

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Технологические процессы, оборудование, оснастка и инструмент»

1. Перечень оценочных средств для компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-3: Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	Курсовой проект; экзамен	Контролирующие материалы для защиты курсового проекта; комплект контролирующих материалов для экзамена

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции представлены в разделе «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций» рабочей программы дисциплины «Технологические процессы, оборудование, оснастка и инструмент».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Технологические процессы, оборудование, оснастка и инструмент» используется 100-балльная шкала.

Критерий	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по традиционной шкале
Студент освоил изучаемый материал (основной и дополнительный), системно и грамотно излагает его, осуществляет полное и правильное выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций, способен ответить на дополнительные вопросы.	75-100	<i>Отлично</i>
Студент освоил изучаемый материал, осуществляет выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций с не принципиальными ошибками.	50-74	<i>Хорошо</i>
Студент демонстрирует освоение только основного материала, при выполнении заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций допускает отдельные ошибки, не способен систематизировать материал и делать выводы.	25-49	<i>Удовлетворительно</i>
Студент не освоил основное содержание изучаемого материала,	<25	<i>Неудовлетворительно</i>

задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций не выполнены или выполнены неверно.		
--	--	--

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки уровня достижения компетенций в соответствии с индикаторами

1.1. В таблице 1 приложения 1 приведены различные виды технологий изготовления изделий из композиционных материалов на основе реактопластов. Для изделия, указанного в вашем варианте таблицы 2 выбрать технологию изготовления из таблицы 1 приложения 1. Обосновать свой выбор, предложить компонентный состав материала для выбранной технологии.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
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

1. В таблице 1 приложения 1 приведены различные виды технологий изготовления изделий из композиционных материалов на основе реактопластов. Для изделия, указанного в вашем варианте таблицы 2 выбрать технологию изготовления из таблицы 1 приложения 1. Обосновать свой выбор, предложить компонентный состав материала для выбранной технологии.

Приложение 1

Таблица 1 – Технология

Технология	Основные параметры процесса	Основное оборудование
Ручная выкладка	Параметры процесса контактного формования композитов: (температура давление их изменение во времени продолжительность формования и выдержки) зависят от свойств связующего и наполнителя конфигурации и размеров формуемого изделия.	Структура технологического пакета при выкладке: 1 – форма; 2 – ограничитель; 3 – антиадгезионный слой; 4 – формуемое изделие; 5 – разделительная перфорированная пленка; 6 – впитывающий слой; 7 – цулага; 8 – дренажный слой; 9 – вакуумный мешок; 10 – клапан вакуумной системы; 11 – герметизирующий жгут Валики
Напыление		Схема нанесения покрытий напылением: 1 – форма; 2 – ровинг; 3 – рубильное устройство; 4 – форсунки со связующим; 5 – прикатной валик; 6 – уплотненный слой ПКМ; а – электроосаждение; б – уплотнение прикатным валиком
Автоклавное формование	В автоклаве может создаваться избыточное давление до 15 атмосфер и температура до 300°С..	Автоклав: 1 вакуумный мешок по типу вакуумного формования. 2. Автоклав, а в случае использования в качестве рабочей среды глицерина – гидроклав.
Вакуумное формование	Уплотнение материала при вакуумном формовании с эластичной диафрагмой может быть достигнуто с использованием атмосферного давления путем вакуумирования слоев стеклопластика в процессе его отверждения. Внешнее атмосферное давление величиной до 1 атмосферы	Форма, эластичная диафрагма (вакуумный мешок) Структура технологического пакета при вакуумном формовании с эластичной диафрагмой: 1. – форма, 2. – прижим, 3. – зажимное устройство (механическое или гидравлическое), 4. –

		формуемое изделие. 5. – вакуумный мешок, 6. – уплотнительный жгут, 7. – термопара.
Пресскамерное формование	Давление рабочей среды. В качестве рабочей среды применяют сжатый воздух, перегретый пар или горячую воду. Температура и время термообработки	Структура технологического пакета при пресскамерном формовании: 1– форма; 2 – формуемое изделие; 3 – герметизирующий шнур; 4 – зажимное устройство; 5 – плита прижимная; 6 – термопара; 7 – эластичная диафрагма Термошкаф
Намотка	1. Натяжение армирующего материала (АМ) 2. Степень наноса (может не регулироваться); натяжение армирующего материала в момент наноса контактное давление в зоне наноса; вязкость связующего (СВ); температура СВ и АМ; направление наноса СВ 3. Натяжение; контактное давление; вязкость; температура; скорость протяжки; расположение полуфабриката в процессе намотки 4. Силы трения; силы взаимодействия с элементами обеспечивающими натяжение; контактное давление; углы обхвата элементов 5. Усилие отжима 6. Контактное давление; температура раскладчика; углы обхвата элементов	Схема "мокрой" намотки: 1 –шпулярник; 2 – индивидуальные натяжители нитей; 3 – арматура; 4 – пропиточная ванна со связующим; 5 – отжимные ролики; 6 – система подогрева и контроля температуры связующего; 7 – ТЭН; 8 – масло; 9 – натяжитель сформированной ленты; 10 – раскладчик; 11 – вращающая оправка; 12 – намоточный станок. Многофункциональный роботизированный комплекс, вспомогательное оборудование (шпулярники, бобинодержатели, станции хранения оправок, станции извлечения оправки, станции пропитки связующим, станции хранения и дозации, системы дозации песка для GRE труб)
Пултрузия	Нагрев индукционный фильер может быть несколько. Для пултрузии используют расплавы смол не содержащих растворителя. Этот процесс полностью автоматизирован.	Пултрузионные линии подразделяются на два вида машин: гидравлические экструдеры; пневматические гусеничные экструдеры. Специальные пресс-

