Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 05.08.2026 15:19:57
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«26» февраля 2026 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Технологии материалов и их обработка»

Направление подготовки
**15.04.02. «Технологические машины и оборудование»**

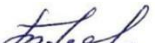
Профиль
**«Промышленный инжиниринг»**

Квалификация
**Магистр**
Формы обучения
**Очная**

Москва, 2026 г.

**Разработчик(и):**

доцент каф. «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М. Б. Генералова»,

к.т.н., доцент  /Н.С.Трутнев/

**Согласовано:**

Зав. кафедрой «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М. Б. Генералова»,



к.т.н., /А. С. Кирсанов/

**Содержание**

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ....5
3. Структура и содержание дисциплины ....5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ....5
3.2 Тематический план изучения дисциплины ....6
3.3 Содержание дисциплины ....6
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ....7
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ....8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ....8
4.1 Основная литература ....8
4.2 Дополнительная литература ....8
4.3 Электронные образовательные ресурсы ....8
4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ....8
4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ....8
5. Материально-техническое обеспечение ....9
6. Методические рекомендации ....9
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ....9
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ....10
7. Фонд оценочных средств ....11
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ....11
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ....12
7.3 Оценочные средства ....12

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Технологии материалов и их обработка» следует отнести:

- формирование комплекса знаний и умений рационального использования в заданных условиях эксплуатации конструкционных материалов на основе металлов и сплавов, полимеров, керамик и композитов.

К основным задачам освоения дисциплины «Технологии материалов и их обработка» следует отнести:

– изучение основных типов и характеристик состава, структуры и свойств современных конструкционных материалов;

– изучение технологических и эксплуатационных свойств основных видов и классов конструкционных материалов, их связи с параметрами состава, структуры и поверхностных характеристик;

– изучение сравнительных характеристик и возможностей конструкционных и функциональных материалов, областей и перспектив их применения;

– формирование умений анализа и обобщения научно-технической информации по определению свойств и проектированию технологических процессов формирования основных типов конструкционных материалов и изделий из них;

– формирование навыков определения основных физико-механических свойств конструкционных материалов по свойствам компонентов, их соотношению.

Обучение по дисциплине «Технологии материалов и их обработка» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| **Код и наименование компетенций** | **Индикаторы достижения компетенции** |
|---|---|
| ОПК – 7 Способен разрабатывать современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении | ИОПК-7.2 Использует нормативы расхода сырья, материалов, энергетических и иных ресурсов для выполнения проектных и производственных задач машиностроения |
| ОПК-11. Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании | ИОПК-11.1 Определяет технические требования, предъявляемые к сырью, материалам, готовой продукции в процессе конструирования и производства изделий сферы машиностроения<br>ИОПК-11.2 Выбирает методы определения требуемых свойств материалов<br>ИОПК-11.5 Анализирует физико-механические свойства материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части дисциплин относится к учебным дисциплинам блока Б1, части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана направления подготовки 15.04.02. «Технологии материалов и их обработка».

Освоение дисциплины «Технологии материалов и их обработка» в 2-м семестре необходимо для последующего освоения дисциплин «Технологический инжиниринг процессов синтеза и обработки материалов».

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часа).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

**3.1.1.** Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры | |
|---|---|---|---|---|
| | | | **2** | |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **36** | 36 | |
| | В том числе: | | | |
| 1.1 | Лекции | 18 | 18 | |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 18 | 18 | |
| 1.3 | Лабораторные занятия | | | |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **72** | 72 | |
| | В том числе: | | | |
| 2.1 | Доклад, сообщение | **72** | 72 | |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | **зачет** | **зачет** | |
| | **Итого** | **108** | 108 | |

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины

**3.2.1.** Очная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Аудиторная работа | | | | |
| | | **Всего** | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | **Самостоятельная работа** |
| 1.1 | Характеристика объектов аппаратостроения. Конструкционные материалы, применяемые при изготовлении аппаратов. | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 1.2 | Обработка металлов давлением. Обработка металлов резанием. Сварочное производство. Литейное производство. | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 1.3 | Технология изготовления основных сборочных единиц аппаратуры. | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 1.4 | Изготовление и сборка элементов конструкции аппаратов. | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 1.5 | Технология изготовления и сборки основных видов аппаратуры. Теплообменные аппараты. | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 1.6 | Технология изготовления и сборки основных видоваппаратов. Колонные аппараты и емкостное оборудование. | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 1.7 | Технология изготовлениия и сборки аппаратов высокого давления. | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 1.8 | Особенности технологии изготовления и сборки биметаллических аппаратов. | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 1.9 | Особенности технологии изготовления негабаритных и нежестких обечаек. | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| **Итого** | | 108 | 18 | 18 | | | 72 |

## 3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Конструкционные материалы, применяемые при изготовлении аппаратов. Обработка металлов давлением. Обработка металлов резанием. Сварочное производство. Литейное производство.

