

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Волгоградский государственный технический университет"

ВПИ (филиал) ВолгГТУ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ 2017 г.

Реология материалов
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Химия, технология и оборудование химических производств	
Учебный план	18.03.02-MODUL-zaoch-PRKL-n16.plx Направление 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии профиль "Машины и аппараты химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств"	
Квалификация	бакалавр	
Форма обучения	заочная	
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ	
Часов по учебному плану	180	Виды контроля на курсах: экзамены 4 зачеты с оценкой 3
в том числе:		
аудиторные занятия	38	
самостоятельная работа	142	

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		4		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Вид занятий						
Лекции	6	6	10	10	16	16
Лабораторные	10	10	12	12	22	22
В том числе инт.	6		10		16	
Итого ауд.	16	16	22	22	38	38
Контактная работа	16	16	22	22	38	38
Сам. работа	56	56	86	86	142	142
Итого	72	72	108	108	180	180

Программу составил(и):

д.т.н., профессор кафедры «ВХТО» Тишин О.А. _____

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Химия, технология и оборудование химических производств

Протокол от _____ 2017 г. № ____

Срок действия программы: 2017-2021 уч.г.

Зав. кафедрой д.х.н., профессор Бутов Г.М.

Рабочая программа дисциплины

Реология материалов

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» профиль подготовки «Машины и аппараты химических производств» (уровень бакалавриата)

Утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 227

составлена на основании учебного плана:

Направление 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
профиль "Машины и аппараты химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств"

утвержденного учёным советом вуза от 30.08.2017 протокол № 1.

Рабочая программа одобрена ученым советом факультета

Протокол от _____ 2017 г. № ____

Срок действия программы: 2017-2021 уч.г.

Декан факультета _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель дисциплины состоит в освоении студентами основ реологии материалов.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.В.ДВ.04
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Дисциплина «Реология материалов» основывается на знаниях, полученных при изучении следующих учебных дисциплин: «Математика», «Физика», «Химия», «Теоретическая механика», «Сопrotивление материалов».	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Знания, полученные при изучении дисциплины «Реология материалов» и полученные компетенции необходимы при изучении курсов «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология», «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессах в ХТ, НХ и БТ», «Машины и аппараты химических производств».	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-2:	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК-3:	способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы
ПК-1:	способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	свойства жидкостей различной физической природы и их течение
3.2	Уметь:
3.2.1	осуществлять теоретический анализ и выполнять расчеты.
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками в определении свойств жидкостей и использовании этих знаний для расчета технологического оборудования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Интре ракт.	Примечание
	Раздел 1. Физические основы течения жидкостей, сред, материалов.						
1.1	Напряжения. Деформации. Механика течения. Напряжения и скорость сдвига. /Лек/	3	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
1.2	Вязкость. Кинематическая, динамическая, эффективная вязкость. Молекулярно-кинетические представления течения жидкостей и различных сред. Аномалия вязкости. /Лек/	3	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
1.3	Кривые течения. Классификация жидкостей по реологическому поведению. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Основные закономерности течения. Зависимость вязкости от температуры. Энергия активации вязкого течения. /Лек/	3	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	

	Раздел 2. Вязкоупругие материалы и эластические жидкости.						
2.1	Ползучесть. Релаксация. Динамические функции. Модели. Параметры: мгновенный модуль, начальная вязкость, динамический и релаксационный модули, время релаксации. /Лек/	3	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
2.2	Релаксационные спектры. Эффект Вайсенберга. Разбухание струи. Разрушение расплава. Эластическая турбулентность. /Лек/	3	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
2.3	Моделирование поведения при деформировании вязкоупругого тела и эластичной жидкости. Модели Максвелла и Кельвина Фойчта. /Лек/	3	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
	Раздел 3. Основы практической реологии и реометрии.						
3.1	Классификация экспериментальных методов измерения реологических свойств материалов и построение кривых течения. Капиллярная вискозиметрия. Ротационная вискозиметрия. Сдвиговые и сжимающие пластометры. Метод падающего шара. Измерение вязкоупругих свойств вибрационными методами. /Лек/	4	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
3.2	Определение индекса течения, коэффициентов вязкости, энергии активации вязкого течения, модулей упругостей и эластичности. /Лек/	4	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
3.3	Математическая обработка результатов измерений. /Лек/	4	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
	Раздел 4. Прикладная реология реальных материалов						
4.1	Реологические свойства реальных материалов. Полимерные материалы, нефтепродукты и масла. Пищевые продукты, биологические жидкости. /Лек/	4	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
4.2	Процессы синтеза и переработки. Полимеризация. Смешение и перемешивание. Пластикация. Формование. Шприцевание и экструзия. Вальцевание и каландрование. Литье под давлением /Лек/	4	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	

