

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИНК

(Бориков В.Н.)

« 24 » июня 2015 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)
СВАРКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ**

Направление (специальность) ООП

15.04.01 Машиностроение

Профиль подготовки (специализация, программа)

«Машины и технологии сварочного производства»

Квалификация (степень) магистр

Базовый учебный план приема 2015 г.

Курс 2 Семестр 3

Количество кредитов 3


Код дисциплины M1.BM4.1.4

Виды учебной деятельности	Временной ресурс
Лекции, ч	16
Лабораторные занятия, ч	8
Аудиторные занятия, ч	24
Самостоятельная работа, ч	84
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации зачет

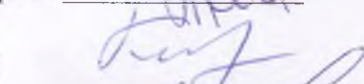
Обеспечивающее подразделение кафедра ОТСП

Заведующий кафедрой _____



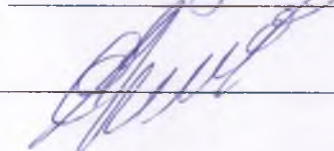
Киселев А.С.

Руководитель ООП _____



Кирсанов С.В.

Преподаватель _____



Гнюсов С.Ф.

2015г.

1. Цели освоения модуля (дисциплины)

Целью изучения дисциплины является базовая подготовка магистров к проектно-конструкторской и производственно-технологической деятельности в области создания новых материалов и производства изделий, современных технологий обработки материалов и нанотехнологий; совершенствования и закрепления знаний и умений правильно использовать в конкретных условиях различные структурные классы и марки легированных сталей и особенности их свариваемости (Ц2).

2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Дисциплина «Сварка специальных сталей и сплавов» относится к вариативной части профессионального цикла. Для изучения модуля М1.ВМ4.1.4 «Сварка специальных сталей и сплавов» необходимо освоить пререквизиты: БЗБ2 «Технология конструкционных материалов», БЗ.В.3.1 «Теория сварочных процессов».

Кореквизиты: М1.ВМ4.1.6 «Контроль качества сварных соединений».

3. Результаты освоения модуля (дисциплины)

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины «Сварка специальных сталей и сплавов» направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС (см. Таблицу 1).

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции и из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р4 (ОПК-2, ПК-3)	34.1	углубленные сведения о структурных и фазовых превращениях при сварке легированных сталей и сплавов, об особенностях введения различных легирующих элементов в сварной шов при сварке плавлением	У4.1	находить и использовать справочные данные по составу, структуре и свойствам основных классов свариваемых сталей и сплавов;	В4.1 ...	методиками определения основных прочностных характеристик сварных швов и их оценки с точки зрения равнопрочности с основным металлом;
Р5 (ОПК-2, ПК-3, ПК-8)	35.1 35.2	технологии сварки специальных сталей, работающих при высоких и низких температурах, в	У5.1 У5.2	выбрать способы сварки, технологические режимы, сварочные материалы,	В5.1 В5.2 ...	основными технологическими приемами сварки легированных сталей и сплавов с целью

		условиях нейтронного облучения, коррозии, ударно-усталостного нагружения и других экспериментальных условиях; о перспективах развития сварки плавлением и сварки трением при производстве сварных конструкций и изделий из специальных сталей и сплавов на железной и никелевой основах		термическую обработку сварных соединений и давать необходимые рекомендации, обеспечивающие высокую эксплуатационную надежность сварных изделий; правильно классифицировать и использовать в нужном направлении различные структурные классы и марки легированных сталей		формирования заданных эксплуатационных характеристик неразъемных соединений; находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по особенностям технологических приемов сварки конструкционных материалов, расчетов их параметров и оценке эффективности
--	--	---	--	---	--	--

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Результат
РД1	Проводить теоретические и экспериментальные <i>исследования</i> в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания <i>новых</i> материалов в <i>сложных</i> и <i>неопределенных</i> условиях
РД2	Разрабатывать технологические процессы для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на <i>мировом</i> рынке машиностроительного производства

(Формулируются преподавателем на основании таблицы 1)

4. Структура и содержание модуля (дисциплины)

Раздел 1. Основные сведения о специальных сталях.

