

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

И.о. декана ФСТ  
Кустов

С.Л.

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.20 «Технологические процессы, оборудование, оснастка и инструмент»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **22.03.01**

**Материаловедение и технологии материалов**

Направленность (профиль, специализация): **Материаловедение и технологии композиционных материалов**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Форма обучения: **очная**

| <b>Статус</b> | <b>Должность</b>                                | <b>И.О. Фамилия</b> |
|---------------|-------------------------------------------------|---------------------|
| Разработал    | доцент                                          | Е.А. Головина       |
| Согласовал    | Зав. кафедрой «ССМ»                             | С.В. Морозов        |
|               | руководитель направленности (профиля) программы | Е.С. Ананьева       |

г. Барнаул

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Компетенция | Содержание компетенции                                                                                                                                  | Индикатор | Содержание индикатора                                                                                                                                    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3        | Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов | ПК-3.1    | Разрабатывает и обосновывает технологию изготовления изделия из металлических и (или) композиционных материалов                                          |
|             |                                                                                                                                                         | ПК-3.2    | Выбирает и определяет необходимое технологическое оборудование для заданной технологии изготовления изделий из металлических и композиционных материалов |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

|                                                                                                                                                   |                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.                 | Металлические материалы и сплавы, Методы испытаний полимерных и композиционных материалов, Механика композиционных материалов |
| Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения. |                                                                                                                               |

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

| Форма обучения | Виды занятий, их трудоемкость (час.) |                     |                      |                        | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|----------------|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                | Лекции                               | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа |                                                             |
| очная          | 24                                   | 24                  | 12                   | 120                    | 73                                                          |

## 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

**Лекционные занятия (24ч.)**

- 1. Основные концепции технологии производства изделий из полимерных композиционных** Установление связи состава, структуры и свойств компонентов материалов с технологическими и эксплуатационными свойствами материалов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4,5,7,8] Материаловедческие аспекты проектирования технологических процессов. Особенности и перспективы развития производств. Реализация технологических концепций в производстве машиностроительных конструкций из ПМ и ПКМ.
- 2. Типизация, унификация и стандартизация технологических процессов(2ч.)**[4,5,8,9] Основные технологические процессы. Входной контроль исходных компонентов. Подготовка армирующего наполнителя к переработке. Изготовление связующего. Совмещение наполнителя со связующим. Сборка и ориентация слоев наполнителя по форме деталей. Уплотнение. Отверждение. Термообработка. Механическая обработка. Склеивание сборочных узлов. Контрольные операции.
- 3. Материальные, энергетические и технико-экономические балансы.(2ч.)**[4,5,6,9,10,11]
- 4. Контактное формование в открытых формах. Выбор необходимого технологического оборудования для заданной технологии изготовления изделий из композиционных материалов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)**[4,5,7,8,9] Сущность метода ручного формования в открытых формах. Основные требования к материалу. Основные требования к форме, к материалу для ее изготовления, конструктивные особенности. Основные стадии процесса. Формование с применением полуфабрикатов - препрегов, или напылением коротковолокнистой арматуры. Оборудование для напыления. Прикаточные валики, конструкции столов для раскроя препрегов.
- 5. Процессы формования с эластичной диафрагмой. Выбор необходимого технологического оборудования для заданной технологии изготовления изделий из композиционных материалов(2ч.)**[4,5,7,8] Классификация методов формообразования: вакуумное формование, формование под давлением и автоклавное формование в формах, с применением пуансона. Сущность методов. Конструктивные особенности оборудования для методов формования под давлением. Основные требования к материалу формы, пуансона. Особенности выкладки материалы на формообразующие элементы. Применение стола с бортовым отсосом. Назначение и устройство цулаг, жертвенных и разделительных слоев. Оборудование для раскроя – пневматические ножницы, ленточные и дисковые пилы. Конструктивная схема автоклава. Рабочая среда, параметры процесса, значения давления. Процессы, протекающие в материале под давлением. Приспособления для отверждения изделий. Специальные автоклавы для формообразования изделий больших размеров.