4.3	Выбор режимов переработки с учетом влияния на реологические свойства степени превращения (полимеризации), фазовых переходов, наличия в рецептуре добавок отвердителей и вулканизирующей группы. /Лек/	4	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
	Раздел 5. Относительная специальная реометрия материалов.						
5.1	Использование для измерения параметров, расчета реологических показателей и построения кривых течения в качестве рабочего органа для деформации образца модели перерабатываемого оборудования, оснащенного приборами измерения и контроля /Лек/	4	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11	0	
5.2	Исследование гидродинамики деформирования полимерного материалов в двухроторном смесителе закрытого типа. Определение времени до сжижения качественного смешения, технологических и реологических параметров материала. /Лаб/	3	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
5.3	Исследование гидродинамики деформирования полимерного материала в межвалковом зазоре вальцев. Определение распорного усилия эластических и реологических свойств вальцуемого материала. /Лаб/	3	4	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
5.4	Определение технологических параметров, реологических свойств полимерного материала и построение рабочих характеристик процесса шприцевания шнура круглого сечения на лабораторной червячной машине. /Лаб/	3	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
5.5	Определение реологических характеристик жидкостей на капиллярном вискозиметре. /Лаб/	3	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
5.6	Определение реологических характеристик жидкостей на ротационном вискозиметре /Лаб/	4	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
5.7	Определение вязкоупругих и реологических свойств каучуков и резиновых смесей на ротационном вискозиметре методом ускоренного сдвига. /Лаб/	4	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
5.8	Определение энергозатрат на деформацию каучуков и резиновых смесей методом ускоренного сдвига. /Лаб/	4	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	

5.9	Способы и приборы для оценки способности полимерных материалов к переработке на технологическом оборудовании. /Лаб/	4	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
5.10	Выбор исходных данных, реологических, технологических, теплофизических свойств, склонности к структурным изменениям достаточных для расчета процесса, оборудования, оснастки, переработки /Лаб/	4	4	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
5.11	Семестровая работа по индивидуальному заданию. /Ср/	3	56	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	
5.12	Освоение теоретического материала. /Ср/	4	86	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12	0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает типовые расчётные задания, задания для контрольных, лабораторных работ, задания в тестовой форме, в том числе для использования в тестовой системе Visual Testing Studio, вопросы к экзамену и зачету. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Используемые формы текущего контроля: контрольные работы; аудиторные самостоятельные работы; типовые расчётные задания; лабораторные работы; устный опрос; устное сообщение; тестирование (в том числе в компьютерной тестовой системе Visual Testing Studio).

Вопросы к зачету:

1. Физические основы течения сред.
2. Напряжения.
3. Деформации.
4. Механика течения.
5. Напряжения и скорость сдвига.
6. Вязкость.
7. Количественные характеристики вязкости (кинематический и, динамический коэффициенты вязкости, эффективная вязкость).
8. Молекулярно-кинетические представления течения жидкостей и различных сред.
9. Аномалия вязкости.
10. Кривые течения.
11. Классификация жидкостей по реологическому поведению.
12. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.
13. Основные закономерности течения.
14. Зависимость вязкости от температуры.
15. Энергия активации вязкого течения
16. Ползучесть.
17. Релаксация.
18. Динамические функции.
19. Модели.
20. Параметры: мгновенный модуль, начальная вязкость, динамический и релаксационный модули, время релаксации.
21. Эффект Вайсенберга.
22. Разбухание струи.
23. Разрушение расплава.
24. Эластическая турбулентность.

25. Моделирование поведения при деформировании вязкоупругого тела и эластичной жидкости.
26. Модель Максвелла.
27. Модель Кельвина -Фойгта
28. Капиллярная вискозиметрия.
29. Ротационная вискозиметрия.
30. Сдвиговые и сжимающие пластометры.
31. Метод падающего шара.
32. Измерение вязкоупругих свойств вибрационными методами.
33. Определение индекса течения
34. Коэффициентов вязкости
35. энергии активации вязкого течения
36. Модулей упругостей и эластичности.
37. Математическая обработка результатов измерений
38. Реологические характеристики реальных материалов
39. Полимерные материалы. Нефтепродукты. Масла. Пищевые продукты. Биологические жидкости.
40. Процессы переработки полимерных материалов
41. Смешение и перемешивание. Пластикация. Формование. Шприцевание и экструзия.
42. Вальцевание и каландрование. Литье под давлением
43. Выбор режимов переработки с учетом влияния на реологические ха-рактеристики степени превращения.
44. Наличие фазовых переходов. Наличие в рецептуре добавок отвердите-лей.
45. Наличие в рецептуре добавок вулканизирующей группы
46. Использование модельного оборудования для измерения параметров течения
47. Расчета реологических характеристик построения кривых течения

