

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Машиностроения и металлургии»

УТВЕРЖДАЮ



Первый проректор

И.В. Макурин

«8» декабря 2017г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Современные сварочные материалы»
основной профессиональной образовательной программы
подготовки бакалавров
по направлению 15.03.01 «Машиностроение»
профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Форма обучения	заочная
Технология обучения	Традиционная


Комсомольск-на-Амуре 2017

Автор рабочей программы
доцент кафедры МиМ, к.т.н


О.Н. Клешина
« 27 » ноября 2017 г.

СОГЛАСОВАНО


Директор библиотеки


И.А. Романовская
« 1 » декабря 2017 г.


Заведующий выпускающей кафедрой
«Машиностроение и металлургия»


П. В. Бахматов
« 28 » ноября 2017 г.
г.

Декан ФЗДО


М.В. Семибратова
« 30 » ноября 2017 г.

Начальник учебно-методического
управления


Е.Е. Поздеева
« 4 » декабря 2017 г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «Современные сварочные материалы» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 03 сентября 2015 года № 957, и основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Современные сварочные материалы							
Цель дисциплины	Расширенное ознакомление студентов с материалами, применяемыми во всем спектре сварочного производства.							
Задачи дисциплины	Изучение и понимание физических, механических и технологических свойств данных материалов и использование их в процессах электродуговой, газовой и других видов сварки, как способа создания неразъёмных соединений.							
Основные разделы дисциплины	1. Металлические сварочные материалы 2. Неплавящиеся электродные материалы для сварки и резки металлов 3. Неметаллические сварочные материалы 4. Основные физико-химические процессы, происходящие в зоне сварки, с участием сварочных материалов. 5. Влияние сварочных материалов на свойства сварных соединений и наплавленных слоев							
Общая трудоемкость дисциплины	3 з.е. / 108 академических часов							
		Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
	Семестр	Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
7 семестр	4	-	6	-	94	4	108	
ИТОГО:		4	-	6	-	94	4	108

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Современные сварочные материалы» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании, которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
ПК-17 умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения	З1(ПК-17-6) технические характеристики и особенности наиболее распространённых электродов и флюсов, защитных и горючих газов, а также флюсов для термической резки; особенности металлургических процессов, протекающих в сварочной ванне и требования, предъявляемые в связи с этим к покрытиям электродов и флюсам; текущие и перспективные задачи промышленности по производству сварочных материалов.	У1(ПК-17-6) оценивать степень влияния сварочных материалов на свойства сварных соединений; устанавливать принципы выбора сварочных материалов для обеспечения требуемых свойств сварных соединений.	Н1(ПК-17-6) навыками практической работы с использованием сварочных материалов в сварочном процессе; навыками оптимального выбора сварочных материалов к конкретному сварочному процессу; навыками использования аналогов сварочных материалов в конкретной обстановке.
ПК-18 умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий	З1(ПК-18-4) Методы создания сварочных материалов и технические требования, предъявляемые к ним	У1(ПК-18-4) Прогнозировать при изготовлении и определять в ходе применения свойства сварочных материалов	Н1(ПК-18-4) Изготавливать сварочные материалы с необходимыми свойствами и определять их соответствие нормативной документации

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные сварочные материалы» изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части. Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции при изучении таких дисциплин как «Введение в профессиональную деятельность», «Химия», «Физика», «Математика», «Технология конструкционных материалов», «Спец. курс по профессии "Сварщик" / Спец. курс по профессии "Контролер сварочных работ"», «Контроль и управление технологическими процессами сварки».

Дисциплина «Современные сварочные материалы» необходима при дальнейшем изучении дисциплин:

- «Нормирование технологических процессов в сварочном производстве»;
- «Специальные методы восстановления деталей»;
- «Сварка специальных сталей и сплавов // Технология и оборудование специальных видов сварки»;
- «Технология производства сварных конструкций».

Дисциплина «Современные сварочные материалы» совместно с дисциплинами «Материаловедение», «Современные сварочные материалы», «Учебная практика», «Спец. курс по профессии "Сварщик" / Спец. курс по профессии "Контролер сварочных работ"», «Контроль и управление технологическими процессами сварки», «Нормирование технологических процессов в сварочном производстве», «Специальные методы восстановления деталей», «Освоение и внедрение технологических процессов» // «Наладка, монтаж и испытания новой продукции» и «Сварка специальных сталей и сплавов» // «Технология и оборудование специальных видов сварки» являются основой для успешного прохождения учебной, производственной, преддипломной практик и государственной итоговой аттестации на заключительном этапе освоения компетенций.