**6. Формообразование изделий методом намотки. Выбор необходимого технологического оборудования для заданной технологии изготовления изделий из композиционных материалов(2ч.)[4,5,7,9,12]** Сущность метода намотки. Классификация методов – «сухая» и «мокрая» намотка. Особенность аппаратного оформления процессов. Технологическая оснастка, применяемая при намотке. Конструктивные и технологические формы, разборные, одноразовые, комбинированные. Материалы, применяемые для оснастки и технология их изготовления.

**7. Формообразование изделий непрерывным методом пултрузии. Выбор необходимого технологического оборудования для заданной технологии изготовления изделий из композиционных материалов(2ч.)[4,5,6,7,9,11]** Сущность метода пултрузии. Общее устройство и работа пултрузионной установки. Формирование профиля изделия. Скорость протяжки. Устройства натяжения. Параметры пултрузионной установки. Оценка производительности.

**8. Технология производства деталей из термопластичных композиционных материалов. Формование на внутренней поверхности формы. Выбор необходимого технологического оборудования для заданной технологии изготовления изделий из композиционных материалов(2ч.)[4,5,7,8,9]** Пневмовакuum-формование, выдувное, ротационное, центробежное формование. Принципиальная схема метода негативного пневмо- и вакуумного формования изделий из листов термопластов. Основное оборудование и оснастка. Формы. Физико-химические основы процесса. Технологические режимы формования. Влияние параметров переработки на свойства изделий. Виды брака.

**9. Технология производства экструзионных изделий. Выбор необходимого технологического оборудования для заданной технологии изготовления изделий из композиционных материалов(2ч.)[4,5,8,9,10]** Методы экструзии. Общие сведения. Основы технологии экструзии. Особенности экструзии различных термо- и реактопластов. Экструзионное оборудование. Принцип работы экструдера. Основные узлы. Шнек. Различные формы шнека. Технологические процессы в экструдере. Экструзионные головки. Оборудование, входящее в состав экструзионных линий. Виды брака и методы их устранения.

**10. Литье под давлением. Выбор необходимого технологического оборудования для заданной технологии изготовления изделий из композиционных материалов(2ч.)[4,5,8,12]** Методы литья под давлением. Общие сведения. Основы технологии литья под давлением. Особенности литья под давлением различных термо- и реактопластов. Литьевые машины. Разновидности и принцип действия. Основные узлы червячных литьевых машин. Литьевые формы. Холодноканальные формы. Горячеканальные формы. Разновидности пластикации. Виды брака и методы их устранения.

**11. Каландрование. Выбор необходимого технологического оборудования для заданной технологии изготовления изделий из композиционных материалов.(4ч.)[4,5,6,9,10,11]** Общие сведения и основные закономерности процесса. Процессы в рабочем зазоре. Оборудование. Инженерная оценка. Получение пленки из пластифицированного ПВХ экструзионно- каландровым

методом. Получение пленки из жесткого ПВХ вальцево-каландровым методом. Виды брака и методы их устранения.

### **Практические занятия (12ч.)**

**1. Производство препрегов.(4ч.)[4,5,8,9,10]** Преимущества технологии изготовления на основе препрегов.

Выбор матриц.

Изготовление препрегов.□

Контроль качества препрегов.9

Основные свойства препрегов.

**2. Выбор необходимого технологического оборудования для измельчения материалов: дробилки и мельницы(6ч.)[4,5,7]** Процессы измельчения. Физико-механические свойства материалов.

Классификация машин для измельчения материалов

Машины для дробления материалов

Дробилки, разрушающие материал сжатием

Щековые дробилки

Конусные дробилки

Валковые дробилки

Бегуны

Дробилки ударного действия

Особенности рабочего процесса

Конструкции дробилок

Машины для помола материала

Барабанные шаровые мельницы

Среднеходные мельницы

Конструкции мельниц

Мельницы для особо тонкого измельчения

Вибрационные мельницы

Струйные мельницы

**3. Материальный баланс производства изделия «сахарница» литьем под давлением в 4-гнездной форме(2ч.)[8]** Цель работы: рассчитать материальный баланс производства изделия «сахарница» литьем под давлением в 4-гнездной форме

Исходные данные:

масса изделия – 8 г;

масса литника - 7,7 г (19,4% отливки);

гнездность формы – 4;

на 1000 изделий допускается 1% брака.

