

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
_____ А.Ю. Наливайко
« ____ » _____ 20 ____ г.

**Программа вступительного испытания по комплексному экзамену
для поступающих на обучение
по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре**

научная специальность:
2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы

Москва 2026

Введение

Программа вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности «2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы» разработана в соответствии с требованиями базовых учебных программ технических специальностей высших учебных заведений и паспортом научной специальности.

РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. На вступительное испытание поступающие допускаются при наличии документа, удостоверяющего личность и гражданство (паспорта), и расписки о подаче документов.

2. Форма проведения вступительного испытания: письменный комплексный междисциплинарный экзамен и устное собеседование по вопросам и реферату. Комплексный междисциплинарный экзамен включает следующие этапы:

- оценка уровня подготовленности, соответствующего научной специальности;
- оценка степени проработанности темы научно-исследовательской работы, планируемой к реализации в рамках программы обучения по научной специальности (реферат).

3. По результатам вступительного испытания поступающему по 100-балльной системе выставляется оценка от нуля до ста баллов. Минимально необходимое количество баллов по 100-балльной системе составляет 40 баллов, ниже которых вступительное испытание считается несданным. Итоговая оценка вступительного испытания определяется путем суммирования количества баллов, полученных по каждой части комплексного междисциплинарного экзамена. Максимальное количество баллов по каждой части экзамена представлено в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование	Максимальное кол-во баллов	Кол-во вопросов
1	Ответы на контрольные вопросы (письменно)	60	3
2	Собеседование по вопросам раздела 2 (устно)	20	-
3	Собеседование по реферату	20	-
Итого:		100	

4. Экзаменационный билет содержит 3 контрольных вопроса по дисциплинам, указанным в программе вступительного испытания в разделе 2. Собеседование проводится по вопросам раздела 2 и представленного реферата.

Ответ на каждый на вопрос комплексного междисциплинарного экзамена оценивается в соответствии со шкалой оценивания (таблица 2). Максимальная оценка за ответ на вопрос составляет 20 баллов. Время выполнения письменного задания составляет – 45 минут.

Таблица 2

Баллы	Критерий выставления оценки
16-20	Демонстрация отличных знаний по заданному вопросу. Умение иллюстрировать теоретические положения эскизами, графиками, формулами. Широкий кругозор по обсуждаемым вопросам.
12-15	Демонстрация твердых знаний по заданному вопросу. Наличие мелких неточностей в ответе и в иллюстративном материале.
8-11	Неплохое знание вопроса, но с заметными ошибками.
5-7	Слабое знание и понимание рассматриваемого вопроса, со значительными ошибками
0-4	Незнание и непонимание рассматриваемого вопроса.

5. Вступительные испытания проводятся в очном формате и с применением дистанционных технологий по расписанию приёмной комиссии университета, размещенному на официальном сайте университета.

Экзаменационная аудитория объявляется за 1 день до начала вступительного испытания в очном формате.

6. Вступительные испытания с применением дистанционных технологий проводятся на выделенном образовательном портале Московского Политеха (<http://lms.mospolytech.ru>) (далее – LMS), на котором размещен онлайн-курс «ВИА2026_<Код и Наименование ООП>» для приема вступительного испытания (Например, «ВИА2026_2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы»). Взаимодействие между участниками вступительных испытаний (председателем, членами комиссий и абитуриентами) осуществляется с применением дистанционных технологий и видеоконференцсвязи в системе МТС Линк, Zoom и пр. Ссылка на видеоконференцию размещается в онлайн-курсе на портале LMS. Конкретный вид используемого программного продукта будет указан приёмной комиссией.

7. Онлайн-курс «ВИА2026 <Код и Наименование ООП>», предназначенный для проведения ВИА, содержит разделы для загрузки письменных ответов и реферата, Программу вступительных испытаний по научной специальности, правила проведения ВИА, в т.ч. бланк согласия абитуриента о проведении видеофиксации хода испытаний.

8. Регистрация на портале ВИА и доступ к онлайн-курсу «ВИА2026 <Код и Наименование ООП>» осуществляется из личного кабинета абитуриента, сформированного при подаче документов в приемную комиссию Московского Политеха.

9. Ссылка для подключения к видеоконференции ВИА доступна абитуриенту в онлайн-курсе «ВИА2026 <Код и Наименование ООП>» после регистрации на портале ВИА.

10. Перед началом вступительного испытания, поступающим сообщается время и место получения информации о полученных результатах.

11. На вступительных испытаниях разрешается пользоваться: справочной литературой, представляемой комиссией. Запрещено пользоваться средствами связи.

12. Поступающий, нарушающий правила поведения на вступительном испытании, может быть снят со вступительных испытаний. Фамилия, имя, отчество снятого с испытаний поступающего и причина его снятия заносятся в протокол проведения вступительного испытания.

13. При проведении вступительного испытания уточняющие вопросы поступающих по содержанию экзаменационных вопросов принимаются председателем экзаменационной комиссии, в том числе по телефону и рассматриваются только в случае обнаружения опечатки или другой неточности какого-либо задания вступительного испытания. Председатель экзаменационной комиссии обязан отметить этот факт в протоколе проведения вступительного испытания. Экзаменационной комиссией будут проанализированы все замечания, при признании вопроса некорректным он засчитывается поступающему, как выполненный правильно.

14. Письменные ответы на вопросы оформляются на бланке формата А4 с указанием идентификационных данных абитуриента (Фамилия И.О., номер билета, номер вопроса). Бланк заполняется вручную, разборчивым почерком, ручкой чёрного цвета. Эскизы, схемы выполняются вручную, допускается применение чертёжных инструментов. Каждая страница, содержащая ответ, нумеруется и визируется абитуриентом.

По истечении времени, отведенного на выполнение письменного экзамена, поступающий загружает свой ответ в форме скан-документа (.pdf) или фотографии (.jpg) в онлайн-курсе «ВИА2026 <Код и Наименование ООП>» строго до времени, указанного экзаменационной комиссией.