		формы. Схема пултрузии: 1 – шпули; 2 – арматура; 3 – ванна со связующим; 4 – отжимающие ролики; 5 – направляющая; 6 – форма с фильерами; 7 – фильера; 8 – тянущее устройство; 9 – печь; 10 – отрезное устройство
Ролтрузия	При этом способе отверждение и придание необходимой конфигурации осуществляется в 1 стадию. При ролтрузии применяются связующие с низкой вязкостью и скоростью отверждения 15 мин.	Роль фильеры выполняют группы профилированных роликов, последовательно формирующих контур поперечного сечения изделия.
Термокомпрессионное формование	Давление формования. Температура и время термообработки	Основные элементы оснастки: жесткая форма, эластичный элемент: 1 – разборная форма, 2 – рабочий эластичный формирующий элемент, 3 – формируемое изделие

Таблица 2 – Изделия на основе реактопластичных полимеров

1.	Баки
2.	Баллоны давления
3.	Бочки
4.	Бункеры
5.	Ванны
6.	Желоба
7.	Корпуса катеров
8.	Крылья
9.	Крыши автомобилей
10.	Кузова
11.	Лонжероны
12.	Лопасты
13.	Лыжи
14.	Мойки
15.	Обтекатели
16.	Прицепы;
17.	Трубы
18.	Фюзеляжи
19.	Цистерны
20.	Элементы несущих строительных конструкций в виде стеновых панелей, дверей, оконных блоков

Перечисленные изделия могут быть узлом, элементом более сложной конструкции, так и самостоятельным изделием.

Для решения задания необходимо определиться с типом изделия, с условиями эксплуатации изделия. Подобрать компонентный состав композита в целом и составом связующего.

2.2. В таблице 1 приложения 2 приведены различные виды технологий изготовления изделий на основе термопластов. Для изделия, указанного в вашем варианте таблицы 2 выбрать технологию изготовления из таблицы 1 приложения 1. Обосновать свой выбор, предложить компонентный состав материала для выбранной технологии.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
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

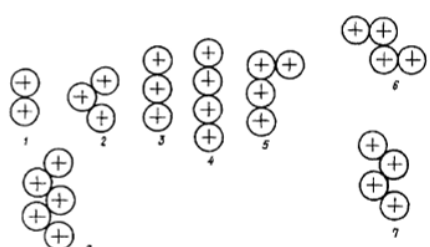
1. В таблице 1 приложения 1 приведены различные виды технологий изготовления изделий на основе термопластов. Для изделия, указанного в вашем варианте таблицы 2 выбрать технологию изготовления из таблицы 1 приложения 1. Обосновать свой выбор, предложить компонентный состав материала для выбранной технологии.

Приложение 2

Таблица 1 – Технология

Технология	Основные параметры процесса	Основное оборудование
Выдувное формование	Основными параметрами процесса являются 1. температура экструзии 2. скорость выхода заготовки из формующей оснастки 3. степень раздува заготовки 4. температура формы 5. время цикла 6. производительность агрегата	Агрегат для раздувного формования: 1 – экструдер, 2 – накопительная головка; 3 – рукав; 4 – раздувная форма; 5 – крепежные плиты; 6 – гидравлический узел смыкания формы Основной параметр, по которому классифицируются и подбираются агрегаты, – максимальный объем изделия. Существуют агрегаты, на которых можно получать изделия емкостью от 0,005 до 500 л. Экструдеры с относительно небольшим отношением L/D – 16/25. Схема производства полых изделий экструзионно-выдувным формованием трубчатой заготовки из термопластов: а – экструзия трубчатой заготовки; б – раздув заготовки и формование изделия; в – сьем изделия (каналы в форме для выхода вытесняемого раздуваемой заготовкой воздуха не показаны); 1 – шнек; 2 – цилиндр экструдера; 3 – кран для подачи сжатого воздуха для формования; 4 – дорн; 5 – мундштук формующей головки экструдера; 6 трубчатая заготовка расплава полимера; 7 – полуформа; 8 – привод смыкания и размыкания полуформ; 9 – пресс-кант; 10 – изделие
Ротационное формование	Скорость вращения формы, время нагрева, время охлаждения, время уплотнения расплава, температура нагрева	Ротационная технологическая установка (по Райнхарду). На такой установке возможно изготовление емкостей или полых изделий размером от 1 л до 4 м ³ Одногнездная форма с двойной стенкой. Пример многогнездной формы из алюминия. Принципиальная схема ротационного формования: а – загрузка полимерного материала в форму; б – перевод формы в камеру нагрева и формование

		изделия; в – охлаждение изделия; г – съём готового изделия Одно-, трех–и четырехшпиндельные установки непрерывного и периодического действия. Установки непрерывного или периодического действия. Машины карусельного типа. Печь; охлаждающая камера. Формы
Центробежное формование	При центробежном формовании сила тяжести практически не используется вращение формы осуществляется вокруг одной оси –вертикальной горизонтальной или наклонной. Необходимое давление для формования плотных стенок изделия обеспечивается центробежными силами возникающими при вращении формы (с максимальной частотой до 12000 1/мин). Частота вращения формы непосредственно в момент образования изделия должна превышать определенную критическую величину при которой материал удерживается центробежными силами по всей поверхности формы. Для различных материалов критическая частота вращения различна так как она зависит от удельной плотности полимера и его вязкости при температуре формования.	Установка центробежного формования стеклоизделий имеет основание 1 и состоящий из стоек 2 и верхней плиты 3 каркас. Она содержит колонку 4 с поворотным столом 5, привод 6 периодического вращения стола, привод 7 формования, съёмник 8 стеклоизделий, прессующее устройство 9. На столе закреплены запорно-ориентирующий механизм (фиг.2), состоящий из упора 10 на оси 11, амортизатора, 12, переключателя 13 на оси 14, муфты 15, шарнирно-соединенной с упором, пружины 16 и шпиндели 17 с формами 18. Для ориентировки форм 18 на фланце шпинделя 17 имеются два выступа 19. Включается запорно-ориентирующий механизм исполнительным механизмом, закрепленном на основании 1 (на чертеже не изображен). В столе размещен привод вспомогательного вращения форм, состоящий из системы передач 20, фрикционных тормозов 21, цилиндров 22 включения тормоза Экструдер, форма Установки для центробежного формования состоят из привода, станины и формующего инструмента
Экструзия	К технологическим параметрам переработки пластмасс методом экструзии относятся: 1. температура по зонам экструдера 2. давление расплава 3. температура зон головки 4. режимы охлаждения экструдированного профиля.	Схема одночервячного экструдера 1. материальный цилиндр, 2. червяк, 3. загрузочное устройство, 4 формующий инструмент 5. нагреватели, 6. привод червяка, закрепленный в опорном узле, 7. электродвигатель, 8. редуктор и 9.муфта Шнековые машины, или червячные прессы, бесшнековые, или дисковые,экструдеры
Каландрование	Отношения скоростей	Каландр: 1 – валки; 2 – приводной