4 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часа.

Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	10
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	4
занятия семинарского типа (лабораторные работы)	6
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	94
Промежуточная аттестация обучающихся	4

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Раздел 1. Металлические сварочные материалы					
Тема. Плавящиеся электродные материалы для сварки и наплавки сталей, чугуна и цветных металлов. Стальная сварочная и наплавочная проволоки. Классификация и условное обозначение	Лекция	0,5	Традиционная	ПК-17	31(ПК-17-6)
				ПК-18	31(ПК-18-4)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	7	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-17	31(ПК-17-6)
				ПК-18	31(ПК-18-4)
Изготовление электродов методом окунания	Лабораторная работа	1	Традиционная	ПК-17	У1(ПК-17-6) Н1(ПК-17-6)
				ПК-18	У1(ПК-18-4) Н1(ПК-18-4)
	Самостоя-	8	Освоение	ПК-17	31(ПК-17-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	тельная работа обучающихся (подготовка к лабораторным работам)		электронных материалов по дисциплине. Выполнение заданий	ПК-18	31(ПК-18-4)
Раздел 2. Неплавящиеся электродные материалы для сварки и резки металлов					
Тема. Характеристики неплавящихся электродов, применяемых для дуговой сварки. Условные обозначения и способы их изготовления. Характеристики неплавящихся электродов и особенности их применения.	Лекция	1	Традиционная	ПК-17	31(ПК-17-6)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	7	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-17	31(ПК-17-6)
Раздел 3 .Неметаллические сварочные материалы					
Тема. Назначение флюсов, защитных газов и их классификация. Требования, предъявляемые Особенности их защитных свойств.. Производственная схема изготовления. Представление о назначении флюсов и защитных газов, их классификация	Лекция	1	Традиционная	ПК-17	31(ПК-17-6)
				ПК-18	31(ПК-18-4)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	7	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-17	31(ПК-17-6)
				ПК-18	31(ПК-18-4)
Раздел 4. Основные физико-химические процессы, происходящие в зоне сварки, с участием сварочных материалов					
Тема. Основные физико-химические процессы, происходящие в зоне сварки, с участием сварочных материалов	Лекция	0,5	Традиционная	ПК-17	31(ПК-17-6)
				ПК-18	31(ПК-18-4)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	7,5	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-17	31(ПК-17-6)
				ПК-18	31(ПК-18-4)
Кремне-марганцевые восстановительные процессы и их влияние на свойства и качество сварных швов.	Лабораторная работа	1	Традиционная	ПК-17	У1(ПК-17-6) Н1(ПК-17-6)
				ПК-18	У1(ПК-18-4) Н1(ПК-18-4)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Влияние сварочных материалов на газообразование и методика получения беспористых сварных швов	Лабораторная работа	1	Традиционная	ПК-17	У1(ПК-17-6) Н1(ПК-17-6)
				ПК-18	Н1(ПК-18-4) У1(ПК-18-4)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к лабораторным работам)	8	Освоение электронных материалов по дисциплине. Выполнение заданий	ПК-17	31(ПК-17-6)
				ПК-18	31(ПК-18-4)
Раздел 5. Влияние сварочных материалов на свойства сварных соединений и наплавленных слоев					
Тема Влиянии сварочных материалов на изменение химического состава шва и его служебные характеристики	Лекция	1	Традиционная	ПК-17	31(ПК-17-6)
				ПК-18	31(ПК-18-4)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	7	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-17	31(ПК-17-6)
				ПК-18	31(ПК-18-4)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Влияние технологических факторов на производительность плавления электродной проволоки при сварке под слоем флюса	Лабораторная работа	2	Традиционная	ПК-17	У1(ПК-17-6) Н1(ПК-17-6)
				ПК-18	У1(ПК-18-4) Н1(ПК-18-4)
Ионизирующее действия материалов электродных покрытий, электродов разных марок и флюсов	Лабораторная работа	1	Традиционная	ПК-17	У1(ПК-17-6) Н1(ПК-17-6)
				ПК-18	У1(ПК-18-4) Н1(ПК-18-4)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к лабораторным работам)	5,5	Освоение электронных материалов по дисциплине. Выполнение заданий	ПК-17	31(ПК-17-6)
				ПК-18	31(ПК-18-4)
Тема: Расчет необходимого количества сварочных материалов	Самостоятельная работа обучающихся (Контрольная работа)	34	Традиционная	ПК-17	31(ПК-17-6) У1(ПК-17-6) Н1(ПК-17-6)
				ПК-18	31(ПК-18-4) У1(ПК-18-4) Н1(ПК-18-4)
Промежуточная аттестация по дисциплине					
ИТОГО по дисциплине					
	Лекции	4	-	-	
	Лабораторные	6	-	-	

