0.9 \cdot 0.8 \cdot 0.9 = 0.648$$

$$Sв/Кд = 8.5/0.648 = 13.12$$

Наплавка в среде углекислого газа (НУГ)

$$Кд = Ки \cdot Кв \cdot Ксц = 0.85 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 0.85$$

$$Sв/Кд = 8/0.85 = 9.41$$

Выбираем НУГ т.к. технико-экономический показатель более высокий.

1.2 Расчёт толщины наносимого покрытия

Толщину покрытия, наносимого на наружные цилиндрические поверхности определяем по формуле:

$$h = U/2 + z1 + z2,$$

где h – толщина покрытия, мм; U – износ детали, мм; $z1$ – припуск на обработку перед покрытием, мм (ориентировочно 0.1...0.3 мм на сторону); $z2$ припуск на механическую обработку после нанесения покрытия, мм на сторону, (из таблицы)

$$h = 0.02/2 + 0.2 + 0.6 = 0.81 \text{ мм}$$

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1,2] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[3,4] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Выбор способа устранения дефекта деталей.
2. Выбор рационального способа устранения дефекта детали.
3. Расчет толщины наносимого покрытия.

Практическое занятие №2

Тема: Технологические расчеты при проектировании процессов восстановления деталей.

Цель работы: Провести необходимые расчеты для проектирования процесса восстановления детали.

Процесс восстановления условно делим на два этапа. На первом этапе восстанавливаем геометрические размеры детали способом наплавки в среде защитного газа. На втором производим последующую механическую обработку нанесённого покрытия.

2.1 Расчёт параметров и выбор режима наплавки

Принятые режимы операций (особенно нанесение покрытий) существенно влияют на ресурс восстановленных деталей. Поэтому они должны обеспечивать выполнение технических требований к детали, изложенных на ремонтном чертеже. Параметры режимов нанесения покрытий различными способами приведены в справочной литературе. В данной работе будут рассчитаны основные параметры режимов нанесения покрытий: сила тока, скорость наварки, частота вращения детали, скорость подачи проволоки и другие.

Основные параметры режимов наплавки определяем по следующим

Скорость наплавки

$$V_H = \alpha_n \cdot I / h \cdot \rho \cdot \gamma = 12 \cdot 150 / 0.81 \cdot 2.5 \cdot 7.85 = 51 \text{ м/ч},$$

Частота вращения детали

$$n_d = 1000 \cdot V_H / 60 \cdot \pi \cdot d = 1000 \cdot 51 / 60 \cdot 3.14 \cdot 0.04 = 106 \text{ об/мин},$$

Скорость подачи проволоки

$$V_{пр} = 4 \cdot \alpha_n \cdot I / \pi \cdot d_{пр}^2 \cdot \rho \cdot \gamma = 4 \cdot 12 \cdot 150 / 3.14 \cdot 1.22 \cdot 7.85 = 25.9 \text{ м/ч},$$

$$\text{Шаг наплавки } S = (2-2.5)d_{пр} = 2.4-3 \text{ мм/об},$$

$$\text{Вылет электрода } \delta = (10-12)d_{пр} = 12-14.4 \text{ мм},$$

$$\text{Смещение электрода } l = (0.05-0.07)d = 2-2.8 \text{ мм},$$

Где α_n – коэффициент наплавки, г/Ач (при наплавке постоянным током обратной полярности $\alpha_n = 11 \dots 14$); h – толщина наплавленного слоя, мм; ρ – плотность электродной проволоки, г/см³ ($\rho = 7.85$); $d_{пр}$ – диаметр электродной проволоки, мм; I – сила тока, А; d – диаметр детали, мм.

2.2 Расчёт параметров и выбор режимов механической обработки покрытий

Механическую обработку восстановленной поверхности детали выполняем шлифованием.

При обработке восстановленных поверхностей шлифованием с продольной подачей принимаем глубину шлифования 0.005...0.15 мм/проход для чистовой и 0.1...0.025 мм/проход для черновой обработки.