	вращения валков к максимальной скорости ($v/v_{\max}$) и минимального зазора к радиусу валков (h/R). Ограничения на максимальную скорость каландрования 1, максимально возможное расстояние между валками 2, минимальный расход материала 3, максимальный расход для всей каландровой линии 4.	блок; 3 – двигатели Листовальные, промазочные, обкладочные (дублировочные), гладильные и тиснильные каландры. Двух-, трех-, четырех–и пятивалковые каландры. Треугольное, Z-, S–и W-образное расположение валков  Схемы расположения валков каландра: 1, 3, 4 – вертикальное; 2 – треугольное; 5 – Г-образное; 6 – Z-образное; 7 – S-образное; 8 – W-образное
Литье под давлением	Основные параметры процесса литья под давлением являются: 1. температура расплава T_p 2. температура формы T_f 3. давление литья P_l 4. давление в форме P_f 5. время выдержки под давлением $t_{вплд}$ 6. время охлаждения $t_{охл}$ 7. или время отверждения в форме $t_{отв}$ для термореактивных материалов. Формование .может осуществляться в инжекционном или интрузионном режиме в зависимости от габаритных размеров формующего изделия.	Плунжерные, червячные литьевые машины. Литьевые формы, литник, термопласт-автомат Способы нагрева материала и ввода его в форму: 1 – литьевой (пластикационный) цилиндр, 2 – электронагреватель для обогрева цилиндра, 3 – литьевой поршень, 4 – механизм загрузки, 5 – неподвижная полуформа, 6 – подвижная полуформа, 7 – литниковый канал 8 – оформляющая полость формы, 9 – электронагреватель для обогрева формы, 10 – остаток материала в цилиндре после впрыска, 11 – изделие, 12 – паз типа «ласточкин хвост» для отрыва от изделия остатка с литником и транспортировки их к окну сброса, 13 – окно сброса остатка, 14 – механизм сброса остатка, 15 – таблетка реактопласта, 16 – ролики электроды генератора ТВЧ, 17 – грану тированная резиновая смесь 18 – загрузочное окно цилиндра, 19 – сопло, 20 – набор стальных шаров, 21 – торпеда, 22 – каналы водяного охлаждения загрузочной зоны цилиндра Способ червячной пластикации материала: 1 – гидроцилиндр смыкания формы, 2 – неподвижная плита колонны узла смыкания, 4 –подвижная плита, 5 –литьевая форма, 6 – неподвижная плита, 7 – червяк, 8 – пластикационный цилиндр, 9 – бункер,

		10 – привод червяка во вращение, 11 – гидроцилиндр осевого перемещения червяка, 12 – доза расплава
Пневмовакuum-формование	Температура формования T_f , время t_f и время нагревания, разность давлений ($P_{атм} - P_2$), давление 0,5-0,7 МПа	Схема негативного пневмо- и вакуумного формования изделий из листов термопластов: а – подогрев листа; б – пневмоформование; в – вакуумное формование: 1 – каналы для воздуха; 2 – форма; 3 – лист полимера; 4 – прижимная рамка; 5 – ИК-нагреватель; 5 – пневмостол; 7 – изделие; 8 – прокладка; 9 – вакуумный стол Схема вакуумного формования с натягом листа на пуансон-форму: а – прогрев листа; б – натяг на пуансон-форму (предварительная вытяжка); в – вакуумное формование: 1 – лист в прижимной рамке; 2 – форма; 3 – прижимное устройство; 4 – изделие. Схема вакуумного формования с предварительным раздувом листа и применением пуансона-толкателя: а – раздув разогретого листа; б – опускание пуансона-толкателя; в – вакуумное формование: 1 – пуансон толкатель; 2 – форма; 3 – прижимная рамка; 4 – раздутый лист (пузырь); 5 – изделие Пневмовакuum-формовочная машина, формы, воздушный компрессор

Таблица 2 – Изделия на основе термопластичных полимеров

1.	Бутылки для уксуса (05-1 л)	2.	Пленки из вспененного материала
3.	Вытянутая пленка	4.	Плиты
5.	Двухосно вытянутая пленка	6.	Плоские пленки
7.	Изоляция и покрытия проволоки	8.	Профили
9.	Изоляция проволоки	10.	Профильные планки
11.	Изоляция проволоки и кабеля	12.	Трубы
13.	Канистры (3-8 л)	14.	Флаконы для косметики (005 01 л)
15.	Лейки (3-8 л)	16.	Фляга для ополаскивателей (1-4 л)
17.	Ленты	18.	Цистерны для жидкого топлива (600-2000 л)
19.	Листы	20.	Широкогорлые бочки (60 200 л)
21.	Мононити	22.	Шланги
23.	Пленки	24.	Щетина

Перечисленные изделия могут быть узлом, элементом более сложной конструкции, так и самостоятельным изделием.

Для решения задания необходимо определиться с типом изделия, с условиями эксплуатации изделия. Подобрать компонентный состав композита в целом и составом связующего.