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	работы				
	Самостоятельная работа обучающихся (К)	94	-	-	
	Промежуточная аттестация в 7 семестре	4	зачет	-	
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 108 часов.					

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Современные сварочные материалы», состоит из следующих компонентов: подготовка и выполнение лабораторных работ; изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка, выполнение, оформление и защита лабораторных работ, подготовка и выполнение контрольной работы.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. Изготовление электродов методом окунания Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Современные сварочные материалы» / сост. О.Н. Клешнина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2018 – 11 с.

2. Ионизирующее действия материалов электродных покрытий, электродов разных марок и флюсов: Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Современные сварочные материалы» / сост. О.Н. Клешнина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016 – 10 с.

3. Кремне-марганцевые восстановительные процессы и их влияние на свойства и качество сварных швов: Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Современные сварочные материалы» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» / сост. О.Н. Клешнина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016 – 10 с.

4. Влияние сварочных материалов на газообразование и методика получения беспористых сварных швов: Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Современные сварочные материалы»/ сост. О.Н. Клешнина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016 – 8 с.

5. Влияние технологических факторов на производительность плавления электродного металла: Методические указания для выполнения лабораторной работы по курсу «Современные сварочные материалы» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» / сост. О.Н. Клешнина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016 – 14 с.

6 РД ФГБОУ ВО «КнАГТУ» 013-2016. Текстовые студенческие работы. Правила оформления. – Введ. 2016-03-04. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016. – 55 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.1.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы:

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них – это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет

контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 1 - 3 часа ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе – это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (построение графиков и т.п.).

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

Таблица 4.1 График выполнения самостоятельной работы студентов при 17-недельном семестре (7-й семестр)

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																	Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Подготовка к лабораторным занятиям	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	25,5
Изучение теоретических разделов дисциплины	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,5	34,5
Подготовка, оформление и защита контрольной работы	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	34
ИТОГО в 7 семестре	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	6	94

**7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1. Металлические сварочные материалы	У1(ПК-17-6) Н1(ПК-17-6) У1(ПК-18-4) Н1(ПК-18-4)	Лабораторные работы	Выполнение в соответствии с выданным заданием
Раздел 2. Неплавящиеся электродные материалы для сварки и резки металлов	31(ПК-17-6) 31(ПК-18-4)	Теоретические вопросы	Общая сумма баллов, которая может быть получена за тест
Раздел 3. Неметаллические сварочные материалы	31(ПК-17-6) 31(ПК-18-4)	Теоретические вопросы	Полнота и аргументированность ответов
Раздел 4. Основные физико-химические процессы, происходящие в зоне сварки, с участием сварочных материалов.	У1(ПК-17-6) Н1(ПК-17-6) У1(ПК-18-4) Н1(ПК-18-4)	Лабораторные работы	Выполнение в соответствии с выданным заданием
Раздел 5. Влияние сварочных материалов на свойства сварных соединений и наплавленных слоев	31(ПК-18-4) 31(ПК-17-6) У1(ПК-17-6) Н1(ПК-17-6) У1(ПК-18-4) Н1(ПК-18-4)	Лабораторные работы	Выполнение в соответствии с выданным заданием
		Теоретические вопросы	Полнота и аргументированность ответов
Все разделы	31(ПК-18-4) 31(ПК-17-6) У1(ПК-17-6) Н1(ПК-17-6) У1(ПК-18-4) Н1(ПК-18-4)	Контрольная работа	Выполнение в соответствии с выданным заданием
		Теоретические вопросы	Правильность и полнота ответа

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета (7 семестр).

