МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШНКБ
_____ Д.А. Седнев
«30» января 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2016г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ЗАОЧНАЯ

ТЕОРИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки/ специальность	15.03.01 Машиностроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Оборудование и технология сварочного		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	5	семестр	9
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		12
	Практические занятия		8
	Лабораторные занятия		8
	ВСЕГО		28
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовой проект
Самостоятельная работа, ч			188
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭИ

Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры		П.Ф. Баранов
Руководитель ООП		А.А. Першина
Преподаватель		Д.П. Ильященко

2020 г

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результат по ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-18	способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения	Р2, Р3	ПК(У)-18.В2	Владеет навыками формирования свойств сварных соединений на основе анализа превращений, происходящих в металлах под воздействием термодеформационного цикла сварки
			ПК(У)-18.У2	Умеет использовать термодинамические методы анализа и прогнозирования металлургических процессов при сварке
			ПК(У)-18.З2	Знает физико-химические особенности металлургических процессов при сварке
ПК(У)-19	способен участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	Р4, Р6	ПК(У)-19.З2	Знает физические особенности формирования первичной и вторичной структуры металла сварного соединения, образования горячих и холодных трещин
			ПК(У)-19.У2	Умеет выбирать методы оценки сопротивляемости металла сварных соединений образованию горячих и холодных трещин при сварке
			ПК(У)-19.В2	Владеет навыком применения способов повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих и холодных трещин

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Теория сварочных процессов» относится к Вариативному междисциплинарному профессиональному модулю Вариативной части «Оборудование и технология сварочного производства» учебного плана образовательной программы «Машиностроение».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Иметь глубокие знания и современные представления о физических и технологических свойствах источников энергии для сварки, их тепловом и силовом воздействии на свариваемый металл и способах управления ими.	ПК(У)-18
РД-2	Ставить и решать инновационные задачи по формированию свойств сварных соединений на основе системного анализа металлургических процессов, структурных и фазовых превращений, происходящих в металлах под воздействием термодеформационного цикла сварки.	ПК(У)-19
РД -3	На основе установления новых физических свойств источников энергии для сварки проектировать сварочные процессы с	ПК(У)-19

	принципиально новыми технологическими свойствами, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства	

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. ***Классификация процессов сварки по физическим и технологическим признакам***	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	**4**
		Лабораторные занятия	**2**
		Практические занятия	**2**
		Самостоятельная работа	**62**
Раздел (модуль) 2. ***Термодеформационные процессы и кристаллизация металла при сварке***	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	**4**
		Практические занятия	**2**
		Лабораторные занятия	**2**
		Самостоятельная работа	**62**
Раздел (модуль) 3. ***Химическая и механическая неоднородность сварных соединений***	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	**4**
		Лабораторные занятия	**4**
		Практические занятия	**4**
		Самостоятельная работа	**64**

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Классификация процессов сварки по физическим и технологическим признакам

Рассматриваются классификация сварочных процессов, требования к источникам энергии для сварки и оценка их эффективности. Исследуются дуговые способы сварки. Изучаются недуговые источники энергии для сварки

Темы лекций:

1. Основные понятия и законы в расчетах тепловых процессов.
2. Математическое описание процессов теплообмена.

Лабораторные занятия:

1. Исследование энергетической структуры сварочной дуги.

Практические занятия:

1. Определение параметров переносимых капель электродного металла при РДС от различных типов источников питания.

Раздел 2. ***Термодеформационные процессы и кристаллизация металла при сварке***

Рассматриваются: Особенности кристаллизации и формирования первичной структуры металла сварного шва. Химическая и физическая неоднородность металла сварного шва. Горячие трещины при сварке. Фазовые и структурные превращения в свариваемых металлах в твердом состоянии**.** Сварочные деформации и напряжения: основные понятия и термины. Исследуется схема образования деформаций и перемещений при сварке пластин встык. Изучаются типичные поля сварочных напряжений.

Темы лекций:

1. Термический цикл при однопроходной сварке.

2. Термический цикл при многослойной сварке.

Лабораторные занятия:

1. Технология пайки металлов и сплавов.

Практические занятия:

1. Определение геометрических размеров и площади сварного шва и ЗТВ.

Раздел 3. ***Химическая и механическая неоднородность сварных соединений***

Рассматривается химическая неоднородность сварных соединений. Исследуются технологическая прочность металлов при сварке. Изучаются образование и строение границ зерен в металле сварных соединений.

Темы лекций:

1. Дефекты кристаллического строения металлов.
2. Механические свойства сварных соединений.

Лабораторные занятия:

1. Исследование влияния защитных покрытий на процесс РДС.
2. Превращения в сталях при нагреве.

Практические занятия:

1. Расчеты нагрева плавящегося электрода при ручной и механизированной сварке.
2. Определение свариваемости сталей.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку.
- Подготовка к лабораторным работам;
- Расчетные задачи, выносимые на самостоятельную проработку;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

5.1. Содержание курсового проекта

5.1.1. Общие сведения

Курсовой проект (КП) – учебный проект, содержащий результаты решения поставленной задачи по дисциплине: «Теория сварочных процессов», оформленная в виде конструкторских, технологических, программных и других проектных документов.

Курсовой проект является самостоятельной работой студента, выполняемой в процессе обучения для решения следующих общих задач:

закрепление и более глубокое усвоение теоретических знаний и практических навыков в применении методов для решения конкретных задач;

приобретение навыков и освоение методов анализа и синтеза, выбора и обоснования при проектировании заданных объектов;

развитие самостоятельности при выборе методов достижения цели и творческой инициативы при решении поставленной задачи.

В процессе выполнения настоящего курсовой работы наряду с общими студенты должны научиться решать следующие частные задачи:

1. По предложенным условиям сварки (наплавки) выбрать и обосновать расчетную схему определения температурного поля.

