

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Невинномысский технологический институт» (филиал) СКФУ

**Методические указания**  
по выполнению лабораторных работ  
по дисциплине «Направления и перспективы развития химических технологий»  
для студентов направления подготовки 15.04.02 Технологические машины и  
оборудование, направленность (профиль) Проектирование технологического  
оборудования

Невинномысск 2023

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями ФГОС ВО и рабочей программы дисциплины «Направления и перспективы развития химических технологий». Указания предназначены для студентов очно-заочной формы обучения направления подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование.

Содержат основные разделы изучаемого теоретического материала, перечень вопросов необходимых для проработки, а также список рекомендуемой литературы.

*Составители*

*Сыпко К.С.*

## Содержание

**Практическое занятие № 1.** Методы интенсификации химико-технологических процессов (ХТП) импульсными энергетическими воздействиями.

**Практическое занятие № 2.** Энергетические воздействия и физико-химические эффекты.

**Практическое занятие № 3.** Методика интенсификации ХТП импульсными энергетическими воздействиями.

**Практическое занятие № 4.** Импульсные физико-химические эффекты.

**Практическое занятие № 5.**

Импульсные физико-химические эффекты (продолжение)

**Практическое занятие № 6.** Оборудование, использующее электрические и электромагнитные генераторы колебаний.

**Практическое занятие № 7.** Оборудование, использующее механические генераторы колебаний в жидкости и газе.

**Практическое занятие № 8.** Оборудование, использующее механические генераторы колебаний в жидкости и газе (продолжение).

**Практическое занятие № 9.** Оборудование для импульсной механической обработки твердых тел.

## **Введение**

Дисциплина относится к дисциплине части, формируемой участниками образовательных отношений дисциплины по выбору. Она направлена на формирование профессиональных компетенций, обучающихся в процессе выполнения работ, определенных ФГОС ВО.

Методические указания составлены на современном научном уровне и рассчитаны на студентов, по направлению 15.04.02 Технологические машины и оборудование.

Последовательность тем соответствует логической структуре ее прохождения. Предлагаемые методические указания содержат материал, который рекомендуется использовать студентам при подготовке к практическим занятиям.

Для подготовки к практическим занятиям студент должен изучить материал по соответствующей теме, используя основную и дополнительную литературу, а также используя периодические издания СМИ.

## **Практическое занятие № 1. Методы интенсификации химико-технологических процессов (ХТП) импульсными энергетическими воздействиями.**

**Цель занятия:** Рассмотреть основные положения по теме.

Актуальность. Химическая индустрия является важнейшей частью хозяйства России. Поэтому многих волнуют перспективы развития химической промышленности, которые во многом связаны с переоснащением производства. В целом эта отрасль находится сегодня на достойном уровне. Но существуют моменты, требующие реформации. Научные разработки и новейшие технологии открывают много возможностей для химической отрасли. Это касается и оборудования, и сырья, из которого изготавливают продукцию.

### **Теоретическая часть**

Интенсификация химико-технологических процессов (ХТП) является одной из важных задач науки и техники. Основой увеличения производительности оборудования и снижения энергозатрат на проведение ХТП может служить создание и внедрение эффективных технологических аппаратов с малой удельной энергоемкостью и материалоемкостью, высокой степенью воздействия на обрабатываемые вещества. Подобные разработки базируются на принципиально новых инженерных решениях, теоретических и экспериментальных исследованиях физико-химических процессов в обрабатываемых средах при интенсивных импульсных воздействиях.

Научной базой для разработки аппаратов с импульсными энергетическими воздействиями на обрабатываемые вещества должна стать новая методология, учитывающая взаимное влияние энергетических полей, физико-химических эффектов, трансформацию и инверсию видов энергетического воздействия. Учитывая многогранность этих задач, актуальным является анализ комбинаций воздействий и их влияния на интенсивность ХТП. Проблемой, сдерживающей разработку аппаратов для интенсификации ХТП и методов их расчета, является недостаточность систематизации и комплексности в подходе к интенсификации химико-технологических процессов при импульсных энергетических воздействиях, в исследовании комплекса физических, физико-химических и химических явлений, возникающих в обрабатываемых веществах.

Анализ физико-химических эффектов, возникающих при акустическом, механическом, электрическом, магнитном, тепловом, радиационном и химическом воздействиях на вещества показал, что эти воздействия вызывают изменение агрегатного состояния (полное или частичное), изменение физико-химических свойств сплошной фазы, дробление или коагуляцию дисперсных частиц, гомогенизацию среды. Правильно выбранное и управляемое воздействие способствует интенсификации ХТП.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно изучить конструкции мембранных аппаратов.
2. Подготовить краткое описание принципа работы изучаемого оборудования.
3. Ответить на контрольные вопросы.

#### **Вопросы и задания:**

Базовый уровень

1. Опишите основные понятия методологии интенсификации химико-технологических процессов.
2. Метод формального анализа параметров, влияющих на интенсивность ХТП.
3. Методы интенсификации ХТП.
4. Эффективность пульсационных методов интенсификации ХТП.

### **Практическое занятие № 2. Энергетические воздействия и физико-химические эффекты.**

**Цель занятия:** Рассмотреть основные положения по теме.

Актуальность. Химическая индустрия является важнейшей частью хозяйства России. Поэтому многих волнуют перспективы развития химической промышленности, которые во многом связаны с переоснащением производства. В целом эта отрасль находится сегодня на достойном уровне. Но существуют моменты, требующие реформации. Научные разработки и новейшие технологии открывают много возможностей для химической отрасли. Это касается и оборудования, и сырья, из которого изготавливают продукцию.

#### **Теоретическая часть**

Под *воздействием* на обрабатываемую среду (физико-химическую систему) будем понимать направленное проявление сил различных физических полей: механических, электрических, магнитных, тепловых, акустических и радиационных (сводка основных воздействий и их результатов дана в табл. 1.1).

Воздействие всегда направлено на некоторый материальный объект, которым может быть отдельный элемент или совокупность взаимосвязанных элементов, образующих определенную систему. Результаты воздействия – это *физико-химические эффекты* (ФХЭ), проявляющиеся в элементах системы, на которые направлены определенные воздействия.

