



Министерство образования и науки Республики Казахстана  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
Кафедра химии и химических технологий

# **РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины Механика жидкостей и газов

для магистрантов специальности 6М072100 – Химическая технология  
органических веществ

## **1 Цели и задачи дисциплины**

В курсе «Механика жидкостей и газов» изучаются процессы, являющиеся составной частью многих технологических производств. Знание курса позволяет выбирать оптимальные режимы производства, конструировать технологические аппараты, выполнять материальные и энергетические балансы, моделировать технологические процессы.

Целью преподавания дисциплины является систематизация знаний по основам технологических процессов химических производств, выработка умения и навыков расчёта химических аппаратов и химико-технологических систем, развитие у магистрантов способности к самостоятельному поиску, анализу и усвоению знаний о химико-технологических процессах.

Задачами изучения дисциплины являются получение знаний о принципах и методах организации важнейших технологических процессов получения базовых продуктов химической промышленности, понимание глубокой физической общности основных процессов химической технологии, овладение магистрантами основными методами технологического расчёта важнейших аппаратов химических производств.

В результате изучения данной дисциплины магистранты должны иметь представление:

- о конструктивном оформлении машин и аппаратов с учётом специфики процесса и способа обработки вещества;

знать:

- характеристику типовых (основных) процессов и аппаратов, неизменно присутствующих в большинстве химико-технологических производств;

- методику расчёта и проектирования химической аппаратуры;

уметь:

- комплексно использовать закономерности гидромеханики, тепло-массообмена и макрокинетики химических превращений в расчётах химического оборудования;

приобрести практические навыки:

- в рациональной организации технологического процесса;

## **2 Пререквизиты**

Для освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, приобретённые при изучении следующих дисциплин: физика, математика, физическая химия, органическая химия соединений алифатического ряда, химия циклических соединений, теоретическая и прикладная механика, начертательная геометрия и инженерная графика, общая химическая технология.

## **3 Постреквизиты**

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, необходимы для освоения следующих дисциплин: основы безотходных производств, коллоидно-химические основы технологических процессов.

## 4 Содержание дисциплины

### 4.1 Тематический план дисциплины

№ п/п	Наименование тем	Количество контактных часов по видам занятий			
		лекции	практические	лабораторные	СРМ
1	Техническая гидравлика	5	5		25
2	Перемещение жидкостей	2	3		25
3	Сжатие и разрежение газов	2	-		25
4	Перемешивание	2	3		20
5	Разделение неоднородных смесей	4	4		25
ИТОГО:		15	15	-	120

### 4.2 Содержание тем дисциплины

Тема 1. Техническая гидравлика. Предмет и задачи технической гидравлики. Основные физические свойства капельных жидкостей. Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Гидродинамика. Дифференциальные уравнения гидродинамики. Уравнение Бернулли. Уравнение равномерного движения реальной жидкости в прямолинейном канале. Режимы движения реальной жидкости. Гидродинамическое подобие. Ламинарное движение ньютоновских жидкостей в трубах круглого сечения. Ламинарное движение неньютоновских жидкостей в трубах круглого сечения. Турбулентное течение жидкостей в трубах круглого сечения. Расчёт трубопроводов для транспорта жидкостей. Расчёт газопроводов. Движение твёрдых тел в жидкости (газе). Образование и движение газовых пузырьков и жидких капель. Движение жидкости (газа) в неподвижных слоях зернистых материалов и насадок. Псевдооживленный слой зернистых материалов. Движение двухфазных потоков. Структура потоков и распределение времени пребывания жидкости в аппаратах.

Тема 2. Перемещение жидкостей. Поршневые насосы. Устройство, принцип действия, классификация поршневых насосов. Теоретическая и действительная производительность поршневых насосов. Выравнивание движения жидкости во всасывающем и нагнетательном трубопроводах. Предельная геометрическая высота всасывания жидкости. Процесс нагнетания. Расход энергии на перекачку жидкости поршневыми насосами. Регулирование производительности поршневых насосов. Достоинства и недостатки поршневых насосов. Центробежные насосы. Устройство, принцип действия центробежных насосов. Основное уравнение центробежного насоса. Геометрическая высота всасывания жидкости центробежным насосом. Расход энергии на перекачку жидкости центробежными насосами. Характеристики

центробежных насосов. Определение рабочих точек центробежных насосов. Регулирование производительности центробежных насосов. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов. Достоинства и недостатки центробежных насосов. Насосы других типов: роторные, вихревые, струйные насосы, газлифт.