Определяем число проходов

$$i = z/z_t = 0.7/0.1 = 7 \text{ (черновое)}, 0.08/0.01 = 8 \text{ (чистовое)};$$

где z – припуск на шлифование (на сторону), мм

Продольная подача
 $S = S_d \cdot V_k = \text{мм/об.}$

где S_d – продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали;
 V_k – ширина шлифовального круга, принимаем $V_k = 20 \text{ мм.}$

Продольную подачу для черного шлифования восстановленных поверхностей деталей диаметром 40 мм принимаем $0.6V_k = 1.2 \text{ мм.}$ Для чистового шлифования принимаем $0.2V_k = 0.4 \text{ мм.}$

Окружную скорость V_d детали для черного шлифования принимаем 60 м/мин, для чистового – 4 м/мин.

Скорость продольного перемещения стола определяем по формуле:

$V_{ст} = S \cdot n_d / 1000 = 1.2 \cdot 60 / 1000 = 0.072 \text{ м/мин (черновое), } 0.4 \cdot 4 / 1000 = 0.0016 \text{ м/мин (чистовое).}$

2.3 Составление маршрута технологического процесса и выбор оборудования

Моечная операция: мойку детали проводят на погружной моечной машине тупикового типа, марки ОМ-5287, в 12%-ом растворе каустической соды.

Дефектовочная, промеряют размеры и определяют износы. Стол дефектовщика ОРГ-1468.

Токарная. Обработка поверхности, до выведения следов износа, станок токарно-винторезный 1К62.

Наплавочная, восстановление шлицевой поверхности, сварка под слоем флюса. Выпрямитель ВД-201УЗ. Станок ПДГ-312УЗ. Поверхность 1.

Наплавочная. Восстановление поверхности под ступицу, наплавка под флюсом, поверхность. Станок тот же (см. п. 4).

Наплавочная, восстановление шпоночного паза под слоем флюса, поверхность. Станок тот же (см. п. 4).

Токарная, обтачивание поверхности. Станок токарно-винторезный 1К62.

Токарная, обтачивание поверхности. Станок токарно-винторезный 1К62.

Фрезерная, фрезерование шлицевых пазов, поверхность. Станок горизонтально-фрезерный 6М12ПБ.

Фрезервальная, фрезеровать шпоночный паз, поверхность. Станок горизонтально-фрезерный 6М12ПБ.

Шлифовальная, шлифовать поверхность. Станок шлифовальный 3М151.

Контрольная, стол дефектовщика ОРГ.

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1,2] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[3,4] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Выбор режима наплавки.
2. Выбор режимов механической обработки покрытий
3. Составление маршрута технологического процесса и выбор оборудования.

Практическое занятие №3

Тема: Выбор оборудования, оснастки и материалов для восстановления детали.

Цель работы: Для восстановления детали произвести выбор оборудования, оснастки и материалов.

3.1 Выбор оборудования и оснастки для восстановления детали

Выбор оборудования производим исходя из следующих условий:

1) Оборудование должно обеспечивать формирование восстановленных поверхностей, соответствующих техническим требованиям;

2) Габаритные размеры оборудования должны соответствовать габаритным размерам восстанавливаемой детали;

3) Использование выбранного оборудования должно быть наиболее эффективным по сравнению с другим.

Выбор технологической оснастки производим на основе анализа возможности реализации технологического процесса при выполнении технических требований к детали, технических возможностей оснастки, а также конструктивных характеристик детали и восстанавливаемых поверхностей и др.

Выбор оборудования и технологической оснастки производим по каталогам.

Таблица 4

Наименование оборудования и оснастки	Обозначение
Станки токарные и круглошлифовальные	ЗВ1161, 3А151, 3А423
Полуавтомат сварочный	А-547-У
Сварочный селеновый выпрямитель	ВС-300
Стол сварщика	Мод. С10020 «Ремдеталь»
Баллон с СО2	
Стол для дефектации	ОРГ-1468-01-090А
Штангенциркуль	Шц-1-250-0.05

3.2 Выбор и определение нормы расхода материала

По своему назначению материалы для восстановления деталей подразделяются на основные и вспомогательные. При дуговой наплавке применяем плавные и керамические флюсы и их смеси. Выбираем проволоку стальную сварочную для наплавки марки Нп-30ХГСА.

Рассчитаем норму расхода основных и вспомогательных материалов по типовому технологическому процессу, путём перерасчёта к конкретной детали.

