

Рабочая программа

утверждена

решением Учёного

совета

ВФ НИТУ МИСиС

от «31» августа 2020г.

протокол № 1-20

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Технологическое вакуумное оборудование

Закреплена за кафедрой

Технологии и оборудования обработки металлов давлением

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль

Машины и агрегаты трубного производства

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7 семестр

аудиторные занятия 54

самостоятельная работа 18

часов на контроль 36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)			
Неделя	18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	18	18	18	18
Практические	36	36	36	36
В том числе инт.	54	54	54	54
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54	54	54	54
Сам. работа	18	18	18	18
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

д.т.н., Зав.каф., Самусев С.В.; Доц., Fortunatov A.N.

Рабочая программа

Технологическое вакуумное оборудование

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (уровень бакалавриата) (приказ от 02.12.2015 г. № 602 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

15.03.02 Технологические машины и оборудование, МО-19.plx Машины и агрегаты трубного производства, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 28.02.2019, протокол № 6-19

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Технологии и оборудования обработки металлов давлением

Протокол от 29.06.2020 г., №10

Зав. кафедрой Самусев С.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ	
1.1	Ознакомить с принципами действия и конструктивными особенностями узлов, механизмов и систем технологического вакуумного оборудования металлургической промышленности.
1.2	Научить анализировать по чертежу и по готовой конструкции эксплуатационную надежность детали или узла вакуумного оборудования;
1.3	научить методике расчета и проектирования вакуумных систем и модулей технологических агрегатов и линий для металлургической промышленности.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.08
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Машины и агрегаты для производства цветных и чёрных металлов
2.1.2	Надёжность и особенности эксплуатации металлургического оборудования трубных цехов
2.1.3	Подъёмно-транспортные машины
2.1.4	Производственная практика
2.1.5	Детали машин и основы компьютерного конструирования
2.1.6	Математика
2.1.7	Теория механизмов и машин
2.1.8	Физика
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Научно-исследовательская работа
2.2.2	Техническое обслуживание и ремонт оборудования
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР
2.2.4	Преддипломная практика

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ	
ПК-1.2 : умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	
Знать:	
ПК-1.2 -31 методы моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, способы проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	
ПК-1.2 -32 методы моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования, способы проведения экспериментов по заданным методикам	
ПК-1.2 -33 методы моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования	
ОПК-3.1: знание основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации, умением использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии с использованием традиционных носителей информации, распределенных баз знаний, а также информации в глобальных компьютерных сетях	
Знать:	
ОПК-3.1-33 основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации	
ОПК-3.1-32 основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, а также источники информации в глобальных компьютерных сетях по технологическому вакуумному оборудованию	
ОПК-3.1-31 основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, распределенные базы знаний, а также источники информации в глобальных компьютерных сетях по технологическому вакуумному оборудованию	
ОПК-1.1: способность к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий	
Знать:	
ОПК-1.1-31 способы приобретения с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий	

ОПК-1.1-32 способы приобретения с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных технологий
ОПК-1.1-33 способы приобретения с большой степенью самостоятельности новых знаний
ОПК-3.1: знание основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации, умением использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии с использованием традиционных носителей информации, распределенных баз знаний, а также информации в глобальных компьютерных сетях
Уметь:
ОПК-3.1-У3 получать, хранить, перерабатывать информацию по технологическому вакуумному оборудованию
ПК-1.2 : умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
Уметь:
ПК-1.2 -У2 уметь моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам
ПК-1.2 -У3 уметь моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования
ПК-1.2 -У1 уметь моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
ОПК-3.1: знание основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации, умением использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии с использованием традиционных носителей информации, распределенных баз знаний, а также информации в глобальных компьютерных сетях
Уметь:
ОПК-3.1-У2 получать, хранить, перерабатывать информацию, распределенные базы знаний по технологическому вакуумному оборудованию
ОПК-1.1: способность к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий
Уметь:
ОПК-1.1-У3 приобретать с большой степенью самостоятельности новые знания
ОПК-1.1-У1 приобретать с большой степенью самостоятельности новые знания с использованием современных образовательных и информационных технологий
ОПК-1.1-У2 приобретать с большой степенью самостоятельности новые знания с использованием современных образовательных технологий
ОПК-3.1: знание основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации, умением использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии с использованием традиционных носителей информации, распределенных баз знаний, а также информации в глобальных компьютерных сетях
Уметь:
ОПК-3.1-У1 получать, хранить, перерабатывать информацию, распределенные базы знаний, а также источники информации в глобальных компьютерных сетях по технологическому вакуумному оборудованию
ПК-1.2 : умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
Владеть:
ПК-1.2 -В1 умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
ПК-1.2 -В2 умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам
ПК-1.2 -В3 умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования
ОПК-3.1: знание основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации, умением использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии с использованием традиционных носителей информации, распределенных баз знаний, а также информации в глобальных компьютерных сетях
Владеть:

