

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-Российского университета


Ю.В. Машин

2023

Регистрационный № УД-150301/Б.Р.О.17/р

МЕТАЛЛУРГИЯ СВАРКИ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

Направленность (профиль) Инновационные технологии в сварочном производстве

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	2
Семестр	3
Лекции, часы	34
Лабораторные работы, часы	16
Зачёт, семестр	3
Контактная работа по учебным занятиям, часы	50
Самостоятельная работа, часы	58
Всего часов / зачетных единиц	108/3

Кафедра-разработчик программы: Оборудование и технология сварочного производства
(название кафедры)

Составитель: А. Г. Лупачев, канд.техн.наук, доцент
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение № 727 от 09.08.2021 и учебным планом рег. №150301-2.1 от 28.04.2023

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой

Оборудование и технология сварочного производства

(название кафедры)

«11» октября 2023 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой  А.О. Коротеев

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета

18.10.2023, протокол № 2

Зам. председателя
Научно-методического совета

 С.А. Сухоцкий

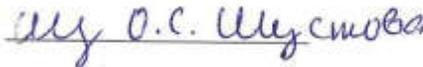
Рецензент:

Железнев Игорь Петрович, главный технолог завода «Могилевтрансмаш» ОАО «МАЗ»
управляющая компания холдинга «БЕЛАВТОМАЗ»

(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела

 О.Е. Печковская

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью преподавания дисциплины является развитие у студентов представлений, знаний и умений о теории металлургии сварки, металловедении и свариваемости сталей и сплавов.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- механизмы образования микроструктурных фаз;
- взаимодействие металлов с кислородом, азотом, водородом;
- сведения по теории диффузии;

уметь:

- применять методы повышения сопротивляемости образованию пор, горячих и холодных трещин при проектировании технологии сварки;

владеть:

- методикой оценки технологической прочности сварных соединений;

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)" – (обязательная часть Блока 1).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- «Физика».

Перечень учебных дисциплин, которые будут опираться на данную дисциплину:

- «Технология сварки плавлением и термической резки»;
- «Технология контактной сварки»;
- «Сварка концентрированными потоками энергии»;
- «Сварка и термическая обработка специальных сталей и сплавов в машиностроении»

Кроме того, результаты, полученные при изучении дисциплины на лабораторных и лекционных занятиях будут применены при прохождении первой технологической (проектно-технологической) практики, преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ПК-1	Владеть физическими основами способов сварки, знаниями для решения теоретических и практических задач получения сварных соединений различных металлов и сплавов, вопросами технологической свариваемости металлов и сплавов

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	У истоков металлургии	Вклад в науку о металлургии Ломоносова М.В., Аносова П.П., Чернова Д.К., Беляева Н.Т., Байкова А.А., Самарина А.М.	ПК-1
2	Строение и свойства металлов	Атомы и межатомные связи в твердых телах. Типы кристаллических решеток. Дислокации.	ПК-1
3	Диаграмма железо-углерод.	Современная диаграмма железо-углерод. Диаграмма Робертс-Аустена. Диаграмма Сефериана. Диаграмма критических точек при нагреве.	ПК-1
4	Микроструктурные фазы	Превращения: перлитное, разновидности перлита, бейнитное превращение., мартенситное, видманштеттовский феррит. Металлографическая интерпритация микроструктур	ПК-1
5	Бездиффузионное превращение	Мартенситное, видманштеттовский феррит. Металлографическая интерпритация микроструктур	ПК-1
6	Диаграммы фазового состояния и превращения	Механическая смесь. Правила фаз Гиббса. Диаграммы анизотермического превращения	ПК-1
7	Механизмы упрочнения стали	Механические характеристики. Влияния легирования на упрочнение. Деформационное упрочнение. Дисперсионное упрочнение.	ПК-1
8	Упрочняющие фазы в сталях и сплавах	Интерметаллидные, карбидные, нитридные фазы.	ПК-1
9	Сварочная дуга	Строение сварочной дуги. Модель сварочной дуги с плавящимся электродом. Модель сварочной дуги при TIG-сварке. Свойства сварочной дуги.	ПК-1
10	Сварочная дуга с активирующими добавками	Активирующие флюсы. Конрагирование дуги. Перенос металла при активированной проволоке. Сварочная дуга в газообразном флюсе.	ПК-1
11	Сварочная дуга под водой	Подводная мокрая сварка и резка покрытыми электродами, прошковой проволокой. Гиперболическая сварка, изобарическая сварка в камерах и кессонах.	ПК-1
12	Строение сварного соединения	Рост твердой фазы. Участки сварного соединения при сварке малоуглеродистой стали, чугуна, низколегированной стали.	ПК-1
13	Влияние атмосферных газов на свойства сварного шва	Влияние азота. Взаимодействие с водородом. Механизм поглощения водорода. Диссоциация водяного пара.	ПК-1
14	Взаимодействие с водородом	Механизм адсорбции и десорбции газов. Механизм поглощения водорода. Диссоциация водяного пара и водорода.	ПК-1
15	Реакции с участием водорода	Реакция водорода и гидроксидов. Реакция водорода внутри металла. Образование гидридов. Диффузия водорода.	ПК-1
16	Металлургическое удаление водорода из металла сварного шва	Удаление водорода из сварного соединения. Определение диффузии водорода.	ПК-1
17	Теория диффузии в металлах	Первый и второй закон Фика. Диффузия в кристаллических решетках. Всходящая диффузия. Зернограничная диффузия. Коэффициенты диффузии элементов.	ПК-1

