

**Методические указания  
к практическим занятиям  
по дисциплине  
«Инновационные технологии  
получения ПКМ»**

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Энгельский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»**

**Методические указания  
к практическим занятиям  
по дисциплине  
«Инновационные технологии  
получения ПКМ»**

для студентов направлений  
18.04.01 – Химическая технология,

Энгельс 2026

## **Тема 1. Современное состояние полимерных композиционных материалов в мировой и отечественной практике и перспективы их развития**

Задание 1. Характеристика современного состояния, основных тенденций и сдерживающих факторов развития мирового и отечественного рынка полимерных композиционных материалов.

Задание 2. Охарактеризуйте комплекс требований, предъявляемых к полимерным композиционным материалам высокотехнологичными отраслями инновационной отечественной экономики (авиа-, автомобиле- и судостроение, ветроэнергетика и др.).

Задание 3. Основные задачи приоритетных комплексных исследований в области отечественных полимерных композиционных материалов на современном этапе.

## **Тема 2. Принципы создания, свойства, области применения полимерных композиционных материалов**

Задание 1. Роль, назначение матриц и основные типы матриц, используемых для получения композиционных материалов.

Задание 2. Обоснуйте выбор полиамидной матрицы, используемой для получения композиционных материалов общетехнического назначения.

Задание 3. Обоснуйте выбор эпоксидной матрицы, используемой для получения клеевых композиций в приборостроении.

Задание 4. Роль и назначение дисперсно-волоконистых наполнителей, критерии оценки совместимости связующего и наполнителя при создании ПКМ.

Задание 5. Обоснуйте выбор углеродных волоконистых наполнителей для получения композиционного материала на основе эпоксидной матрицы.

Задание 6. Обоснуйте выбор базальтовых волоконистых материалов для получения композитов на основе эпоксидной матрицы.

Задание 7. Обоснуйте выбор стеклянных волокон и нитей для получения композитов на основе полиамидной матрицы.

Задание 8. Дайте характеристику эксплуатационных свойств ПКМ, применяемых в автомобильной и сельскохозяйственной технике.

Задание 9. Дайте характеристику эксплуатационных свойств ПКМ, применяемых в железнодорожном машиностроении.

Задание 10. Дайте характеристику эксплуатационных свойств ПКМ, применяемых в строительном секторе.

### Задачи

Задание 1. Определить удельную норму расхода поливинилхлорида, пластификатора и наполнителя (микрорамора) при получении композиции, используемой в производстве 1 тонны линолеума.

Исходные данные:

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
Композиция,%, ПВХ(порошок)	35	40	35	40	30
Пластификатор (жидк.)	25	25	20	35	30
Микрорамор (порошок)	40	35	45	25	40
Потери полимера по технологическим пере-ходам, %, - смешение	0,5	0,70	0,60	0,55	0,65
- грунтовка полотна	0,2	0,20	0,15	0,15	0,25
-т/обработка грунто- ванного полотна	0,1(летуч)	0,15	0,09	0,10	0,09
-каландрование и ох-лаждение линолеум-ного полотна	–	0,05	-	-	-
- механическая обра- ботка полотна и сма- тывание в рулон	5,2	5,00	4,60	5,40	4,80

Задание 2. Определить удельную норму расхода сырьевых компонентов, используемых для производства полимерной арматуры на основе эпоксидного связующего и волокнистого наполнителя.

Исходные данные:

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
Производственная мощность, т/год	46	40	42	45	50
Содержание волокнистого наполнителя, %	31	25	35	30	31
Соотношение ЭД-20: ПЭПА	9:1	9:1	9:1	9:1	9:1
Потери полимера по технологическим переходам, %	4	4,5	4,8	4,2	4,6
Масса 1 паковки нити, кг	1,4	1,6	1,5	1,8	1,3

### **Тема 3. Перспективные технические решения, применяемые в мировой практике для получения полимерных композитов**

Задание 1. Проведите анализ современных способов увеличения жизнеспособности препрегов, получаемых на основе реактопластичных матриц в технологии полимерных композитов.

Задание 2. Дайте характеристику физико-химических процессов, обеспечивающих возможность направленного регулирования технологической жизнеспособности реактопластичных связующих в условиях их длительного хранения.

Задание 3. Дайте характеристику инновационного способа отдельного нанесения компонентов, используемого при получении композитов на основе реактопластичных матриц.