Время выполнения письменных ответов по билету составляет – 45 минут, время для фотографирования (сканирования) ответов по билету и загрузки информации в систему LMS университета в соответствующем разделе - 20 минут. После указанного времени загрузка ответов будет заблокирована.

15. По окончании отведенного времени Поступающим сообщается время повторного подключения к видеоконференции для участия во втором этапе

вступительных испытаний - собеседовании по результатам письменного ответа профильной части билета и собеседование по реферату.

16. Перед прохождением собеседования на портале LMS в онлайн-курс «ВИА2026<Код и Наименование ООП>» в соответствующий раздел должен быть загружен реферат с визой поступающего в срок не позднее, чем за 1 сутки до начала вступительных испытаний.

17. По окончании вступительного испытания поступающий информируется комиссией о набранных баллах с учетом индивидуальных достижений.

18. Учет индивидуальных достижений осуществляется посредством начисления баллов за индивидуальные достижения, но не более 100 баллов за совокупность представленных индивидуальных достижений. Указанные баллы начисляются поступающему, представившему документы, подтверждающие получение результатов индивидуальных достижений, и включаются в сумму конкурсных баллов. Учет индивидуальных достижений осуществляется предметной комиссией в ходе проведения комплексного экзамена. Поступающий приносит копии материалов, подтверждающие индивидуальные достижения, на комплексный экзамен.

19. При приеме на обучение по программам аспирантуры университет учитывает следующие индивидуальные достижения:

а) общие индивидуальные достижения:

- публикации в изданиях, включенных в «Белый список» и индексируемые в базах данных «Web of ScienceCore Collection» или «Scopus» – 10 баллов за каждую публикацию;

- публикации в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК для публикации основных научных результатов диссертаций («перечень ВАК»), а также авторские свидетельства на изобретения, патенты – 5 баллов за каждую публикацию, авторское свидетельство или патент;

- статьи, тексты, тезисы докладов, опубликованные в трудах международных или всероссийских симпозиумов, конференций, семинаров – 4 балла за каждую публикацию;

- прочие публикации – 2 балла за каждую публикацию;

- диплом победителя/призера/лауреата научно-исследовательского трека Всероссийского инженерного конкурса, полученный за последние два года, по профилю, соответствующему научной специальности, на которую абитуриент подал документы – 10 баллов;

- диплом победителя/призера/медалиста (бронзовый, серебряный, золотой) Всероссийской олимпиады студентов «Я – профессионал», полученный

за последние два года, по профилю, соответствующему научной специальности, на которую абитуриент подал документы – 5 баллов;

- дипломы победителей международных и всероссийских научных конкурсов, студенческих олимпиад и творческих фестивалей, тематика которых соответствует направленности подготовки (научной специальности) в аспирантуре – 3 балла за каждый диплом;

- дипломы победителей региональных конкурсов, студенческих олимпиад и творческих фестивалей, тематика которых соответствует направленности подготовки (научной специальности) в аспирантуре – 2 балла за каждый диплом;

- наличие удостоверения о сдаче кандидатских экзаменов (для лиц, сдавших кандидатские экзамены за рубежом – справки о наличии законной силы предъявленного документа о сдаче кандидатских экзаменов, выданной Министерством образования и науки Российской Федерации) – 2 балла;

- диплом магистра или специалиста с отличием – 10 баллов;

- рекомендательное письмо от потенциального научного руководителя / руководителя Центра компетенций Московского Политеха – 30 баллов;

б) целевые индивидуальные достижения:

- участие в мероприятиях по профессиональной ориентации (далее – профориентационные мероприятия), проводимых заказчиком целевого обучения – 1 балл за одно мероприятие, прошедшее в течение года до даты начала приема документов на программы аспирантуры.

20. В случае равенства прав (конкурсный балл, баллы предметов вступительных испытаний в соответствии с приоритетами, индивидуальных достижений) на поступление двух и более поступающих, претендующих на одно место, перечень зачисляемых лиц определяется приемной комиссией Университета на основании рассмотрения личных дел поступающих.

21. Поступающий, сдающий вступительные испытания дистанционно, также может быть досрочно удален из вебинарной комнаты в случае если обнаружится, что он находится в помещении не один и ему помогают третьи лица.

22. Поступающий, который планирует сдавать вступительные испытания дистанционно, должен быть обеспечен ПК с видеокамерой хорошего разрешения, микрофоном, и устойчивым интернет соединением, при этом если в процессе проведения испытаний у поступающего пропадает картинка или сигнал интернет соединения и оно будет разорвано, имеется не более 5 минут на повторное подключение, более этого времени испытание считается завершенным, поступающему ставится оценка по факту прошедшей беседы до времени отключения.

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Программа вступительных испытаний по научной специальности «2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы» предусматривает комплексную оценку знаний и уровня подготовленности поступающего и включает следующие части:

- **Оценка уровня подготовленности по научной специальности «2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы».**

Вступительное испытание по научной специальности определяет, насколько свободно и глубоко лица, поступающие в аспирантуру, владеют теоретическими и практическими знаниями по профильным дисциплинам, которые в будущем могут стать основой их научной-исследовательской деятельности.

- **Оценка степени проработанности темы научно-исследовательской работы, планируемой к реализации в рамках программы обучения по научной специальности (реферат)**

В реферате излагаются основные положения развития научных исследований по одной из тем научной специальности «2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы», в том числе по теме, планируемой к выполнению диссертации.