*Различают такие виды воздействий, как: акустические, электрические, магнитные, тепловые,*

*механические, радиационные, химические.* Некоторые из этих воздействий взаимосвязаны друг с другом, например, электрические и магнитные воздействия.

Т а б л и ц а 1.1. Классификация энергетических воздействий

Виды воздействий	Факторы воздействий	Физико-химические эффекты	Результаты воздействия
1	2	3	4
Электрические	Электрические поля различной структуры	Электросепарация, электрофорез, электроосмос, эффект Юткина, электрокоагуляция, электрохимические эффекты, электронагрев	Изменение физико-химических параметров, трансформация электроэнергии в механическую, тепловую, электрическую, химическую и др. энергии
Магнитные	Магнитные поля различной структуры	Эффект РигиЛедюка, магнитосепарация, магнитогидродинамический эффект, магнито-химические эффекты	Изменение физико-химических параметров, трансформация магнитной энергии в механическую, тепловую, электрическую и др. энергии

1	2	3	4
Акустические	Упругие и квазиупругие колебания в жидкости	Акустические волны, акустическая турбулентность, кавитация, кумулятивный эффект, звукохимические реакции, резонанс, расклинивающее давление, автоколебания, капиллярный эффект	Пульсации давления, кумулятивный удар, изменение физико-химических свойств, активация, трансформация акустической энергии в механическую, сонолиз
Тепловые	Нагрев, охлаждение (тепловые потоки)	Теплопередача, теплопроводность, тепловое излучение, конвекция, эффект Соре, эффект Марангони, термоэффекты	Кипение, конденсация, фазовые переходы, инверсия фаз, изменение физико-химических параметров, трансформация тепловой энергии в механическую, радиационную и др.
Световые и радиационные	Электромагнитные волны, инфракрасное, световое, ультрафиолетовое, рентгеновское, $\gamma$ -излучение	Ионизация, энергетическая накачка, фотохимические реакции, возбуждение молекул	Изменение физико-химических свойств вещества, активация, излучение, трансформация энергии излучения в тепловую и др.
Механические	Удар, сдвиг, сжатие, растяжение, вибрация, формирование потоков с определенной траекторией, скоростью и ускорением	Гидроудар, турбулентность, эффект Кармана, трибозффект, эффект Рейнольдса, автоколебания, активация, накопление дефектов структуры, концентрация напряжений	Пульсации давления и скорости потока жидкости, трансформация кинетической энергии в потенциальную и др., энергетическая накачка

Все физико-химические эффекты, возникающие при энергетических воздействиях на вещества, можно разделить на четыре иерархических уровня [2]:

- 1) совокупность явлений на атомарно-молекулярном уровне; эффекты в масштабе надмолекулярных или глобулярных структур;
- 2) множество физико-химических явлений, связанных с движением единичного включения дисперсной фазы, с учетом химических реакций

Явлений межфазного энерго- и массопереноса;

3) физико-химические процессы в ансамбле включений, перемещающихся стесненным образом в потоке основной фазы;

4) совокупность процессов, определяющих макрогидродинамическую обстановку в масштабе аппарата.

При энергетическом воздействии на обрабатываемую среду протекают различные физикохимические процессы, сопровождающиеся какими-либо эффектами. Результаты воздействия – это эффекты, проявляющиеся в жидкости, газе, твердых телах или в гетерогенной смеси. При постоянстве условий, вида воздействия и свойств обрабатываемой среды проявляются одни и те же результаты воздействия.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно изучить конструкции мембранных аппаратов.
2. Подготовить краткое описание принципа работы изучаемого оборудования.
3. Ответить на контрольные вопросы.

#### **Вопросы и задания:**

Базовый уровень

1. Приведите классификацию энергетических воздействий на ХТП
2. Охарактеризуйте виды энергетических воздействий
3. Охарактеризуйте акустическое воздействие
4. Охарактеризуйте электрическое воздействие
5. Охарактеризуйте магнитное воздействие
6. Охарактеризуйте тепловое воздействие
7. Охарактеризуйте механическое воздействие
8. Охарактеризуйте радиационное воздействие
9. Охарактеризуйте химическое воздействие

Повышенный уровень

1. Охарактеризуйте закономерности энергетических воздействий

### **Практическое занятие № 3. Методика интенсификации ХТП импульсными энергетическими воздействиями.**

**Цель занятия:** Рассмотреть основные положения по теме.

Актуальность. Химическая индустрия является важнейшей частью хозяйства России. Поэтому многих волнуют перспективы развития химической промышленности, которые во многом связаны с переоснащением производства. В целом эта отрасль находится сегодня на достойном уровне. Но существуют моменты, требующие реформации. Научные разработки и новейшие

технологии открывают много возможностей для химической отрасли. Это касается и оборудования, и сырья, из которого изготавливают продукцию.

### **Вопросы и задания:**

Базовый уровень

1. Понятие энергетического воздействия
2. Понятие физико-химического эффекта.
3. Виды энергетических воздействий.
4. Закономерности энергетических воздействий.

### **Практическое занятие № 4. Импульсные физико-химические эффекты.**

**Цель занятия:** Рассмотреть основные положения по теме.

Актуальность. Химическая индустрия является важнейшей частью хозяйства России. Поэтому многих волнуют перспективы развития химической промышленности, которые во многом связаны с переоснащением производства. В целом эта отрасль находится сегодня на достойном уровне. Но существуют моменты, требующие реформации. Научные разработки и новейшие технологии открывают много возможностей для химической отрасли. Это касается и оборудования, и сырья, из которого изготавливают продукцию.

### **Теоретическая часть**

Одним из факторов воздействия на обрабатываемую среду служат акустические эффекты, обусловленные пульсациями давления и скорости потока жидкости или газа. Для повышения эффективности работы машин и аппаратов с импульсным энергетическим воздействием (МАИЭВ) *используются дополнительные источники акустических колебаний и вибраций.*

*Дополнительные ис-*

точники акустических колебаний и вибраций можно разделить на *активные*, которые требуют автономного источника энергии для генерирования колебаний, и *пассивные*, которые приводятся в колебательное движение за счет энергии обрабатываемой среды.