3.3. В таблице 1 приложения 3 приведены различные виды технологий изготовления изделий на основе термопластов.. Выбрать и определить необходимое технологическое оборудование из таблицы 3 и основные параметры процесса из таблицы 2 для заданной технологии изготовления изделий из композиционных материалов. Обосновать свой выбор.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-3 Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	ПК-3.2 Выбирает и определяет необходимое технологическое оборудование для заданной технологии изготовления изделий из металлических и композиционных материалов

1. В таблице 1 приложения 3 приведены различные виды технологий изготовления изделий на основе термопластов.. Выбрать и определить необходимое технологическое оборудование из таблицы 3 и основные параметры процесса из таблицы 2 для заданной технологии изготовления изделий из композиционных материалов. Обосновать свой выбор.

Приложение 3

Таблица 1 – Технология переработки полимеров

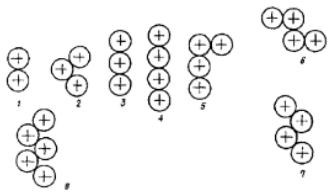
1.	Экструзия
2.	Центробежное формование
3.	Ротационное формование
4.	Пневмовакуум-формование
5.	Литье под давлением
6.	Каландрование
7.	Выдувное формование

Таблица 2 – Основные параметры процесса технологий переработки полимеров

1.	1. температура экструзии 2. скорость выхода заготовки из формующей оснастки 3. степень раздува заготовки 4. температура формы 5. время цикла 6. производительность агрегата
2.	Скорость вращения формы, время нагрева, время охлаждения, время уплотнения расплава, температура нагрева
3.	1. температура по зонам экструдера 2. давление расплава 3. температура зон головки 4. режимы охлаждения экструдированного профиля.
4.	Отношения скоростей вращения валков к максимальной скорости ($v/v_{\max}$) и минимального зазора к радиусу валков (h/R). Ограничения на максимальную скорость каландрования 1, максимально возможное расстояние между валками 2, минимальный расход материала 3, максимальный расход для всей каландровой линии 4.
5.	1. Температура формования T_{ϕ}, 2. время t_{ϕ} и время нагревания, 3. разность давлений ($P_{\text{атм}} - P_2$), 4. давление 0,5-0,7 МПа
6.	При формовании сила тяжести практически не используется вращение формы осуществляется вокруг одной оси –вертикальной горизонтальной или наклонной. Необходимое давление для формования плотных стенок изделия обеспечивается центробежными силами возникающими при вращении формы (с максимальной частотой до 12000 1/мин). Частота вращения формы непосредственно в момент образования изделия должна превышать определенную критическую величину при которой материал удерживается центробежными силами по всей поверхности формы. Для различных материалов критическая частота вращения различна так как она зависит от удельной плотности полимера и его вязкости при температуре формования.
7.	1. температура расплава T_p 2. температура формы T_{ϕ}

	3. давление литья $P_{л}$ 4. давление в форме $P_{ф}$ 5. время выдержки под давлением $t_{впл}$ 6. время охлаждения $t_{охл}$ 7. или время отверждения в форме $t_{отв}$ для термореактивных материалов. 8. Формование .может осуществляться в инжекционном или интрузионном режиме в зависимости от габаритных размеров формуемого изделия.
--	---

Таблица 3 – Основное оборудование переработки полимеров

1.	Агрегат для раздувного формования: экструдер, накопительная головка; рукав; раздувная форма; крепежные плиты; гидравлический узел смыкания формы
2.	Одно-, трех– и четырехшпиндельные установки непрерывного и периодического действия. Установки непрерывного или периодического действия. Машины карусельного типа. Печь; охлаждающая камера. Формы
3.	Установка центробежного формования стеклоизделий Экструдер, форма Установки для центробежного формования состоят из привода, станины и формирующего инструмента
4.	Шнековые машины, или червячные прессы, бесшнековые, или дисковые,экструдеры
5.	Листовальные, промазочные, обкладочные (дублировочные), гладильные и тиснильные каландры. Двух-, трех-, четырех–и пятивалковые каландры. Треугольное, Z-, S–и W-образное расположение валков  Схемы расположения валков каландра: 1, 3, 4 – вертикальное; 2 – треугольное; 5 – Г-образное; 6 – Z-образное; 7 – S-образное; 8 – W-образное
6.	Плунжерные, червячные литьевые машины. Литьевые формы, литник, термопласт-автомат
7.	Пневмовакуум-формовочная машина, формы, воздушный компрессор

Для решения задания необходимо выбрать оборудование и основные параметры технологии (таблица 1)

4.4. В таблице 1 приложения 3 приведены различные виды технологий изготовления изделий на основе реактопластов.. Выбрать и определить необходимое технологическое оборудование из таблицы 3 и основные параметры процесса из таблицы 2 для заданной технологии изготовления изделий из композиционных материалов. Обосновать свой выбор.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-3 Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	ПК-3.2 Выбирает и определяет необходимое технологическое оборудование для заданной технологии изготовления изделий из металлических и композиционных материалов

4. В таблице 1 приложения 3 приведены различные виды технологий изготовления изделий на основе реактопластов.. Выбрать и определить необходимое технологическое оборудование из таблицы 3 и основные параметры процесса из таблицы 2 для заданной технологии изготовления изделий из композиционных материалов. Обосновать свой выбор.

Приложение 4

Таблица 1 – Технология переработки реактопластов

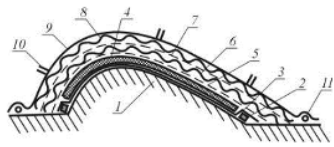
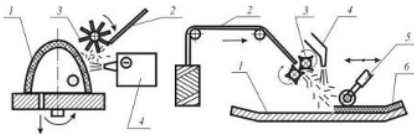
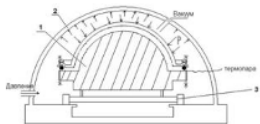
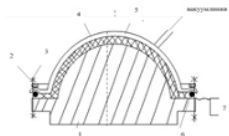
1.	Автоклавное формование
2.	Вакуумное формование
3.	Намотка
4.	Напыление
5.	Пресскамерное формование
6.	Пресскамерное формование
7.	Пултрузия
8.	Ролтрузия
9.	Ручная выкладка
10.	Термокомпрессионное формование

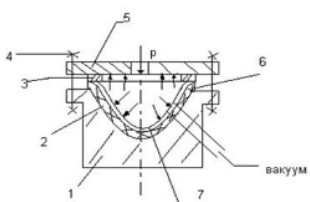
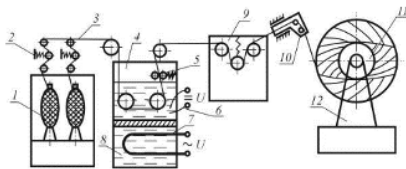
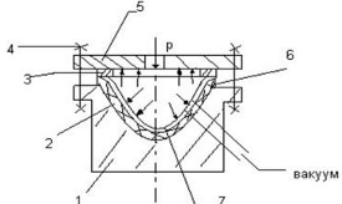
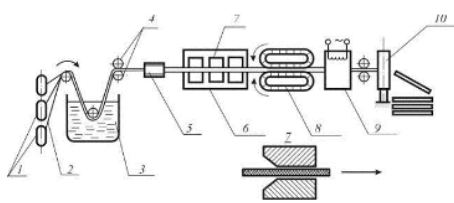
Таблица 2 – Основные параметры процесса технологий переработки реактопластов

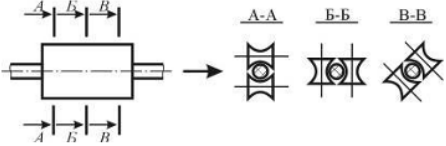
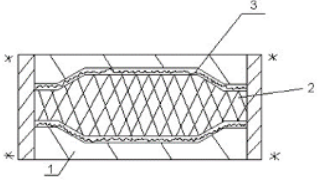
1.	Параметры процесса контактного формования композитов: (температура давление их изменение во времени продолжительность формования и выдержки) зависят от свойств связующего и наполнителя конфигурации и размеров формируемого изделия.
2.	Соблюдение допустимой толщины – 1,5 мм
3.	В автоклаве может создаваться избыточное давление до 15 атмосфер и температура до 300°С..
4.	1. Натяжение армирующего материала (АМ) 2. Степень наноса (может не регулироваться); натяжение армирующего материала в момент наноса контактное давление в зоне наноса; вязкость связующего (СВ); температура СВ и АМ; направление наноса СВ 3. Натяжение; контактное давление; вязкость; температура; скорость протяжки; расположение полуфабриката в процессе намотки 4. Силы трения; силы взаимодействия с элементами обеспечивающими натяжение; контактное давление; углы обхвата элементов 5. Усилие отжима 6. Контактное давление; температура раскладчика; углы обхвата элементов
5.	Давление рабочей среды. В качестве рабочей среды применяют сжатый воздух, перегретый пар или горячую воду. Температура и время термообработки
6.	Нагрев индукционный фильер может быть несколько. Для пултрузии используют расплавы смол не содержащих растворителя. Этот процесс полностью автоматизирован.
7.	При этом способе отверждение и придание необходимой конфигурации осуществляется в 1 стадию. При ролтрузии применяются связующие с низкой вязкостью и скоростью отверждения 15 мин.
8.	Давление формования. Температура и время термообработки

9.	Давление рабочей среды. В качестве рабочей среды применяют сжатый воздух, перегретый пар или горячую воду. Температура и время термообработки
10.	Уплотнение материала при вакуумном формовании с эластичной диафрагмой может быть достигнуто с использованием атмосферного давления путем вакуумирования слоев стеклопластика в процессе его отверждения. Внешнее атмосферное давление величиной до 1 атмосферы

Таблица 3 – Основное оборудование переработки реактопластов

1.	 Структура технологического пакета при выкладке: 1 – форма; 2 – ограничитель; 3 – антиадгезионный слой; 4 – формируемое изделие; 5 – разделительная перфорированная пленка; 6 – впитывающий слой; 7 – цулага; 8 – дренажный слой; 9 – вакуумный мешок; 10 – клапан вакуумной системы; 11 – герметизирующий жгут Валики
2.	 Схема нанесения покрытий напылением: 1 – форма; 2 – ровинг; 3 – рубильное устройство; 4 – форсунки со связующим; 5 – прикатной валик; 6 – уплотненный слой ПКМ; а – электроосаждение; б – уплотнение прикатным валиком
3.	 1 Вакуумный мешок по типу вакуумного формования. 2. Автоклав, а в случае использования в качестве рабочей среды глицерина – гидроклав.
4.	Форма, эластичная диафрагма (вакуумный мешок)  1. – форма. 2. – прижим. 3. – зажимное устройство (механическое или гидравлическое). 4. – формируемое изделие. 5. – вакуумный мешок. 6. – уплотнительный жгут. 7. – термopа.

5.	 1– форма; 2 – формируемое изделие; 3 – герметизирующий шнур; 4 – зажимное устройство; 5 – плита прижимная; 6 – термопара; 7 – эластичная диафрагма Термошкаф
6.	 Схема "мокрой" намотки: 1 –шпулярник; 2 – индивидуальные натяжители нитей; 3 –арматура; 4 –пропиточная ванна со связующим; 5 –отжимные ролики; 6 –система подогрева и контроля температуры связующего; 7 – ТЭН; 8 –масло; 9 –натяжитель сформированной ленты; 10 –раскладчик; 11 –вращающаяся оправка; 12 –намоточный станок Многофункциональный роботизированный комплекс, вспомогательное оборудование (шпулярники, бобинодержатели, станции хранения оправок, станции извлечения оправки, станции пропитки связующим, станции хранения и дозации, системы дозации песка для GRE труб)
7.	 1– форма; 2 – формируемое изделие; 3 – герметизирующий шнур; 4 – зажимное устройство; 5 – плита прижимная; 6 – термопара; 7 – эластичная диафрагма Термошкаф
8.	Пултрузионные линии подразделяются на два вида машин: гидравлические экструдеры; пневматические гусеничные экструдеры. Специальные пресс-формы  Схема пултрusionии: 1 – шпули; 2 – арматура; 3 – ванна со связующим; 4 – отжимающие ролики; 5 – направляющая; 6 – форма с фильерами; 7 – фильера; 8 – тянущее устройство; 9 – печь; 10 – отрезное устройство

9.	 Схема формирующего узла при роллтрении Роль фильеры выполняют группы профилированных роликов (рис.3.22), последовательно формирующих контур поперечного сечения изделия.
10.	 1 – разборная форма, 2 – рабочий эластичный формирующий элемент, 3 – формируемое изделие Основные элементы оснастки: жесткая форма, эластичный элемент.