Тема 3. Сжатие и разрежение газов. Поршневые компрессоры. Принцип действия и теоретические рабочие диаграммы поршневых компрессоров. Работа сжатия газа в поршневых компрессорах. Производительность поршневых компрессоров. Многоступенчатое сжатие газа в поршневых компрессорах. Расход энергии на сжатие газа в поршневых компрессорах. Регулирование производительности поршневых компрессоров. Центробежные компрессоры. Устройство, принцип действия турбогазодувки и турбокомпрессора. Степень сжатия газа в турбогазодувке и турбокомпрессоре. Расход энергии. Характеристики турбогазодувки и турбокомпрессора. Рабочие точки. Параллельная и последовательная работа машин. Регулирование производительности турбогазодувки и турбокомпрессора. Осевые компрессоры. Вентиляторы. Ротационные компрессоры: пластинчатые, компрессоры с двумя вращающимися поршнями, винтовые, компрессоры с жидкостным кольцом. Струйные компрессоры. Сравнение и области применения компрессоров различных типов. Вакуум-насосы: поршневые, ротационные, вакуум-насосы других типов, насосы для создания глубокого вакуума.

Тема 4. Перемешивание. Механические мешалки для жидких и газожидкостных сред. Барботажное перемешивание жидкостей и суспензий. Перемешивание в потоке неподвижными турбулизаторами. Циркуляционное перемешивание жидкостей. Расход энергии на перемешивание в жидких средах механическими мешалками. Определение рационального рабочего режима механических мешалок. Моделирование аппаратов с механическими мешалками. Расход энергии на барботажное перемешивание жидкости. Смещение твёрдых сыпучих материалов.

Тема 5. Разделение неоднородных смесей. Гравитационное осаждение. Осаждение в поле центробежной силы. Техника разделения суспензий. Закономерности разделения суспензий и нестойких эмульсий в осадительных центрифугах. Разделение суспензий и нестойких эмульсий в гидроциклонах. Разделение газозвесей (обеспыливание газов) в циклонах. Разделение газозвесей в электрическом поле. Фильтрация. Устройство, принцип действия аппаратов для фильтрации.

#### 4.3 Перечень и содержание практических занятий

Тема 1. Техническая гидравлика. Гидравлические процессы. Физико-химические свойства жидкостей и газов. Определение режимов движения потоков. Энергия потока и уравнение Бернулли. Определение скорости течения жидкости (скоростная трубка Пито-Прандтля). Истечение жидкости через отверстия и насадки. Потери напора (линейные, местные). Подбор оптимального диаметра трубопровода.

Тема 2. Перемещение жидкостей. Определение основных характеристик насоса. Расчёт и подбор центробежного насоса.

Тема 4. Перемешивание. Механическое перемешивание. Перемешивающие устройства реакторов. Основные параметры и условия работы перемешивающих устройств. Подбор перемешивающего устройства.

Тема 5. Разделение неоднородных смесей. Осаждение. Фильтрация. Центрифугирование.

#### 4.4 Содержание самостоятельной работы магистранта

##### 4.4.1 Перечень видов СРМ

№	Вид СРМ	Форма отчетности	Вид контроля	Объем в часах
1	Подготовка к лекционным занятиям	конспект	участие на занятии	15
2	Подготовка к практическим занятиям	рабочая тетрадь	участие на занятии	15
3	Выполнение семестровых заданий	решение задач	защита выполненных заданий	12
4	Изучение материала, не вошедшего в содержание аудиторных занятий	конспект, технологические расчёты	решение задач, технологических расчётов	40
5	Подготовка к контрольным мероприятиям	конспект	РК 1, РК 2, текущий контроль	8
ИТОГО:				90

##### 4.4.2 Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение магистрантами

1) Введение. Краткие исторические сведения о развитии курса процессов и аппаратов химической технологии. Вклад ученых Казахстана и других зарубежных стран в науку о процессах и аппаратах химической технологии [периодические издания];

2) Теоретические основы процессов химической технологии. Основы теории подобия и анализа размерностей. Общие принципы анализа и расчёта процессов и аппаратов [2, с. 9-13; 7, с. 17-25];

3) Закон термодинамического равновесия. Основное уравнение переноса субстанций (количество движения, теплоты и массы). Движущие силы процессов переноса. Уравнение переноса теплоты (дифференциальное уравнение конвективного теплообмена). Уравнение переноса массы (дифференциальное уравнение конвективной диффузии), уравнение переноса количества движения (уравнение Навье-Стокса). Аналогия процессов переноса. [1, с. 30-35; 4, с.11-26];

4) Уравнение поверхности уровня. Гидростатическое давление в точке покоящейся жидкости и форма поверхности уровня. Гидростатическое давление и поверхность уровня в случаях относительного покоя жидкости. Сила гидростатического давления на стенки сосуда [1, с. 16-28; 4, с.35-61];

5) Плёночное течение жидкостей под действием силы тяжести. Истечение жидкостей через отверстия, насадки и водосливы [1, с. 62-69; 4, с.61-76];

6) Моделирование химико-технологических процессов. Физическое моделирование. Метод обобщенных переменных (основы теории подобия). Критерии (числа) подобия. Преобразования дифференциальных уравнений методами подобия. Обобщенные критериальные уравнения (уравнения подобия). Подобия гидродинамических процессов. Анализ размерностей. Теорема Бэкингема. Математическое моделирование. Понятие о математической модели и принципах ее построения. Сравнительная характеристика физического и математического моделирования [3, с.145-152; 4, с.76-94];

7) Гидравлические процессы. Давления: абсолютное, избыточное, остаточное, гидростатическое. Давление жидкости на дно и стенки сосуда. Основные приложения уравнения гидростатики. Истечение жидкостей и газов при постоянном и переменном напоре [1, с.16-30; 4, с.29-76; 2, с. 9-63];

8) Перемещение жидкостей. Основные параметры насосов. Напор, высота всасывания, подача, мощность, КПД, характеристики насосов (центробежного, поршневого). Параллельная и последовательная работа центробежного насосов. Работа на сеть и управление работой насоса. Типовая схема и основные характеристики насосной установки. Насосы других типов: осевые, плунжерные, пластинчатые и другие; принцип действия, краткая техническая характеристика, применение.

Газлифты и струйные насосы: устройство, принцип действия, сравнительная характеристика, применение.

Сравнительная характеристика и области применения насосов различных типов, выбор типа насоса [1, с.102-133; 2, с.64-88; 4, с.144-170];

9) Перемещение и сжатие газов. Компрессоры. Классификация компрессоров.

Поршневые компрессоры: устройство, принцип действия, классификация и краткая характеристика машин разных типов. Рабочий цикл одноступенчатого компрессора, индикаторная диаграмма, степень сжатия, производительность, коэффициент подачи, удельная энергия на сжатие, КПД. Многоступенчатое сжатие. Оптимальное распределение степени сжатия по ступеням компрессора. Основные схемы многоступенчатых машин.

Управление работой поршневого компрессора. Центробежные компрессоры: классификация, устройство, принцип действия, напор, производительность, характеристика, мощность на валу.

Управление работой центробежного компрессора.

Типовая схема и основные характеристики компрессорной установки.

Компрессоры других типов: ротационные, осевые, винтовые и другие: принцип действия, краткая техническая характеристика, применение.

Вентиляторы и газодувки: классификация, краткая характеристика, применение.

Сравнительная характеристика и области применения машин для сжатия газов различных типов, выбор типа машины [1, с.134-173; 2, с.64-88; 4, с.170-172];

10) Гидродинамические процессы. Классификация жидких неоднородных систем. Осаждение. Фильтрация. Центрифугирование. Классификация неоднородных газовых систем. Центробежное осаждение. Очистка газов фильтрованием. Механическое перемешивание. Движение тел в жидкостях: режимы движения твердых тел, движение жидкости в окрестности вращающейся лопасти, мощность на перемешивание, выбор числа оборотов мешалки. Циркуляционное и пневматическое перемешивание [1, с.196-261; 2, с.89-145; 4, с.172-207].

## 5 Список литературы

### Основная

1) Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Кн.1,2.М.: Химия, 1981. – 812 с.

2) Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учеб. пособие для вузов / Под ред. чл.-корр. АН СССР П.Г. Романкова. 9-е изд. Л.: Химия, 1981. – 560с.

3) Плановский А.А., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической технологии и нефтехимической технологии. 3-е изд. М.: Химия, 1987. – 540с.

4) Фролов В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии». – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2003. – 608с.

### Дополнительная

5) Айнштейн В.Г., Захаров М.Н., Носов Г.А., Захаренко В.В., Зиновкина Т.В., Таран А.Л., Костянян А.Е. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для вузов: в 2 кн. М.: Химия, 1999 (кн.1, 888с.; кн.2, 872с.)

6) Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Ч 1,2. М.: Химия, 1981. – 812с.

7) Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. – Л. : Химия, 1991. – 352 с.

8) Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. 9-е изд. М.: Химия, 1973. – 750 с.

9) Коган В.Б. Теоретические основы типовых процессов химической технологии. Л.: Химия, 1977. – 592с.

10) Машины и аппараты химических производств: Примеры и задачи / И.В. Доманский, В.П. Исаков, Г.М. Островский и др. Под общ. ред. В.Н. Соколова. – Л.: Машиностроение, 1982. – 384 с.

11) Основные процессы и аппараты химической технологии (Пособие по проектированию). Под ред. Ю.И.Дытнерского. М.: Химия, 1991. – 496с.

- 12) Романков П.Г., Курочкина М.И. Гидромеханические процессы химической технологии. 3-е изд. Л.: Химия, – 288с.
- 13) Справочник химика. М.: Химия, т.3. 1962. -1006с., т.5. 1996, – 974с.



Выписка из рабочего учебного  
плана специальности



Форма  
СО ПГУ 7.18.3/32

**Выписка из рабочего учебного плана специальности**  
**6M072100 – Химическая технология органических веществ**  
**Наименование дисциплины Механика жидкостей и газов**

Форма обучения	Трудоёмкость дисциплины			Формы контроля по семестрам				Семестр	Объём работы магистрантов по семестрам					
	кредитов	академических часов		экс	зач	КП	КР		Аудиторных занятий (ак. часов)				СРМ (ак. часов)	
		все го	ауд						СРМ	всего	лек	пр	лаб	
Очная на базе ВПО	2	150	30	120	2			4	30	15	15	-	120	30

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Жапаргазина К.Х. «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.