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
7 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>				
1	Теоретические вопросы	В конце семестра	100 баллов	100 баллов – 100 % правильных ответов. 100 баллов – 100 % правильных ответов. 80 баллов – 80% правильных ответов. 60 баллов – 60 % правильных ответов. 50 баллов – меньше 50 % правильных ответов.
2	Лабораторные работы (5 работ)	В течение семестра	5 баллов за каждую лабораторную работу	5 баллов - студент правильно выполнил лабораторные работы. Показал отличные знания при защите в рамках освоенного учебного материала. 4 балла - студент выполнил лабораторные работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания при защите в рамках освоенного учебного материала. 3 балла - студент выполнил лабораторные работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания при защите в рамках освоенного учебного материала. 2 балла - при выполнении и защите лабораторных работ студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. 1 балл – работа выполнена, но не защищена.
3	Контрольная работа	В течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 4 балла – студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы. 3 балла – студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень. 2 балла – студент не выполнил задание контрольной работы.
	ИТОГО		130 балла	
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «зачтено» ; 65 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «незачтено».</p>				

Задания для текущего контроля

Лабораторные работы приведены в лабораторных практикумах размещенных на сайте университета.

Лабораторная работа №1

Задание. Изучить влияние технологических факторов (силы сварочного тока $I_{св}$; напряжения дуги U_d ; рода тока) на производительность плавления электродной проволоки при сварке под слоем флюса. Изучить влияние вылета электрода на производительность плавления электродного металла при автоматической сварке в CO_2 .

Опыт 1. Изучение влияния вылета электрода на величину коэффициентов α_n , α_p и Ψ при сварке в среде CO_2 .

1) Ознакомиться с устройством поста для сварки в среде CO_2 подготовить его к работе.

2) Взвесить пластину, на которую будет производиться наплавка.

3) Измерить диаметр электродной проволоки. Выпрямить из кассеты два-три витка проволоки, сделать на них насечку напильником и измерить расстояние от насечки до места вхождения проволоки в подающий механизм.

4) Произвести наплавку валика на пластину, поддерживая вылет электрода постоянным и равным 30-40, измеряя при этом время наплавки, силу тока, напряжение на дуге и длину израсходованной проволоки.

5) Охладить в воде и взвесить пластину.

6) Рассчитать вес израсходованной проволоки и значения α_n , α_p и Ψ . Данные измерений и вычислений: занести в таблицу.

7) Повторить задания пп. 2 - 6, устанавливая вылет электрода 30 и 40-45 мм. При этом силу сварочного тока и напряжение на дуге необходимо поддерживать приблизительно постоянными.

8) Построить графики зависимости α_n , α_p и Ψ от вылета электрода.

Опыт 2. Изучение влияния I , U_d и полярности тока на величину коэффициента α_p при сварке под флюсом.

1) Для определения вида эмпирической зависимости $\alpha_p = f(I, U_d, \text{полярность})$ можно воспользоваться полным факторным экспериментом 2. Основные уровни и параметры варьирования приведены в табл.3. Во всех экспериментах используется проволока Св-08А диаметром 3 мм.

2) Пользуясь матрицей планирования в условных величинах составить таблицу режимов сварки и предъявить преподавателю на проверку.

3) Провести эксперименты по наплавке валиков на режимах 1÷8 (табл. 4).

В процессе наплавки фиксировать время горения дуги, ток $I_{св}$ и напряжение U_d .

4) Охладить пластину и взвесить ее.

Рассчитать величину α_n ($\alpha_n = \alpha_p$ для дуговой сварки под слоем флюса). Результаты измерений и расчетов занести в таблицу.

5) Для определения дисперсии метода измерения провести три наплавки на одном режиме и определить α_n . Вычислить дисперсию:

Обработка результатов измерения по опыту 2.

При обработке результатов измерений необходимо учесть специфику изучаемых факторов. Два фактора ($I_{св}$ и U_d) являются количественными, а один (полярность) - качественным. Поэтому предлагается составить два регрессионных уравнения - для каждого уровня качественного фактора.