2. Рассчитать распределение температур вдоль оси шва и на некотором удалении от неё. Для рассчитанных точек построить на одном графике кривые распределения температур в координатах Т, оС; х, см.

3. По полученным кривым распределения температур вдоль оси шва графическим построением получить изотермы 200, 500, 800, 1100, 1400 °С.
4. В соответствии с выбранной схемой расчета рассчитать и построить термический цикл в точке, отстоящей от оси шва на расстоянии 1 см, при х0 = 3 см.

5. Рассчитать распределение температур на поверхности изделия по прямым, перпендикулярным оси шва, т.е. параллельным оси у, при различных значениях координаты х. Построить кривые распределения.

6. Рассчитать и построить графики распределения температур на поверхности изделия в поперечных сечениях тела в периоды теплонасыщения и выравнивания температуры. Сопоставить их с распределением температур в предельном состоянии. При этом расчеты на стадии теплонасыщения провести для сечения, проходящего через начало шва, в момент удаления от него дуги на расстояние 50 мм, а на стадии периода выравнивания температуры – для сечения, проходящего через конец шва, спустя 20 с после окончания сварки (наплавки).

7. Принимая для заданий с обычными подвижными источниками для упрощения источник нагрева быстродвижущимся (соответственно точечным или линейным), рассчитать распределение максимальных температур в поперечном сечении зоны термического влияния (ЗТВ) сварного соединения.

8. Используя информацию о распределении максимальных температур в ЗТВ, диаграмму состояния железо – углерод и химический состав свариваемого металла определить протяженность отдельных участков ЗТВ в данных условиях (см.): неполного расплавления, перегрева, нормализации, неполной перекристаллизации, рекристаллизации, старения.

9. Определить конечную структуру участков ЗТВ, нагреваемых выше температуры критической точки АС3, используя термический цикл точки и термокинетическую диаграмму для заданной стали.

10. Рассчитать для участков ЗТВ мгновенную скорость охлаждения ω при температуре Т = 500 оС и сравнить ее с допустимой скоростью охлаждения ωкр для данной марки стали, сделать вывод о возможном трещинообразовании.

11. Определить минимальную температуру предварительного подогрева, позволяющую избежать закалочных структур.

12. Определить основные геометрические размеры зоны проплавления и наплавки.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Теория сварочных процессов: учебное пособие / В.М. Неровный, А.В. Коновалов, Б.Ф. Якушин [и др.]; под редакцией В.М. Неровного. – 2-е изд. – Москва: МГТУ им. Баумана, 2016. – 702 с. – ISBN 978-5-7038-4543-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/106410.

2. Дедюх, Р.И. Теория сварочных процессов. Физические и технологические свойства электросварочной дуги: учебное пособие / Р.И. Дедюх. – 2-е изд. – Томск: ТПУ, 2013. – 118 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/45134.

3. Дедюх, Ростислав Иванович. Теория сварочных процессов. Превращения в металлах при сварке [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.И. Дедюх; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт неразрушающего контроля (ИНК), Кафедра оборудования и технологии сварочного

производства (ОТСП). – 1 компьютерный файл (pdf; 2.3 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Режим доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m132.pdf

Дополнительная литература

1. Теория сварочных процессов : учебное пособие / В. М. Неровный, А. В. Коновалов, Б. Ф. Якушин [и др.] ; под редакцией В. М. Неровного. — 2-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2016. — 702 с. — ISBN 978-5-7038-4543-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106410 (дата обращения: 24.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Теория сварочных процессов: практикум /Ильященко Д.П. и др./, ТПУ: ИПЛ ТПУ, 2020. – 98 с.
3. Теория сварочных процессов. Металлургические основы сварки: учебное пособие / Р. И. Дедюх; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 166 с.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Дисциплина ТСП реализована в авторском курсе https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2551.
2. www.svarkainfo.ru – описание методов неразрушающего контроля.
3. www.autowelding.ru – дефекты сварных соединений.
4. www.ntcexpert.ru – неразрушающие методы контроля.
5. https://www.lincolnelectric.com – официальный сайт производителя сварочного оборудования Линкольн Электрик.
6. https://www.esab.ru - официальный сайт производителя сварочного оборудования Эсаб.
7. www.shtorm-its.ru - официальный сайт производителя сварочного оборудования Шторм.
8. https://www.fronius.com/ru-ru/russia - официальный сайт производителя сварочного оборудования Fronius .

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ)**:

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academi

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12, 301	Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций,	Машина сварочная - 1 шт.;Автомат АДС-35 - 1 шт.;Сварочная машина РОВЕЛД 160 САНИЛАЙН - 1 шт.;Автомат сварочный ТС -

	текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12 221Б	1 шт.;Установка УПН-303 - 1 шт.;Твердомер ТК-2 - 1 шт.;Установка УДГУ-301 - 1 шт.; Кабинет газосварщика - 1 шт.;Сварочный аппарат MAXI 505 (с подающим механизмом WV4) - 1 шт.;Установка А 123 ТУ - 1 шт.;Универсальный рабочий и сварочный стол 1000*1000*100мм - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Принтер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.03.01 Машиностроение, профиль «Оборудование и технология сварочного производства» (приема 2016 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент	Ильященко Д.П.
Ассистент	Скрипко С.И.

Программа одобрена на заседании кафедры оборудования и технологии сварочного производства (протокол от «30» июня 2016 г. №27).

Заведующий кафедрой – руководитель Отделения Электронной инженерии, к.т.н., доцент _____/П.Ф. Баранов/

Лист изменений рабочей программы дисциплины

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения электронной инженерии (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	От 01.09.2020 г. №37