ОПК-3.1-B3 владеть способами получать, хранить, перерабатывать информацию по технологическому вакуумному оборудованию
ОПК-3.1-B2 владеть способами получать, хранить, перерабатывать информацию, распределенные базы знаний по технологическому вакуумному оборудованию
ОПК-3.1-B1 владеть способами получать, хранить, перерабатывать информацию, распределенные базы знаний, а также источники информации в глобальных компьютерных сетях по технологическому вакуумному оборудованию

ОПК-1.1: способность к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий

Владеть:

ОПК-1.1-B1 способами приобретения с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий
ОПК-1.1-B2 способами приобретения с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных технологий
ОПК-1.1-B3 способами приобретения с большой степенью самостоятельности новых знаний

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Теоретические основы вакуумной техники					
1.1	<p>Введение. История и перспективы развития вакуумной техники. Основные области применения вакуумной технологии. Задачи и содержание курса</p> <p>Основные сведения из молекулярно-кинетической теории газов. Давление газа, единицы измерения. Газовые законы: Бройля-Мариотта, Гей-Люссака, Дальтона. Средняя длина свободного пути молекул</p> <p>Течение газа в трубопроводах. Режимы течения газов. Сопротивление течению и пропускная способность трубопровода при различных режимах течения: ламинарном и молекулярном режимах. Сопротивление короткого трубопровода. Пропускная способность системы.</p> <p>Техника получения вакуума. Классификация и области действия вакуумных насосов.</p> <p>Механические вакуумные насосы с масляным уплотнением: пластинчато-роторные, пластинчато-статорные и полунжерные.</p> <p>Пароструйные вакуумные насосы: высоковакуумные и бустерные.</p> <p>Адсорбционные насосы. Геттерные насосы.</p> <p>Магнитные электроразрядные насосы.</p> <p>Вакуумные ловушки. Маслоотражатели.</p> <p>Оптически плотные механические ловушки - водоохлаждаемые и низкотемпературные.</p> <p>Антимиграционные барьеры. Форвакуумные ловушки - адсорбционные и вымораживающие.</p> <p>Измерения полных и парциальных давлений.</p> <p>Классификация вакуумметров. Области давлений, измеряемые вакуумметрами: жидкостные, компрессионные, теплоэлектрические, электронные, ионизационные, магнитные, электроразрядные вакуумметры</p> <p>Натекание и методы его обнаружения. Общая характеристика натекания. Течискание. Допустимое натекание. Истинные и кажущиеся течи.</p>	7	3	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	