2.1. Рекомендуемые разделы и темы программы вступительных испытаний

2.1.1. Содержание программы профильной части

Машины, агрегаты и процессы – область науки и техники, включающая разработку научных и методологических основ конструирования, производства, ремонта и эксплуатации машин, агрегатов и процессов; теоретические и экспериментальные исследования; технико-экономическое обоснование применения отдельных типов и типоразмеров машин, высокопроизводительных комплектов машин и механизмов, механизированного инструмента на всех стадиях жизненного цикла (расчет, проектирование, монтаж/демонтаж, наладка, эксплуатация, ремонт и испытания). Решение проблем данной области знаний требует научно-технического обоснования новых эффективных методов и технологий проектирования, создания и модернизации процессов, машин и агрегатов и их эксплуатации в различных отраслях промышленности. В основу программы вступительных экзаменов положены дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» и «Машины и аппараты химической

промышленности» и «Проектирование технологических машин и комплексов в химической промышленности».

Тема 1. Основные принципы конструирования оборудования химических производств

Научные основы исследования оборудования химических и нефтехимических производств. Основные принципы конструирования химического и нефтехимического оборудования. Связь технологического процесса с конструкцией машины и аппарата. Физическое и математическое моделирование. Экспериментальные исследования. Основные принципы и методы конструирования машин и аппаратов химических и нефтехимических производств. Показатели качества. Нормативные документы, используемые при конструировании химического оборудования.

Тема 2. Конструирование и расчет теплообменных аппаратов

Классификация и номенклатура современных теплообменных аппаратов. Основные требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам в ходе проектирования, изготовления и эксплуатации. Основные виды теплоносителей и влияние их характеристик на конструкцию аппарата. Выбор направления движения теплоносителей, их конечных температур и скорости движения. Этапы расчета теплообменников, цель и задачи каждого типа расчета. Общая схема расчета теплообменников. Последовательность теплового расчета аппаратов. Определение коэффициентов теплопередачи и величины среднего температурного напора. Основные способы интенсификации теплообмена. Смесительные теплообменники. Область применения, основные конструкции, последовательность расчета на примере насадочного теплообменника. Рекуперативные теплообменники. Змеевиковые теплообменники погружного и оросительного типа. Область применения. Конструкции змеевиков, калачей, оросительных устройств. Последовательность теплового, конструктивного и гидравлического расчетов. Теплообменники типа «труба в трубе», основные конструкции разборных, полуразборных и неразборных аппаратов, устройство и принцип их работы. Методы интенсификации теплообмена в межтрубном пространстве. Последовательность теплового, конструктивного и гидравлического расчетов. Кожухотрубчатые теплообменники, область применения, основные конструкции, принцип работы. Методы интенсификации теплообмена в межтрубном пространстве и компенсации температурных напряжений в конструкции. Последовательность теплового, конструктивного и гидравлического расчетов. Витые теплообменники, область применения, основные конструкции, способы навивки трубных пучков. Последовательность

теплового, конструктивного и гидравлического расчетов. Теплообменники с оребренными трубами, область применения, основные конструкции, принцип работы. Основные способы оребрения труб, определение эффективных коэффициентов теплоотдачи оребренных труб. Последовательность теплового, конструктивного и гидравлического расчетов. Пластинчатые теплообменники, область применения, основные конструкции и принцип работы. Конструирование теплопередающих пластин. Схемы реализации движения теплоносителей, последовательность теплового, конструктивного (компоновочного) и гидравлического расчетов. Пластинчато-ребристые теплообменники, область их применения, основные конструкции и принцип их работы. Основные способы оребрения поверхностей. Определение эффективности теплообмена оребренных поверхностей. Последовательность теплового конструктивного и гидравлического расчетов. Спиральные теплообменники, область применения, основные конструкции и принцип работы. Способы уплотнения торцов спиральных каналов. Последовательность теплового, конструктивного и гидравлического расчетов. Рекуперативные теплообменники из углеродистого графита и фторопласта, область применения, основные конструкции и принцип их работы. Последовательность теплового и конструктивного расчетов.

Тема 3. Конструирование и расчет выпарных и кристаллизационных аппаратов

Классификация выпарных и кристаллизационных аппаратов. Основные требования, предъявляемые к рациональным конструкциям выпарных и кристаллизационных аппаратов. Классификация основных видов упариваемых и кристаллизующихся растворов. Конструирование и расчет основных узлов (греющая и сепарационная камера, циркуляционные трубы и контуры, сепараторы и брызгоуловители) выпарных и кристаллизационных аппаратов. Конструирование и расчет вспомогательных узлов (штуцера, узлы ввода и вывода растворов, суспензий, греющего пара, конденсата и инертных газов) выпарных и кристаллизационных аппаратов. Конструирование и расчет вспомогательных узлов (штуцера, узлы ввода и вывода растворов, суспензий, греющего пара, конденсата и инертных газов) выпарных и кристаллизационных аппаратов. Расчет трубы вскипания выпарных аппаратов. Общие принципы технологического расчета выпарных и кристаллизационных аппаратов. Конструирование трубчатых выпарных и кристаллизационных аппаратов с естественной и принудительной циркуляцией, способы организации циркуляции, область применения данных аппаратов, расчет кратности циркуляции. Конструктивный и гидравлический расчеты данных аппаратов.

Пленочные и роторно–пленочные аппараты, основные конструкции и принцип их работы, конструирование роторов аппаратов и оросителей, конструктивный и гидравлический расчеты. Аппараты погружного горения, область применения, основные конструкции и принцип работы. Конструирование барботеров, определение глубины их погружения в раствор. Аппараты для массовой изогидрической кристаллизации, область применения и основные конструкции кристаллизаторов поверхностного и вакуумного типов.

Тема 4. Конструирование и расчет аппаратов гидромеханического разделения дисперсных систем

Основные типы аппаратов гидромеханического разделения дисперсных систем.

Основные характеристики дисперсных систем. Методы и приборы для анализа гранулометрического состава дисперсных материалов. Методы анализа поля скоростей турбулентных потоков. Осаждение частиц в поле действия силы тяжести. Отстойники. Конструкции, область применения, расчет геометрических параметров.

