

Вступительные испытания в аспирантуру предназначены для определения теоретической и практической подготовленности магистра или специалиста к выполнению профессиональных задач в области химической технологии.

Специалист или магистр, поступающий в аспирантуру по направлению 18.06.01 «Химическая технология», должен быть подготовлен к решению задач в области будущей профессиональной деятельности.

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры по направлению подготовки 18.06.01 «Химическая технология» включает:

- методы, способы и средства получения веществ и материалов с помощью физических, физико-химических и химических процессов, производство на их основе изделий различного назначения;
- физико-химические методы обработки материалов;
- создание, внедрение и эксплуатация производств основных неорганических веществ, строительных материалов, продуктов основного и тонкого органического синтеза, полимерных материалов, продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива, лекарственных препаратов, энергонасыщенных материалов и изделий на их основе;
- подготовка кадров высшего профессионального образования в области химической технологии.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу аспирантуры:

- научно-исследовательская деятельность в области химической технологии;
- преподавательская деятельность по образовательным программам высшего профессионального образования.

В соответствии с направленностью программы подготовки в основу данной программы вступительных испытаний положены наиболее значимые вопросы дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии».

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОТВЕТОВ

при проведении вступительных испытаний в аспирантуру

Вступительные испытания при поступлении в аспирантуру проходят в форме устного экзамена по основной профилирующей дисциплине: «Процессы и аппараты химической технологии».

Оценка ответов поступающих проводится по балльной шкале; максимальная оценка вступительного испытания составляет **100 баллов** и складывается из суммы баллов, набранных при ответах на вопросы по каждой дисциплине. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет **30 баллов**. Лист задания на вступительных испытаниях включает 5 вопросов по следующим темам:

- гидромеханические процессы (1 вопрос);
- тепловые процессы (1 вопрос);
- массообменные процессы (2 вопроса);
- характеристика научной работы, предварительно проведенной соискателем и анализ возможных тематик предполагаемой научно-исследовательской работы, которую он собирается проводить при обучении в аспирантуре (1 вопрос).

Время, отводимое на подготовку и ответы на вопросы, составляет не более 120 минут.

При оценке ответов при проведении вступительных испытаний в аспирантуру учитывается:

- правильность и осознанность изложения ответов на вопросы;
- полнота раскрытия понятий и закономерностей, точность употребления и трактовки общенаучных, специальных, технических и технологических терминов;
- самостоятельность ответа;
- речевая грамотность и логическая последовательность ответа.

Ответы поступающих в аспирантуру оцениваются по стобалльной шкале исходя из следующих критериев:

81 – 100 баллов: даны полные, исчерпывающие ответы на все вопросы, в том числе, на дополнительные, поступающий свободно владеет необходимыми знаниями и навыками;

61– 80 баллов: даны полные ответы на поставленные вопросы, однако поступающий испытывает затруднения при ответе на дополнительные вопросы, имеются некоторые неточности при изложении материала;

31 – 60 баллов: в ответе отражены лишь самые основные закономерности описываемых процессов и явлений, поступающий испытывает затруднения при ответах на основные и дополнительные вопросы.

ВОПРОСЫ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
для поступления в аспирантуру по направлению «Химическая
технология», направленность программы 2.6.13 «Процессы и аппараты
химической технологии»

ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

I. Гидростатика

1. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера.
2. Основное уравнение гидростатики и его практическое применение.