4. Определение норм времени выполнения операций восстановления детали

4.1 Нанесение покрытий

Норму времени T_n на выполнение наплавочных работ определяем по формуле

$$T_n = T_o + T_{вс} + T_{доп} + T_{пз}/n = (0.126 + 3 + 0.44 + 20)/10 = 2.35 \text{ мин,}$$

Где T_o – основное время наплавки, мин;

$T_{вс}$ – вспомогательное время наплавки, мин;

$T_{доп}$ – дополнительное время наплавки, мин;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество наплавляемых деталей в партии, шт. $n = 7 \dots 22$ шт.;

Основное время наплавки определяем по формуле:

$$T_o = \pi dl/1000V_n S = 3.14 \cdot 40 \cdot 65/1000 \cdot 25.9 \cdot 2.5 = 0.126 \text{ мин,}$$

Где l – длина наплавляемой поверхности, 65 мм;

D – диаметр детали, 40 мм;

V_n – скорость наплавки, 25.9 м/ч;

S – шаг наплавки, 2.5 мм/об.

Вспомогательное время наплавки принимаем 3 мин.

Дополнительное время определяем по формуле:

$T_{доп} = (T_o + T_{вс})k/100 = (0.126 + 3)14/100 = 0.44$ мин,

Где k – доля дополнительного времени от основного и вспомогательного, принимается 10...14% от оперативного;

Подготовительно-заключительное время принимаем равным 20 мин.

4.2 Механическая обработка детали

Норму T_n при шлифовании с продольной подачей определяем по формуле:

$T_n = T_o + T_{вс} + T_{доп} + T_{пз}/n = 2.18 + 0.62 + 0.42 + 1.5 = 4.7$ мин,

Где T_o – основное (технологическое) время, мин;

$T_{вс}$ – вспомогательное время, мин;

$T_{доп}$ – дополнительное время, мин;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин (т. к. партию деталей мы взяли 10 шт., то можно принять $T_{пз} = 15$ мин.);

n – количество наплавляемых деталей в партии, шт. $n = 7...22$ шт. (принимаем 10);

Основное время при шлифовании определяем по формуле:

$T_o = L_{ик}/n_{д}S = 35 \cdot 15 \cdot 1.25/1500 \cdot 0.2 = 2.18$ мин,

Где L – длина продольного хода стола, 35 мм;

i – число проходов;

$n_{д}$ – частота вращения детали, об/мин;

S – продольная подача, мм/об

K – коэффициент точности обработки – для черного шлифования 1.1; для чистового 1.4.

Длину L , мм при шлифовании в упор определяем по формуле

$L = l - (0.4...0.6)B_k = 55 - 20 = 35$ мм

Где l – длина шлифуемой поверхности 55 мм; B_k – ширина круга 40 мм.

Вспомогательное время в зависимости от массы принимаем 0.62 мин.

Дополнительное время при шлифовании принимаем 17% от суммы основного и вспомогательного времени – оперативное время – 0.42 мин;

Подготовительно-заключительное время при шлифовании партии деталей в количестве 10 шт. принимаем 15 мин.

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1,2] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[3,4] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Выбор оборудования и оснастки для восстановления детали.
2. Выбор и определение нормы расхода материала.
3. Механическая обработка детали.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – преподаватель использует для:

- получения информации при подготовке к лабораторным работам;
- создания презентационного материала для лабораторных работ;
- пакет прикладных программ (Microsoft, Autodesk, КОМПАС);
- ОС Windows; OpenOffice; LibreOffice и др.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР, ПЗ</i>
1	2	3	4
ЛР, ПЗ	лаборатория	Учебный лабораторный стенд «Комплект приспособлений для разборки и сборки коленчатых валов», «Стенд для контроля коленчатого вала».	ЛР 1-3 ПЗ 1-3
Лк	дисплейный класс с доступом к сети интернет	ПК класса Пентиум – 10 шт., программный комплекс Microsoft Excel, Word, Компас	–
СР	ЧЗ-1	–	–

Приложение 1

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	ФОС
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	1. Производственный процесс ремонта машин и оборудования	Вопросы к экзамену 1–11
ПК-10	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования		2. Технологические методы ремонта деталей
ПК-11	Способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	3. Технология капитального ремонта машин	Вопросы к экзамену 16-28
ПСК-2.7	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ	4. Методика проектирования технологического процесса ремонта деталей	Вопросы к экзамену 29-49
ПСК-2.8	Способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования		5. Технология ремонта деталей и узлов наземных транспортно-технологических средств и комплексов