Для решения задания необходимо выбрать оборудование и основные параметры технологии (таблица 1)

5.5. Для решения задания необходимо разработать технологическую схему (рисунок 1) процесса изготовления изделия методом экструзии либо выдувным формованием, выбрав соответствующее оборудование: шнек (рисунок 3), экструзионные головки (таблица 2), полимер (таблица 3), параметры техпроцесса, исходя из условий изготовления изделия (таблица 4). Обосновать свой выбор.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
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

5. Для решения задания необходимо разработать технологическую схему (рисунок 1) процесса изготовления изделия методом экструзии либо выдувным формованием, выбрав соответствующее оборудование: шнек (рисунок 3), экструзионные головки (таблица 2), полимер (таблица 3), параметры техпроцесса, исходя из условий изготовления изделия (таблица 4). Обосновать свой выбор.

Приложение 5

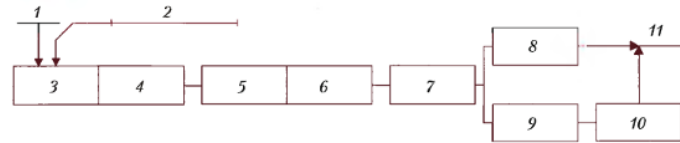


Рисунок 1 – Схема экструзионной линии: 1 – источник энергии; 2 – полимерное сырье; 3 – экструдер; 4 – формующая головка; 5 – калибровка; 6 – охлаждение; 7 – тянущее устройство; 8 – намотка; 9 – сепаратор; 10 – приемное устройство; 11 – экструдат.

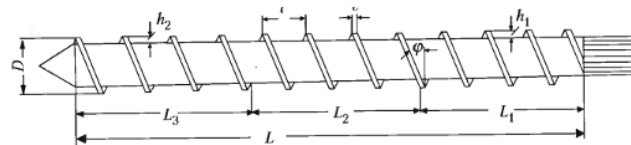


Рисунок 2 – Устройство шнека: длина (L) и диаметре (D), а также отношение длины к диаметру (L/D); глубина нарезки в начале и конце шнека (h_1 и h_2); длины отрезков с различной глубиной нарезки (L_1 , L_2 , L_3); ширина гребня (e); шаг витка (t); угол винтовой нарезки (ϕ).

Общепринятые размерные параметры шнеков: диаметр - 45, 60, 90, 120, 150, 200, 250 мм; длина от 20 до 30D.

Глубины нарезки (h_1 и h_2) определяют коэффициент сжатия шнека; они необходимы для уплотнения полимерной массы при переходе в состояние плавления.

Размерные параметры шага витка (t) и ширины гребня (e) согласуются с размерами шнека и, как правило, составляют $t = D$, а $e = 0,1D$.

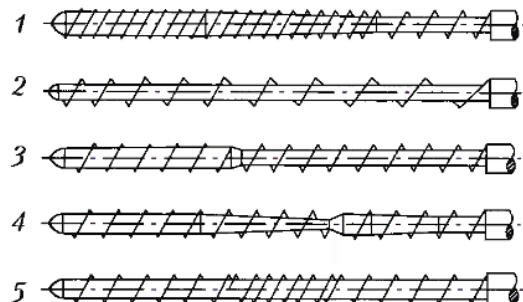


Рисунок 3 – Различные формы шнека:

- 1 – в зоне загрузки однозаходный, а в зоне плавления и дозирования двухзаходный;
- 2 – однозаходный шнек с уменьшающимся шагом нарезки и постоянной глубиной канала;
- 3 – однозаходный шнек со скоростным сжатием (ускоренным плавлением);
- 4 – однозаходный шнек с системой дегазации;
- 5 – барьерный шнек, в зоне дозирования двухзаходный.



Рисунок 4 – Разделение шнека на три стадии технологического процесса

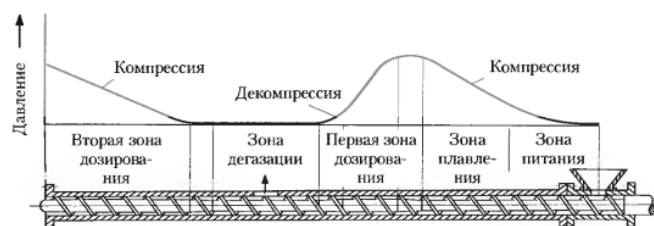


Рисунок 5 – Профиль давления на шнеке с системой дегазации

Для решения задания необходимо разработать технологическую схему (рисунок 1) процесса изготовления изделия, выбрав оборудование: шнек (рисунок 3), экструзионные головки (таблица 2), полимер (таблица 3), параметры техпроцесса, исходя из условий изготовления изделия (таблица 4).