Задача материального баланса состоит в определении расхода сырья по основным стадиям технологического процесса и достижении баланса между массой готовых изделий с учетом безвозвратных отходов и массы исходного сырья. Его расчет

основан на обоснованных индивидуальных нормах расхода пластмасс в производстве изделий, которые зависят от множества условий. На действующих предприятиях нормы расхода могут устанавливаться опытным путем с учетом индивидуальных особенностей конкретного производства.

### **Лабораторные работы (24ч.)**

**1. Метод контактного формования(6ч.)[2,3]** Обзор теоретического материала по методам контактного формования и технологическим режимам изготовления. Разработка согласно заданию матрицы для изготовления КМ с выбором материалов, технологии изготовления и оснастки для формования изделий.

**2. Технология производства труб методом намотки(6ч.)[2,3,9,12]** Изучается технология производства труб методом намотки, принцип работы линии и оснастки, методы контроля сырья и продукции. На основании полученных данных разрабатывается технология производства труб из ПКМ согласно заданию.

**4. Изучение методов определения теплопроводности вспененных материалов с помощью прибора ИТС-1(6ч.)[2,3,5,10]** Изучаются технологические основы создания теплоизоляционных материалов, принципы расчёта и выбора схемы теплоизоляции. На основании полученных данных производится выбор схемы и расчёт теплоизоляции согласно заданию.

**5. Определение показателя текучести расплава термопластов(6ч.)[2,3,10,11]** Работа выполняется согласно ГОСТ 11645 – 73 Пластмассы.

Метод определения показателя текучести расплава термопластов.

Цель работы: ознакомиться с методикой определения показателя текучести расплава термопластов.

Оборудование: прибор типа анализатор индекса расплава по ГОСТ 11645-73 МТ 091М, весы аналитические.

### **Курсовые работы (50ч.)**

**1. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа по дисциплине «Технологические процессы, оборудование, оснастка и инструмент»(50ч.)[1,2,3,4,5,8]** Темы курсовых проектов выдаются учетом работы кафедры в научно-исследовательских разработках, грантах и по требованию заказчиков промышленных предприятий.

Цель курсового проекта – формирование у студентов навыков практического применения теоретического материала курса «Технологические процессы, оборудование, оснастка и инструмент» за счет углубленного изучения технологии (технологического процесса, параметров технологического процесса, их оптимизации, учитывая принципы формирования структуры композиционных материалов, природы и свойств компонентов композиции).

Курсовой проект включает шесть разделов, оформляемых в соответствии с существующими в АлтГТУ требованиями:

- 1) Теоретическое исследование по разрабатываемой теме (10 часов).
  - 2) Определение совместимости подобранных компонентов композиционного материала в совместной работе (10 часов) .
  - 3) Исследование напряженного состояния конструкции (10 часов).
  - 4) Исследование и оптимизация параметров технологического процесса (10 часов)
  - 5) Разработка технологической схемы и линии для выбранного изделия (10 часов).
  - 6) Анализ полученных результатов 5 часов).
- Структура курсового проекта предусматривает применение табличного редактора EXELL для расчета и построения графических зависимостей.

### **Самостоятельная работа (120ч.)**

1. Подготовка к лекциям (контрольная работа).(10ч.)[4,5,6,7,8,9,10,11,12]
  2. Подготовка к практическим занятиям(12ч.)[2,5,6]
  3. Выполнение курсового проекта(50ч.)[1,4,5,8]
  3. подготовка к лабораторным работам (защита отчетов по лабораторным работам)(12ч.)[2,3]
  4. Подготовка к экзамену(36ч.)[4,5,6,7,8,9,10,12]
- ### **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Головина Е. А. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Технологические процессы, оборудование, оснастка и инструмент" [Электронный ресурс]: Методические указания.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2016.— Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/ssm/Golovina\\_tpo\\_kurs.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ssm/Golovina_tpo_kurs.pdf), авторизованный