Технологические системы, включающие в себя МАИЭВ, содержат также технологическое оборудование и трубопроводы, связывающие систему в единый комплекс. С точки зрения акустики, это оборудование и трубопровод имеют свои собственные резонансные частоты и могут содержать дополнительные источники акустических колебаний. В МАИЭВ, как генераторах энергетических (акустических) импульсов, акустические поля вспомогательного технологического оборудования в совокупности формируют сложную картину и тем самым оказывают определенное влияние на

интенсивность проводимых процессов. Это влияние может дать как положительный, так и отрицательный эффект и его необходимо учитывать. Синхронизация собственных акустических эффектов технологического оборудования и дополнительных источников акустических колебаний с основными генераторами гидроакустических импульсов – МАИЭВ, будет благоприятно сказываться на интенсификации химикотехнологических процессов. В этом случае, могут иметь место автоколебательные и резонансные режимы работы МАИЭВ и технологической системы, КПД при таких режимах значительно выше.

Колебания давления и скорости, наложенные на осредненное течение, могут служить причиной возмущающего воздействия на устойчивость и структуру течения. В случае ламинарного течения эти воздействия могут ускорить или замедлить переход к турбулентному режиму течения, а в случае турбулентного потока – существенно изменить гидродинамические характеристики потока, в частности спектр турбулентности, и даже привести к образованию вихревых течений [28, 29].

Экспериментальные работы по исследованию влияния колебаний на гидродинамику турбулентных потоков в каналах показали, что при наличии наложенных регулярных колебаний скорости взаимодействие турбулентных пульсаций с наложенными регулярными колебаниями возможно в том случае, когда частота наложенных регулярных колебаний скорости совпадает с частотой турбулентных пульсаций, соответствующей малым волновым числам.

Вслучае высокочастотных колебаний, когда период регулярных возмущений совпадает с минимальным периодом турбулентных пульсаций, картина течения существенно усложняется: регулярные колебания могут взаимодействовать с турбулентными пульсациями, в результате чего спектр турбулентных колебаний может измениться. В спектре одновременно будут существовать как случайные турбулентные колебания, так и регулярные.

Втурбулентном потоке возникают когерентные структуры – крупномасштабные периодические вихревые образования, развивающиеся и взаимодействующие друг с другом. Когерентные структуры чувствительны к различного рода периодическим возмущениям, управление ими может привести как к интенсификации, так и к замедлению ХТП.

Таким образом, установлено, что взаимодействие акустического поля и турбулентных составляющих может привести к изменению интенсивности и спектра турбулентных пульсаций. Если частота колебаний совпадает с частотой колебаний относительно больших вихрей, которые в основном обуславливают турбулентное перемешивание жидкости, то наступает *турбулентный резонанс*, приводящий к усилению интенсивности турбулентных пульсаций

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно изучить конструкции мембранных аппаратов.
2. Подготовить краткое описание принципа работы изучаемого оборудования.
3. Ответить на контрольные вопросы.

### **Вопросы и задания:**

#### **Базовый уровень**

1. Какие особые точки фазового портрета относятся к состояниям устойчивого и неустойчивого равновесия?
2. Как зависит амплитуда и фаза скорости (тока) осциллятора от частоты внешнего воздействия?
3. Поясните зависимость амплитуды и фазы смещения (заряда) от частоты.
4. Почему скорость, ускорение и амплитуда колебаний достигают максимальных значений на разных частотах?
5. В чем суть перехода колебаний в системах с конечным числом степеней свободы к волновым процессам в системах с распределенными параметрами?
6. Что такое акустический импеданс среды?
7. Проведите аналогию между согласованием импедансов двух сред с согласованием импедансов нагрузки и линии передачи.
8. Поясните физическую природу дисперсионных явлений при распространении волн в дискретных и сплошных средах.

#### **Повышенный уровень**

1. Может ли групповая скорость быть больше фазовой?
2. Что такое пространственная и временная когерентность волн?
2. Охарактеризуйте процесс кавитации.
3. Автоколебания и резонанс.
4. Звукокапиллярный эффект.

### **Практическое занятие № 5. Импульсные физико-химические эффекты (продолжение)**

**Цель занятия:** Рассмотреть основные положения по теме.

Актуальность. Химическая индустрия является важнейшей частью хозяйства России. Поэтому многих волнуют перспективы развития химической промышленности, которые во многом связаны с переоснащением производства. В целом эта отрасль находится сегодня на достойном уровне. Но существуют моменты, требующие реформации. Научные разработки и новейшие технологии открывают много возможностей для химической отрасли. Это касается и оборудования, и сырья, из которого изготавливают продукцию.

#### **Теоретическая часть**

Гидравлический удар – результат резкого изменения давления в жидкости, вызванный мгновенным изменением скорости ее течения в трубопроводе.

Явления, происходящие при гидравлическом ударе, объясняются на основе свойства сжимаемости капельных жидкостей. После закрытия задвижки на горизонтальном трубопроводе постоянного диаметра, по которому движется жидкость со средней скоростью  $V$ , слой жидкости, находящийся непосредственно у задвижки, мгновенно останавливается. Затем последовательно прекращают движение слои жидкости (завихрения, противотоки) на увеличивающемся со временем расстоянии от задвижки. При этом уплотняется ранее остановившаяся масса жидкости и в результате повышения давления несколько расширяется труба. В трубу войдет дополнительный объем жидкости.

Так как жидкость сжимаема, то вся ее масса в трубопроводе не останавливается мгновенно. Граница объема, включающего в себя остановившуюся жидкость, перемещается от задвижки вдоль трубопровода с некоторой скоростью  $c$ , называемой скоростью распространения волны давления.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно изучить конструкции мембранных аппаратов.
2. Подготовить краткое описание принципа работы изучаемого оборудования.
3. Ответить на контрольные вопросы.

#### **Вопросы и задания:**

##### **Базовый уровень**

1. В чем физическая сущность гидравлического удара?
2. Виды гидравлического удара.
3. Назовите формулы для определения повышения давления при гидроударе.
4. Какие средства предусмотрены для защиты трубопровода от гидроудара?
5. Турбулентность

##### **Повышенный уровень**

1. Вихреобразование.
2. Механическая активация.

#### **Практическое занятие № 6. Оборудование, использующее электрические и электромагнитные генераторы колебаний.**

**Цель занятия:** Рассмотреть основные положения по теме.

Актуальность. Химическая индустрия является важнейшей частью хозяйства России. Поэтому многих волнуют перспективы развития химической промышленности, которые во многом связаны с переоснащением производства. В целом эта отрасль находится сегодня на достойном уровне. Но существуют моменты, требующие реформации. Научные разработки и новейшие технологии открывают много возможностей для химической отрасли. Это касается и оборудования, и сырья, из которого изготавливают продукцию.

### Теоретическая часть

Электрическое воздействие осуществляется за счет электрических полей различной структуры: постоянные (однородные и неоднородные); переменные (бегущие); скрещивающиеся (электрические и магнитные) [28]. ХТП с использованием электрических полей можно разделить на процессы, которые осуществляются только за счет электрического поля (электродиализ, электроосмос и т.д.), и процессы, которые интенсифицируются электрическим полем (сушка, экстракция, кристаллизация и т.п.).

Электрические (электромагнитные) поля характеризуются частотой (промышленные частоты – 50 Гц, 60 Гц; поле токов высокой частоты – до 300 МГц; поля токов сверхвысокой частоты – от 0,3 до 30 ГГц), напряжением или силой тока, длительностью воздействия.

Электрическое поле воздействует на дипольные молекулы жидкостей и газов. При этом возникают пондеромоторные силы, вызванные наложением полей, поляризационные заряды, направление которых обусловлено разностью диэлектрической проницаемости среды. Эти силы изменяют поверхностное натяжение жидкостей [29 – 31]. Протекание электрического тока через электролиты приводит к электролизу. В коллоидных системах и капиллярно-пористых телах наблюдаются такие процессы, как электрофорез, электроосмос, электродиализ, электрокоагуляция, ионофорез и др. [28]. Воздействие электрического тока на проводящие среды вызывает их нагрев за счет выделения тепла и пробой при высоких напряжениях [31].

Таким образом, электрическое поле в обрабатываемой среде вызывает следующие физикохимические эффекты:

- 1) *электросепарация* – разделение гетерогенной среды за счет разности электропроводности фаз;
- 2) *электрофорез* – перенос частиц в электрическом поле вследствие наличия разноименных зарядов  
твердой и жидкой фаз;
- 3) *электроосмос* – перемещение жидкости вдоль стенок капилляра под действием приложенной ЭДС;

4) *эффект Юткина* (электрогидравлический удар) – генерация ударных волн в жидкости при ее электрическом пробое [32];

5) *электрокоагуляция* – процесс сближения и укрупнения взвешенных в жидкости или газе частиц под действием электрического поля;

6) *электрохимические эффекты* – химические превращения под действием электрического тока (электролиз);

7) *электронагрев* – выделение тепла за счет прохождения через обрабатываемую среду электрического тока.

При электрическом воздействии на жидкость возможно его преобразование в механическое, тепловое, химическое, акустическое, магнитное и радиационное воздействия.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно изучить конструкции мембранных аппаратов.
2. Подготовить краткое описание принципа работы изучаемого оборудования.
3. Ответить на контрольные вопросы.

### **Вопросы и задания:**

Базовый уровень

1. Охарактеризуйте ультразвуковое оборудование.
2. Охарактеризуйте электромагнитные импульсные устройства.
3. Охарактеризуйте импульсные электродинамические и электроразрядные устройства.
4. Охарактеризуйте магнитоимпульсные аппараты.
5. Охарактеризуйте вихревые аппараты.

## **Практическое занятие № 7. Оборудование, использующее механические генераторы колебаний в жидкости и газе.**

**Цель занятия:** Рассмотреть основные положения по теме.

Актуальность. Химическая индустрия является важнейшей частью хозяйства России. Поэтому многих волнуют перспективы развития химической промышленности, которые во многом связаны с переоснащением производства. В целом эта отрасль находится сегодня на достойном уровне. Но существуют моменты, требующие реформации. Научные разработки и новейшие технологии открывают много возможностей для химической отрасли. Это касается и оборудования, и сырья, из которого изготавливают продукцию.

### **Теоретическая часть**

В промышленности для транспортировки жидкостей применяют разнообразные механические насосы (центробежные, поршневые, сильфонные и т.п.) и в некоторых случаях – эрлифты. Любые насосы: центробежные, вихревые,

ротационные, шестеренчатые, мембранные, шнековые и другие – осуществляют подачу жидкости дискретно. Дискретность подачи жидкости в насосах обусловлена конечным числом рабочих элементов. В этом случае насос является дополнительным источником гидроакустических колебаний. Спектр акустического поля дополнительного источника колебаний является сплошным, с ярко выраженными дискретными составляющими.

**Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно изучить конструкции мембранных аппаратов.
2. Подготовить краткое описание принципа работы изучаемого оборудования.
3. Ответить на контрольные вопросы.

**Вопросы и задания:**

Базовый уровень

1. Охарактеризуйте пульсационные и вибрационные транспортирующие и перемешивающие устройства для жидкостей.
2. Охарактеризуйте пульсационный центробежный насос.
3. Охарактеризуйте пульсационный клапанный насос.
4. Охарактеризуйте пульсационной перемешивающее устройство.
5. Охарактеризуйте пульсационные колонны.
6. Охарактеризуйте пульсационные аппараты роторного типа.

**Практическое занятие № 8. Оборудование, использующее механические генераторы колебаний в жидкости и газе (продолжение).**

**Цель занятия:** Рассмотреть основные положения по теме.

Актуальность. Химическая индустрия является важнейшей частью хозяйства России. Поэтому многих волнуют перспективы развития химической промышленности, которые во многом связаны с переоснащением производства. В целом эта отрасль находится сегодня на достойном уровне. Но существуют моменты, требующие реформации. Научные разработки и новейшие технологии открывают много возможностей для химической отрасли. Это касается и оборудования, и сырья, из которого изготавливают продукцию.

**Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно изучить конструкции мембранных аппаратов.
2. Подготовить краткое описание принципа работы изучаемого оборудования.
3. Ответить на контрольные вопросы.

**Вопросы и задания:**

Базовый уровень

1. Охарактеризуйте вибрационные аппараты.
2. Охарактеризуйте резонансные и автоколебательные системы для жидкостей.
3. Охарактеризуйте гидродинамические генераторы.
4. Охарактеризуйте суперкавитирующие аппараты.

Повышенный уровень

5. Охарактеризуйте резонансные и автоколебательные системы для газа.
6. Охарактеризуйте свистки.
7. Охарактеризуйте генератор Гартмана.
8. Охарактеризуйте клапанные генераторы.
9. Охарактеризуйте динамические сирены.

## **Практическое занятие № 9. Оборудование для импульсной механической обработки твердых тел.**

**Цель занятия:** Рассмотреть основные положения по теме.

Актуальность. Химическая индустрия является важнейшей частью хозяйства России. Поэтому многих волнуют перспективы развития химической промышленности, которые во многом связаны с переоснащением производства. В целом эта отрасль находится сегодня на достойном уровне. Но существуют моменты, требующие реформации. Научные разработки и новейшие технологии открывают много возможностей для химической отрасли. Это касается и оборудования, и сырья, из которого изготавливают продукцию.

### **Теоретическая часть**

Лучшими, с точки зрения механической активации, являются измельчители, реализующие либо локальные высокие давления с истиранием и сдвигом, либо высокоскоростной удар. Конструктивное оформление механоактиваторов в ряде случаев совпадает с конструктивным оформлением мельниц тонкого и сверхтонкого помола материалов: центробежно-планетарных, дезинтеграторов, многоступенчатых ударно-отражательных мельниц, струйных мельниц, диспергаторов различного конструктивного оформления.

Все конструкции механоактиваторов можно разбить на три группы. К первой группе относятся активаторы для систем газ – твердое вещество, в которых механоактивация происходит при параллельном тонком измельчении твердой фазы (центробежно-планетарные, дезинтеграторы, центробежные, многоступенчатые, ударно-отражательные и т.д.). Достоинство таких машин – возможность достижения высокой степени измельчения и активации порошков. Наибольшую активацию обеспечивают центробежно-планетарные активаторы-измельчители при сложном характере движе-

ния активирующихся и измельчающихся шаров. Однако в них наблюдается и наибольшая степень загрязненности активируемых порошков продуктами намола шаров и корпусов машин. Кроме этого, большая напряженность элементов конструкций снижает срок службы этих механизмов и сильно

усложняет реализацию процесса активации при средних и больших производительностях по активируемым порошкам. Поэтому в промышленности наиболее часто используются активаторы, реализующие многократный высокоскоростной удар (дезинтеграторы, многоступенчатые, ударноотражательные, центробежные мельницы), но они предназначены для активации и измельчения мягких и средней твердости материалов, так как при высокоскоростном ударном нагружении твердых, абразивных материалов быстро выходят из строя малогабаритные рабочие органы активаторов.

Ко второй группе можно отнести активаторы для систем жидкость – твердое, в которых активизируются полимерные и коллоидные субстанции за счет высоких скоростей сдвига при одновременном наложении на касательные сдвиговые напряжения мощных импульсных напряжений при схлопывании искусственно генерируемых кавитационных пузырьков.

В третьей группе объединены механоактиваторы, используемые для абразивных материалов. В таких машинах, работа которых основана на многократном высокоскоростном ударном нагружении в слое активируемого материала, не происходит загрязнения материалов, остаточная кинетическая энергия частиц порошков затрачивается на процесс их истирания в слое и сравнительно просто реализуются комбинированные процессы тепловой массообмена, смешения, измельчения и классификации, а также химических реакций в системе газ – активируемые в объеме реактора порошки.

В мельницах ударного действия материал разрушается высокоскоростным ударом частиц о рабочие органы или друг о друга. Преимущество таких мельниц – это компактность, относительно малая металлоемкость, возможность получения тонкодисперсных порошков при относительно малых энергозатратах, высокая степень механохимической активации продуктов помола. Общим недостатком мельниц этой группы является быстрый абразивный износ мелющих органов, что ограничивает межремонтный ресурс, а в ряде случаев делает их неприменимыми, если в продуктах измельчения недопустимо содержание намола металла.

По способу подвода энергии к материалу эти мельницы можно разделить на механические и пневматические (струйные). Известно большое количество механических ударных мельниц, но наиболее употребительны дезинтеграторы, дисмембраторы, ударно-отражательные мельницы в малотоннажных технологиях и молотковые мельницы – в крупнотоннажных.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно изучить конструкции мембранных аппаратов.
2. Подготовить краткое описание принципа работы изучаемого оборудования.
3. Ответить на контрольные вопросы.

### **Вопросы и задания:**

Базовый уровень

1. Охарактеризуйте мельницы ударного действия.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **Методические указания**

по выполнению самостоятельной работы

по дисциплине «Направления и перспективы развития химических технологий»

15.04.02 Технологические машины и оборудование

направленность (профиль) Проектирование технологического оборудования

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины.....	5
2 План-график выполнения самостоятельной работы.....	6
3 Контрольные точки и виды отчетности по ним.....	7
4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	7
5 Тематический план дисциплины.....	8
6 Вопросы для собеседования.....	9
7 Методические рекомендации по изучению теоретического материала.....	11
8 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов	12
9 Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции.....	12
10 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.....	13

## Введение

Настоящее пособие разработано на основе:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (далее ФГОС ВО);
- нормативно-методических документов Минобрнауки России;
- Устава ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»;
- Приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 N 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2021 N 64644);
- локальных нормативных актов ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет».

На современном рынке труда конкурентоспособным может стать только квалифицированный работник соответствующего уровня и профиля, компетентный, свободно владеющей своей профессией и ориентированный в смежных областях деятельности, способный к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов и готовый к постоянному профессиональному росту.

Самостоятельная работа студента направлена на достижение целей подготовки специалистов-профессионалов, активное включение обучаемых в сознательное освоение содержания образования, обеспечение мотивации, творческое овладение основными способами будущей профессиональной деятельности. Чтобы подготовить и обучить такого профессионала, высшим учебным заведениям необходимо скорректировать свой подход к планированию и организации учебно-воспитательной работы. Это в равной степени относится к изменению содержания и характера учебного процесса. В современных реалиях задача преподавателя высшей школы заключается в организации и направлении познавательной деятельности студентов, эффективность которой во многом зависит от их самостоятельной работы. В свою очередь, самостоятельная работа студентов должна представлять собой не просто самоцель, а средство достижения прочных и глубоких знаний, инструмент формирования активности и самостоятельности студентов.