Задание 4. Обоснуйте перспективы применения способа отдельного нанесения компонентов в технологии получения композитов, удовлетворяющих современным эксплуатационным требованиям.

Задание 5. Дайте характеристику инновационного способа слоевого нанесения компонентов, используемого при получении композитов на основе реактопластичных матриц.

Задание 6. Обоснуйте перспективы применения способа слоевого нанесения компонентов в технологии получения композитов с повышенными деформационно-прочностными характеристиками.

Задание 7. Дайте характеристику инновационного способа полимеризационного совмещения компонентов, используемого при получении композитов на основе термопластичных матриц.

Задание 8. Обоснуйте перспективы применения способа полимеризационного совмещения компонентов в технологии получения композитов с улучшенными функциональными свойствами.

Задание 9. Дайте характеристику инновационного способа поликонденсационного совмещения компонентов, используемого при получении композитов на основе реактопластичных матриц.

Задание 10. Обоснуйте перспективы применения способа поликонденсационного совмещения компонентов в технологии получения композитов с новыми функциональными свойствами.

### Задачи

Задание 1. Определить расход тепла и электроэнергии на сушку гранулята полиэтилентерефталата (ПЭТФ), используемого для производства армирующих нитей в технологии ПКМ.

Исходные данные:

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
Число аппаратов поликонденсации дигликольтерефталата	4	5	3	1	2
Производительность аппарата поликонденсации, кг/час	650	600	700	650	700
Потери ПЭТФ при грануляции и сушке, %	1,5	1,8	1,6	1,5	1,7
Содержание влаги в грануляте ПЭТФ, % до сушки после сушки	1,2 0,01	1,3 0,01	1,2 0,01	1,3 0,01	1,4 0,01
Температура сушки гранулята ПЭТФ, К	450	450	450	450	450
Потери тепла, %	5	7	6	3	5
Потери электроэнергии, %	10	10	10	10	10

Справочные данные: Теплоемкость ПЭТФ – 1,127 кДж/ кг\*К; воды – 4,19 кДж/кг\*К; Теплота парообразования воды – 2258 кДж/кг; Переводной коэффициент кДж/ Вт = 3,6.

#### **Тема 4. Технологические особенности инновационных методов создания полимерных композиционных материалов различного функционального назначения**

1. Дайте характеристику технологических особенностей прессования изделий из препрегов с увеличенным сроком хранения (до 3 суток), получаемых способом раздельного нанесения компонентов на основе эпоксидного связующего.

2. Обоснуйте выбор состава отверждающей системы в технологии получения препрегов на основе эпоксидного связующего способом слоевого нанесения компонентов.

3. Дайте характеристику технологических особенностей способа слоевого нанесения компонентов связующего при получении армированных реактопластов, перерабатываемых в изделия с повышенными механическими свойствами методами прямого прессования или намотки.

4. Обоснуйте необходимость корректировки технологических нормативов на расход материалов, полуфабрикатов, тепла и энергии при получении композитов на основе реактопластичных связующих методом слоевого нанесения компонентов.

5. Дайте оценку технического уровня композиционных материалов, получаемых с использованием способа слоевого нанесения компонентов в технологии армированных реактопластов.

6. Охарактеризуйте технологические особенности применения способа полимеризационного совмещения компонентов в производстве наполненных термопластов на примере получения модифицированного окисленным графитом полиамида-6.

7. Обоснуйте необходимость корректировки технологических нормативов на расход материалов, полуфабрикатов, тепла и энергии при получении композитов на основе термопластичных связующих методом полимеризационного совмещения компонентов.

8. Дайте оценку конкурентоспособности композиционного материала, получаемого способом полимеризационного совмещения компонентов в технологии наполненных термопластов.

9. Охарактеризуйте технологические особенности применения способа поликонденсационного совмещения компонентов при получении наполненных реактопластов с функциональными свойствами на примере катионообменных волокнистых композитов на основе фенолформальдегидной смолы.

10. Дайте оценку конкурентоспособности композиционного материала функционального назначения, получаемого способом поликонденсационного совмещения компонентов в технологии наполненных реактопластов.

#### Задачи

Задание 1. Рассчитать необходимое количество технологических линий для производства полимерной арматуры на основе эпоксидного связующего и волокнистого наполнителя.