1.2	Методы обнаружения утечки: отпрессовки, манометрический метод, галогенный и масс-спектрометрический метод. Выбор вакуумноплотных материалов элементов вакуумного оборудования. /Пр/	7	6	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
1.3	Изучение материалов лекционных и практических занятий. Работа над домашними заданиями. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	5	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
1.4	Часы на контроль. Проведение экзамена /Экзамен/	7	6	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
Раздел 2. Элементы вакуумных систем						
2.1	Вакуумные камеры. Разъемные соединения с неметаллическими и металлическими уплотнениями. Требования к конструкции. Принципиальные схемы соединений. Требования к трубопроводам. Гибкие звенья трубопроводов, Сильфоны. Электрические вакуумные вводы: слаботочные, сильноточные, прогреваемые, термодарные, высоковольтные. Защитные устройства (заслонки, поворотные стекла, стробоскопы). Вводы движения. Вводы с контактным уплотнительным элементом: уплотнения Вильсона, манжетные, с самосмазывающимся уплотнением, с магнитной жидкостью, промежуточной откачкой. Вводы с деформируемым уплотнительным элементом (сильфонные, волновые, импульсные, магнитные). Коммутационная аппаратура (КА). Требования к КА. Схемы КА для непрогреваемых систем: краны, вентили, затворы, клапаны, натекатели. Приводы для закрывания и открывания: винтовые, эксцентриковые, электромагнитные, электромеханические, пневматические. КА для прогреваемых систем. Аварийные клапаны. Вакуумные конструкционные материалы. Основные технические требования, предъявляемые к материалам. Металлы и сплавы. Вакуумно-герметичная свариваемость и спаиваемость металлов и сплавов. Неметаллические материалы: стекло, керамика, пластмассы. /Лек/	7	4	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
2.2	Расчёт и конструирование транспортирующих устройств на примере ленточного конвейера. /Пр/	7	4	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
2.3	Изучение материалов лекционных и практических занятий. Работа над домашними заданиями. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	3	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
2.4	Часы на контроль. Проведение экзамена /Экзамен/	7	7	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
Раздел 3. Нагрев в вакуумном технологическом оборудовании						

3.1	Требования к системе нагрева изделий. Виды нагрева. Нагревание теплоносителями. Электрический нагрев: индукционный, резистивный, электроннолучевой, лучистый, лазерный. Вакуумные электропечи сопротивления. Классификация и назначение, конструкция некоторых узлов. Нагревательные элементы и их расчет. Кожухи и футеровка электропечей. Садочные и методические вакуумные печи. Особенности конструкции. Индукционные вакуумные электропечи. Классификация и назначение. Нагревательные элементы: конструкция и расчет. Камеры загрузки, нагрева и выгрузки. Особенности конструкции и расчета. Вспомогательное оборудование нагревательных печей. Уплотнение отдельных элементов. Вакуумные затворы. Устройства для перемещения металла. Устройства для ввода вывода механизмов в вакуумное пространство. Смазка узлов вакуумируемого оборудования. Оборудование для электронно-лучевого и лучистого нагрева. Применение ионно-плазменного и лазерного излучения в технологическом вакуумном оборудовании. /Лек/	7	4	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
3.2	Расчёт и выбор нагревательных печей сопротивления. Методика расчёта индукционной нагревательной установки. Расчёт дуговой вакуумной печи. Расчёт на прочность крышки вакуумной камеры. Расчёт механизмов задачи и выгрузки заготовок в вакуумной установке /Пр/	7	10	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
3.3	Изучение материалов лекционных и практических занятий. Работа над домашними заданиями. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	2	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
3.4	Часы на контроль. Проведение экзамена /Экзамен/	7	7	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
	Раздел 4. Расчет и проектирование вакуумных систем					
4.1	Анализ методов расчета вакуумных систем. Расчет распределения давлений в вакуумной системе. Соединение и согласование вакуумных насосов. Расчет газовых нагрузок. Инженерная методика расчета вакуумной системы технологического оборудования. Классификация вакуумного технологического оборудования. Функциональная схема работы и объектно-ориентированная модель вакуумной системы. Методика проектирования вакуумных систем технологического оборудования. Проектирование вакуумных систем с применением баз данных. Низковакуумная защитная камера для прокатки биметалла. Дегазационный модуль линии производства стальных полос с газотермическими покрытиями. Расчет и проектирование. /Лек/	7	3	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	