Осаждение частиц в поле действия центробежной силы инерции. Напорные гидроциклоны. Устройство, принцип действия, область применения. Поле скоростей в гидроциклоне. Расчет расходных характеристик, показателей разделения. Конструкции батарейных гидроциклонов. Устройство, принцип действия, область применения вакуум-гидроциклонов. Струйные аппараты. Область применения, принцип действия, классификация. Расчет струйного насоса. Центрифуги и сепараторы. Область применения, классификация, принцип действия, область применения. Расчет расходных характеристик и показателей разделения. Флотаторы. Теоретические основы процесса флотации. Основные конструкции флотаторов. Напорные флотаторы, вакуумфлотаторы, импеллерные флотаторы, электрофлотаторы, флотаторы с фильтрами. Принцип действия, достоинства и недостатки, область применения. Аппараты пылегазоочистки. Осадительные камеры, инерционные пылеуловители, циклоны, вихревые пылеуловители. Область применения, принцип действия, порядок расчета, достоинства и недостатки.

Мокрые пылеуловители. Полые скрубберы, насадочные, скруббер Вентури. Область применения, достоинства и недостатки, порядок расчета.

Тема 5. Конструирование и расчет сушильных аппаратов

Общие положения конвективной сушки дисперсных материалов. Состояние равновесия между влажным газом и материалом. Схема классификации влажного материала применительно к процессам сушки.

Материальный и тепловой балансы. Диаграмма влажного газа, изображение статистики процесса в i -X диаграмме. Кинетика сушки. Определение продолжительности процесса. Общая схема расчета сушки для дисперсных материалов (блок-схема алгоритма расчета). Определение движущей силы процесса сушки в период постоянной скорости. Определение движущей силы процесса сушки в период убывающей скорости сушки. Математическое описание процесса сушки с целью расчета движущей силы процесса на ЭВМ. Коэффициенты тепло- и массообмена при сушке дисперсных материалов и их определение. Определение массообменных коэффициентов и их определение. Эффективные коэффициенты тепло- и массообмена и их определение. Определение времени сушки для дисперсных материалов из основных уравнений тепло- и массообмена. Классификация применения сушильных аппаратов в зависимости от основных свойств высушиваемых материалов. Технологические и технико-экономические аспекты выбора способа сушки. Аппараты для сушки в неподвижном слое /камерные, туннельные, сушилки с опрокидывающимися полками, турбинные и тарельчатые сушилки, шахтные сушилки, вальцовые и ленточные сушилки. Конструкции сушилок и их расчет, определение геометрических размеров.

Конструктивные особенности барабанных сушилок. Схемы некоторых типов внутренних насадок барабанных сушилок. Расчет барабанных сушилок, определение геометрических размеров. Распылительные сушилки и их конструктивные особенности. Форсунки для распылительных сушилок, схемы распылительных дисков, схемы сушильных камер. Расчет распылительных сушилок, определение геометрических размеров. Пневматические сушилки и их конструктивные особенности. Пневматические трубы-сушилки. Спиральные пневматические сушилки (спиральная пневмосушилка с циклонным сепаратором, пневмосушилка с плоской бифлярной спиралью, вихревая сушилка). Расчет пневмосушилок, определение их геометрических размеров. Спирально-вихревые сушилки и их конструктивные особенности. Расчет спирально-вихревой сушилки. Определение геометрических размеров. Аэрофонтанные сушилки и сушилки с кипящим слоем, их конструктивные особенности. Расчет аэрофонтанных сушилок и сушилок кипящего слоя, определение геометрических размеров. Обоснование применения для сушки дисперсных материалов сушилок кипящего слоя и спиральных сушильных установок.

Тема 6. Конструирование и расчет реакторов

Основные понятия и определения. Кинетика химических процессов. Материальный и тепловой баланс химических процессов. Основные типы

реакторов. Реакторы периодического действия (гомогенные нестационарные реакторы). Одиночные реакторы полунепрерывного действия. Одиночные реакторы непрерывного действия (гомогенные стационарные реакторы). Трубчатые реакторы. Методы расчета реакторов : реакторы идеального смешения периодического и непрерывного действия, реакторы идеального вытеснения, реакторы промежуточного типа. Конструкции химических реакторов. Основные требования, предъявляемые к реакционным аппаратам. Конструкции колонных реакторов: Конструкция футерованной аппаратуры для синтеза карбамида, конструкция реакторов с перемешивающими устройствами. Мешалки. Конструкции трубчатых реакторов. Конструкции барботажных реакторов. Конструкции реакторов для контактно-каталитических процессов. Факторы, влияющие на ход контактно-каталитического процесса. Конструкции реакторов с неподвижным слоем катализатора. Аппараты шахтного (емкостного) типа. Трубчатый контактный аппарат для дегидрирования циклогексанола. Аппараты полочного типа. Аппараты комбинированного типа. Аппараты с неподвижным слоем катализатора. Аппараты с движущимся слоем гранулированного катализатора.

Тема 7. Конструирование и расчет аппаратов со слоем зернистого материала

Особенности взаимодействия на поверхности раздела газообразной (жидкой) и твердой фаз. Классификация аппаратов с твердой фазой по способу взаимодействия фаз. Характеристика твердого зернистого материала. Основные узлы аппаратов с неподвижным и псевдоожиженным слоем. Пределы существования псевдоожиженного слоя. Минимальная скорость псевдоожижения монодисперсного и полидисперсного слоев. Определение скорости витания. Однородное и неоднородное псевдоожижение. Основы истечения свободной затопленной струи. Основы истечения турбулентных струй в псевдоожиженный слой. Расчет размеров факела в турбулентном слое. Расчет и конструирование газораспределительных решеток. Особенности конструирования решеток для термолабильных материалов. Провальные и беспровальные решетки. Гидравлическое сопротивление аппаратов с неподвижным и псевдоожиженным слоями. Расчет минимально необходимой высоты с точки зрения релаксации температуры оживающего агента и твердого материала. Расчет минимально необходимой высоты слоя из условия равномерности обработки материала. Расчет размеров рабочей зоны аппаратов с псевдоожиженным слоем. Основы расчета и конструирования сепарационного пространства аппаратов с неподвижным и псевдоожиженным слоем. Методика расчета сепарационного пространства по динамическому уносу. Основы расчета

