

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования «Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых  
и пищевых производств»

**Оценочные материалы по дисциплине**

**Б.1.1.28 «Процессы и аппараты химической технологии»**

направления подготовки  
18.03.01 «Химическая технология»

профиль

Профиль 4 «Технология химических и нефтегазовых производств»

## 1. Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» должна сформироваться компетенция ОПК-2.

Критерии определения сформированности компетенций на различных уровнях их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Способен к изучению методов расчета основных процессов химической и нефтехимической технологии, расчета основных размеров аппаратов и ознакомление с конструктивными схемами основных аппаратов, а также формирование практических навыков для решения задач профессиональной деятельности	лекции, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа	Устный опрос, комплект заданий для выполнения лабораторной и практических работ, вопросы для проведения зачета, экзамена, тестовые задания

### Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<b>Знает:</b> основные гидромеханические процессы и аппараты для них; основные законы теплопередачи, теплообмена; законы массообменных процессов; <b>Умеет:</b> проводить расчеты различных аппаратов, применяемых для проведения гидромеханических процессов, теплообменников, выпарных и массообменных аппаратов и сушилок; <b>Владеет:</b> методиками теплового и материального расчета; методами

	оптимизации основных процессов; методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования.
Повышенный (хорошо)	<p><b>Знает:</b> в достаточной степени знает основные гидромеханические процессы и аппараты для них; основные законы теплопередачи, теплообмена; законы массообменных процессов;</p> <p><b>Умеет:</b> в достаточной степени может проводить расчеты различных аппаратов, применяемых для проведения гидромеханических процессов, теплообменников, выпарных и массообменных аппаратов и сушилок;</p> <p><b>Владеет:</b> в достаточной степени владеет методиками теплового и материального расчета; методами оптимизации основных процессов; методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования.</p>
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	<p><b>Знает:</b> частично знает основные гидромеханические процессы и аппараты для них; основные законы теплопередачи, теплообмена; законы массообменных процессов;</p> <p><b>Умеет:</b> на минимально приемлемом уровне может проводить расчеты различных аппаратов, применяемых для проведения гидромеханических процессов, теплообменников, выпарных и массообменных аппаратов и сушилок;</p> <p><b>Владеет:</b> на минимально приемлемом уровне владеет методиками теплового и материального расчета; методами оптимизации основных процессов; методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования.</p>

## 2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО

### 2.1 Оценочные средства для текущего контроля

#### Вопросы для устного опроса

##### Тема 1. Гидромеханические процессы.

1. Гидромеханические процессы.
2. Классификация неоднородных систем.
3. Осаждение под действием силы тяжести. Скорость осаждения.
4. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои.
5. Гидродинамика кипящих зернистых слоев.
5. Фильтрация.
6. Центрифугирование.
7. Перемешивание в жидких средах. Мощность, затрачиваемая на перемешивание.

##### Тема 2. Основы теплопередачи.

1. Способы переноса теплоты.
2. Теплоотдача и теплопередача.

3. Основное уравнение теплопередачи.
4. Теплопроводность.
5. Тепловое излучение.
6. Лучеиспускание газов.
7. Передача тепла конвекцией.
8. Теплопередача.
9. Средняя разность температур.

### **Тема 3. Тепловые процессы**

1. Тепловые процессы.
2. Теплообменные аппараты и теплоносители.
3. Нагревание, способы нагревания и нагревающие агенты.
4. Требования, предъявляемые к теплоносителям.
5. Охлаждение, охлаждающие агенты и способы охлаждения.
6. Системы оборотного водоснабжения.
7. Аппараты воздушного охлаждения.
8. Конструктивный и гидравлический расчет теплообменных аппаратов.
9. Выпаривание.
10. Однокорпусные выпарные установки.

### **Тема 4. Основы массопередачи.**

1. Основы массопередачи.
2. Виды массообменных процессов.
3. Движущая сила процессов массопередачи.
4. Молекулярная и турбулентная диффузия.
5. Конвективный перенос.
6. Движущая сила процессов массопередачи.
7. Средняя движущая сила.
8. Число и высота единицы переноса.
9. Влияние перемешивания на среднюю движущую силу.

### **Тема 5. Массообменные процессы**

1. Перегонка и ректификация
2. Характеристики двухфазных систем пар-жидкость.
3. Идеальные и реальные смеси.
4. Простая перегонка и ее виды.
5. Ректификация.
6. Предельно допустимая и рабочая скорость газа (пара) в колонне.
7. Определение числа теоретических тарелок.