4.2	Методика расчёта вакуумной системы /Пр/	7	6	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
4.3	Изучение материалов лекционных и практических занятий. Работа над домашними заданиями. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	4	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
4.4	Часы на контроль. Проведение экзамена /Экзамен/	7	8	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
	Раздел 5. Оборудование для производства многослойных материалов обработкой давлением					
5.1	<p>Принципы построения технологических систем. Методика проектирования технологических линий. Функциональная структура объектно-ориентированной системы проектирования на основе базы знаний. Систематизация информационных исследований по производству многослойных металлических материалов.</p> <p>Технологическая линия для производства прецизионной сталемедной проволоки. Функциональная схема работы линии. Объектно-ориентированная модель и технологическая схема линии.</p> <p>Конструкция модуля деформирования и сварки. Функциональная схема работы и объектно-ориентированная модель модуля.</p> <p>Математическая модель узла ввода сердечника в рабочую вакуумную камеру. Математическая модель узла вывода биметаллической проволоки. Исследование и оптимизация конструкции модуля.</p> <p>Технологическая линия для производства молибден-медной прямоугольной проволоки. Технологическое обоснование схемы и состава оборудования линии. Математическая модель процесса электропластической прокатки биметаллической проволоки с электроконтактным нагревом. Исследование и оптимизация технологических параметров линии.</p> <p>Технологическая линия для получения многослойных лент из никеля и его сплавов. Технологическое обоснование схемы и состава оборудования линии. Алгоритмы расчета и выбор элементов оборудования линии из баз данных.</p> <p>Модуль электропластической прокатки трехслойных лент с применением электроконтактного нагрева. Функциональная схема работы и объектно-ориентированная модель модуля. Математическая модель прокатного модуля. Исследование и оптимизация модуля соединения лент.</p> <p>Технологическая линия для получения композиционных материалов с основой из псевдосплава «молибден-медь».</p> <p>Технологические основы проектирования линии. Разработка модели линии и выбор оборудования из базы данных. Имитационное моделирование линии для получения композиционных материалов типа «металл-металлокерамика».</p> <p>Оборудование для изостатического прессования. Принцип действия и устройство изостатов. Расчет основных параметров гидростатов.</p>	7	4	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	

5.2	Методика проектирования технологических линий. Расчёт и проектирования технологических линий для производства многослойных ленточных материалов Расчёт и проектирования технологических линий для производства многослойных проволочных материалов Расчёт и конструирование газостатов /Пр/	7	10	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
5.3	Изучение материалов лекционных и практических занятий. Работа над домашними заданиями. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	4	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	
5.4	Часы на контроль. Проведение экзамена /Экзамен/	7	8	ОПК-1.1 ОПК-3.1 ПК-1.2	Л1.1, Л2.1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Приложение)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Кожитов Л.В., Чиченёв Ю.А. С.Г. Емельянов, В.Г. Костишин и др.	Технологическое вакуумное оборудование. оборудования: учебник	Электронный каталог http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11804	Курск, 2014

6.1.2. Дополнительная литература

Л2.1	Под ред. В.Н. Черепина	Современная вакуумная техника/ сборник статей	Электронный доступ http://www.pro-vacuum.ru/knigi-o-vakuumnoi-tekhnike/sovremennaia-vakuumnaia-tehnika.html	Изд. Иностранной литературы - Москва 1963
------	------------------------	---	---	---

6.3 Перечень лицензионного программного обеспечения

П.1	- MS Office
П.2	- LMS Canvas
П.3	- MS Teams
П.4	- Windows 7 Professional
П.5	антивирусное ПО Dr.Web
П.6	Visual Studio

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru – URL: https://elibrary.ru/
И.2	Научная электронная библиотека МИСиС - URL: http://elibrary.misis.ru/login.php
И.3	Электронная библиотечная система (ЭБС) – «Университетская библиотека онлайн» открытый круглосуточный доступ через интернет с регистрацией в библиотеке и вводом пароля.- URL: http://biblioclub.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
2	Технологическое вакуумное оборудование	Аудитория № 2 для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций: доска классическая, доска интерактивная, компьютер с доступом к сети "Интернет" (1 шт.), проектор, рабочее место преподавателя, стол (10 шт.), стул (20 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций

46	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория № 46 помещение для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду: доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio
----	--	---

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Посещать все виды занятий.
 2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы -LMS Canvas и MS Teams.
 3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).
 4. Активно работать с нормативно-правовыми базами сайтов, находящимся в открытом доступе в сети Интернет.
 5. Иметь доступ к компьютеру, подключенному к сети Интернет.
- Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации на LMS Canvas.
- Дополнительная литература (с литературой можно работать на кафедре в часы консультации и СР)