В связи с введением в образовательный процесс новых образовательных стандартов, с уменьшением количества аудиторных занятий по дисциплинам возрастает роль самостоятельной работы студентов. Возникает необходимость оптимизации самостоятельной работы студентов (далее - СРС). Появляется необходимость модернизации технологий обучения, что существенно меняет подходы к учебно-методическому и организационно-техническому обеспечению учебного процесса.

Данная методическая разработка содержит рекомендации по организации, управлению и обеспечению эффективности самостоятельной работы студентов в процессе обучения в целях формирования необходимых компетенций.

Самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом учебного процесса для каждого студента и определяется учебным планом. Виды самостоятельной работы студентов определяются при разработке рабочих программ и учебных методических комплексов дисциплин содержанием учебной дисциплины. При определении содержания самостоятельной работы студентов следует учитывать их уровень самостоятельности и требования к уровню самостоятельности выпускников для того, чтобы за период обучения искомый уровень был достигнут. Так, удельный вес самостоятельной работы при обучении в очной форме составляет до 50% от количества аудиторных часов, отведённых на изучение дисциплины, в заочной форме - количество часов, отведенных на освоение дисциплины, увеличивается до 90%.

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем.

Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

На основании компетентностного подхода к реализации профессиональных образовательных программ, видами заданий для самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и информационно- телекоммуникационной сети Интернет и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей), повторная работа над учебным материалом, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др.), завершение аудиторных практических работ и оформление отчётов по ним, подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), материалов-презентаций, подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа проводится в виде упражнений при изучении нового материала, упражнений в процессе закрепления и повторения, упражнений проверочных и контрольных работ, а также для самоконтроля.

Для организации самостоятельной работы необходимы следующие условия:

1. готовность студентов к самостоятельному труду;
2. наличие и доступность необходимого учебно-методического и справочного материала;
3. консультационная помощь.

Самостоятельная работа может проходить в лекционном кабинете, компьютерном зале, библиотеке, дома. Самостоятельная работа способствует формированию компетенций, тренирует волю, воспитывает работоспособность, внимание, дисциплину и ответственность.

## 1 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины

Дисциплина «Направления и перспективы развития химических технологий» относится к дисциплине части, формируемой участниками образовательных отношений. Она направлена на формирование профессиональных компетенций обучающихся в процессе выполнения работ, определенных ФГОС ВО.

Наименование компетенций:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-2 Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок	ИД-1 ПК-2 анализирует проведение экспериментов в соответствии с установленными полномочиями	<p><b>Пороговый уровень</b> понимает методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, основы анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;</p> <p><b>Повышенный уровень</b> понимает основы проведения мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний; основы соблюдения экологической безопасности проводимых работ;</p>
	ИД-2 ПК-2 осуществляет оформление результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	<p><b>Пороговый уровень</b> осуществляет применение методов контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;</p> <p><b>Повышенный уровень</b> проводит мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ;</p>
	ИД-3 ПК-2 осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок	<p><b>Пороговый уровень</b> применяет способность применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;</p> <p><b>Повышенный уровень</b></p>

		применяет способность проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ;
ПК-3 Способен осуществлять подготовку элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	ИД-1 ПК-3 подготавливает информационные обзоры, рецензии, отзывы, заключения на техническую документацию	<b>Пороговый уровень</b> понимает изучение конструкции типовых машин и аппаратов химических производств; приобретение навыков исследования и анализа их эксплуатационно-технологических характеристик; <b>Повышенный уровень</b> понимает методы организации развития творческой инициативы, рационализации, изобретательства, внедрение достижений отечественной и зарубежной науки, техники, использование передового опыта, обеспечивающих эффективную работу подразделения, предприятия;
	ИД-2 ПК-3 осуществляет оформление элементов технической документации на основе внедрения результатов научно-исследовательских работ	<b>Пороговый уровень</b> оценивает изучение методики расчета при проектировании машин и аппаратов отрасли с определением оптимальных габаритов конструкции, а также для оптимизации технологических режимов процессов в них; <b>Повышенный уровень</b> организовывает развитие творческой инициативы, рационализации, изобретательства, внедрение достижений отечественной и зарубежной науки, техники, использование передового опыта, обеспечивающих эффективную работу подразделения, предприятия;
	ИД-3 ПК-3 осуществляет подготовку элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	<b>Пороговый уровень</b> применяет получение навыков осуществления выбора технологического оборудования; изучение технологического процесса, осуществляемом в конкретной единице технологического оборудования <b>Повышенный уровень</b> применяет методы организации

		развития творческой инициативы, рационализации, изобретательства, внедрение достижений отечественной и зарубежной науки, техники, использование передового опыта, обеспечивающих эффективную работу подразделения, предприятия;
--	--	---

В рамках курса дисциплины «Направления и перспективы развития химических технологий» самостоятельная работа студентов находит активное применение и включает в себя различные виды деятельности:

- подготовка к лабораторным, в том числе работа с методическими указаниями;
- подготовка к лекциям, в том числе самостоятельное углубленное изучение теоретического курса по рекомендованной литературе;
- подготовка к промежуточной аттестации.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к лекциям заключается в получении новых знаний, приобретенных при более глубоком изучении литературы по дисциплине.

Задачи:

- доработка и повторение конспектов лекции;
- осмысление содержания лекции, логической структуры, выводов.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к лабораторным занятиям заключается в активизации познавательной деятельности и приобретение, развитие умений работы с учебными пособиями, методическими материалами, информационными ресурсами разного рода при подготовке к защите отчета по лабораторной работе.

Задачи:

- экспериментальная проверка формул, расчётов по материалам основных разделов дисциплины;
- ознакомление с методикой и техникой проведения экспериментов, исследований;
- подготовка письменного отчета и устного, выступления по их защите.