Лекции. Основные сведения о специальных сталях, сплавах и их свариваемости. Влияние диаграммы состояния сплава на формирование металла шва. Изменение свойств сталей в ЗТВ в результате структурных превращений под действием термомодеформационного цикла сварки. Технологическая прочность сварных изделий. Склонность металла шва к образованию в нем газовых пор и включений. Металлургическая характеристика способов сварки плавлением и сварочных материалов, используемых при производстве конструкций из специальных сталей и сплавов. Сверхпластичность металлических материалов и перспективы использования этого эффекта в современном сварочном производстве. Виды термической обработки сварных соединений, ее назначение и способы осуществления. Состояние и перспективы использования легированных теплоустойчивых, жаропрочных, хладостойких, коррозионностойких сталей

и жаропрочных никелевых сплавов в энергетическом, криогенном, химическом, нефтехимическом и других отраслях машиностроения для производства сварных конструкций и изделий. Характеристики работоспособности сварных соединений из этих сталей. Влияние легирования сталей на принадлежность их к различным структурным классам.

Влияние легирующих элементов на свариваемость стали. Поведение при сварке сталей перлитного, ферритного, мартенситного, аустенитного, карбидного классов и сплавов на никелевой основе. (*Влияние углерода, кремния, марганца, хрома, никеля на свариваемость сталей*). Влияние легирующих элементов на $\alpha \rightarrow \gamma$ превращение и гомогенизацию аустенита при сварке. Влияние легирующих элементов на превращение аустенита в свариваемой стали при охлаждении. – 4 часа.

Лабораторные работы. **Изучение структурной неоднородности сварных швов методом макротравления** (Знакомство с лабораторным оборудованием и методикой взятия пробы для исследования; Работа с литературой по выбору травителей для выявления макро- и микроструктуры сварных соединений сталей ферритного, мартенситного и аустенитного классов, ознакомление с методикой травления шлифов для выявления структурных зон в наплавленном металле и ЗТВ; Металлографический анализ макроструктуры сварных швов с выявлением наличия в них пор, шлаковых включений, непроваров, подрывов, трещин, выявлением зон структурной неоднородности в наплавленном металле и ЗТВ, дача заключения по результатам металлографического анализа (4 часа).

Раздел 2. Сварка теплоустойчивых и жаропрочных сталей и сплавов.

Лекции. Трудности, возникающие при сварке теплоустойчивых сталей перлитного и мартенситного классов типа 15X2НМФА, 15X1М1Ф, 15X1В2МФ, предназначенных для изготовления оборудования тепловых и атомных электростанций, работающих при температурах 400...600°С. Подход к выбору сварочных материалов для дуговой и электрошлаковой сварки, режимов сварки, температур подогрева свариваемых изделий и термической обработки сварных соединений, обеспечивающих их стойкость против образования холодных трещин, высокую жаропрочность и радиационную стойкость. Структурно-технологические особенности сварки трением в интервале сверхпластичности легированных сталей для изделий, имеющих форму тел вращения, не требующих отжига сварного шва после сварки. Перспектива использования данной технологии сварки в современном машиностроении.

Трудности, возникающие при сварке жаропрочных аустенитных сталей и сплавов на никелевой основе типа 06X16Н9М2, 10X15Н35ВТ, ХН70ВМТЮ, работающих при температурах 600...900°С. Выбор сварочных материалов, режимов дуговой, электронно-лучевой сварки, а также режимов термической обработки сварных соединений, обеспечивающих стойкость швов против образования горячих трещин, необходимую жаропрочность,

жаростойкость сварных соединений и их стойкость против локальных разрушений в процессе эксплуатации (4 часа).

Лабораторные работы. **Изучение микроструктуры зон термического влияния сварных швов сталей различных структурных классов** (С помощью оптических микроскопов научиться исследовать структурные изменения в шве и ЗТВ сталей перлитного, мартенситного, ферритного и аустенитного классов (15X1МФ, 15X5М, 08X17Т, 0X18Н10Т; Исследовать влияние подогрева при сварке хромистых сталей на качество шва, сравнить со структурой сварного соединения этой стали, полученного без подогрева, провести необходимую термообработку сварного шва, исследовать микроструктуру ЗТВ и написать заключение о необходимости термообработки), (4 часа).