Вопросы к экзамену

1. Исследование гидродинамики деформирования полимерного материала в двухроторном смесителе закрытого типа.
2. Определение времени до достижения качественного смешения, техно-логических и реологических параметров материала.
3. Принципиальная схема машины (бироторного смесителя).
4. Течение материала в рабочей камере машины.
5. Физические основы смешения.
6. Время смешения.
7. Технологические характеристики смешения.
8. Реологические характеристики смеси.
9. Исследование гидродинамики деформирования полимерного материала в межвалковом зазоре вальцев.
10. Определение распорного усилия эластических и реологических свойств вальцуемого материала.
11. Принципиальная схема машины (вальцы)
12. Течение материала в машине.
13. Физические основы переработки на вальцах.
14. Назначение вальцев.
15. Технологические характеристики переработки на вальцах.
16. Определение технологических параметров, реологических свойств полимерного материала и построение рабочих характеристик процесса шприцевания шнура круглого сечения на лабораторной червячной машине.
17. Принципиальная схема червячной машины.
18. Течение материала в червячной машине.
19. Физические основы переработки на червячной машине.
20. Назначение червячных машин.
21. Технологические параметры переработки на червячных машинах.

5.2. Темы письменных работ

Предусмотрены аудиторские самостоятельные работы, контрольная работа.

Варианты заданий размещены в учебно-методическом комплексе "Реология материалов". URL: <http://umkd.volpi.ru/>

5.3. Фонд оценочных средств

Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает типовые расчётные задания, задания для контрольных, лабораторных работ, задания в тестовой форме, в том числе для использования в тестовой системе Visual Testing Studio, вопросы к экзамену и зачету. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Комплект билетов к экзамену и зачету, отчеты по лабораторным работам, комплект заданий для семестровых работ.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Поляков А.А.	Механика химических производств.: 3-е изд.	Москва: Альянс, 2007	5
Л1.2	Шаповалов В.М.	Валковые течения неньтоновских жидкостей	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011	5
Л1.3	Малкин А.Я., Исаев А.И.	Реология : концепция, методы, приложения: Пер. с англ.	Санкт-Петербург: ЦОП Профессия, 2010	1
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Шаповалов Владимир Михайлович	Математическое моделирование процессов переноса	Волгоград: ВолгГТУ, 2005	1
Л2.2	Шаповалов Владимир Михайлович, Лапшина Светлана Владимировна	Введение в механику течения волокнонаполненных композитов	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006	2
Л2.3	Шаповалов Владимир Михайлович	Механика элонгационного течения полимеров	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007	22
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Электронная библиотека ВПИ (филиал) ВолгГТУ: http://library.volpi.ru/csp/library/StartPage.csp			
Э2	Электронные учебно-методические комплексы ВПИ: http://umkd.volpi.ru/			
Э3	http://library.volpi.ru			
Э4	Электронно-библиотечная система «Лань» www.e.lanbook.com			
Э5	Электронно-библиотечная система ВолгГТУ http://library.vstu.ru			
Э6	БиД ВИНТИ, база реферативных журналов по различным областям науки и техники, http://www2.viniti.ru/			
Э7	Научная электронная библиотека elibrary.ru http://elibrary.ru			
Э8	Реферативная наукометрическая электронная база Scopus компании Elsevier http://scopus.com			
Э9	Университетская информационная система УИС «Россия» http://uisrussia.msu.ru			
Э10	КонсультантПлюс http://www.consultant.ru/hs			
Э11	Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам http://www.fips.ru			
Э12	Электронная библиотека Российской национальной библиотеки http://leb.nir.ru/collections			
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
7.3.1.1	Программное обеспечение для проведения лабораторных работ: система компьютерной математики MathCad, Microsoft office Excel. Программное обеспечение для проведения промежуточного контроля: компьютерная тестовая система Visual Testing Studio.			
6.3.2 Перечень информационных справочных систем				
7.3.2.1	Электронно-библиотечная система ВолгГТУ: http://library.vstu.ru			
7.3.2.2	Электронно-библиотечная система Лань: www.e.lanbook.com			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Помещения для проведения лекционных, практических занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами для представления учебной информации студентам. Лабораторные работы проводятся в специализированных лабораториях кафедры "ВХТО". Обрудование прочномер полуавтомат, вискозиметр «Полимер» РПЭ-1М, термостат ГС-80, толщиномер ультразвуковой ТУЗ-2, компьютеры 10 штук, мультимедиа проектор.
7.2	Помещения для проведения занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами для представления учебной информации студентам.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины представлены в учебно-методическом комплексе	

дисциплины <http://umkd.volpi.ru/>