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование темы
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	1. Общая схема производственного процесса ремонта машин. 2. Технологический процесс ремонта машин, структура технологического процесса.	1. Производственный процесс ремонта машин и оборудования
2.	ПК-10	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	3. Технологическая документация на ремонт изделий. 4. Приемка объектов в ремонт и на хранение. 5. Подготовка машины к ремонту. 6. Диагностирование при ремонте. 7. Очистка объектов ремонта. 8. Разборка машин и агрегатов. 9. Основы ремонта строительных и дорожных машин. 10. Ремонтная база в строительстве и ее развитие. 11. Система технического обслуживания и ремонта машин.	
3.	ПК-11	Способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	12. Процессы, вызывающие потерю работоспособности машин. 13. Виды изнашивания деталей машин. 14. Методы оценки износа деталей машин. 15. Методы восстановления посадок в сопряжениях.	2. Технологические методы ремонта деталей
4.	ПСК-2.7	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных,	16. Производственный процесс капитального ремонта машин. 17. Прием машин в ремонт. 18. Наружная мойка машины. 19. Последовательность разборки машин. 20. Технология очистки и мойки деталей, узлов и агрегатов. 21. Оборудование для мойки и очистки деталей. 22. Дефектация деталей. 23. Основы комплектования деталей и узлов. 24. Технология сборки машин. 25. Балансировка деталей и узлов машин. 26. Обкатка и испытание агрегатов и машин после ремонта. 27. Окраска деталей и машин. 28. Сдача машины заказчику.	3. Технология капитального ремонта машин

<p>5.</p>	<p>ПСК-2.8</p>	<p>Способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования</p>	<p>29. Классификация методов ремонта. 30. Ремонт деталей методом механической обработки. 31. Восстановление деталей сваркой и наплавкой. 32. Ручная сварка и наплавка. 33. Автоматическая дуговая сварка и наплавка. 34. Вибродуговая наплавка. 35. Особенности сварки и наплавки чугунных деталей. 36. Особенности сварки и наплавки деталей из алюминиевых сплавов. 37. Газовая сварка и наплавка при ремонте деталей. 38. Восстановление деталей металлизацией. 39. Наплавка деталей в среде углекислого газа. 40. Восстановление деталей пластическим деформированием. 41. Ремонт деталей машин с помощью полимерных материалов. 42. Клеевые технологии восстановления работоспособности деталей машин. 43. Технологический процесс гальванического нанесения покрытий. 44. Хромирование. 45. Железнение. 46. Электролитическое и химическое никелирование. 47. Цинкование. 48. Восстановление деталей электронатиранием. 49. Меднение и химические методы защиты поверхностей от коррозии.</p> <p>50. Производственный процесс ремонта двигателей. 51. Типовой технологический процесс восстановления корпусных деталей. 52. Восстановление блока цилиндров двигателя. 53. Восстановление головки цилиндров двигателя. 54. Технологический процесс восстановления гильз цилиндров ДВС. 55. Ремонт деталей и сборочных единиц трансмиссии. 56. Ремонт деталей ходовой части гусеничных машин. 57. Ремонт металлоконструкций.</p>	<p>4.Методика проектирования технологического процесса ремонта деталей</p> <p>5. Технология ремонта деталей и узлов наземных транспортно-технологических средств и комплексов</p>
------------------	----------------	--	--	---

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: (ОК-1) основные направления повышения технологичности наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования (ПК-10) основные особенности разработки конструкторско-технической документации; (ПК-11) методику контроля параметров технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования;</p>	отлично	<p>Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он демонстрирует полное освоение теоретического содержания дисциплины; представляет практические навыки работы на учебных стендах учетом основных требований безопасности; все учебные задания выполнены правильно, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.</p>
<p>(ПСК-2.7) основную технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ; (ПСК-2.8) методику контроля параметров технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования.</p>	хорошо	<p>Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если в усвоении учебного материала им допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один – два недочета в формировании навыков решений практических задач.</p>
<p>Уметь: (ОК-1) осуществлять синтез решений направленных на повышение технологичности наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования (ПК-10) осуществлять разработку конструкторско-технической документации; (ПК-11) проводить контроль за параметрами технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования; (ПСК-2.7) осуществлять разработку технологической документации для производства, модернизации,</p>	удовлетворительно	<p>Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если в его ответе содержание теоретического материала раскрыто неполно, но показано общее понимание вопроса.</p>

