

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной
деятельности,

доктор биологических наук, профессор

_____ О. С. Корнеева

« _____ » _____ 2021 г.

ПРОГРАММА

ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ

(специальность 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств
по отрасли 05.00.00 – Технические науки)

Воронеж 2021 г.

Программа разработана на основании требований ФГОС ВО по направлению подготовки аспирантов 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств (для аспирантуры).

Программа предназначена для лиц, имеющих диплом магистра, диплом специалиста (для поступающих в аспирантуру).

1 Организация внутреннего вступительного испытания

1.1 Вступительное испытание проводится в письменной форме.

1.2 Вступительное испытание содержит 2 вопроса.

1.3 Вступительное испытание оценивается по 100-балльной шкале.

1.4 Длительность вступительного испытания составляет 1,5 часа.

2 Перечень дисциплин и их разделов, выносимых на внутреннее вступительное испытание

2.1 Предмет и задачи курса «Процессы и аппараты пищевых производств». Классификация основных процессов. Основные методы исследования процессов и аппаратов: аналитический, экспериментальный, синтетический.

2. Выпаривание. Физическая сущность процесса. Однокорпусная выпарная установка. Основы расчета. Материальный и тепловой балансы. Выпаривание в вакууме. Понятие о полной и полезной разности температур в выпарном аппарате.

3. Аналитический метод исследования. Основные этапы: математическое описание процесса; формулировка краевых условий; решение уравнений (на примере нагрева неограниченной пластины при постоянной температуре среды); анализ решения.

4. Многокорпусная выпарная установка. Основы расчета. Материальный и тепловой балансы. Определение оптимального числа корпусов выпарной установки.

5. Физическое и математическое моделирование. Основные этапы математического моделирования. Теория подобия. Геометрическое подобие. Инварианты и константы подобия. Физическое подобие.

6. Сгущение растворов методом криоконцентрирования. Сравнительный анализ сгущения методами выпаривания и криоконцентрирования.

7. Три теоремы подобия и их практическое применение.

8. Массообменные процессы. Классификация по структуре и агрегатному состоянию отдельных фаз. Однофазная, двухфазная и трехфазная системы. Гомогенные и гетерогенные системы. Основные дифференциальные уравнения тепло- и массопереноса. Критерии подобия массо- и теплопереноса, их физический смысл.

9. Движение сплошной среды. Реологические системы: особенности движения реологических систем. Вынужденное движение. Основные критерии и их физический смысл. Свободное движение, основные критерии. Механизм переноса тепла в движущейся среде.

10. Абсорбция. Закон Генри. Принципиальные схемы абсорбции. Уравнение материального баланса и рабочей линии процесса абсорбции. Типы абсорберов. Гидродинамические режимы работы абсорберов.

11. Метод анализа размерностей. Переход от качественного описания процесса к количественному исследованию. π -теорема. Соотношение между теорией подобия и анализом размерностей. Примеры получения критериев на основании π -теоремы.

12. Сушка. Основы статики сушки. Изотермы сорбции и десорбции. Равновесная влажность материала.

13. Конденсация пара, основные теплофизические характеристики. Основные виды конденсаторов: поверхностные и смешения; прямоточные, противоточные, ротационные и т. д.

14. Кинетика процесса сушки. Кривые сушки и скорости сушки, температурные кривые. Основные уравнения и методы расчета продолжительности процесса. Тепловой баланс процесса сушки.

15. Расчет поверхностного конденсатора. Определение расхода охлаждающей воды и поверхности охлаждения. Конструктивное оформление поверхности охлаждения.

16. Динамика процесса сушки. Особенности внешнего и внутреннего переноса тепла и массы. Основное уравнение переноса. Коэффициенты переноса тепла и вещества. Критерии подобия тепло- и массопереноса.

17. Расчет конденсаторов смешения. Барометрический конденсатор. Определение высоты барометрической трубы. Определение габаритных размеров. Характеристика и расчет числа полок.

18. Виды связи влаги с материалом. Материальный баланс процесса сушки. Основные параметры влажного воздуха. I - x диаграмма.

19. Физическая сущность процесса осаждения. Скорость осаждения и ее определение при различных гидравлических режимах.