Раздел 3. Сварка специальных сталей в криогенном, химическом и нефтехимическом машиностроении.

Лекции. Трудности, возникающие при сварке хладостойких сталей мартенситного и аустенитного классов типа 0Н6, 0Н9, 08X18Н10 и 07X21Г7АН5, предназначенных для получения и хранения сжиженных газов при температурах от минус 80 до минус 250°С. Подход к выбору сварочных материалов и режимов дуговой сварки, обеспечивающих необходимую технологическую прочность и хладостойкость сварных соединений.

Трудности, возникающие при сварке коррозионностойких сталей мартенситного, аустенитного и ферритного классов типа 15X5М, 08X13, 08X17Т, 08X18Н10Т, 10X14Г14Н4Т, 06X23Н28МЗДЗТ, работающих в контакте с агрессивными средами. Подход к выбору сварочных материалов, параметров дуговой сварки и режимов термической обработки сварных соединений, обеспечивающих их технологическую прочность и коррозионную стойкость. (4 часа).

Лабораторные работы. **Определение зон разупрочнения сварных соединений методом замера микротвердости и изучения микроструктуры в шве и зоне термического влияния** (2 часа).

Примечание: конкретные темы лабораторных работ устанавливаются преподавателем.

Индивидуальное домашнее задание

Общие методические указания.

Для закрепления теоретического материала курса студенту выдается задание на выполнение самостоятельной контрольной работы, которую он обязан выполнить в течении семестра. В контрольной работе предусмотрено изучение свойств для трех марок сталей трех разных классов по структуре. Необходимо привести на основании изучения литературных данных по каждой марке стали ее химический состав, химические, физические и механические свойства, указать в каких областях машиностроения получили наибольшее применение эти стали.

Необходимо найти в справочной литературе диаграмму анизотермического превращения переохлажденного аустенита для одной из трех марок сталей и по ней определить, какая получается структура в шве и ЗТВ при охлаждении шва после сварки на воздухе.

Необходимо также назначить режимы термической обработки сварного шва этой стали или сплава применительно к конкретным условиям эксплуатации изделия, подобрать состав и марку электродов и выбрать с обоснованием способ сварки.

В конце контрольной работы необходимо привести список литературы, а по мере выполнения задания ставить ссылку на литературу.

Задание студент получает на первых двух лекциях в начале семестра.

Задание выполняется отдельно по каждой марке стали и защищается перед аттестацией в течение семестра по истечении каждых пяти-шести недель обучения, по каждой марке стали необходимо получить зачет, после чего студент допускается к сдаче экзамена или зачета.

Номер варианта задания для контрольной работы студентом выбирается по сумме двух последних цифр зачетной книжки (Таблица 3).

Таблица 3.

Варианты контрольных заданий

Номер варианта	Сталь №1	Сталь №2	Сталь №3
1	10	15X12ВНМФ	08X18Н10
2	20	08X17Г	12X18Н2Т
3	30	15X25	20X23Н8
4	09Г2С	12X17	12X22Н5Т
5	10ХГС	09X16Н4Б	08X20Н14С2
6	15ХСНД	40X13	10X14Г14Н4Т
7	17ГС	30X13	X16Н9М2
8	40	14X17Н2	20X23Н18
9	40X	15ХНМФ	X16Н9М2
10	45	12X13	03X16Н15М3
11	35	20X13	45X14Н14В2М
12	10ХСНД	0X13	X17АГ14
13	08кп	X17	0X23Н28М2Т
14	Ст3	X5ВФ	X15Н35В3Т
15	Ст2	X8ВФ	X22Н38В3Т
16	Ст1	12К	08X18Н10Т
17	Ст4	15К	110Г13
18	30ХН	20К	10X18Н6Г8
19	30ХГС	12ХМФ	10X18Г24
20	12ХН2	15X5МФ	03Н3
21	25ХГСА	X	03Н6
22	20Г	XВГ	03Н9
23	30ХМ	10X13	X20Н80
24	12ХГС	10К	X30Н70