Тема 2. Технология изготовления основных сборочных единиц аппаратуры.

Характеристика объектов аппаратостроения. Заготовки деталей аппаратов, припуски и операционные допуски на обработку заготовок из проката. Гибка цилиндрических и конических обечаек. Гибка труб и трубных заготовок. Технология изготовления днищ. Конструкции днищ. Метод штамповки днищ на прессах. Метод ротационного выдавливания (спинингование) днищ.

Тема 3. Изготовление и сборка элементов конструкции аппаратов. \

Изготовление цилиндрических обечаек. Изготовление корпуса аппарата, штуцеров, люков, лазов,компенсаторов.

Тема 4. Технология изготовления и сборки основных видов аппаратуры. Теплообменные аппараты.

Трубные решетки и перегородки. Крышки, камеры, распре коробки. Оребрение и ошипование труб. Сборка трубного пучка. Крепление труб в трубных решетках. Общая сборка теплообменных аппаратов Сборка теплообменников с плавающей головкой. Сборка теплообменников с жесткими трубными решетками Особенности изготовления теплообменных аппаратов- из титана. Сборка теплообменников типа «труба в трубе». Изготовление и сборка пластинчатых теплообменников. Изготовление и сборка спиральных теплообменников. Изготовление и сборка аппаратов воздушного охлаждения.

Тема 5. Технология изготовления и сборкиосновных видов аппаратов. Колонные аппарат и емкостное оборудование.

Изготовление деталей и сборка тарелок. Технология сборки колонной аппаратуры и емкостное оборудование.

Тема 6. Технология изготовлении я и сборки аппаратов высокого давления.

Кованые, ковано-сварные и штампо-сварные аппараты. Витые аппараты. Многослойные аппараты со стенкой из концентрических слоев. Рулонированные аппараты. Гильзованные аппараты. Изготовление многослойных днищ.

Тема 7. Особенности технологии изготовления и сборки биметаллических аппаратов.

Сборка биметаллических аппаратов. Биметаллы, применяемые в апаратостроении. Способы производства биметаллов - прокат, литье, сварка взрывом, вакуумно- диффузионная сварка. Общая характеристика двухслойных сталей. Особенности заготовительных операций, сварка двухслойных сталей. Особенности заготовительных операций, сварка двухслойных сталей. Особенности производства аппаратов из биметаллов (сталь-титан)

Тема 8. Особенности технологии изготовления негабаритных и нежестких обечаек.

Негабаритная аппаратура. Основные технические требования. Методы изготовления. Доизготовление на монтажных площадках Шаровые резервуары.

## 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

### 3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. 1.Технология изготовления и сборки кожухотрубчатых

теплообменных аппаратов

Практическое занятие 2 2. Технология изготовления и сборки теплообменных пластинчатых аппаратов.

Практическое занятие 3. Технология изготовления и сборки колонной аппаратуры.

Практическое занятие 4. Технология изготовления и сборки трубного пучка.

Практическое занятие 5. Технология изготовления и сборки теплообменника типа «труба в трубе».

Практическое занятие 6. Технология изготовления и сборки витых теплообменников.

Практическое занятие 7. Технология изготовления и сборки аппаратов воздушного охлаждения.

Практическое занятие 8. Технология изготовления и сборки пластинчато-ребристых теплообменников.

Практическое занятие 9. Технология изготовления и сборки колонной аппаратуры.

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Основная литература

1. Таранова, Л. В. Машины и аппараты химических производств : учебное пособие / Л. В. Таранова. — Тюмень : ТИУ, 2011. — 200 с. — ISBN 978-5-9961-0317-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/28330

### 4.2 Дополнительная литература

1. Поникаров, И. И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки : учебник для вузов / И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 604 с. — ISBN 978-5-507-50847-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/480158

2. Типовые технологические процессы в машиностроении : учебное пособие / А. Р. Гадельшин, П. Ю. Григорьев, Е. М. Кузьмина, В. А. Лашин. — Рязань : РГРТУ, 2017. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168116 .

### 4.3 Электронные образовательные ресурсы

Электронный образовательный ресурс (ЭОР) не разработан

### 4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено

### 4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Microsoft Windows;
- Программное обеспечение Microsoft Office;
- Комплексная Система Антивирусной Защиты Kaspersky

## 5. Материально-техническое обеспечение

Лекционные аудитории, оснащенные компьютером, проектором для демонстрации слайдов, экраном (учебный корпус, расположенный по адресу: г. Москва, ул. Автозаводская, д.16; ауд. 4408, ауд. 4409, ауд. 4410, ауд. 4411);

## 6. Методические рекомендации

### 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины «Технологии материалов и их обработка» является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения

учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Изучение дисциплины завершается экзаменом.