II. Гидродинамика

1. Дифференциальные уравнения движения Эйлера. Уравнение Бернулли, примеры использования его в инженерных расчётах.
2. Закон внутреннего трения Ньютона. Уравнение Навье-Стокса для несжимаемой жидкости.
3. Основы теории подобия, гидродинамическое подобие. Критерии гидродинамического подобия. Теоремы подобия. Физическое моделирование гидромеханических процессов.
4. Гидравлические сопротивления при движении жидкости в трубопроводах и аппаратах. Расчёт гидравлического сопротивления сети.
5. Движение тел в жидкостях. Движение жидкостей через неподвижные слои зернистых материалов.
6. Гидродинамика псевдоожиженных слоев зернистых материалов.
7. Барботаж газа. Пленочное течение жидкостей.
8. Перемешивание в жидких средах. Пневматическое и механическое перемешивание. Перемешивание с помощью насосов. Устройство мешалок.
9. Перемещение жидкостей. Классификация насосов, основные параметры насосов. Напор насоса и высота всасывания. Поршневые, центробежные насосы, насосы других типов. Совместная работа насоса и трубопроводной сети, определение рабочих точек насоса.

10. Разделение неоднородных (гетерогенных) систем. Отстаивание, скорость свободного и стесненного осаждения. Отстойники.
11. Центрифугирование. Центробежная сила и фактор разделения. Устройство и расчет центрифуг.
12. Фильтрование, способы фильтрования. Фильтровальные перегородки. Устройство и расчет фильтров.
13. Гравитационная очистка газов. Очистка газов под действием центробежных сил. Очистка газов фильтрованием.

ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

1. Основы теории теплообмена.
2. Способы передачи теплоты. Движущая сила теплообменных процессов. Тепловые балансы.
3. Уравнения теплоотдачи и теплопередачи. Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи.
4. Передача тепла теплопроводностью. Уравнения Фурье, коэффициент теплопроводности. Теплопроводность плоских, цилиндрических и сферических стенок.
5. Конвективный теплообмен. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена и преобразование его с помощью теории подобия. Определяемые и определяющие критерии конвективного теплообмена.
6. Тепловое излучение. Законы теплового излучения.
7. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки. Расчет коэффициента теплопередачи. Средняя разность температур теплоносителей.
8. Нагревание водой, водяным паром и высокотемпературными теплоносителями. Охлаждение до обычновенных и низких температур.
9. Особые случаи теплообмена: теплообмен при конденсации пара, теплообмен при кипении жидкости.
10. Типы теплообменных аппаратов. Устройство и порядок расчёта рекуперативных подогревателей, холодильников, испарителей, конденсаторов.
11. Выпаривание. Способы выпаривания. Однокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой балансы, расчет поверхности нагрева. Полезная разность температур, температурные потери. Многокорпусные выпарные установки (МВУ). Материальный и тепловой балансы МВУ. Общая (суммарная) полезная разность температур в МВУ и ее распределение по корпусам. Устройство и расчет выпарных установок.

МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

I. Общие понятия

1. Классификация массообменных процессов. Движущая сила массообменных процессов. Выражение движущих сил процессов массопередачи.
2. Фазовое равновесие. Законы Генри, Рауля, Дальтона и использование их при расчёте равновесия между жидкостью и газом (паром).
3. Энергия Гиббса и использование её при описании фазового равновесия в системах жидкость–газ и жидкость–жидкость.
4. Молекулярная и конвективная диффузия. Закон Фика. Дифференциальное уравнение диффузии в неподвижной среде. Коэффициенты молекулярной диффузии и зависимость их от температуры и давления.
5. Конвективный массообмен. Дифференциальное уравнение конвективного массообмена и преобразование его с помощью теории подобия. Критерии подобия.
6. Модели процессов массообмена (плёночная модель, модель проницания, модель диффузионного пограничного слоя).
7. Уравнения массоотдачи и массопередачи, коэффициенты массоотдачи и массопередачи. Число единиц переноса и высота единицы переноса. Понятие теоретической ступени. Расчёт основных размеров массообменных аппаратов.

II. Абсорбция

1. Равновесие между фазами при абсорбции. Материальный и тепловой баланс процесса. Уравнение рабочей линии. Расход абсорбента.
2. Устройство и режимы работы абсорбционных аппаратов. Расчет насадочных и тарельчатых абсорберов.