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Приводится характеристика всех видов и форм самостоятельной работы студентов, включая текущую и творческую/исследовательскую деятельность студентов:

6.1 **Текущая СРС**, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений.¹

6.2 **Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)**, ориентированная на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов.²

6.3 Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
<i>выполнение и защита лабораторных работ, тестирование</i>	30 баллов
<i>защита индивидуальных заданий с элементами научной дискуссии</i>	30 баллов
<i>результаты участия студентов в экзамене</i>	40 баллов

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств³):

¹ Текущая самостоятельная работа может включать следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса,
- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ,
- опережающая самостоятельная работа,
- перевод текстов с иностранных языков,
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к контрольной работе и коллоквиуму, к зачету, экзамену.

² ТСР может включать следующие виды работ по основным проблемам курса:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации,
- выполнение расчетно-графических работ;
- выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, проведение расчетов, составление схем и моделей на основе статистических материалов.

Для оценки качества освоения модуля используются тесты, содержащие следующие вопросы:

I текущий контроль

1. Дать классификацию легирующих элементов и вредных примесей
2. Горофильные и горофобные легирующие элементы
3. Никель и его влияние на свойства сталей?
4. Марганец и его влияние на свойства сталей?
5. Хром и его влияние на свойства сталей?
6. Кремний и его влияние на свойства сталей.
7. Какие легирующие элементы относятся к карбидообразующим?
8. Какие легирующие элементы относятся к не карбидообразующим?
9. Назовите легирующие элементы, расширяющие альфа область диаграммы состояния Fe-C.
10. Назовите легирующие элементы, расширяющие гамма область диаграммы состояния Fe-C.
11. Какие основные карбиды, образующиеся в сталях, вы знаете?, На какие группы они делятся?
12. Влияние легирующих элементов на гомогенизацию аустенита при сварке
13. Влияние легирующих элементов на $\alpha \rightarrow \gamma$ превращение при сварке
14. Влияние легирующих элементов на превращение аустенита при охлаждении.

II текущий контроль

15. Классификация легированных сталей
16. Показатель свариваемости низколегированных сталей
17. Свариваемость среднелегированных малоуглеродистых сталей
18. Низколегированные строительные стали с азотом и их свариваемость
19. Сварка среднеуглеродистых низколегированных сталей
20. особенности сварки высокохромистых ферритных сталей
21. Особенности сварки высокохромистых ферритно-мартенситных сталей
22. особенности сварки высокохромистых мартенситных сталей
23. Хромомарганцовистые стали и их свариваемость
24. Теплостойкие углеродистые стали
25. Теплостойкие легированные перлитные стали и их свариваемость
26. Что такое МКК?
27. Правило Таммана

³ Элементы фонда оценивающих средств:

- вопросы входного контроля;
- контрольные вопросы, задаваемых при выполнении и защитах лабораторных работ;
- контрольные вопросы, задаваемые при проведении практических занятий;
- вопросы для самоконтроля;
- вопросы тестирований;
- вопросы, выносимые на экзамены и зачеты и др.

III Текущий контроль

28. Особенности сварки аустенитных хромоникелевых сталей
29. Диаграмма Шеффлера
30. Особенности высокоуглеродистых и высоколегированных сталей
31. Особенности сварки высоколегированных сталей
32. сварка хладостойких никелевых сталей
33. Сварка криогенных мартенситно-старяющих сталей
34. Сварка сталей различающихся по структурному классу
35. Сварка трением в условиях сверхпластичности
36. Сварка чугунов
37. Сварка меди и ее сплавов
38. Сварка алюминия и его сплавов
39. Сварка титана и его сплавов
40. Что такое сверхпластичность?

8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «ПОЛОЖЕНИЕМ О ПРОВЕДЕНИИ ТЕКУЩЕГО ОЦЕНИВАНИЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ В ТПУ», утвержденным приказом ректора № 88/од от 27.12.2013 г.

В соответствии с рейтинговой системой текущий контроль производится ежемесячно в течение семестра путем бальной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (выполнения лабораторных работ и домашних заданий).