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы		Форма кон- троля знаний	Баллы (max)
						Самостоятель- ная работа, ча- сы	СР		
Модуль 1									
1	Тема 1 У истоков металлургии	2			№ 1 Определение механических свойств на основе измерения твердости	2	3	ЗЛР	3
2	Тема 2 Строение и свойства металлов	2					3		
3	Тема 3 Диаграмма железо-углерод	2			№ 1 Определение механических свойств на основе измерения твердости	2	3	ЗЛР	3
4	Тема 4 Механизмы упрочнения стали	2					3	Т	9
5	Тема 5 Бездиффузионное превращение	2			№ 2 Оценка сопротивления разрушению сварных соединений по результатам испытаний на ударный изгиб	2	3	ЗЛР	3
6	Тема 6 Диаграммы фазового состояния и превращения	2					3		
7	Тема 7 Механизмы упрочнения стали	2			№ 2 Оценка сопротивления разрушению сварных соединений по результатам испытаний на ударный изгиб	2	3	ЗЛР	3
8	Тема 8 Упрочняющие фазы в сталях и сплавах	2					3	Т ПКУ	9 30
Модуль 2									
9	Тема 9 Сварочная дуга	2			№ 3 Оценка влияния режимов сварки на структуру разнородного сварного соединения	2	3	ЗЛР	3
10	Тема 10 Сварочная дуга с активирующими добавками	2					3		
11	Тема 11 Сварочная дуга под водой	2			№ 3 Оценка влияния режимов сварки на структуру разнородного сварного соединения	2	4	ЗЛР	3
12	Тема 12 Строение сварного соединения	2					4	Т	9
13	Тема 13 Влияние атмосферных газов на свойства сварного шва	2			№ 4 Оценка влияния состава сварочных материалов на структуру разнородного сварного соединения	2	4	ЗЛР	3
14	Тема 14 Взаимодействие с водородом	2					4		
15	Тема 15 Реакции с участием водорода	2			№ 4 Оценка влияния состава сварочных материалов на структуру разнородного сварного соединения	2	4	ЗЛР	3
16	Тема 16 Металлургическое удаление водорода из металла сварного шва	2					4		
17	Тема 17 Теория диффузии в металлах	2					4	Т ПКУ	9 30
17								ПА (зачет)	40
	Итого	34				16	58		100

Принятые обозначения:

ЗЛР – защита лабораторных работ;

Т – тест;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51-100	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	Тема № 1 – 17	Л.р. № 1, 2	42
2	Расчетные		Л.р. № 3, 4	8
	ИТОГО	34	16	50

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к зачету	1
2	Тестовые задания	4
3	Вопросы к защите лабораторных работ	12