6) Поскольку дублирование опытов не производилось, оценку адекватности регрессионных уравнений по Фишеру произвести нельзя. Поэтому оценка адекватности производится качественно сопоставлением расчётных и опытных значений α_n .

7) На основании полученных данных проанализировать влияние полярности тока I , U_d на производительность процесса плавления электродной проволоки.

Лабораторная работа №2

Задание. Изучить ионизирующее действия материалов электродных покрытий, электродов разных марок и флюсов.

1. Ознакомиться с устройством лабораторной установки.
2. Установить пластину, очищенную от грязи и ржавчины, на столик. Закрепить электродный стержень в электрододержателе, обеспечивая вылет 200-250 мм.
3. Переключая ножи балластного реостата, установить ток короткого замыкания 160-180 А.
4. Включить источник питания, с помощью потенциометра установить значение напряжения холостого хода $U_{хх} = 60$ В.
5. Закоротить электрод на пластину.
6. Отключить источник питания дуги.
7. Перемещая столик и ориентируясь по измерительной линейке, установить промежуток между торцом электрода и пластиной 2 мм.
8. Включить источник питания. Установить напряжение холостого хода 50 В. Кратковременным замыканием промежутка между стержнем и пластиной угольным электродом зажечь дугу.
9. После естественного обрыва дуги отключить источник питания.
10. Определить значение разрывной длины дуги L_p , фиксируя положение указателя измерительной линейки до и после перемещения столика. Точность измерения L_p 0,5 мм. Перед измерением необходимо удалить остатки шлака с венчика наплавленного металла.
11. Повторить эксперимент при тех же условиях не менее двух раз.
12. Определить среднее значение L_p . Результаты измерений и расчетов занести в таблицу.

Лабораторная работа №3

Задание. Исследовать кремне-марганцевые восстановительные процессы и их влияние на свойства и качество сварных швов.

1. Настроить автомат на необходимый режим (таблица 1) путем наплавки на пластину предварительных валиков, длина валиков 120-150 мм.

2. Наплавить контрольный валик . После остывания пластины до температуры 200 - 300 °С, с валика осторожно снять корку шлака. Пластину охладить в воде до комнатной температуры.

3. От шлаковой корки отделить начальный и конечный участки длиной 15 - 20 мм (участки неустановившегося теплового режима). Измерить длину оставшейся части ($L_{ш}$) и определить ее массу($G_{ш}$). Результаты занести в таблица .

4. Определить твердость металла контрольного валика. Метод определения твердости задает преподаватель. Выполнить не менее трех измерений. Результаты измерений и рассчитанное по ним среднее значение твердости занести в таблицу.

5. По результатам всех экспериментов рассчитать: массу шлака, расплавляемого за один час, массу электродного металла, расплавленного за один час, относительную массу шлака, коэффициент расплавления электродной проволоки.

6. Пользуясь данными, полученными в результате экспериментов, в виде гистограмм представить зависимости:

- твердости наплавленного металла от напряжения на дуге для $I = 300$ А. и $I = 400$ А;
- относительной массы шлака от напряжения на дуге для $I = 300$ А. и $I = 400$ А;
- твердости наплавленного металла от суммарного количества окислов марганца и кремния во флюсе;
- твердости наплавленного металла, коэффициента расплавления и относительной массы шлака от полярности сварочного тока.

7. На основании полученных данных сделать выводы, в которых отразить и объяснить следующее:

- Как влияет содержание во флюсе окислов кремния и марганца на твердость наплавленного металла?
- Влияет ли напряжение на дуге на твердость наплавленного металла? Согласуется ли характер изменения твердости с характером изменения относительной массы шлака?
- Оказывает ли влияние значение сварочного тока на твердость наплавленного металла и относительную массу шлака?
- Как повлияло изменение полярности Тока на твердость наплавленного металла? Согласуется ли характер изменения твердости с характером изменения относительной массы шлака?

Лабораторная работа №4

Задание. Исследовать влияние сварочных материалов на газообразование и методика получения беспористых сварных швов.

1. Ознакомиться с порядком работы на сварочном автомате.
2. Разметить пластины, как показано на рисунок 2.
3. Программа выполнения экспериментов представлена в таблице. Порядок выполнения экспериментов следующий.