Таблица 1 – Технология переработки термопластов методом экструзии и выдувным формованием

Технология	Основные параметры процесса	Основное оборудование
Выдувное формование	1. температура экструзии 2. скорость выхода заготовки из формующей оснастки 3. степень раздува заготовки 4. температура формы 5. время цикла 6. производительность агрегата	Агрегат для раздувного формования: 1 – экструдер, 2 – накопительная головка; 3 – рукав; 4 – раздувная форма; 5 – крепежные плиты; 6 – гидравлический узел смыкания формы Основной параметр, по которому классифицируются и подбираются агрегаты, – максимальный объем изделия. Существуют агрегаты, на которых можно получать изделия емкостью от 0,005 до 500 л. Экструдеры с относительно небольшим отношением L/D – 16/25. Схема производства полых изделий экструзионно-выдувным формованием трубчатой заготовки из термопластов: а – экструзия трубчатой заготовки; б – раздув заготовки и формование изделия; в – сьем изделия (каналы в форме для выхода вытесняемого раздуваемой заготовкой воздуха не показаны); 1 – шнек; 2 – цилиндр экструдера; 3 – кран для подачи сжатого воздуха для формования; 4 – дорн; 5 – мундштук формующей головки экструдера; 6 трубчатая заготовка расплава полимера; 7 – полуформа; 8 – привод смыкания и размыкания полуформ; 9 – пресс-конт; 10 – изделие
Экструзия	1. температура по зонам экструдера 2. давление расплава 3. температура зон головки 4. режимы охлаждения	Схема одночервячного экструдера (отдельно показано сечение канала червяка) 1. материальный цилиндр, 2. червяк, 3. загрузочное устройство, 4 формующий инструмент 5. нагреватели,

	экструдированного профиля.	6. привод червяка, закрепленный в опорном узле, 7. электродвигатель, 8. редуктор и 9. муфта Шнековые машины, или червячные прессы, бесшнековые, или дисковые, экструдеры
--	----------------------------	---

Таблица 2 – Экструзионные головки

1.	Экструзионные головки в производстве плоских пленок и листов	Плоскощелевая головка: 1 – регулировочные винты; 2 – губки; 3 – упругий элемент дросселя; 4 – распределительный канал
		Экструзионная головка: 1 – распределительный канал; 2 – зона опережения; 3 – область скоса
2.	Экструзионные головки для получения рукавной пленки методом раздува	Головка для получения рукавной пленки с боковой подачей расплава: 1 – центрирующий винт; 2 – регулируемый подводящий канал
		Угловая головка для получения рукавной пленки с центральной подачей расплава
		Прямоточная головка со спиральным распределением расплава
3.	Головки для нанесения изоляции экструзией	Принцип облицовки кабеля: а – облицовка внутри головки; б – облицовка вне головки
4.	Экструзионная головка с калибровочным устройством	Экструзионная головка с калибровочным устройством, предназначенная для изготовления сплошного профиля (а) и трубы
		Экструзионная головка с калибровочным устройством, предназначенная для изготовления из вспенивающегося полимерного материала (б)
5.	Экструзионная головка для получения трехслойной пленки (принцип спирального дорна)	
6.	Экструзионная головка для производства сеток	
7.	Головка с боковой подачей расплава, используемая для получения полых изделий	
8.	Угловая головка с осевым обтеканием	Угловая головка с осевым обтеканием для переработки ПВХ
9.	Накопительные головки	Накопительная головка для получения выдувных изделий большого объема: 1 корпус экструзионной головки; 2 – пиноль; 3 - гильза, еющая форму усеченного конуса; 4 внешний тангенсоидный канал; 5 – внутренний кольцевой канал; 6 - участок соединения; 7 – вертикально перемещаемым кольцевой плунжер; 8 – коллектор расплава; 9 – стопорное кольцо мундштука; 10 – горизонтально перемещаемый мундштук; 11 - вертикально перемещаемый дорн; 12 – сквозное осевое отверстие

Таблица 3 – Полимер и температура его переработки

Полимер	Температура переработки, °С
Ацетат целлюлозы	160-200
Полистирол (обычный полистирол)	170-210
Сополимер стирол с бутадиеном	170-220
Сополимер акрилонитрил-бутадиена со стиролом	170-220
Полиэтилен высокого давления (полиэтилен низкой плотности)	130-200
Полиэтилен низкого давления (полиэтилен высокой плотности)	140-220
Полипропилен	180-260
Непластифицированный поливинилхлорид (винипласт)	180-200
Сополимеры поливинилхлорида	180-210
Пластифицированный поливинилхлорид (пластикат)	150-190
Полиметилметакрилат	160-190
Поликарбонат	300-340
Полиамид	260-300
Полиформальдегид	170-200

Таблица 4 – Изделия на основе термопластичных полимеров

1.	Вытянутая пленка
2.	Двухосно вытянутая пленка
3.	Плиты
4.	Плоские пленки
5.	Трубы
6.	Листы
7.	Пленки
8.	Шланги

6.6. Для решения задания необходимо выбрать соответствующие технологию и оборудование (таблица 1) для переработки полимеров (таблица 2), исходя из температуры переработки (таблица 2). Обосновать свой выбор.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
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

6. Для решения задания необходимо выбрать соответствующие технологию и оборудование (таблица 1) для переработки полимеров (таблица 2), исходя из температуры переработки (таблица 2). Обосновать свой выбор.

Приложение 6

Таблица 1 – Технология переработки термопластов методом экструзии и выдувным формованием

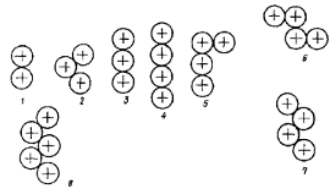
	Технология	
1.	Выдувное формование	Агрегат для раздувного формования: экструдер, накопительная головка; рукав; раздувная форма; крепежные плиты; гидравлический узел смыкания формы
2.	Ротационное формование	Одно-, трех- и четырехшпиндельные установки непрерывного и периодического действия. Установки непрерывного или периодического действия. Машины карусельного типа. Печь; охлаждающая камера. Формы
3.	Центробежное формование	Установка центробежного формования стеклоизделий Экструдер, форма Установки для центробежного формования состоят из привода, станины и формующего инструмента
4.	Экструзия	Шнековые машины, или червячные прессы, бесшнековые, или дисковые,экструдеры
5.	Каландрование	Листовальные, промазочные, обкладочные (дублировочные), гладильные и тиснильные каландры. Двух-, трех-, четырех-и пятивалковые каландры. Треугольное, Z-, S-и W-образное расположение валков  Схемы расположения валков каландра: 1, 3, 4 – вертикальное; 2 – треугольное; 5 – Г-образное; 6 – Z-образное; 7 – S-образное; 8 – W-образное
6.	Литье под давлением	Плунжерные, червячные литьевые машины. Литьевые формы, литник, термопласт-автомат
7.	Пневмовакуум-формование	Пневмовакуум-формовочная машина, формы, воздушный компрессор
8.		Агрегат для раздувного формования: экструдер, накопительная головка; рукав; раздувная форма; крепежные плиты; гидравлический узел смыкания формы