## 2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля

### Вопросы для зачета

1. Предмет и задачи курса процессы и аппараты.
2. Классификация основных процессов химической технологии.
3. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов.
4. Принципы моделирования. Основы теории подобия.
5. Основы гидравлики. Жидкость, основные понятия и определения, основные физические свойства жидкости.
6. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства.
7. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости Эйлера.
8. Основное уравнение гидростатики, его геометрический и энергетический смысл.
9. Определение силы полного давления жидкости на плоские фигуры.
10. Закон Архимеда. Основы теории плавания тел.
11. Практическое применение законов гидростатики.
12. Гидродинамика. Линия тока. Элементарная струйка и ее свойства.
13. Уравнение неразрывности для элементарной струйки.
14. Поток жидкости и его характеристики.
15. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости Эйлера.
16. Дифференциальное уравнение неразрывности потока.
17. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости Навье-Стокса.
18. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости.
19. Уравнение Бернулли для потока жидкости.
20. Практическое применение уравнения Бернулли.
21. Гидравлические сопротивления. Режимы движения жидкости. Опыт Рейнольдса.
22. Распределение скоростей и напряжение силы трения по живому сечению при ламинарном режиме.
23. Определение расхода и средней скорости при ламинарном режиме.
24. Определение потерь напора при ламинарном режиме.
25. Механизм и структура турбулентного потока. Пограничный слой. Напряжение силы трения и распределение скоростей в турбулентном потоке.
26. Потери напора на гидравлические сопротивления при турбулентном режиме. Зоны гидравлических сопротивлений, график Никурадзе.
27. Потери напора в местных сопротивлениях.

28. Истечение жидкости через малые незатопленные отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре.
29. Истечение через насадки при постоянном напоре.
30. Истечение жидкости через отверстия и насадки при переменном напоре.
31. Определение и классификация гидравлических машин. Насосы, производительность, напор, мощность и КПД насоса.
32. Схема насосной установки. Напор насоса, высота всасывания.
33. Устройство и принцип действия центробежного насоса.
34. Основное уравнение центробежных машин Эйлера.
35. Характеристики центробежного насоса.
36. Определение режима работы центробежного насоса и регулирование его производительности.
37. Осевые насосы. Вихревые насосы.
38. Устройство и принцип действия поршневых насосов. Формулы производительности, графики подачи, коэффициент неравномерности подачи.
39. Роторные насосы, их характеристики и область применения.
40. Классификация и методы разделения неоднородных систем.
41. Материальный баланс процессов разделения неоднородных систем.
42. Осаждение под действием силы тяжести, скорость осаждения.
43. Расчет отстойников. Конструкции отстойников.
44. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои.
45. Гидродинамика кипящих зернистых слоев.
46. Фильтрация. Виды и способы фильтрации, фильтровальные перегородки.
47. Основное уравнение фильтрации.
48. Константы фильтрации.
49. Конструкции фильтров.
50. Центрифугирование, центробежная сила, фактор разделения.
51. Расчет отстойных и фильтрующих центрифуг.
52. Классификация и конструкции центрифуг.
53. Очистка запыленных газов.
54. Перемешивание в жидких средах, способы перемешивания.
55. Механическое перемешивание, расчет мощности на перемешивание.
56. Конструкции мешалок. Область их применения.

### **Вопросы для экзамена**

1. Основы теплопередачи. Способы переноса тепла.
2. Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи.
3. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.

4. Уравнение теплопроводности плоской и цилиндрической стенки.
5. Тепловое излучение.
6. Передача тепла конвекцией. Закон Ньютона.
7. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
8. Тепловое подобие. Опытные данные по теплоотдаче.
9. Теплопередача, коэффициент теплопередачи, средняя движущая сила.
10. Нагревание, нагревающие агенты и способы нагревания.
11. Охлаждение, охлаждающие агенты, способы охлаждения, конденсация.
12. Конструкции теплообменных аппаратов.
13. Расчет теплообменных аппаратов.
14. Расчет конденсаторов паров.
15. Выпаривание. Однокорпусные выпарные установки, уравнения материального и теплового баланса.
16. Многокорпусные выпарные установки, схемы МВУ.
17. Материальный и тепловой баланс многокорпусной выпарной установки.
18. Расчет многокорпусных выпарных установок.
19. Конструкции выпарных аппаратов.
20. Классификация и характеристика массообменных процессов.
21. Фазовое равновесие. Линия равновесия.
22. Уравнение материального баланса. Рабочая линия.
23. Скорость массопереноса. Молекулярная и турбулентная диффузия, конвективный перенос.
24. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии.
25. Механизм и модели массопереноса.
26. Уравнение массоотдачи. Уравнение массопередачи.
27. Уравнение аддитивности фазовых сопротивлений.
28. Средняя движущая сила процессов массопередачи.
29. Число единиц переноса. Высота единицы переноса.
30. Определение основных размеров массообменных аппаратов. Диаметр массообменных аппаратов.
31. Определение высоты массообменных аппаратов. Аналитический и графический метод определения числа ступеней контакта.
32. Массопередача с твердой фазой.
33. Абсорбция. Равновесие при абсорбции, закон Генри.
34. Материальный и тепловой баланс абсорбции.
35. Устройство абсорберов.
36. Схема абсорбционных установок. Десорбция.
37. Перегонка жидкости и ректификация. Характеристики двухфазных систем пар-жидкость и их классификация.