3.1. Путем пробной наплавки на обычную пластину подобрать необходимый режим (см. таблицу).

3.2. В канавку на участке длиной 100 мм равномерно рассыпать предварительно взвешенное количество ржавчины массой 1 г.

3.3. Произвести наплавку, после чего оценить качество шва. Результаты осмотра шва занести в таблицу.

3.4. Изменяя количество ржавчины на 0,25 г, определить критическую массу ржавчины для всех режимов, указанных в таблице.

4. По результатам экспериментов построить диаграммы, характеризующие влияние скорости сварки, напряжения на дуге и марки флюса на стойкость металла шва против порообразования.

5. На основе полученных данных сделать выводы по работе, в которых отразить и объяснить влияние режима сварки и марки флюса на стойкость металла шва против образования пор. При объяснении влияния марки флюса на стойкость металла необходимо использовать данные о его составе.

Лабораторная работа №5

Задание. Ознакомиться с технологией изготовления электродов методом окунания и контролем качества изготовления электрода

Опыт 1. Изготовить толстопокрытые электроды. 1. Выполнить дозировку материалов. В целях ускорения работы дозировку материалов можно производить не по массе, а по объёму, для чего в паспортах на указанные марки электродов приведены соответствующие данные.

2. Из материалов, составляющих покрытия, приготовить механическую смесь в фарфоровой ступке. В первую очередь рекомендуется намешивать легкие и объёмистые вещества с тяжелыми ферросплавами, а затем вводить остальные материалы.

3. К полученной механической смеси добавить жидкое стекло и, пользуясь мешалкой или пестиком, размешать смесь, добавляя воды по мере надобности, чтобы получить состав в виде густой сметаны.

4. Готовую жидкую массу налить в металлический стакан для окунания.

5. Нанести покрытие, равномерно опуская и поднимая стержень два-три раза, оставляя непокрытым конец стержня длиной 40...50 мм. 6.

Поставить или подвесить электрод в устройство для сушки и закрепить. Сушить в течение 24 часов.

7. Поместить электроды в печь и прокалывать: электрод МР-3 при температуре $T=170...200$ °С 60...80 мин, УОНИ-13/45 при $T=350...400$ °С 80...100 мин, 13 КНЗЛИВТ и 12 АН/ЛИВТ при $T=250...270$ °С 60...80 мин.

Опыт 2. Проверка качества электродов.

1. Проверить толщину и эксцентриситет покрытия электродов изготовленных в лаборатории или на заводе. Для этого в трех местах электрода, смещённых относительно друг друга на 50...100 мм по длине и 120° по окружности, напильником снимают покрытие на участке 10...15 мм. Измерение в каждом месте производят микрометром (рис.2.3) с погрешностью 0,01 мм. Эксцентриситет определяется по формуле: $e = S1 - S2$ (2.4)

2. Рассчитать коэффициент массы покрытия. Массу следует определить взвешиванием с точностью до 0,1 г. 3. Проверить прочность покрытия, которое не должно разрушаться при свободном падении электрода плашмя на гладкую стальную плиту с высоты: 1 м для электрода диаметром менее 4 мм; 0,5 м для электродов диаметром 4 мм и более. При этом допускаются частичные откалывания покрытия общей протяжённостью до 5% длины покрытой части электрода.

Опыт 3. Провести сварочно-технологическую проверку электродов. Сварочно-технологические свойства электродов определяются после их просушки и прокалки или на ранее изготовленных в лабораторных условиях электродах при соблюдении режимов и условий сварки, установленных паспортом, и при отсутствии магнитного дутья. Электроды должны удовлетворять следующим требованиям: дуга должна легко возбуждаться и стабильно гореть; покрытие должно плавиться равномерно, без чрезмерного разбрызгивания, отваливания кусков и образования козырька, препятствующих нормальному плавлению электрода при сварке во всех пространственных положениях, рекомендуемых для электродов данной марки; образующийся при сварке шлак должен обеспечить правильное формирование валиков и легко удаляться после охлаждения: в наплавленном металле не должно быть трещин, поверхностных пор и шлаковых включений.

Опыт 4. Определить химический состав металла наплавленного валика с данными по указанию руководителя работ.