2. Головина Е. А. Учебно-методическое пособие по дисциплине "Технология наполненных пластиков" [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2013.— Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/Golovina-tnp.pdf>, авторизованный

3. Головина Е. А. Учебно-методическое пособие по дисциплине "Технологические процессы производства" [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2013.— Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/Golovina-tppm.pdf>, авторизованный

### **6. Перечень учебной литературы**

## 6.1. Основная литература

4. Завражин, Д. О. Основы реологии полимеров и технологические методы переработки полимерных материалов : учебное пособие / Д. О. Завражин, О. Г. Маликов, П. С. Беляев ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017. – 110 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499190> (дата обращения: 17.02.2023). – Библиогр.: с. 105-107. – ISBN 978-5-8265-1785-7. – Текст : электронный.

5. Материалы и технологии промышленного производства : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, В. Е. Галыгин, В. П. Таров [и др.] ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017. – 185 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499031> (дата обращения: 17.02.2023). – Библиогр.: с. 178. – ISBN 978-5-8265-1757-4. – Текст : электронный.

6. Проектирование и расчет валковых машин для полимерных материалов : учебное пособие / А.С. Клинков, В.И. Кочетов, М.В. Соколов и др. ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. – 128 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277832> (дата обращения: 08.12.2020). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

7. Инженерная оптимизация оборудования для переработки полимерных материалов : учебное пособие / А.С. Клинков, М.А. Шерышев, М.В. Соколов, В.Г. Однолько ; Тамбовский государственный технический университет. – Изд. 2-е, стер. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2014. – 320 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277991> (дата обращения: 08.12.2020). – Библиогр.: с. 256-261. – ISBN 978-5-8265-1252-4. – Текст : электронный.

8. Головкин, Геннадий Сергеевич.

Проектирование технологических процессов изготовления изделий из полимерных материалов : [учеб. пособие для вузов по направлениям 150500 (651700) Материаловедение, технологии материалов и покрытий (специальности 150501 (120800) Материаловедение в машиностроении и 150502 (121000) Конструирование и пр-во изделий из композиц. материалов) и 150600 (551600) Материаловедение и технология новых материалов (специальность 150601 (071000) Материаловедение и технология новых материалов)] / Г. С. Головкин. - Москва : Химия : КолосС, 2007. - 399 с. : ил. - (Для высшей школы). - Библиогр.: с. 397—399. – 16 экз

## 6.2. Дополнительная литература

9. Производство изделий из полимерных материалов : учеб. пособие для вузов по специальности 240502 "Технология переработки пластич. масс и эластомеров" : [справочник] / В. К. Крыжановский [и др.] ; под ред. В. К.

Крыжановского. - СПб. : Профессия, 2004. - 461 с. : ил. – 20 экз.

10. Технология получения полимерных пленок специального назначения и методы исследования их свойств : учебное пособие / А.Н. Садова, Л.А. Бударина, В.Н. Серова, А.Е. Заикин ; под ред. О.В. Стоянова ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 182 с. : табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428132> (дата обращения: 08.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1615-7. – Текст : электронный.

11. Механические свойства полимерных материалов : учебное пособие / сост. В.Н. Александров, М.Р. Гибадуллин, П.О. Сафронов, А.В. Косточко и др. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2011. – 79 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258705> (дата обращения: 08.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1098-8. – Текст : электронный.

12. Куликов, Ю.А. Динамика многослойных трубопроводов из композиционных материалов / Ю.А. Куликов, А.В. Коротков ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2015. – 287 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439192> (дата обращения: 08.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8158-1479-0. – Текст : электронный.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

13. <https://studopedia.info/2-25117.html>

14. <https://lektsii.org/6-97053.html>

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-

образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

| <b>№пп</b> | <b>Используемое программное обеспечение</b> |
|------------|---------------------------------------------|
| 1          | LibreOffice                                 |
| 2          | Windows                                     |
| 2          | SOLIDWORKS 2015                             |
| 3          | Антивирус Kaspersky                         |

| <b>№пп</b> | <b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )                                                                                         |
| 2          | Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> ) |

#### **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

| <b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------|
| учебные аудитории для проведения учебных занятий                                 |
| помещения для самостоятельной работы                                             |

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».