и конструирования газовых камер аппаратов с неподвижным и псевдоожиженным слоем. Форма аппаратов с псевдоожиженным слоем. Причины применения многокамерных аппаратов. Конструкции многокамерных аппаратов. Перетоки для твердого материала из камеры в камеру. Конструкция и расчет перетоков. Устройство для подачи и выгрузки твердого зернистого материала. Основные конструкции и расчет. Регулирование температуры слоя в аппаратах с псевдоожиженным слоем. Способы подвода и отвода тепла в аппаратах с зернистым слоем. Особенности теплообмена поверхности с псевдоожиженным слоем. Интенсификация процессов взаимодействия ожижающего агента с частицами в псевдоожиженном слое. Струйное псевдоожижение. Гранулирование продуктов в аппаратах с псевдоожиженным слоем, механизм образования гранул в псевдоожиженном слое. Методика расчета грануляторов с псевдоожиженным слоем. Способы подачи раствора в аппараты с псевдоожиженным слоем. Расчет и конструирование форсунок для подачи раствора.

Тема 8. Конструирование и расчет оборудования для проведения мембранных процессов

Общие сведения о мембранных процессах. Основные понятия баромембранных процессов. Структура и свойства мембран для барометрических процессов. Факторы, влияющие на баромембранные процессы. Способы очистки мембран. Конструкции аппаратов для баромембранных процессов. Концентрационная поляризация. Обратный осмос. Механизм разделения. Модели переноса. Расчет аппаратов. Область применения. Ультрафильтрация. Механизм разделения. Модели переноса. Расчет аппаратов. Области применения. Микрофильтрация. Механизм разделения. Модели переноса. Расчет аппаратов. Области применения. Испарение через мембрану. Механизм разделения. Расчет аппаратов. Область применения. Диализ и электродиализ. Мембранное газоразделение. Механизм разделения. Область применения. Сравнение мембранных методов разделения с общеизвестными.

Тема 9. Конструирование и расчет колонного оборудования для массообменных процессов

Характеристики массообменных процессов ректификации и абсорбции. Конструкции колонных аппаратов. Конструкции контактных устройств. Расчет контактного аппарата. Экстракционные аппараты. Характеристики процессов экстракции. Аппараты для жидкостной и твердофазной экстракции. Аппараты для процессов адсорбции и ионного обмена. Характеристики процессов адсорбции и ионного обмена.

Тема 10. Конструирование и расчет машин и аппаратов для механических процессов

Оборудование для измельчения твердых материалов. Характеристика способов измельчения. Машины для дробления раздавливающего, истирающего, раскалывающего действия. Оборудование для тонкого измельчения. Расчет мощности измельчителей и помольных агрегатов. Оборудование для смешения. Физико-механические свойства сыпучих материалов. Машины для смешения сыпучих и жидко-вязких материалов. Смесители периодического и непрерывного действия. Конструктивный и технологический расчет смесительного оборудования. Методы разделения сыпучих материалов на фракции. Оборудование для классификации сыпучих материалов. Характеристики и критерии эффективности классификации. Машины для классификации методом ситового рассеивания, разделением под действием гравитационных и центробежных сил. Механические, пневматические и гидравлические классификаторы. Магнитные классификаторы. Устройства для извлечения целевой фракции из несущего потока. Сгустители для суспензий, циклоны.

Тема 11. Конструирование и расчет оборудования подготовительного производства переработки полимерных материалов

Устройства и оборудование для дозирования сыпучих материалов. Объемное и весовое дозирование. Системы непрерывного и периодического дозирования. Точность дозирования. Методы регулирования производительности дозирующих устройств сыпучих материалов.

Тема 12. Конструирование и расчет оборудования основного производства переработки полимерных материалов

12.1. Конструирование и расчет валковых машин.

Классификация и обзор схем смесительных вальцев и каландров. Фрикция. Вальцы непрерывного и периодического действия. Каландры универсальные, отделочные, дублировочные и другие; схемы 2-х, 3-х, 4-х и 5-ти валковых каландров. Продольный изгиб валков, методы его компенсации. Система нагрева, охлаждения и смазки валковых машин. Комплектующие устройства к валковым машинам. Основные сведения по технологии и сборке валковых машин. Выбор материала, термическая обработка.

12.2. Конструирование и расчет червячных машин.

Применение червячных машин при переработке пластмасс и резины – перемешивание, предпластикация, экструзия. Червячные пластикаторы и экструдеры. Конструкции, теоретические основы и математическое описание

процесса экструзии на червячных, дисковых и поршневых экструдерах, изотермический и адиабатический режимы работы. Силовой анализ, производительность и потребляемая мощность. Типовые конструкции одночервячных машин и их важнейшие узлы и детали: червяки, цилиндры, упорноопорные элементы, питатели, корпусные детали. Прочностной расчет элементов экструзионных машин.

12.3. Агрегаты на базе червячных машин.

Комплектуемое оборудование экструзионных агрегатов и автоматических линий. Экструзионные агрегаты для производства пленок с двухосной ориентацией и усадочных пленок.

12.4. Конструирование и расчет литьевых машин.

Принцип литья под давлением термопластичных и термореактивных полимерных материалов. Принцип действия, конструкции и расчет механических, гидромеханических и гидравлических узлов смыкания формы. Конструкция и расчет узла впрыска с выносным пластикатором и со шнек-поршневой пластикацией в одну линию. Особенности конструкции литьевых машин для реактопластов.

12.5. Конструирование и расчет оборудования для получения объемных изделий.