Таблица 2 – Полимер и температура его переработки

	Полимер	Температура переработки, °С
1.	Ацетат целлюлозы	160-200
2.	Полистирол (обычный полистирол)	170-210
3.	Сополимер стирол с бутадиеном	170-220
4.	Сополимер акрилонитрил-бутадиена со стиролом	170-220
5.	Полиэтилен высокого давления (полиэтилен низкой плотности)	130-200

6.	Полиэтилен низкого давления (полиэтилен высокой плотности)	140-220
7.	Полипропилен	180-260
8.	Непластифицированный поливинилхлорид (винипласт)	180-200
9.	Сополимеры поливинилхлорида	180-210
10.	Пластифицированный поливинилхлорид (пластикат)	150-190
11.	Полиметилметакрилат	160-190
12.	Поликарбонат	300-340
13.	Полиамид	260-300
14.	Полиформальдегид	170-200

7.7. Для решения задания необходимо разработать технологическую схему процесса изготовления изделия из композиционных материалов (таблица 1) методом намотки либо пултрузией, выбрав соответствующее оборудование, оснастку (таблица 2), наполнитель (таблица 3) и связующее (таблица 4). Обосновать свой выбор.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
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

Для решения задания необходимо разработать технологическую схему процесса изготовления изделия из композиционных материалов (таблица 1) методом намотки либо пултрузией, выбрав соответствующее оборудование, оснастку (таблица 2), наполнитель (таблица 3) и связующее (таблица 4). Обосновать свой выбор.

Таблица 1 – Изделия на основе реактопластичных полимеров

1.	Баллон давления
2.	Трубы
3.	Двутавровые балки
4.	Желоба
5.	Цистерны
6.	Швеллеры

Таблица 2 – Технологии переработки реактопластов

Технология	Оборудование, оснастка, инструмент
Намотка	Многофункциональный роботизированный комплекс, вспомогательное оборудование (шпулярники, бобинодержатели, станции хранения оправок, станции извлечения оправки, станции пропитки связующим, станции хранения и дозации, системы дозации песка для GRE труб) 1 –шпулярник; 2 – индивидуальные натяжители нитей; 3 –арматура; 4 – пропиточная ванна со связующим; 5 –отжимные ролики; 6 –система подогрева и контроля температуры связующего; 7 – ТЭН; 8 –масло; 9 – натяжитель сформированной ленты; 10 –раскладчик; 11 –вращающая оправка; 12 –намоточный станок
Пултрузия	Пултрузионные линии подразделяются на два вида машин: гидравлические экструдеры; пневматические гусеничные экструдеры. Специальные пресс-формы 1 – шпули; 2 – арматура; 3 – ванна со связующим; 4 – отжимающие ролики; 5 – направляющая; 6 – форма с фильерами; 7 – фильера; 8 – тянущее устройство; 9 – печь; 10 – отрезное устройство

Таблица 3 – Основные свойства неорганических армирующих волокон и нитей

Волокна		Диаметр мкм	Плотность, 10 ³ , кг/м ³	Температура плавления, °C	Модуль упругости, ГПа	Прочность, ГПа
Стеклянное	Типы А и С	0,5...30	2,5...2,6	700...900	50...70	1,5...2,0
Стеклянное	Типы Е и S	3...30	2,6...2,8	900...1000	70...90	2,0...5,0
Базальтовое	-	10...18	2,7...2,9	100...1200	70...90	1,8...1,9
Борное	В	100...150	2,4...2,6	2100...2500	380...430	2,5...4
Кварцевое	SiO ₂	3...10	2,2...2,25	1600...1700	70...75	3...6
Алюминий-оксидное	Al ₂ O ₃	15...25	2,9...3,9	2000...2100	350...380	1,4...2,4
Цирконий-оксидное	ZrO ₂	4...6	3,8...5,5	2650...2700	350...430	1,4...2,1
Кремний-карбидное	SiC	100...150	3,1...3,2	2700...2800	400 ...480	1...3,5
Боро-карбидное	B ₄ C	10...12	2,3...2,5	2400...2500	300...350	1,3...1,7

Таблица 4 – Свойства отвержденных термореактивных смол

Тип смолы	Марка	Плотность, кг/м ³	Временное сопротивление, σ_b , МПа	Относительное удлинение при разрыве, %	Модуль упругости при растяжении, ГПа
Фенолоформальдегидная	Бакелит А	1200	42	2,0	2,10
	ВФТ	1200	50	3,4	2,45
	ФН	1250	51	1,6	3,26
Эпоксифенольная	ЭФ32-301	1200	37	1,5	2,78
Полиэфирная	ПН-1	1100	42	5,0	2,10
Кремнийорганическая	К-9	1210	11	0,6	1,72
	К-93	1210	21	1,0	2,16

8.Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа по дисциплине «Технологические процессы, оборудование, оснастка и инструмент», направленная на развитие интеллектуальных умений, общекультурных и профессиональных компетенций, развитие творческого мышления у студентов, включает в себя следующие виды работ по основным проблемам курса: • выполнение расчетных работ, обработка и анализ данных; • решение задач.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
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

Для решения задания необходимо разработать технологическую схему процесса изготовления изделия из композиционных материалов, выбрать соответствующее оборудование, оснастку, наполнитель) и связующее. Обосновать свой выбор.

Для защиты курсового проекта необходимо представить пояснительную записку, оформленную по стандарту предприятия СК ОПД 01-142 -2019, чертежи или плакаты, доклад 8-10 мин., презентацию к докладу. Ответить на вопросы комиссии.

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.

4. Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.