Теоретические вопросы

1. По каким основным признакам подразделяется проволока для целей сварки?
2. В каких случаях целесообразно применять для наплавки электродную ленту?
3. По каким признакам классифицируются сварочные электроды?
4. На основании каких данных определяется оптимальное значение коэффициента веса покрытия электродов?
5. Как наносят электродное покрытие на электродный стержень?
6. Какие технологические процессы предусмотрены в производстве сварочных электродов?
7. Чем вызвана необходимость изготовления порошковой проволоки и в чем состоит схема ее производства?
8. Какие раскислители присутствуют в сварочной проволоке Св. 08Г2С?
9. Из какого материала был изготовлен первый электрод для электродуговой сварки?
10. Для чего служат неплавящиеся электроды в сварочном процессе?
11. Какие материалы кроме угля (графита) используются для изготовления неплавящихся электродов?
12. Какие методы для стабилизации горения дуги применяются при использовании в сварочном процессе угольных или графитовых электродов?
13. Для чего применяется омеднение поверхности угольных и графитовых

сварочных электродов и как это влияет на их прочность?

14. Как происходит процесс изготовления угольных и графитовых сварочных электродов?

15. Какие основные требования предъявляются к неплавящимся электродам во время сварочного процесса?

16. Какие неплавящиеся электроды нашли наибольшее применение в сварочной технике?

17. Вследствие чего (они не плавятся) расходуются неплавящиеся сварочные электроды?

18. По каким признакам классифицируются флюсы?

19. В чем заключается различие в производстве и металлургическом воздействии плавящихся и керамических флюсов?

20. Какие флюсы называют пассивными?

21. Каково назначение компонентов, составляющих флюсы для сварки сталей?

22. Какие свойства флюсов способствуют переходу дугового процесса в бездуговой при электрошлаковой сварке?

23. Какие основные задачи выполняет флюс-обмазка при сварке электродами типа АНО?

24. Какие функции кроме защиты сварочной ванны выполняет флюс при сварке легированных сталей?

25. Вследствие чего происходит значительный перегрев расплавляемого металла при локальном нагреве в процессе сварки?

26. Как ведёт себя расплавленный металл в процессе сварки по отношению к водороду?

27. Растворяется ли азот в меди в процессе сварки?

28. Как охарактеризовать скорость реакций в процессе сварки?

29. Чем обеспечивается степень раскисления металла в сварочной ванне?

30. Как изменяется азотирование металла во время сварочного процесса с уменьшением размера капель переносимого присадочного металла в сварочную ванну?

31. Как влияет растворённый кислород в сплавах на железной основе на растворимость водорода?

32. Какое химическое воздействие совершают шлаки на металл?

33. Что такое легирование металлов и как оно производится?

Контрольная работа

Расчет потребного количества сварочных материалов (электродов, сварочных проволок, флюсов, защитных и горючих газов) для изготовления сварного соединения

Таблица 7 - Варианты заданий

Номер варианта	Свариваемый материал	Тип соединения	Толщина листов, мм	Длина соединения, мм
1	Сталь 12Х18Н10Т	Тавровое	10 + 12	2600
2	Сталь 22К	Стыковое	100	4500
3	Сталь 15ХМ	Нахлесточное	25 + 15	800
4	Сталь 14Х17Н2	Стыковое	45	900
5	Сплав ВТ1-00	Стыковое	70	500
6	Сплав ОТ4	Угловое	3 + 1,2	3000
7	Сталь 20ХМФА	Нахлесточное	20 + 30	700
8	Сплав АМг-6	Угловое	8	1300
9	Сталь 08Х17Т	Тавровое	12 + 6	3200
10	Сталь 12Х1МФ	Стыковое	35	950
11	Сталь 10Х17Н13М2Т	Угловое	40 + 6	1600
12	Сталь 09Г2С	Стыковое	160	2000
13	Сталь ВСтЗпс	Нахлесточное	13 + 13	3333
14	Сталь 20	Угловое	100 + 60	1100
15	Сплав АМц	Стыковое	105	900
16	Сплав ХН78Т	Стыковое	3	1900
17	Сталь 40	Тавровое	15	1200
18	Сплав ВТ-20	Стыковое	36	2500
19	Сталь 12Х17	Нахлесточное	35 + 20	650
20	Сплав АМг-5	Тавровое	20 + 12	1200
21	Сталь 15ХСНД	Стыковое	80	2200

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная литература

1 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебное пособие для вузов / А. И. Акулов, Г. А. Бельчук, В. П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. - 432с.