Принцип действия и расчет агрегатов для получения полых изделий литьем под давлением или экструзией с раздувом. Ротационное формование изделий из порошкообразных термопластических материалов. Машины для пневмовакуумного формования изделий из листовых пластиков. Свободное, негативное и позитивное формование. Расчет основных параметров. Способы подогрева заготовок. Машины барабанного, роторного типа. Агрегат для получения тары, ее заполнения и заварки.

12.6. Конструирование и расчет оборудования для производства РТИ.

Процесс смешения, затраты энергии на смешение. Устройство резиносмесителей периодического действия; смесительная камера и роторы, конструкции нижнего и верхнего затворов, уплотнение шейки ротора.

2.1.2. Перечень выносимых на вступительные испытания вопросов

1) Классификация и номенклатура современных теплообменных аппаратов. Основные требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам в ходе проектирования, изготовления и эксплуатации.

2) Основные виды теплоносителей и влияние их характеристик на конструкцию аппарата. Выбор направления движения теплоносителей, их конечных температур и скорости движения.

3) Этапы расчета теплообменников, цель и задачи каждого типа расчета. Общая схема расчета теплообменников. Последовательность теплового расчета аппаратов.

4) Определение коэффициентов теплопередачи и величины среднего температурного напора. Основные способы интенсификации теплообмена.

5) Смесительные теплообменники. Область применения, основные конструкции.

6) Рекуперативные теплообменники. Змеевиковые теплообменники погружного и оросительного типа. Область применения. Последовательность теплового, конструктивного и гидравлического расчетов.

7) Теплообменники типа «труба в трубе», устройство и принцип их работы. Последовательность теплового, конструктивного и гидравлического расчетов.

8) Кожухотрубчатые теплообменники, область применения, основные конструкции, принцип работы. Методы интенсификации теплообмена в межтрубном и трубном пространстве. Последовательность теплового, конструктивного и гидравлического расчетов.

9) Теплообменники с оребренными трубами, область применения, основные конструкции, принцип работы. Последовательность теплового, конструктивного и гидравлического расчетов.

10) Пластинчатые теплообменники, область применения, основные конструкции и принцип работы. Последовательность теплового, конструктивного (компоновочного) и гидравлического расчетов.

11) Пластинчато-ребристые теплообменники, область их применения, основные конструкции и принцип их работы. Последовательность теплового, конструктивного и гидравлического расчетов.

12) Спиральные теплообменники, область применения, основные конструкции и принцип работы. Способы уплотнения торцов спиральных каналов. Последовательность теплового, конструктивного и гидравлического расчетов.

13) Рекуперативные теплообменники из углеграфита и фторопласта, область применения, основные конструкции и принцип их работы. Последовательность теплового и конструктивного расчетов.

14) Классификация выпарных и кристаллизационных аппаратов. Основные требования, предъявляемые к рациональным конструкциям выпарных и кристаллизационных аппаратов. Классификация основных видов упариваемых и кристаллизующихся растворов.

15) Общие принципы технологического расчета выпарных и кристаллизационных аппаратов.

16) Конструирование трубчатых выпарных и кристаллизационных аппаратов с естественной и принудительной циркуляцией, способы организации циркуляции, область применения данных аппаратов. Конструктивный и гидравлический расчеты данных аппаратов.

17) Пленочные и роторно–пленочные аппараты, основные конструкции и принцип их работы, конструирование роторов аппаратов и оросителей, конструктивный и гидравлический расчеты.

18) Аппараты погружного горения, область применения, основные конструкции и принцип работы. Конструирование барботеров, определение глубины их погружения в раствор.

19) Аппараты для массовой изогидрической кристаллизации, область применения и основные конструкции кристаллизаторов поверхностного и вакуумного типов.

20) Основные типы аппаратов гидромеханического разделения дисперсных систем.

21) Осаждение частиц в поле действия силы тяжести. Отстойники. Конструкции, область применения, расчет геометрических параметров.

22) Осаждение частиц в поле действия центробежной силы инерции. Напорные гидроциклоны. Устройство, принцип действия, область применения. Расчет расходных характеристик, показателей разделения.

23) Струйные аппараты. Область применения, принцип действия, классификация. Расчет струйного насоса.

24) Центрифуги и сепараторы. Область применения, классификация, принцип действия, область применения. Расчет расходных характеристик и показателей разделения.

25) Флотаторы. Теоретические основы процесса флотации. Основные конструкции флотаторов. Напорные флотаторы, вакуум флотаторы, импеллерные флотаторы, электрофлотаторы, флотаторы с фильтрами. Принцип действия, достоинства и недостатки, область применения.

26) Аппараты пылегазоочистки. Осадительные камеры, инерционные пылеуловители, циклоны, вихревые пылеуловители. Область применения, принцип действия, порядок расчета, достоинства и недостатки.

27) Мокрые пылеуловители. Полые скрубберы, насадочные, скруббер Вентури. Область применения, достоинства и недостатки, порядок расчета.

28) Общие положения конвективной сушки дисперсных материалов. Состояние равновесия между влажным газом и материалом. Схема классификации влажного материала применительно к процессам сушки.

29) Материальный и тепловой балансы сушилки. Диаграмма влажного газа, изображение статики процесса в i - X диаграмме.

30) Конструктивные особенности барабанных сушилок. Схемы некоторых типов внутренних насадок барабанных сушилок. Расчет барабанных сушилок, определение геометрических размеров.

31) Распылительные сушилки и их конструктивные особенности. Расчет распылительных сушилок, определение геометрических размеров.

32) Пневматические сушилки и их конструктивные особенности. Пневматические трубы сушилки. Спиральные пневматические сушилки (спиральная пневмосушилка с циклонным сепаратором, вихревая сушилка, спирально-вихревые сушилки). Расчет пневмосушилок, определение их геометрических размеров.