Рейтинг-план рассчитан из 100 баллов: 60 баллов выделяется на текущую успеваемость на выполнение обязательных видов занятий (лабораторные работы, индивидуальные домашние задания) и 40 баллов на зачет, проводимый в конце семестра.

К сдаче зачета студент допускается лишь в том случае, когда он выполнил и защитил в полном объеме все запланированные в рабочей программе дисциплины (модуля дисциплины) лабораторные работы, домашние задания.

Для оценивания учебных достижений студентов на зачете в ТПУ действует следующая шкала соответствия традиционных и рейтинговых оценок (табл. 4).

Таблица 4

Традиционная оценка	Рейтинговая оценка	Определение оценки
Отлично	96–100 баллов	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и опыт
	90–95 баллов	
Хорошо	80–89 баллов	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт
	70–79 баллов	
Удовлетворительно	65–69 баллов	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт
	55–64 балла	
Зачтено	более 55 баллов	Результаты обучения соответствуют минимальным требованиям
Неудовлетворительно	менее 55 баллов	Результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля (дисциплины)

- основная литература:

1. Ефименко, Любовь Айзиковна Металловедение и термическая обработка сварных соединений : учебное пособие / Л. А. Ефименко, А. К. Прыгаев, О. Ю. Елагина. — Москва: Логос, 2007. — 456 с.: ил.. — Новая университетская библиотека. — Литература: с. 450-453.. — ISBN 5-98704-184-8.
2. Смирнов, Иван Викторович Сварка специальных сталей и сплавов : учебное пособие / И. В. Смирнов. — 2-е изд., испр. и доп.. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 272 с.: ил.. — Учебники для вузов. Специальная литература. — Библиогр.: с. 260-261.. — ISBN 978-5-8114-1247-1.
3. Люшинский, Анатолий Владимирович Современные технологии сварки. Инженерно-физические основы : учебное пособие / А. В. Люшинский. — Долгопрудный: Интеллект, 2013. — 240 с.: ил.. — Библиогр.: с. 239.. — ISBN 978-5-91559-126-3.

- дополнительная литература:

1. Еремин, Е. Н. Свариваемость сталей : учебное пособие / Е. Н. Еремин; Омский государственный технический университет. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. — 160 с.: ил.. — Библиогр.: с. 158.
2. Мещеряков, Виктор Михайлович Технология конструкционных материалов и сварка: учебное пособие / В. М. Мещеряков. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. — 316 с.: ил.. — Высшее образование. — Литература: с. 313.. — ISBN 978-5-222-12293-8.
3. Рязанцев, Владимир Иванович Технологические основы контактной сварки легких сплавов : учебное пособие / В. И. Рязанцев, В. В. Овчинников;

Московский государственный индустриальный университет. — Москва: МГИУ, 2006. — 164 с.: ил. — Библиогр.: с. 160-163.. — ISBN 5-276-00713-6.
 4. Гнусов С.Ф., Хазанов И.О., Советченко Б.Ф. и др. Применение эффекта сверхпластичности сталей в инструментальном производстве, Из-во Научно-технической литературы, Томск: 2008. - 240 с.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины: технические средства, лабораторное оборудование и др. представлено в таблице 5.

Таблица 5

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Оптические микроскопы с программным обеспечением количественной оценки структуры	16а корпус, 315 ауд., 5 оптических микроскопов
2	Твердомеры, типа Роквел, Бринель, Микротвердомеры ПМТ-3, HVS1000	16а корпус, 315 ауд.
3	Лекционные аудитории снабженные компьютерным оборудованием	16а корпус, 301 ауд.

Программа составлена на основе СУОС ТПУ по направлению 15.04.01 «Машиностроение» и профилю подготовки «Машины и технологии сварочного производства».

Программа одобрена на заседании кафедры «Оборудование и технология сварочного производства» института неразрушающего контроля.

(протокол № 15 от «22» июня 2015 г.)

Автор(ы) профессор Гнусов Сергей Федорович

Рецензент(ы) доцент Дедюх Ростислав Иванович