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

Компетенция ПК-1. Владеть физическими основами способов сварки, знаниями для решения теоретических и практических задач получения сварных соединений различных металлов и сплавов, вопросами технологической свариваемости металлов и сплавов.			
ИПК-1.2. Владеет основами тепловых расчетов при нагреве изделий при сварке			
1	Пороговый уровень	Знание основ расчета тепловых процессов	Умение рассчитывать тепловые процессы быстро движущимся источником теплоты
2	Продвинутый уровень	Умение применять тепловые расчеты для сварки закаливающих сталей структур закалки	Умение рассчитывать тепловые процессы для прогнозирования появления структур закалки
3	Высокий уровень	Разработка технологических процессов сварки на основе тепловых расчетов термического цикла сварки	Умение прогнозировать механические свойства сварных соединений по результатам анализа термического цикла сварки

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
Компетенция ПК-1. Владеть физическими основами способов сварки, знаниями для решения теоретических и практических задач получения сварных соединений различных металлов и сплавов, вопросами технологической свариваемости металлов и сплавов.	
Знание физической сущности методов упрочнения сталей и сплавов	Вопросы к экзамену Задания к зачету Экзаменационные билеты Вопросы к защите лабораторных работ Тестовые задания
Умение эффективно применять существующие технологии сварки, осуществлять выбор материалов	Вопросы к экзамену Задания к зачету Экзаменационные билеты Вопросы к защите лабораторных работ Тестовые задания
Умение разрабатывать технологические процессы сварки на основании анализа особенностей материала и условий его эксплуатации	Вопросы к экзамену Задания к зачету Экзаменационные билеты Вопросы к защите лабораторных работ Тестовые задания

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Каждая выполненная лабораторная работа оценивается до 3 баллов. При этом баллы начисляются за ее защиту в зависимости от уровня знаний студента по теме работы. Если работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются. А она попадает в разряд задолженностей.

Оценка в балах за выполнение лабораторной работы выставляется в случае её успешной защиты. Руководствуясь следующими критериями:

Лабораторная работа с оценкой в 3 балла:

2 балла – общее представление о теоретических сведениях по лабораторной работе. Знание общих принципов и законов.

3 балла - хорошее знание темы. Ответы более 50 % контрольных вопросов.

Тестовые задания оцениваются до 9 баллов в зависимости от количества правильных ответов.

Тестовое задание включает в себя 9 вопросов. Каждый вопрос содержит 3 ответа, один из которых, правильный. Каждый вопрос оценивается в 1 балл.

Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям:

1 балл – правильный ответ.

0 баллов - неправильный ответ.

5.4 Критерии оценки зачета

Задание на зачет включает в себя решение тестового задания и оценивается до 40 баллов в зависимости от количества правильных ответов.

Тестовое задание включает в себя 10 вопросов. Каждый вопрос содержит 3 ответа, один из которых, правильный. Каждый вопрос оценивается в 4 балла.

Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям:

4 балла – правильный ответ.

0 баллов - неправильный ответ.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

1. Подготовка к защите лабораторных работ;

Подготовка к защите лабораторных работ представляет собой проработку вопросов к самостоятельной подготовке к лабораторным работам.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Куликов, В. П. Технология сварки плавлением и термической резки : учебник / В. П. Куликов. – Минск: Новое знание, 2019. – 463 с. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат).	Утверждено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебника для студентов учреждений образования по специальности «Оборудование и технология сварочного производства». Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской федерации по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение»	6

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Теория сварочных процессов: учебник / В. М. Неровный [и др.] ; под ред. В.М. Неровного. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. – 702с : ил. – 66р.90к.	Рек.УМО вузов РФ по унив. политех. образованию в качестве учебника для студ.	15

7.3 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.3.1 Методические рекомендации

1. Металлургия сварки. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение» очной формы обучения. Могилев, Белорусско-Российский университет. 2023, 25 экз., 27 стр.

7.3.2 Информационные технологии

Комплект плакатов

1. Кристаллические решетки металлов.
2. Состав зоны термического влияния углеродистых сталей.
3. Структурная диаграмма Шеффлера.
4. Перераспределение водорода в сварных соединениях.
5. Диаграмма анизотермического распада аустенита.

8 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «101» рег. номер №ПУЛ-4. 109-101/2-23.