33) Аэрофонтанные сушилки и сушилки с кипящим слоем, их конструктивные особенности. Расчет аэрофонтанных сушилок и сушилок кипящего слоя, определение геометрических размеров.

34) Кинетика химических процессов. Материальный и тепловой баланс химических процессов. Основные типы реакторов.

35) Методы расчета реакторов: реакторы идеального смешения периодического и непрерывного действия, реакторы идеального вытеснения, реакторы промежуточного типа.

36) Конструкции химических реакторов. Основные требования, предъявляемые к реакционным аппаратам.

37) Особенности взаимодействия на поверхности раздела газообразной (жидкой) и твердой фаз. Классификация аппаратов с твердой фазой по способу взаимодействия фаз. Характеристика твердого зернистого материала. Основные узлы аппаратов с неподвижным и псевдоожиженным слоем.

38) Пределы существования псевдоожиженного слоя. Минимальная скорость псевдоожижения монодисперсного и полидисперсного слоев. Определение скорости витания. Однородное и неоднородное псевдоожижение.

39) Общие сведения о мембранных процессах. Основные понятия баромембранных процессов. Концентрационная поляризация.

40) Структура и свойства мембран для баромембранных процессов. Факторы, влияющие на баромембранные процессы.

41) Обратный осмос, ультрафильтрация, микрофильтрация, испарение через мембрану, диализ и электродиализ.

42) Характеристики массообменных процессов ректификации и абсорбции. Конструкции колонных аппаратов. Конструкции контактных устройств.

43) Экстракционные аппараты. Характеристики процессов экстракции. Аппараты для жидкостной и твердофазной экстракции.

44) Аппараты для процессов адсорбции и ионного обмена.

45) Оборудование для измельчения твердых материалов. Характеристика способов измельчения. Машины для дробления раздавливающего, истирающего, раскалывающего действия. Оборудование для тонкого измельчения

46) Оборудование для смешения. Физико-механические свойства сыпучих материалов. Машины для смешения сыпучих и жидко-вязких материалов. Смесители периодического и непрерывного действия.

47) Оборудование для классификации сыпучих материалов. Характеристики и критерии эффективности классификации.

48) Процессы и оборудование для изготовления деталей из пластмасс (пневмо-вакуум формование, экструзия, каландрование, литье под давлением).

49) Классификация и обзор схем смесительных валцов и каландров. Понятие «фрикция».

50) Валцы непрерывного и периодического действия.

51) Каландры универсальные, отделочные, дублировочные и другие; схемы 2-х, 3-х, 4-х и 5-ти валковых каландров.

52) Продольный изгиб валков, методы его компенсации.

53) Система нагрева, охлаждения и смазки валковых машин.

54) Комплектующие устройства к валковым машинам.

55) Основные сведения по технологии и сборке валковых машин.

56) Выбор материала, термическая обработка.

57) Применение червячных машин при переработке пластмасс и резины – перемешивание, предпластикация, экструзия.

58) Червячные пластикаторы и экструдеры.

59) Конструкции, теоретические основы и математическое описание процесса экструзии на червячных, дисковых и поршневых экструдерах, изотермический и адиабатический режимы работы.

60) Силовой анализ, производительность и потребляемая мощность.

61) Типовые конструкции одночервячных машин, их важнейшие узлы и детали: червяки, цилиндры, упорноопорные элементы, питатели, корпусные детали.

62) Прочностной расчет элементов экструзионных машин.

63) Комплектующее оборудование экструзионных агрегатов и автоматических линий.

64) Экструзионные агрегаты для производства пленок с двухосной ориентацией и усадочных пленок.

65) Принцип литья под давлением термопластичных и термореактивных полимерных материалов.

66) Принцип действия, конструкции и расчет механических, гидромеханических и гидравлических узлов смыкания формы.

- 67) Конструкция и расчет узла впрыска с выносным пластикатором и сопшек-поршневой пластикацией в одну линию.
- 68) Особенности конструкции литьевых машин для реактопластов.
- 69) Принцип действия и расчет агрегатов для получения полых изделий литьем под давлением или экструзией с раздувом.
- 70) Ротационное формование изделий из порошкообразных термопластических материалов.
- 71) Машины для пневмовакуумного формования изделий из листовых пластиков.
- 72) Свободное, негативное и позитивное формование.
- 73) Расчет основных параметров.
- 74) Способы подогрева заготовок.
- 75) Машины барабанного, роторного типа.
- 76) Агрегат для получения тары, ее заполнения и заварки
- 77) Процесс смешения, затраты энергии на смешение.
- 78) Устройство резиносмесителей периодического действия; смесительная камера и роторы, конструкции нижнего и верхнего затворов, уплотнение шейки ротора.

2.1.3. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

- 1) Машины и аппараты химических производств: Учебник для вузов/ А.С.Тимонин, Б.Г.Балдин, В.Я.Борщев, Ю.И.Гусев и др./ Под общей редакцией А.С.Тимонина.- Калуга: Издательство «Ноосфера». 2014г. - 836 с.
- 2) И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки. Учебник. – Изд. 2-е. М.: Альфа-М, 2006г.- 608 с.
- 3) Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование: В 5 т. Т 1. Основы теории процессов химической технологии/Д.А.Баранов, А.В.Вязьмин, А.А.Гухман и др.; Под ред. А.М.Кутепова. – М.: Логос, 2000г. – 480 с.
- 4) Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование: В 5 т. Т.2. Механические и гидромеханические процессы. Д.А.Баранов, В.Н.Блиничев, А.В.Вязьмин и др.; Под ред. А.М.Кутепова. – М.: Логос, 2001г. – 600 с.
- 5) Ф.Йоханнабер Литьевые машины, СПб, Профессия, 2010, 432 стр.
- 6) К. Раувендааль, Экструзия полимеров, СПб., "Профессия" (2010), 770 с.
- 7) Скопинцев И.В., Производство тары и упаковки из полимерных

материалов. Учебное пособие, Спб, Лань, 2018, 112 стр

8) В. П. Володин, Технология производства профильных изделий. Непрерывное формование из расплава, СПб., "Профессия" (2019), 272 с.