38. Фазовое равновесие в идеальных и реальных смесях.
39. Простая перегонка и ее виды.
40. Принцип ректификации. Схемы ректификационных установок.
41. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнения рабочих линий.
42. Построение рабочих линий на Y-X – диаграмме.
43. Минимальное и действительное флегмовое число.
44. Тепловой баланс ректификационной колонны.
45. Ректификация многокомпонентных смесей. Специальные виды ректификации.
46. Устройство ректификационных аппаратов.
47. Сушка, виды и способы сушки.
48. Основные параметры влажного воздуха. I-X- диаграмма влажного воздуха.
49. Равновесие при сушке. Влажность материала и изменение его состояния в процессе сушки.
50. Формы связи влаги с материалом.
51. Материальный баланс сушки. Расход воздуха на сушку.
52. Тепловой баланс сушки. Расход тепла на сушку.
53. Аналитический и графоаналитический методы расчета процесса сушки.
54. Варианты процесса сушки.
55. Скорость и периоды сушки.
56. Интенсивность испарения влаги.
57. Перемещение влаги внутри материала.
58. Продолжительность процесса сушки.
59. Устройство сушилок.



Таблица 1 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Четырехбалльная шкала	Отлично	Обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает теорию с практикой. Обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, заданиями и другими видами применения знаний, показывает знания законодательного и нормативно-технического материалов, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ, обнаруживает умение самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок
	Хорошо	Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических работ
	Удовлетворительно	Обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения при выполнении практических работ
	Неудовлетворительно	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы

## 2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Компетенции: ОПК-2 - Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1.		Какие технологические процессы относятся к тепловым процессам химической технологии? 1) Перемешивание, фильтрация, измельчение. 2) Сортировка, классификация, дробление. 3) Нагревание, сушка, экстракция. 4) Отстаивание, перемешивание, фильтрация. 5) Конденсация, выпаривание, охлаждение. 6) Испарение, ректификация, центрифугирование. 7) Адсорбция, кристаллизация, перемешивание. 8) Экстракция, перегонка, сушка	ОПК-2	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Способен к изучению методов расчета основных процессов химической и нефтехимической технологии, расчета основных размеров аппаратов и ознакомление с конструктивными схемами основных аппаратов, а также формирование практических навыков для решения задач профессиональной деятельности
2.		Какие технологические процессы относятся к гидромеханическим процессам химической технологии? 1) Перемешивание, фильтрация, измельчение. 2) Сортировка, классификация, дробление. 3) Нагревание, сушка, экстракция. 4) Отстаивание, перемешивание, фильтрация. 5) Конденсация, выпаривание, охлаждение. 6) Испарение, ректификация, центрифугирование. 7) Адсорбция, кристаллизация, перемешивание.		

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		8) Экстракция, перегонка, сушка		
3.		<p>Какие технологические процессы относятся к массообменным процессам химической технологии?</p> <p>1) Перемешивание, фильтрация, измельчение.  2) Сортировка, классификация, дробление.  3) Нагревание, сушка, экстракция.  4) Отстаивание, перемешивание, фильтрация.  5) Конденсация, выпаривание, охлаждение.  6) Испарение, ректификация, центрифугирование.  7) Адсорбция, кристаллизация, перемешивание.  8) Экстракция, перегонка, сушка</p>		
4.		<p>Какие технологические процессы относятся к механическим процессам химической технологии?</p> <p>1) Перемешивание, фильтрация, измельчение.  2) Сортировка, классификация, дробление.  3) Нагревание, сушка, экстракция.  4) Отстаивание, перемешивание, фильтрация.  5) Конденсация, выпаривание, охлаждение.  6) Испарение, ректификация, центрифугирование.  7) Адсорбция, кристаллизация, перемешивание.  8) Экстракция, перегонка, сушка</p>		
5.		Какое из приведенных ниже утверждения является не верным?		

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		1) Гидростатическое давление во всех точках любой горизонтальной плоскости одинаково. 2) Гидростатическое давление изменяется по глубине жидкости. 3) Гидростатическое давление в данной точке по всем направления одинаково. 4) Гидростатическое давление всегда действует по направлению внешней нормали. Гидростатическое давление всегда действует по направлению внутренней нормали		
6.		10. Гидравлический пресс дает увеличение на большом поршне: 1) силы; 2) давления; 3) мощности; 4) перемещения; 5) скорости перемешивания.		
7.		Дифференциальные уравнения движения жидкости являются выражением: 1) баланса сил; 2) баланса энергии; 3) материального баланса; 4) баланса давления; 5) баланса количества движения		
8.		Уравнение Бернулли выражает: 1) Материальный баланс потока. 2) Тепловой баланс потока. 3) Энергетический баланс потока. 4) Геометрический баланс потока. 5) Силовой баланс потока.		