## 2 План-график выполнения самостоятельной работы

Таблица 1 – Виды самостоятельной работы для очно-заочной формы обучения

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
<b>Очно-заочная форма обучения</b>					
<b>1 семестр</b>					
ИД-1 ПК-3	Подготовка к лабораторной работе	Собеседование	7,695	0,405	8,1
ИД-2 ПК-3					
ИД-3 ПК-3					
ИД-1 ПК-2	Самостоятельное изучение литературы	Конспект, собеседование	56,43	2,97	59,4
ИД-2 ПК-2					
ИД-3 ПК-2					
<b>Итого за 1 семестр</b>			<b>64,125</b>	<b>3,375</b>	<b>67,5</b>

### 3 Контрольные точки и виды отчетности по ним

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

#### 4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенция (и), индикатор (ы)	Уровни сформированности компетенци(ий),			
	Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворительно) 2 балла	Минимальный уровень (удовлетворительно) 3 балла	Средний уровень (хорошо) 4 балла	Высокий уровень (отлично) 5 баллов
<i>Компетенция: ПК-2 Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок</i>				
Результаты обучения по дисциплине (модулю): <i>Индикатор:</i> ИД-1 ПК-2 анализирует проведение экспериментов в соответствии с установленными полномочиями	не понимает методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, основы анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;	понимает методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, основы анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, но допускает ошибки;	понимает методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, основы анализа причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;	понимает основы проведения мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний; основы соблюдения экологической безопасности проводимых работ;
ИД-2 ПК-2 осуществляет оформление результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	не осуществляет применение методов контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;	осуществляет применение методов контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, но допускает ошибки;	осуществляет применение методов контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;	проводит мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ;
ИД-3 ПК-2 осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок	не применяет способность применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений	применяет способность применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений	применяет способность применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений	применяет способность проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональ

	технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;	технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, но допускает ошибки;	технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;	ных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ;
<i>Компетенция: ПК-3 Способен осуществлять подготовку элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ</i>				
ИД-1 подготавливает информационные обзоры, рецензии, отзывы, заключения на техническую документацию	ПК-3 не понимает изучение конструкции типовых машин и аппаратов химических производств; приобретение навыков исследования и анализа их эксплуатационно-технологических характеристик;	понимает изучение конструкции типовых машин и аппаратов химических производств; приобретение навыков исследования и анализа их эксплуатационно-технологических характеристик, но допускает ошибки;	понимает изучение конструкции типовых машин и аппаратов химических производств; приобретение навыков исследования и анализа их эксплуатационно-технологических характеристик;	понимает методы организации развития творческой инициативы, рационализации, изобретательства, внедрение достижений отечественной и зарубежной науки, техники, использование передового опыта, обеспечивающих эффективную работу подразделения, предприятия;
ИД-2 ПК-3 осуществляет оформление элементов технической документации на основе внедрения результатов научно-исследовательских работ	не оценивает изучение методики расчета при проектировании машин и аппаратов отрасли с определением оптимальных габаритов конструкции, а также для оптимизации технологических режимов процессов в них;	оценивает изучение методики расчета при проектировании машин и аппаратов отрасли с определением оптимальных габаритов конструкции, а также для оптимизации режимов процессов в них, но допускает ошибки;	оценивает изучение методики расчета при проектировании машин и аппаратов отрасли с определением оптимальных габаритов конструкции, а также для оптимизации технологических режимов процессов в них;	организовывает развитие творческой инициативы, рационализации, изобретательства, внедрение достижений отечественной и зарубежной науки, техники, использование передового опыта, обеспечивающих эффективную работу подразделения, предприятия;
ИД-3 ПК-3 осуществляет подготовку элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	не применяет получение навыков осуществления выбора технологического оборудования; изучение технологического процесса, осуществляемом в конкретной	применяет получение навыков осуществления выбора технологического оборудования; изучение технологического процесса, осуществляемом в конкретной единице технологического оборудования, но	применяет получение навыков осуществления выбора технологического оборудования; изучение технологического процесса, осуществляемом в конкретной	применяет методы организации развития творческой инициативы, рационализации, изобретательства, внедрение достижений отечественной и зарубежной

	единице технологического оборудования	допускает ошибки	единице технологического оборудования	науки, техники, использование передового опыта, обеспечивающих эффективную работу подразделения, предприятия;
--	---------------------------------------	------------------	---------------------------------------	---

### 5 Тематический план дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очно-заочная форма			
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	<b>Методы интенсификации химико-технологических процессов (ХТП) импульсными энергетическими воздействиями.</b>	ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3 ИД-1 ПК-2	1,5		3	15
2	<b>Энергетические воздействия и физико-химические эффекты.</b>	ИД-2 ПК-2 ИД-3 ПК-2	3		3	15
3	<b>Методика интенсификации ХТП импульсными энергетическими воздействиями.</b>		3		21	10
	ИТОГО за семестр		13,5		27	67,5
	ИТОГО		13,5		27	67,5

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина (модуль) построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершенный раздел.

Лекционный материал посвящен рассмотрению ключевых, базовых положений дисциплины (модуля) и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Лабораторные работы направлены на приобретение опыта практической работы в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной

работы, используя рекомендуемые источники информации.

## 6. Вопросы для собеседования

1. Изложите основные сведения о машинах и аппаратах химической промышленности.
2. Изложите основные требования, предъявляемые к химическому оборудованию.
3. Охарактеризуйте материалы химического машиностроения: сталь, чугун, их применение.
4. Охарактеризуйте материалы химического машиностроения: цветные материалы, неметаллы.
5. Изложите методы защиты оборудования.
6. Изложите методы контроля и испытания химических аппаратов.
7. Укажите значение стандартизации в химическом машиностроении.
8. Изложите правила выбора исходных данных для инженерного расчета.
9. Изложите правила выбора конструкции и расчета обечаек.
10. Опишите конструкции днищ и крышек аппаратов.
11. Что называется мембранным разделением, мембранами? Какие продукты получают в результате мембранного разделения?
12. Что такое селективность и проницаемость мембраны?
13. Запишите уравнения материального баланса процесса мембранного разделения.
14. Как классифицируются методы мембранного разделения?
15. Что такое концентрационная поляризация, какими способами можно снизить ее негативное влияние на процесс мембранного разделения?
16. В чем заключаются преимущества и недостатки мембранного разделения?
17. Как классифицируются мембраны, их достоинства и недостатки?
18. Какие модели объясняющие процесс мембранного разделения вам известны, в чем они заключаются?
19. Изобразите конструкции мембранных аппаратов, проанализируйте их преимущества и недостатки.
20. Сформулируйте основные этапы расчета мембранных аппаратов.
21. Классификация колонных аппаратов.
22. Насадочные колонны.
23. Насадочные элементы.
24. Тарельчатые колонны.
25. Типы тарелок.
26. Условия безопасной эксплуатации колонных аппаратов.
27. Опишите конструкцию и элементы насадочных колонн.
28. Опишите виды насадки и насадочные элементы.
29. Опишите конструкцию и элементы тарельчатой колонны.
30. Опишите устройство и типы тарелок.
31. Укажите условия безопасной эксплуатации колонных аппаратов.
32. Как классифицируют химические реакторы?
33. Укажите пути экологической безопасности работы химических реакторов.
34. Назовите основные направления научно-технического прогресса в химической промышленности.
35. Как связано решение экологических проблем с устройством и эксплуатацией химических реакторов?