9) Шерышев М.А., Шерышев А.Е., Термоформование. Материалы, технологии, оборудование, СПб., "Профессия" (2018), 384 с.

10) Солтыс Е.С., Выдувное формование, СПб., "Профессия" (2011), 336 с.

11) Тимонин, Божко, Борщев: Оборудование нефтегазопереработки, химических и нефтехимических производств. В 2-х книгах, Калуга: Инфра-Инженерия, 2019 г., 972 стр.

Дополнительная литература:

1) Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета технологического и прочностного оборудования. Справочник. Т. 1, 2, 3. – Калуга: Издательство Н.Бочкаревой, 2001 г. – 990, 980, 990 с.

2) Машиностроение. Энциклопедия. Машины и аппараты химических и нефтехимических производств. Т 1V – 12 (М.Б. Генералов и др. 2004 – 832 с.

3) Генералов М.Б. Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии: Учеб. пособие для вузов. Калуга: МГИУЭ, 2002г. – 589с.

4) Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М., Курочкина М.И. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии. – С-Пб.: Химия, 1993г. – 496 с.

5) Романков П.Г., Курочкина М.Н. Гидромеханические процессы химической технологии. – Л.: Химия, 1982. – 288 с.

6) Муштаев В.И., Ульянов В.М. Сушка дисперсных материалов. – М.: Химия, 1988г. – 352 с.

7) П.С. Беляев, А.С. Клинков, О.Г. Маликов, В.Г. Однолько, М.В. Соколов, Основы проектирования экструзионных машин предприятий полимерных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие /. - Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2012. - 144 с. (8,37 п.л.).

8) А.С. Клинков, В.И. Кочетов, М.В. Соколов, П.С. Беляев, В.Г. Однолько Проектирование и расчет валковых машин для полимерных материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие /- Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2012. - 128 с. (7,44 п.л.)

9) «Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамики, полимеры)», Каллистер У.Д., мл., Пер. с англ. под ред. А.Я. Малкина, СПб., "Профессия" (2011), 902 стр

10) Закон Российской Федерации «О техническом регулировании».

11) Закон Российской Федерации «О защите прав потребителей».

12) Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений»

- 13) ГОСТ ISO 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования
- 14) ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
- 15) ГОСТ Р ИСО 9004-2010 Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности.
- 16) Журналы «Стандарты и качество» за 2010 – 2015 гг
- 17) Журналы «Методы менеджмента качества» за 2011 – 2015 гг
- 18) Брюховец А.А., Вячеславова О.Ф., Грибанов Д.Д., Зайцев С.А., Куранов А.Д., Лось Л.А. Метрология: Учебник. - М.: Изд. Форум, 2011. - 464 с.
- 19) МС ИСО 9000:2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
- 20) МС ИСО 9001:2015. Системы менеджмента качества. Требования.
- 21) МС ИСО 9004:2009. Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности.
- 22) МС ИСО 19011:2011. Руководящие указания по аудиту системы качества и/или менеджмента окружающей среды.
- 23) 53394-2009. Интегрированная логистическая поддержка. Основные термины и определения.

Интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте mospolytech.ru в разделе Библиотечно-информационный центр (<https://new.mospolytech.ru/obuchauschimsya/biblioteka/>).

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

<http://www.gost.ru/wps/portal/>

<http://ria-stk.ru>

<http://www.edu.ru>

РАЗДЕЛ 3. РЕФЕРАТ

Реферат выполняется лицами, поступающими в аспирантуру, с целью предварительной оценки их возможной склонности к научной работе. Тема реферата выбирается самостоятельно исходя из научных интересов поступающего и предполагаемого направления научного исследования в рамках выбранной научной специальности, либо из предлагаемого кафедрами примерного перечня тем.

Реферат должен содержать введение, основную часть, заключение, список использованной литературы.

Во введении освещается актуальность темы (научной проблемы), цели и задачи работы.

Основная часть должна раскрывать теоретические основы темы, вклад российских и зарубежных ученых в ее разработку, наиболее важные проблемы, выявленные в ходе научного исследования, собственную позицию автора по излагаемым вопросам, а также содержать практические материалы: опыт конкретных предприятий и организаций, соответствующую статистику, аналитические данные и др. по теме научного исследования. Таблицы, графики, диаграммы выполняются автором самостоятельно (сканирование не допускается).

В заключении автор должен обобщить результаты научного исследования, сформулировать предложения и выводы. Обязательным условием выполнения реферата является самостоятельность, научный подход и творческая направленность излагаемых вопросов.

Объем реферата - 20-25 стр. (шрифт 14 Times New Roman, полуторный интервал). Оформление реферата должно соответствовать стандартам: поля - 20 мм – левое, верхнее, нижнее; правое – 10 мм. Образец оформления титульного листа реферата представлен в Приложении А. В части неуказанных требований к оформлению реферата руководствоваться ГОСТ 7.32.-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

В числе использованной литературы должны быть работы отечественных и зарубежных авторов, статьи периодических изданий, Интернет ресурсы, нормативные документы. Используемые источники обязательно должны содержать работы за последние 3-5 лет.

На реферат в обязательном порядке предоставляется отзыв, подписанный потенциальным научным руководителем лица, поступающего в аспирантуру, или мотивированное заключение кафедры, профильной по выбранной научной специальности, и подписанное заведующим кафедрой и назначенным ведущим специалистом по теме исследования.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец титульного листа реферата
по специальности для поступления
в аспирантуру Университета

Фамилия, имя, отчество автора

Р Е Ф Е Р А Т

для поступления в аспирантуру по научной специальности

(код и наименование научной специальности)

на тему:

Москва 20__