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
9.		При ламинарном режиме движения вязкой жидкости в прямой, круглой трубе скорости по сечению трубы распределяются: 1) Равномерно; 2) По линейному закону; 3) по параболическому закону; 4) по гиперболическому закону; 5) по логарифмическому закону.		
10.		При ламинарном режиме движения вязкой жидкости отношение средней скорости к максимальной равно: 1) 0,2; 2) 0,4; 3) 0,5; 4) 0,6; 5) 0,8.		
11.		При турбулентном режиме движения вязкой жидкости скорости по сечению круглой, прямой трубы распределяются по: 1) линейному закону; 2) параболическому закону; 3) гиперболическому закону; 4) логарифмическому закону; 5) равномерно.		
12.		Влияние какой силы на движение жидкости отражает критерий Эйлера? 1) силы инерции;		

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		2) силы трения; 3) силы веса; 4) силы гидростатического давления		
13.		Сужающие устройства примеряют для измерения: 1) Давления; 2) Напряжения силы трения; 3) перепада давления; 4) расхода; 5) скорости.		
14.		Критерий Рейнольдса является мерой соотношения следующих сил, действующих в потоке: 1) силы инерции и силы трения; 2) силы инерции и силы давления; 3) силы трения и силы давления; 4) силы трения и силы веса; 5) силы инерции и силы веса.		
15.		2) Какими силами в основном обусловлены потери напора в местных сопротивлениях? 1. силами трения; 2. силами инерции; 3. силой тяжести; 4. силами гидростатического давления		

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
16.		<p>В соответствии с уравнением центробежных машин Эйлера теоретический напор насоса возрастает с увеличением:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Окружной скорости;</li> <li>2) Абсолютной скорости;</li> <li>3) Числа оборотов;</li> <li>4) числа лопаток;</li> <li>5) диаметра рабочего колеса.</li> </ol>		
17.		<p>Напор насоса пропорционален числу оборотов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) в первой степени;</li> <li>2) в квадрате;</li> <li>3) в кубе;</li> <li>4) в четвертой степени.</li> </ol>		
18.		<p>Высота всасывания насоса возрастает:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) с увеличением давления во всасывающем патрубке;</li> <li>2) с уменьшением давления во всасывающем патрубке;</li> <li>3) с увеличением скорости во всасывающем патрубке;</li> <li>4) с увеличением потерь напора во всасывающем патрубке;</li> <li>5) с уменьшением давления в расходном баке.</li> </ol>		
19.		<p>Напор насоса возрастает:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) с увеличением давления во всасывающем патрубке;</li> <li>2) с увеличением давления в нагнетательном патрубке;</li> <li>3) с уменьшением давления во нагнетательном патрубке;</li> <li>4) с увеличением скорости жидкости во всасывающем патрубке;</li> <li>5) с уменьшением давления в приемном баке.</li> </ol>		

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
20.		<p>В соответствии с уравнением Бернулли с увеличением скорости жидкости давление в потоке:  Остается неизменным;  1) Увеличивается;  2) Уменьшается.</p>		
21.		<p>При ламинарном режиме осаждения шарообразных частиц сопротивление среды обусловлено в основном:  Варианты ответа:  1) силами гидростатического давления;  2) силами трения;  3) силами инерции</p>		
22.		<p>Мощность, потребляемая насосом, пропорциональна числу оборотов:  1) в первой степени;  2) в квадрате;  3) в кубе;  4) в четвертой степени.</p>		
23.		<p>Центробежный насос потребляет наименьшую мощность:  1) При полностью закрытой задвижке на напорном трубопроводе;  2) При полностью открытой задвижке на напорном трубопроводе;  3) При полностью открытой задвижке на всасывающем трубопроводе;  4) При задвижках открытых наполовину.</p>		
24.		<p>При турбулентном режиме осаждения шарообразных частиц сопротивление среды обусловлено силами ....</p>		
25.		<p>Движущей силой процесса фильтрации является ...</p>		



Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
26.		Порозностью слоя зернистого материала называется ...		
27.		При каком режиме псевдооживления достигается наибольшая эффективность процессов?		
28.		Какие фильтры работают под вакуумом?		
29.		Какие фильтровальные перегородки по принципу действия относятся к глубинным?		
30.		Какие фильтровальные перегородки по принципу действия относятся к поверхностным?		
31.		Какие технологические процессы относятся гидродинамическим?		
32.		Какие технологические процессы относятся к масообменным?		