III. Дистилляция и ректификация.

1. Равновесие в системах жидкость–пар.
2. Закон Рауля, идеальные, реальные и азеотропные смеси.
3. Дистилляция, принципиальная схема и материальный баланс.
4. Непрерывно и периодически действующие ректификационные установки. Материальный баланс, уравнения рабочих линий.
5. Минимальное и действительное флегмовые числа. Термический баланс ректификационной колонны.
6. Ректификация многокомпонентных смесей. Устройство и расчет ректификационных колонн.

IV. Жидкостная экстракция.

1. Равновесие в системе жидкость–жидкость. Треугольная диаграмма. Одноступенчатая экстракция, материальный баланс.

2. Многоступенчатая противоточная экстракция, материальный баланс.
3. Устройство экстракторов. Выбор экстрагента.
4. Схема экстракционных установок.

V. Сушка конвективная и контактная.

1. Выражение движущей силы процесса сушки. Материальный и тепловой балансы конвективных и контактных сушилок. Расчёт сушилок на основе понятия “напряжение по влаге”. Конструкции конвективных и контактных сушилок.

VI. Процессы растворения и кристаллизации.

1. Равновесие при кристаллизации. Скорость процессов кристаллизации. Влияние условий кристаллизации на свойства кристаллов. Устройство кристаллизаторов и их расчёт.

VII. Массообмен через полупроницаемые перегородки (мембранны).

1. Физико-химические основы мембранных процессов. Обратный осмос, ультра- и микрофильтрация.
2. Виды мембран.
3. Материальный баланс баромембранных процессов, расчет рабочей поверхности мембран. Мембранные аппараты: с плоскими, трубчатыми и рулонными мембранными элементами.

Основная литература

1. Бальчугов А. В. Насадочные контактные устройства для абсорбционных аппаратов : учеб. пособие / А. В. Бальчугов, В. В. Набока, В. М. Соломонова, Н. А. Набока. - Ангарск: АГТА, 2013. - 104 с.
2. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник/ А. Г. Касаткин. - 15 изд., стер. - М.: Альянс, 2009. - 753 с.: ил.
3. Комиссаров Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии: учеб. пособие для вузов/ Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент; под ред. Ю. А. Комиссарова. - М.: Химия, 2011. - 1230 с.
4. Ульянов Б. А. Процессы и аппараты химической технологии в примерах и задачах: учеб. пособие / Б. А. Ульянов, В. Я. Бадеников, В. Г. Ликучев. - Ангарск: АГТА, 2006. - 743 с.
5. Щербин С. А. Основы теории теплообмена и теплообменные аппараты: учеб. пособие/ С. А. Щербин. - Ангарск: АГТА, 2014. - 159 с.
6. Щукина Л. В. Процессы и аппараты химической технологии. Гидромеханические процессы: учеб. пособие/ Л. В. Щукина, Л. И. Рыбалко, Е. В. Подоплелов. - Ангарск: АГТА, 2010. - 74 с.

Дополнительная литература

1. Игнатович Э. Химическая техника. Процессы и аппараты/ Э. Игнатович; пер. с нем. Л. Н. Казанцева. - М.: Техносфера, 2007. - 656 с.
2. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов/ А. Г. Касаткин. - 13-е изд., стереотип. - М.: ООО ИД "Альянс", 2006. - 753 с.
3. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию/ Г. С. Борисов, В. П. Брыков, Ю. И. Дытнерский; под ред. Ю. И. Дытнерского. - 3-е изд., стереотип. - М.: ООО ИД "Альянс", 2007. - 496 с.
4. Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие/ К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - 13-е изд., стереотип. - М.: ООО ТИД Альянс, 2006. - 576 с.
5. Процессы и аппараты химической технологии: учеб. пособие / под ред. А. А. Захаровой. - М.: Академия, 2006. - 528 с. - (Высшее профессиональное образование).
6. Расчет ректификационной установки непрерывного действия: учеб. пособие к курсовому проектированию/ Л. И. Рыбалко [и др.]. - Ангарск: АГТА, 2014. - 90 с.