36. Укажите пути интенсификации работы реакторных устройств.
37. В чем заключается принцип математического моделирования химических реакторов?
38. Как влияет гидродинамическая структура потоков на химико-технологические процессы в реакторах?
39. Дайте сравнительную оценку реакторам идеального вытеснения и идеального смешения.
40. Приведите характеристические уравнения периодического и проточного реакторов идеального смешения.
41. Опишите графический метод расчета каскада реакторов идеального смешения.
42. Сделайте вывод характеристического уравнения реактора идеального смешения.
43. Что понимают под средним временем пребывания частиц в реакторе? От чего оно зависит и как определяется?
44. Охарактеризуйте ячеечную и диффузионную модели структуры потоков.
45. Укажите причины отклонений от идеальных режимов в химических реакторах.
46. На чем основан выбор реактора для обеспечения максимального выхода целевого продукта?
47. Что такое процесс сушки?
48. Что является основным признаком классификации сушильных установок?
49. Что такое испарение?
50. Что такое кипение?
51. Что такое парциальное давление пара в воздухе?
52. Что такое ненасыщенный влажный воздух?
53. Что такое насыщенный влажный воздух?
54. В каком состоянии находится пар в ненасыщенном влажном воздухе?
55. Что такое психрометрическая разность?
56. Что такое температура точки росы?
57. Что такое температура смоченного термометра?
58. Когда температура по сухому термометру выше температуры смоченного термометра?
59. Что такое термовлажностное отношение, или угловой коэффициент процесса?
60. Какое значение принимает угловой коэффициент в "теоретическом" процессе сушки?
61. Какое значение принимает угловой коэффициент процесса при нагреве воздуха с неизменным влагосодержанием?
62. С какой целью I-d - диаграмма влажного воздуха построена в косоугольной системе координат?
63. Как изменяется атмосферное давление с повышением влажности воздуха?
64. Какой воздух, влажный или насыщенный, имеет большую энтальпию при одинаковой температуре?
65. Чем высшая теплота сгорания топлива отличается от низшей теплоты сгорания?
66. Зависит ли высшая теплота сгорания от влажности сжигаемого топлива?
67. Будут ли в составе дымовых газов водяные пары при сжигании сухого топлива?
68. В чем основное отличие топок сушильных установок от топок паровых котлов?
69. Какие основные требования предъявляются к дымовым газам как к сушильному агенту?
70. При каком значении скорости обеспечивается максимальная очистка дымовых газов в циклоне?

71. Какие вентиляторы (осевые, центробежные или радиальные) не относятся к вентиляторам высокого давления?
72. Какой основной конструктивный параметр определяется при расчете циклона?
73. Какая оптимальная скорость газов в газоходах?
74. Что такое высшая теплота сгорания топлива?
75. Где больше коэффициент избытка воздуха: в топках котельных агрегатов или в топках сушильных установок?

## 7 Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Самостоятельная работа студента в ходе **лекционных занятий** включает изучение вопросов теории, вынесенных на самостоятельное изучение в соответствии с рабочей программой дисциплины, проработку лекционных материалов для подготовки к контролю знаний на лекционных занятиях (опрос) и подготовку вопросов для обсуждения при консультации с преподавателем.

Работа с лекционным материалом не завершается по окончании лекции. На 2 часа лекции необходимо затратить около часа на работу с конспектом. За это время необходимо перечитать записи, пополнить их данными, которые удалось запомнить из речи преподавателя, но не удалось записать. Работая с конспектом, нужно отметить непонятные вопросы для выяснения которые у преподавателя на консультации. Отдельно следует выделить связанные с темой лекции вопросы, которые преподаватель поручил проработать самостоятельно.

Вопросы для самостоятельного изучения представлены в п. 5.

Самостоятельная работа студентов в ходе выполнения **лабораторного практикума** включает несколько видов работы:

- подготовку к выполнению работы в составе группы;
- оформление отчета о лабораторной работе;
- подготовку к защите отчета о лабораторной работе.

При подготовке к выполнению лабораторной работы студенты должны изучить методические указания к лабораторной работе, обратив внимание на последовательность действий при её выполнении и технику безопасного её проведения. На этом этапе студенты должны четко представлять сущность изучаемых процессов, а также факторы, обеспечивающие получение достоверных данных и организовать работу в группе, распределив между собой обязанности при выполнении работы. Эта подготовка должна быть проведена до начала занятий в лаборатории. Выполнение опыта по мере чтения методички на самом занятии, как правило, провоцирует ошибки в последовательности выполнения эксперимента. Требования к оформлению отчетов о лабораторных работах приведены в методических указаниях к лабораторным работам по дисциплине.

Подготовка к защите отчета о лабораторной работе обеспечивает приобретение и развитие умений работы с учебными пособиями, методическими материалами, информационными ресурсами разного рода. Контрольные вопросы и рекомендуемая литература для подготовки приведены в методических указаниях к лабораторным работам по дисциплине. Критерии оценки при сдаче отчета о лабораторной работе включают:

- наличие отчета о лабораторной работе и соответствие его требованиям по содержанию и оформлению;
- владение основными теоретическими положениями по теме лабораторной работы в соответствии с контрольными вопросами;
- умение анализировать полученные результаты и делать практические выводы.

## **8 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине осуществляется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику изучаемой учебной дисциплины, индивидуальные особенности обучающегося.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм:

1. самоконтроль и самооценка обучающегося;
2. контроль и оценка со стороны преподавателя.

## **9 Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции**

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании работ.