Преподаватель, принимающий зачет, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

### 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

изучение теоретического материала, подготовку к лекционным и семинарским (практическим) занятиям

выполнение контрольных заданий

подготовка к тестированию

написание и защита реферата по предложенной теме.

Самостоятельная работа магистрантов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть

высококвалифицированным выпускником.

Магистрант должен помнить, что проводить самостоятельные занятия следует регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый магистрант должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10- 15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Магистрант должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача магистранта. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

# 7. Фонд оценочных средств

## 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено/не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Технологии материалов и их обработка»

| Вид работы | Форма отчетности и текущего контроля |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Реферат | Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. |

## 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

## 7.3 Оценочные средства

### 7.3.1. Текущий контроль

#### 7.3.1.1 Темы рефератов по дисциплине «Технологии материалов и их обработка»

1. Изготовление и сборка цилиндрических емкостных аппаратов.
2. Изготовление и сборка стальных многослойных рулонированных аппаратов высокого давления.
3. Изготовление и сборка кожухотрубчатых теплообменных аппаратов.
4. Изготовление и сборка спиральных теплообменников.
5. Изготовление и сборка теплообменных пластинчатых аппаратов.
6. Изготовление и сборка колонной аппаратуры.
7. Изготовление и сборка трубного пучка.
8. Изготовление и сборка теплообменника типа «труба в трубе».
9. Изготовление и сборка витых теплообменников.
10. Изготовление и сборка аппаратов воздушного охлаждения.
11. Изготовление и сборка пластинчато-ребристых теплообменников.
12. Изготовление и сборка тарелок массообменных аппаратов.

13. Изготовление и сборка негабаритной аппаратуры.
14. Изготовление и сборка нежестких обечаек.
15. Изготовление и сборка биметаллических аппаратов.
16. Футерование и плакирование деталей и аппаратов. Двухслойные трубы, плакирование трубных решеток.
17. Технология изготовление многослойных днищ.
18. Технология изготовления линзовых компенсаторов. Волнистые компенсаторы.
19. Технология изготовление трубных решеток.
20. Способы производства биметаллов. Прокатка, литье, сварка взрывом, вакуумно-диффузионная сварка.
21. Технология изготовления эмалированной аппаратуры.

**7.3.1.2 Темы практических работ по дисциплине «Технологии материалов и их обработка»**

Тематика практических работ изложена в пункте 3.4.

**7.3.2. Промежуточная аттестация**

**7.3.2.1. Вопросы к зачету по дисциплине «Технологии материалов и их обработка»**

1. Материалы, применяемые при изготовлении аппаратов. 2.Заготовки деталей аппаратов.
2. Припуски и операционные допуски на обработку заготовок из проката.
3. Заготовительные операции. Правка, очистка,разметка и раскрой.
4. Заготовительные операции. Резка заготовок. Обработка кромок. Гибка.
5. Заготовительные операции. Гибка цилиндрических обечаек. Гибка конических обечаек. Гибка труб и трубных заготовок.
6. Особенности технологии изготовления деталей аппарата. Обечайки. Зигование. Отбортовка торцов.
8. Конструкции днищ. Метод штамповки днищ на прессах. Метод ротационного выдавливания (спинингование).
9. Особенности технологии изготовления тонкостенных днищ. Калибровка днищ.
10. Технология изготовление трубных решеток.
11. Технология сборки корпусов колонных аппаратов. Сборка фланцев с днищами.
12. Технология сборка теплообменных аппаратов. Способы крепления труб в трубных решетках.
13. Особенности технологии изготовления и сборки биметаллических аппаратов. Биметаллы, применяемые в аппаратостроении.
14. Способы производства биметаллов. Прокатка, литье, сварка взрывом, вакуумно-диффузионная сварка.
15. Общая характеристика двухслойных сталей. Особенности заготовительных операций, сварка двухслойных сталей.
16. Футерование и плакирование деталей и аппаратов.Двухслойные трубы, плакирование трубных решеток.
17. Технология изготовление многослойных днищ.
18. Технология сборка узлов аппаратов под сварку.

19. Термообработка аппаратов.

20. Технология изготовления линзовых компенсаторов. Волнистые компенсаторы.

21. Технология изготовления штуцеров, люков и лазов.

22. Аппараты высокого давления. Витые аппараты.

23. Аппараты высокого давления .Рулонированные аппараты.

24. Аппараты высокого давления. Кованные, ковано-сварные и штампованно- сварные аппараты.