<p>эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ; (ПСК-2.8) проводить контроль за параметрами технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования.</p> <p>Владеть: (ОК-1) методами анализа степени конструктивного совершенства наземных транспортно-технологических средств (ПК-10) навыками разработки конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов; (ПК-11) методиками контроля за параметрами технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования; (ПСК-2.7) навыками разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ; (ПСК-2.8) методиками контроля за параметрами технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования.</p>	<p>неудовлетворительно</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний основных понятий конструкций наземных транспортно-технологических систем, навыков решения практических задач на учебных стендах.</p>
--	-----------------------------------	--

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Изучение дисциплины «Ремонт и утилизация подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования» охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательскому и проектно-конструкторскому видам профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

1. Производственный процесс ремонта машин и оборудования.
2. Технологические методы ремонта деталей.
3. Технология капитального ремонта машин.
4. Методика проектирования технологического процесса ремонта деталей.
5. Технология ремонта деталей и узлов наземных транспортно-технологических средств и комплексов.

Закрепление всех вопросов, рекомендуемых для лабораторных работ, практических занятий а также при подготовке к экзамену, требует основательной самостоятельной подготовки. Учитывая значимость самостоятельной работы, литература, вопросы для самопроверки - в разделах «Лабораторные работы», «Практические занятия».

Работа с литературой является обязательной. При этом приветствуется привлечение дополнительных источников из Интернета. В случае возникновения определенных вопросов, обучающийся может обратиться к преподавателю за консультацией как на лабораторных работах, так и во время индивидуальных консультаций.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде лекций, лабораторных работ, практических занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Ремонт и утилизация подъемно-транспортных, строительных,
дорожных средств и оборудования

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является подготовка технологической документации для обеспечения процессов ремонта и утилизации подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования; осуществление информационного поиска по выбору оборудования, приспособлений и инструментов для обеспечения процессов ремонта и утилизации подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования; участие в разработке технологических процессов ремонта и утилизации подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования; осуществление выбора средств контроля качества для обеспечения ремонта и утилизации подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования.

Задачей изучения дисциплины является: изучение вопросов состояния технологии ремонта и утилизации подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования и перспективах ее развития; получение практических навыков по выбору и обоснованию исходных данных для ремонта и утилизации подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования; подготовка к решению практических задач технологии и организации ремонта и утилизации подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк-34 час., ЛР – 17 час., ПЗ – 17 час., СР – 40 час.
Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа, 4 зачетные единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Производственный процесс ремонта машин и оборудования.
2. Технологические методы ремонта деталей.
3. Технология капитального ремонта машин.
4. Методика проектирования технологического процесса ремонта деталей.
5. Технология ремонта деталей и узлов наземных транспортно-технологических средств и комплексов.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-10 - способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;

ПК-11 - способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;

ПСК-2.7 - способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ;

ПСК-2.8 - способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры СДМ №__ от «__» _____ 20__ г.,

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства от «11» августа 2016г. №1022

для набора 2013 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413;

для набора 2014 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413, для заочной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413;

для набора 2015 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413, для заочной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413;

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413;

для набора 2017 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413, для заочной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413;

для набора 2018 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413, для заочной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413

Программу составил:

Плеханов Григорий Николаевич, к.т.н., доцент

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СДМ
от «__» _____ 2018 г., протокол № ____

И.о. заведующего кафедрой СДМ

К.Н. Фигура

СОГЛАСОВАНО:

И. о. заведующего выпускающей кафедрой СДМ

К.Н. Фигура

Директор библиотеки

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией МФ
от «__» _____ 20 __ г., протокол № ____

Председатель методической комиссии МФ

Г.Н. Плеханов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления

Г.П. Нежевец

Регистрационный №