Исходные данные:

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
Производственная мощность, т/год	46	45	50	42	44
Содержание волокнистого наполнителя, %	31	30	35	33	35
Линейная плотность нити, г/м	1,4	1,5	1,4	1,5	1,6
Потери по технологическим переходам, %	4,0	4,5	4,8	3,8	4,0
Эффективный фонд рабочего времени, дни	223	230	230	225	220
Режим работы, смены	2	4	2	4	2
Продолжительность рабочего дня, час	8	6	8	6	8
Линейная скорость протяжки, м/мин	0,47	0,50	0,45	0,47	0,49

## Список литературы

1. Технология переработки полимеров. Физические и химические процессы: учебное пособие для вузов / М. Л. Кербер [и др.] ; под редакцией М. Л. Кербера. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 316 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04915-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468286> .

2. Шерышев, М. А. Технология переработки пластмасс. Современные особенности технологии термоформования : учебное пособие для вузов / М. А. Шерышев, А. Е. Шерышев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 267 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14652-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/478164>.

3. Сутягин, В. М. Основы проектирования и оборудование производств полимеров : учебное пособие для вузов / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков, В. Г. Бондалетов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-7364-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159500> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Берлин А.А. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие/ под ред. А.А. Берлина.- Санкт-Петербург: ЦОП «Профессия».- 2018.- 600 с.

Всего экземпляров – 5.

5. Технологические процессы получения и переработки полимерных материалов: учебное пособие / Н. В. Улитин, К. А. Терещенко, В. Г. Бортников [и др.]. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. — 196 с. — ISBN 978-5-7882-1789-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/62310.html> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

6. Ким, В. С. Теория и практика экструзии полимеров / Ким В. С. - Москва : КолосС, 2013. - 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений) - ISBN 5-9532-0231-8. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953202318.html> - Режим доступа : по подписке.

7. Бобрышев, А. Н. Полимерные композиционные материалы : учеб. пособие / Бобрышев А. Н. , Ерофеев В. Т. , Козомазов В. Н. - Москва : Издательство АСВ, 2013. - 480 с. - ISBN 978-5-93093-980-4. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939804.html> - Режим доступа : по подписке.

8. Панова, Л.Г. Наполнители для полимерных композиционных материалов: учебное пособие /Панова Л.Г., Левкина Н.Л., Потехина Л.Н. - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2020. - 68 с.

Всего экземпляров - 25.

9. Борисова, Н. В. Полимерматричные композиционные материалы на основе волокнистых отходов окси-ПАН: монография / Н. В. Борисова, О. А. Моругова, Т. П. Устинова. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 103 с. — ISBN 978-5-4487-0598-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87587.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

10. Научно-технологические принципы создания полимерматричных композитов на основе приоритетных наполнителей с заданным комплексом свойств : монография /Устинова Т.П., Панова Л.Г., Кардаш М.М., Кадыкова Ю.А., Левкина Н.Л., Плакунова Е.В., Бурмистров И.Н. - Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2014. - 111 с.

Всего экземпляров - 25.

11. Студенцов, В.Н. Технология наполненных реактопластов. Формование и отверждение изделий из реактопластов / Студенцов В.Н. : учебное пособие - Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2013. - 92 с.

Всего экземпляров - 25.

12. Артеменко, С.Е. Физико-химические основы технологии базальтопластиков. Структура и свойства: монография / Артеменко С.Е., Кадыкова Ю.А. - Саратов : Саратов. гос. техн. ун-т, 2012. - 144 с.

Всего экземпляров - 15.

13. Термопластичные связующие в производстве полимерматричных композиционных материалов: учебное пособие / Л.Г.Панова, Е.В.Плакунова, Л.Н.Потехина, Н.Л.Левкина. - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2020. – 116 с.

Всего экземпляров - 15.

14. Панова Л.Г. Способы, технология и оборудование переработки ПКМ методами прессования и литья под давлением: учеб. пособие / Л.Г.Панова, С.Г.Кононенко, Т.П.Устинова. – Саратов: СГТУ. 2007. – 119 с.

Всего экземпляров - 15.

15. Бычкова, Е. В. Процессы изготовления изделий из полимеров и композитов методами прессования и литья под давлением : учебное пособие для бакалавров / Е. В. Бычкова, Н. В. Борисова, Л. Г. Панова. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 136 с. — ISBN 978-5-4497-0844-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102243.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей.