



## **Пояснительная записка**

Магистерская программа данного направления подготовки, рассчитана в первую очередь на выпускников направления подготовки «Технологические машины и оборудование», профиль «Оборудование нефтегазопереработки» (уровень бакалавриата), а также направлена на профессиональное совершенствование и повышение квалификации профильных специалистов в области химических производств. По данной программе могут успешно обучаться выпускники других математических, физико-химических и технических направлений подготовки, ориентированные на получение современного образования в области нефтегазопереработки, энерго- и ресурсосберегающих процессов в химических технологиях, нефтехимии и биотехнологии, формирование дополнительных компетенций по разработке и сопровождению машин и аппаратов нефтегазопереработки, получение дополнительных знаний в области химических производств.

Программа вступительных испытаний составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки магистров 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», профиль «Оборудование нефтегазопереработки».

### **1 Цели и задачи вступительных испытаний**

Цель проведения вступительных испытаний – определить готовность и возможность поступающего освоить магистерскую программу по указанному направлению подготовки, произвести отбор наиболее подготовленных абитуриентов для поступления в магистратуру.

При проведении вступительных испытаний решаются следующие задачи:

1. Выявление остаточных знаний абитуриентов в области специальных и общепрофессиональных дисциплин.
2. Выявление компетенций абитуриентов в области специальных и общепрофессиональных дисциплин.
3. Выявление умения поступающих применять полученные знания и компетенции при решении технологических задач.
4. Ранжирование абитуриентов по степени владения компетенциями и знаниями для осуществления конкурсного приема в магистратуру.

### **2 Формы проведения вступительных испытаний**

Вступительные испытания проводятся в форме компьютерного тестирования.

Тест включает в себя 20 вопросов.

Все задания отражают учебный материал по основным разделам программы вступительного испытания (указаны в п. 4).

Вступительное испытание оценивается по 100-балльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет 40 баллов.

Продолжительность вступительного испытания – 1 астрономический час.

Во время проведения вступительных испытаний их участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи. Участники вступительных испытаний могут иметь при себе и использовать справочные материалы и электронно-вычислительную технику, разрешенные к использованию членами экзаменационных комиссий.

### 3 Оценка уровня знаний поступающих

При ответе на вопросы экзаменационного билета поступающий должен продемонстрировать:

1. Правильность и полноту содержания, корректность формулировок, наличие математических выкладок, графиков, схем, поясняющих суть явлений или принципы функционирования устройств.

2. Техническую грамотность.

3. Аргументированность.

4. Логичность и последовательность изложения материала.

Критерии оценки знаний поступающего приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика ответа	Количество баллов
Ответы на вопросы экзаменационного билета не получены. Выявлены существенные пробелы в знаниях поступающего. Абитуриентом не освоены основные положения теории, не способен предложить примеры применения теоретических знаний на практике.	До 40
Допущены значительные ошибки при ответах на вопросы экзаменационного билета. Абитуриентом продемонстрированы знания основных положений теории при наличии существенных пробелов в деталях. Поступающий испытывает затруднения при иллюстрации практического применения положений теории. В то же время, абитуриент овладел основным материалом в объеме, необходимом для освоения программы магистратуры.	40 - 55
При проверке экзаменационного билета выявлены незначительные ошибки, указывающие на наличие несистематичности и пробелов в знаниях. Абитуриентом показаны достаточно глубокие теоретические знания, продемонстрировано умение иллюстрировать теоретический материал практическими примерами.	56 - 85

<p>Ответы на вопросы экзаменационного билета полные и подробные. Абитуриент обладает глубокими теоретическими знаниями, демонстрирует творческие способности в понимании и изложении материала, умеет проиллюстрировать материал практическими примерами, в полной мере освоил основную литературу, рекомендованную программой вступительных испытаний.</p>	<p>86 - 100</p>
---	-----------------

#### **4 Вопросы для подготовки к вступительным испытаниям**

##### **Раздел «Конструирование и расчет машин и аппаратов отрасли»**

1 Конструкционные материалы. Классификация конструкционных материалов.

Классификация черных металлов. Сталь, классификация, условное обозначение, расшифровка маркировки, область применения, требования, предъявляемые к материалам, их выбор.

2 Выбор материалов при проектировании аппаратов стальных сварных (колонные, теплообменные аппараты). Требования к материалам. Основные положения правил по расчету и устройству сварных аппаратов.

3 Нормы гидравлических и пневматических испытаний аппаратов. Правила подготовки и проведения. Меры безопасности при проведении гидравлических и пневматических испытаний.

4 Основные расчетные параметры. Температура, давление, допускаемые напряжения, коэффициент прочности сварного шва, группа и категория аппаратов.

5 Понятие о тонко и толстостенных аппаратах, общие сведения, основные элементы, основные термины и определения. Напряженное состояние материала упругих осесимметричных тонкостенных оболочек, находящихся под воздействием внутреннего избыточного давления.

6 Определение напряжений и толщины стенки в сферической, эллиптической и конической оболочках, область применения, анализ напряжений, возникающих в оболочках различной формы.

7 Определение внутренних силовых факторов и напряжений от суммарного воздействия внутреннего давления и краевых нагрузок. Закономерности их изменения вне зоны и в зоне действия краевых нагрузок. Проверка прочности.

8 Конструирование и расчет толстостенных аппаратов. Основные положения. Напряженное состояние стенок толстостенных аппаратов, находящихся под действием внутреннего давления. Причины и признаки деления сосудов на тонко и толстостенные.

9 Расчет однослойного толстостенного аппарата, находящегося под действием внутреннего давления. Распределение напряжений по толщине стенки толстостенного сосуда, находящегося под действием внутреннего давления (анализ эпюр, выводы по анализу). Расчет толщины стенки однослойного толстостенного сосуда.

10 Увеличение несущей способности сосудов высокого давления. Опти-

мальное конструирование многослойных аппаратов. Определение напряжений, и расчет толщины стенки многослойных толстостенных аппаратов

11 Основы расчета аппаратов на устойчивость формы. Вводные замечания, понятие об устойчивости. Основная причина потери устойчивости.

12 Расчет цилиндрических оболочек, находящихся под действием наружного давления. Расчетная длина, расчетное давление, понятие о длинных и коротких оболочках, цель расчета. Расчет длинных и коротких оболочек под действием наружного давления.

13 Расчет цилиндрических оболочек под действием осевой сжимающей силы. Общая и местная потеря устойчивости. Потеря устойчивости под совместным воздействием различных нагрузок.

14 Расчет вертикальных аппаратов на ветровую и сейсмическую нагрузку. Цель и порядок расчета. Колебания аппаратов под действием ветровой нагрузки. Расчетная схема, сечения и состояния аппарата при расчете на ветровую нагрузку. Определение ветровой нагрузки и веса аппарата.

### **Раздел «Машины и аппараты нефтегазопереработки»**

1 Колонные массообменные аппараты для процессов ректификации и абсорбции. Общие сведения и область применения. Классификация массообменных аппаратов.

2 Расчет основных параметров (размеров) колонных аппаратов. Внутренняя компоновка аппаратов: расстояние между тарелками, кубовая и отгонная части, зона питания.

3 Внутренние устройства колонных аппаратов. Типы тарелок, их классификация и требования к ним. Способы крепления внутренних устройств и их расчет. Отбойные устройства.

4 Насадочные контактные устройства. Типы и классификация насадок. Принципы выбора насадок. Проектирование и расчет насадочных аппаратов. Сравнение и выбор тарелок и насадок.

5 Вакуумные колонны. Особенности конструкции и эксплуатации. Вакуумсоздающие системы. Основные элементы вакуумных колонн и их особенности.

6 Массообменные аппараты для систем жидкость-жидкость. Конструкции, основные элементы, особенности.

7 Экстракторы. Общие сведения, область применения, основы расчета и проектирования. Основные элементы и конструктивные особенности.

8 Трубчатые печи. Назначение, их место и роль в технологической системе и область применения. Классификация трубчатых печей и их типоразмеры.

9 Показатели работы печей. Технологические параметры, определяющие габаритные размеры печей.

10 Общие сведения о процессе теплообмена. Требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам. Классификация теплообменной аппаратуры. Нагревающие и охлаждающие агенты.

11 Кожухотрубчатые теплообменники. Преимущества и недостатки теплообменных аппаратов различных конструкций. Выбор типа теплообменного аппарата. Порядок конструктивного расчета кожухотрубчатых теплообменников.

12 Принцип действия и конструкция теплообменника с U-образными

трубками. Теплообменники с плавающей головкой. Особенности устройства и конструкции плавающих головок.

13 Теплообменники типа «труба в трубе». Особенности устройства и конструкции. Принцип действия и конструкция теплообменного аппарата, его назначение.

14 Фланцевые соединения трубопроводов. Типы (классификация) фланцев и область их применения. Уплотнение фланцевых соединений, типы и классификация. Крепежные элементы.

### **Раздел «Процессы и аппараты нефтегазопереработки»**

1 Неоднородные системы. Классификация неоднородных систем, аппараты и методы их разделения. Каковы принципиальные отличия периодического и непрерывного процессов?

2 С какой целью измельчают твердые материалы в технологических процессах? Как классифицируют измельчение по крупности частиц получаемого материала?

3 С какими целями проводят очистку газов от пыли? Назовите известные вам способы очистки газов. Какие физические явления лежат в их основе?

4 Что является движущей силой процесса фильтрования и какими способами ее создают?

5 Что является движущей силой процесса разделения в центрифугах? Что такое фактор разделения?

6 В каких процессах используется искусственное охлаждение? Как классифицируют способы получения искусственного холода? Какие требования предъявляют к хладагентам? Что называют холодопроизводительностью? Назовите методы глубокого охлаждения? Чем они различаются?

7 Какие массообменные процессы проводят в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности? Что называется процессом экстракции? Что представляет собой треугольная диаграмма?

8 Что представляет собой линия равновесия? Запишите уравнение линии рабочих концентраций?

9 Запишите основное уравнение массопередачи. Что является движущей силой массообменного процесса?

10 Запишите уравнение молекулярной и конвективной диффузии. Какими законами они определяются?

11 В чем заключается принцип разделения смесей ректификацией? Запишите уравнение материального и теплового балансов процесса ректификации? Из каких частей состоит ректификационная колонна? Что означает флегмовое число?

12 Сущность процессов испарения и конденсации (схемы основных видов испарения и конденсации)?

13 Что называется процессом сушки? какие основные виды сушки вы знаете и в чем их различие? Что называется относительной влажностью, влагосодержанием влажного воздуха?

14 Что называется процессом кристаллизации и с какой целью этот процесс проводят в промышленности? От каких факторов зависит скорость кри-

сталлизации? Перечислите известные вам способы проведения процесса кристаллизации.

### **Раздел «Насосы и компрессоры»**

1 Подготовка центробежного насоса к работе и его пуск. Причины неисправностей и их устранение.

2 В каких случаях категорически запрещается пуск и эксплуатация дозирочных насосов?

3 Графики подачи поршневых насосов. Степень неравномерности подачи.

4 Основные схемы поршневых насосов. Принцип действия поршневого компрессора. Индикаторная диаграмма идеального цикла поршневого компрессора.

5 Транспортирование жидкостей самотеком.

6 Классификация насосов по принципу действия.

7 Основные особенности объемных и динамических групп насосов.

8 Характеристика поршневого насоса. Регулирование подачи поршневого насоса. Основные свойства поршневых насосов.

9 Силы, действующие на рабочее колесо центробежного насоса, их уравнивание. Факторы, определяющие конструкцию центробежных насосов.

10 Требования к фланцевым соединениям насосных и компрессорных установок при сборке.

11 Уплотнения вала центробежного насоса, назначение и классификация.

12 Что такое пробное, условное и рабочее давление?

13 Выбор прокладок и прокладочных материалов для уплотнения соединений и сколько раз допускается их использовать?

14 Центробежные насосы и их классификация. Основное уравнение центробежных насосов. Кавитационные характеристики центробежных насосов.

### **Раздел «Монтаж и ремонт химического оборудования»**

1. Каково назначение плана производства работ (ППР) и из каких документов он состоит?

2. Схемы перевозок крупногабаритных аппаратов автомобильным транспортом.

3. Какие канаты применяют при монтажных работах и как их маркируют?

4. Основные типы траверс. Опишите их конструкции, области применения.

5. Мачтовый подъемник. Критерии работоспособности монтажной мачты.

6. Способы повышения грузоподъемности монтажных кранов.

7. Классификация методов монтажа.

8. Подъем аппаратов падающей мачтой: схема подъема, состав такелажной оснастки, порядок выполнения подъемной операции.

9. Подъем аппаратов с дополнительными рычагами: схема подъема, состав такелажной оснастки, порядок выполнения подъемной операции.

10. Подъем аппаратов вокруг шарнира: схема подъема, состав такелажной оснастки, порядок выполнения подъемной операции.

11. Подъем аппаратов способом скольжения: схема подъема, состав такелажной оснастки, порядок выполнения подъемной операции.

12. Подъем аппаратов способом выжимания: схема подъема, состав такелажной оснастки, порядок выполнения подъемной операции.

13. Монтаж горизонтальных аппаратов по перекрытиям: схема подъема, состав такелажной оснастки, порядок выполнения подъемной операции.

14. Классификация видов, методов и способов ремонта оборудования.

### **Раздел «Основы технической диагностики нефтегазового оборудования»**

1 Что является целью и задачами технического диагностирования? Назовите характеристики диагностирования.

2 Что понимается под диагностическим обеспечением технологических машин и оборудования? Что оно в себя включает?

3 Дайте определение технического состояния. Назовите виды технического состояния в зависимости от значений параметров объекта в данный момент времени. Под воздействием каких факторов изменяется техническое состояние объекта?

4 Какие различают диагностические (контролируемые) параметры? Дайте их определение. Что относится к данным параметрам?

5 Классификация методов акустического неразрушающего контроля. Каких объектов оценивается техническое состояние данными методами неразрушающего контроля?

6 Что такое виброакустическая диагностика? В чем состоит ее сущность? Перечислите задачи виброакустической диагностики. Какие объекты подвергаются данному виду оценки технического состояния?

7 Какие возможны подходы реализации контроля технического состояния по виброакустическим характеристикам? На чем они основаны? Для каких объектов данные подходы используются?

8 Методы обработки и анализа вибрационных сигналов при контроле технического состояния и диагностировании технологических машин.

9 Какие различают виды модуляции виброакустического сигнала? Приведите спектры модулированных колебаний. Приведите временную реализацию модулированных колебаний.

10 На каких частотах вызывает реакцию линейной и нелинейной механических систем гармонические воздействия с частотами  $\omega_1$  и  $\omega_2$ ? Поясните с помощью рисунков. Чем отличается линейная механическая система от нелинейной?

11 Что понимается под параметрическим возбуждением колебаний? Приведите примеры механизмов, в которых могут возбуждаться параметрические колебания. На каких частотах вызывает реакцию параметрической системы гармонические входные воздействия с частотами  $\omega_1$  при изменении передаточной функции по любому сложному, но периодическому закону с основной частотой?

12 Колебания механизмов на роторной частоте и ее гармониках. Назовите причины увеличения амплитуд колебаний на роторной частоте.

13 Влияние состояния контактирующих поверхностей на виброактивность машин и оборудования. Как влияет абразивное и усталостное изнашивание и изнашивание при заедании на виброакустический сигнал?

14 Какие виды разрушения могут иметь место при абразивном изнашивании? Что влияет на величину износа? В каких машинах и оборудовании наблюдается абразивное изнашивание?

### **Раздел «Оборудование транспорта и хранения нефти и газа»**

1 Что такое трасса трубопровода, профиль трассы, гидравлический уклон, полный напор, пьезометрический напор? Какой трубопровод называется магистральным?

2 Какова цель гидравлического расчета трубопровода? Приведите основные расчетные параметры трубопровода. Определение суммарной потери напора в трубопроводе.

3 По трубопроводу диаметром  $d = 511$  мм, длиной  $l = 120$  км, перекачивается нефть со скоростью  $\omega = 1,5$  м/с. Коэффициент гидравлического сопротивления  $\lambda = 0,029$ . Определить гидравлический уклон  $i$  и потерю напора  $h$  в трубопроводе.

4 Какой зависимостью связаны расход  $Q$  жидкости, средняя скорость  $\omega$  движения ее по трубопроводу и внутренний диаметр  $d$  трубы? При каких скоростях движения жидкости в трубопроводе может возникнуть гидравлический удар, и чем он опасен?

5 Назначение и классификация трубопроводной арматуры. Приведите примеры приводной и самодействующей запорной арматуры.

6 Изобразите (эскизно) схемы действия приводной запорной арматуры: задвижки, клапана, крана – в зависимости от характера работы затвора. Достоинства и недостатки арматуры.

7 Назначение и принцип действия предохранительной арматуры. Как и зачем производится «подрыв» предохранительного клапана?

8 Методы прокладки трубопроводов, применяемое оборудование. Достоинства и недостатки методов.

9 Какие напряжения возникают в теле трубы, находящейся под действием внутреннего давления (приведите формулы расчета)? Какие из напряжений наиболее опасны?

10 Концы трубопровода жестко закреплены. Определить возникающие напряжения  $\sigma$  в трубе при изменении температуры от  $t_1 = 200$  °С до  $t_2 = 700$  °С, а также осевое усилие  $N$  в трубе, если площадь сечения стенки трубы  $F = 22$  см<sup>2</sup>. Модуль упругости стали  $E = 2,1 \cdot 10^6$  кг/см<sup>2</sup>, коэффициент линейного расширения стали  $\alpha = 0,0000120$  С<sup>-1</sup>.

11 Трубопровод длиной  $l = 50$  м уложен при температуре  $t = 200$  °С. Определить удлинение  $\Delta$  трубопровода, если температура перекачиваемой жидкости  $t = 700$  °С, коэффициент линейного расширения стали  $\alpha = 0,000012$  °С. Сальниковые компенсаторы. Назначение, устройство и принцип действия.

12 К каким последствиям могут привести изменения температуры перекачиваемого продукта трубопровода, жестко закрепленного в опорах? Как избежать таких последствий? Устройство и принцип работы компенсаторов.

13 Приведите простейшие конструкции неподвижных и подвижных опор и подвесок трубопроводов. Какие усилия они воспринимают? Как определяются вертикальные  $Q$  и горизонтальные  $S$  нагрузки, действующие на опоры?

14 С какой целью трубопроводы покрывают тепловой изоляцией? Какими свойствами должна обладать изоляция? Назовите наиболее распространенные изоляционные материалы.

### **Пример экзаменационного билета**

1. Классификация насосов по принципу действия.
2. Какие массообменные процессы проходят в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности.
3. Выбор материалов при проектировании аппаратов (колонные, теплообменные). Требования к материалам.
- 4 Влияние состояния контактирующих поверхностей на виброактивность машин и оборудования. Как влияет абразивное и усталостное изнашивание и изнашивание при заедании на виброакустический сигнал?
5. Мачтовый подъемник. Критерии работоспособности монтажной мачты.
- 6 Классификация насосов по принципу действия.
- 7 Назначение и принцип действия предохранительной арматуры. Как и зачем производится «подрыв» предохранительного клапана?

### **5 Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение**

1 Кутепов А.М., Баранов Д.А., Бутков В.В. и др. Московский гос. ун-т инж. экологии, кафедра «Процессы и аппараты химической технологии», - М.: МГУИЭ. - 328 с.

2 Сугак А., В.К. Леонтьев, В.В.Туркин. Процессы и аппараты химической технологии: Учеб. Пособие - М.: Издательский центр Академия. - 2005. - 224 с.

3 Лаптев А.Г., Минеев Н.Г. Разделение жидких и газовых гомогенных смесей в тарельчатых и насадочных аппаратах. Учебное пособие по курсам, Казань: КГЭУ. 2005. - 200 с.

4 Баранов Д.А. Процессы и аппараты: Учебник для студ. проф. образования,- М: Изд. Центр «Академия». 2004. - 187 с.

5 Владимиров А.И., Щелкунов В.А., Круглов С.А. Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки: Учеб. пособие для вузов. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр». - 2002. -200 с.

6 Каталог выпускаемого оборудования ОАО «Уралтехнострой- Туймазыхиммаш». Том II.- Уфа. - 2005.- 343 с.

7 Поникаров И.И., Гайнуллин М.Г. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: Учеб. Изд. перераб. и доп. М.: Альфа-М. - 2006. - 608 с.

8 Ахметов С.А., Сериков Т.П., Кузеев И.Р., Баязитов М.И. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебное пособие. - СПб.: Недра. - 868 с.

9 Скобло А.И., Молканов Ю.К., Владимиров В.А., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М: ООО «Недра-Бизнесцентр». - 2000. - 677 с.

10 Чернобыльский И.И. Машины и аппараты химических производств. М.: Машиностроение. - 1995. - 456 с.

11 Александров И.А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. М.: Химия. 1988.- 280 с.

12 Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения: Справочник / А.Н. Бессонный, Г.А. Дрейцер и др.: Под общ. ред. В.Б. Кунтыша, А.Н. Бессонного. - СПб.: Недра. - 1996. - 512 с.

13 Ентус Н.Р., Шарихин В.В. Трубчатые печи в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. М.: Химия. - 2000.-304 с.

14 Поникаров И.И. и др. Машины и аппараты химических производств. М.: Машиностроение. - 1993. - 386 с.

15 Фарамазов С.А. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация. М.: Химия. - 1978. - 352 с.

16 Рахмилевич З.З. и др. Справочник механика химических и нефтехимических производств. М.: Химия. - 1985. - 592 с.

17 Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: Справочник в 3-х томах. - Калуга: Изд. Н.Бочкаревой. - 2002.

18 Карасев Б.В. Насосные и воздухоподводящие станции. Минск.: Высшая школа. - 1990. - 198 с.

19 Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции. Учебник для ВУЗов. 2-е изд. - М.: Стройиздат. - 1986. - 320 с.

20 Веригин И.С. Компрессорные и насосные установки. Учебник. М.: Издательский центр «Академия». - 2007. - 288 с.

21 Михайлов А.К., Малюшенко В.В. Конструкции и расчет центробежных насосов. М.: Машиностроение. - 1971. - 303 с.

Интернет-ресурсы:

[http://e-le.lcg.tpu.ru/public/OTM\\_0771/index.html](http://e-le.lcg.tpu.ru/public/OTM_0771/index.html)

<http://www.inventech.ru/lib/triz/triz-0009/>

<http://www.lib.tpu.ru/cgi-bin/viniti/zgate?Init+viniti.xml,viniti.xsl+rus>

<http://www.arbicon.ru>

<http://diss.rsl.ru>

[http://www.lib.tpu.ru/resource\\_mars.html](http://www.lib.tpu.ru/resource_mars.html)

<http://elibrary.ru>

ProQuest Dissertations and Theses <http://proquest.umi.com/login>

Elsevier - ScienceDirect <http://www.sciencedirect.com>

SpringerLink <http://www.springerlink.de>