2 Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: Учебник для вузов / Под ред. А.И.Акулова. - 2-е изд., испр., доп. - М.: Машиностроение, 2003. - 560с.

3 Солнцев Ю.П. Специальные материалы в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин, В.Ю. Пирайнен. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 639 с. — 978-5-93808-297-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67355.html>

8.2 Дополнительная литература

1 Люшинский, А.В. Современные технологии сварки. Инженерно-физические основы: Учебное пособие для вузов / А. В. Люшинский. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 239с.

2 Готальский, Ю.Н. Сварка разнородных сталей / Ю. Н. Готальский. - Киев: Техніка, 1981. - 184с.

3 Щекин, В.А. Технологические основы сварки плавлением: Учебное пособие для вузов / В. А. Щекин. - 2-е изд., перераб. - Ростов н/Д: Феникс, 2009. -

345с.

4 Виноградов, В.М. Основы сварочного производства: Учебное пособие для вузов / В. М. Виноградов, А. А. Черепашин, Н. Ф. Шпунькин. - М.: Академия, 2008. - 270с

5 Сварочные материалы для дуговой сварки: Справочное пособие: в 2 т. Ч.1 : Защитные газы и сварочные флюсы / Под общ.ред. Н.Н.Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. - 543с.

6 Хромченко, Ф.А. Справочное пособие электросварщика / Ф. А. Хромченко. - 2-е изд., испр. - М.: Машиностроение, 2005. - 416с.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

2. Информационные системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

3. «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Обучение дисциплине «Современные сварочные материалы» предполагает изучение курса на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и лабораторных работ. Самостоятельная работа включает:

- чтение основной и дополнительной литературы по темам дисциплины;
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение, оформление и подготовка к защите лабораторных работ,
- выполнение контрольной работы.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. Самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений.

Текущий контроль (тестирование) учебной деятельности студентов осуществляется на лекционных и лабораторных занятиях. Студент обязан в срок выполнять выданные ему лабораторные и расчетно-графические работы.

Таблица 9 – Методические указания к отдельным видам деятельности

Вид учебной деятельности	Организация деятельности
Лекции	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, формулировки, выводы. Помечать важные мысли. Выделять ключевые слова, термины. Делать пометки на вопросах, терминах, блоках в тексте, которые вызывают затруднения, после чего постараться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если ответ не найден, то на консультации обратиться к преподавателю.
Лабораторные работы	Изучение разделов основной литературы по теме. Изучение лабораторного оборудования. Выполнение эксперимента, обработка данных и представление их в графическом формате.
Самостоятельная работа	Для более глубокого изучения разделов дисциплины предусмотрены отдельные виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным занятиям, изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка и выполнение контрольной работы.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения контрольных заданий.

В процессе подготовки отчетов к лабораторным работам активно используется текстовый процессор.

При изучении дисциплины для выполнения расчетно-графического задания рекомендуется использовать следующее свободно распространяемое лицензионное программное обеспечение и интернет -ресурсы:

- текстовый процессор со свободной лицензией;
- браузер Internet Explorer (компонент операционной системы);
- T-FLEX CAD 3D (Лицензионное соглашение №А00006423 от 24.12.2014, договор АЭ223 № 007/57 от 15.12.2014);

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации программы дисциплины «Современные сварочные материалы» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 10.

Таблица 10 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
223а/3-2	Лаборатория металлургических процессов, термодинамики и теплотехники, медиа	Компьютеры, видеопроектор	Проведение лекционных и практических занятий в виде презентаций, выполнение лабораторных работ
		Приборы и материалы, применяемые для изучения сварочных материалов	Проведение лабораторных занятий
227/3-2	Лаборатория теории сварочных процессов и сварки плавлением, медиа	Компьютер, видеопроектор	Проведение лекционных занятий
		Приборы и материалы, применяемые для изучения сварочных материалов	Проведение лабораторных занятий
223/3-2	Комплексная лаборатория литейных и сварочных процессов	Приборы и материалы применяемые при сварке различными способами	Проведение лабораторных занятий