20. Классификация методов сушки. Конвективная, кондуктивная, терморadiационная сушка и сушка в поле токов ВЧ и СВЧ. Особенности тепло- и массообмена при этих методах сушки.

21. Основы расчета отстойников. Конструкции отстойников; принцип действия.

22. Расчет сушильной установки. Материальный и тепловой баланс. Расчет удельного расхода воздуха и тепла в сушилке. Расчет габаритных размеров сушильной камеры.

23. Разделение жидких неоднородных систем в поле центробежных сил. Фактор разделения. Центрифуги, гидроциклоны, сепараторы – устройство и принцип работы. Производительность центрифуг.

24. Критериальные уравнения массообменного процесса. Основы массопередачи в системе со свободной границей раздела фаз газ (пар) - жидкость. Законы фазового равновесия.

25. Движение жидкости через неподвижные зернистые слои. Характеристики зернистого слоя. Сжимаемые и несжимаемые осадки. Промывка осадков. Стационарный и нестационарный режим фильтрования.

26. Конвективная диффузия. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Виды процесса массообмена. Первый и второй законы Фика.

27. Физическая сущность процесса фильтрования. Движущая сила. Основное кинетическое уравнение фильтрования. Сопротивление фильтрования. Режимы постоянного перепада давления и постоянной скорости фильтрования.

28. Ректификация. Тепловой баланс ректификационной колонны. Схема периодической и непрерывной ректификационных установок.

29. Основное уравнение стационарной фильтрации. Скорость процесса фильтрования. Коэффициенты фильтрования, их физический смысл. Центробежное фильтрование. Принцип действия и устройство фильтрующей аппаратуры. Фильтровальные перегородки.

30. Материальный баланс процесса ректификации. Уравнения рабочих линий верхней и нижней колонн. Понятие о минимальном и рабочем флегмовом числе.

31. Процессы экстракции в системах жидкость-жидкость. Равновесие в системах жидкость-жидкость. Изотерма экстракции. Треугольная

диаграмма и ее применение к расчету процессов. Методы экстракции. Материальный баланс. Многоступенчатая экстракция. Устройство экстракционных аппаратов.

32. Взаимосвязь между коэффициентами массоотдачи и массопередачи. Число единиц переноса. Аналитический и графические методы определения числа единиц переноса.

33. Процессы экстрагирования в системах твердое тело-жидкость. Равновесие в системах твердое тело-жидкость. Скорость процесса и факторы, влияющие на нее. Инженерные методы расчета. Интервальный метод. Устройство экстракционных аппаратов.

34. Средняя движущая сила процессов массопередачи. Расчет абсорберов. Модифицированные уравнения массопередачи. Графоаналитический метод определения теоретического и действительного числа тарелок.

35. Тепловые процессы. Виды переноса тепла, их характеристика. Расчет теплового процесса. Тепловые балансы.

36. Адсорбция. Статика и кинетика адсорбции. Расчет адсорберов.

37. Температурное поле, температурный градиент. Теплопроводность. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Уравнения теплопроводности для плоской и цилиндрической стенок (стационарный перенос теплоты).

38. Мембранные методы разделения. Типы мембран. Основы механизма мембранных процессов. Кинетика мембранных процессов. Электродиализ. Методы очистки мембран. Конструкции мембранных аппаратов.

39. Конвективный теплообмен. Конвекция и теплоотдача. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена. Подобие тепловых процессов. Теплоотдача без изменения и при изменении агрегатного состояния вещества.

40. Теоретические основы процесса дробления. Классификация методов измельчения. Физико-механические основы измельчения. Степень измельчения, расход энергии. Расчет дробилок. Конструкции дробилок и мельниц.

41. Основное уравнение теплопередачи. Теплопередача через цилиндрическую стенку. Определение температурного напора.

42. Основы теории ситового анализа. Классификация методов сортирования материалов. Электромагнитная сепарация, физические основы метода. Устройство и принцип действия ситовых сепараторов.

43. Нагревание в пищевой промышленности. Метода нагревания. Расход воды и пара при нагревании.

44. Теоретические основы перемешивания сыпучих материалов. Классификация методов перемешивания и применение их в пищевой промышленности. Основы расчетов аппаратов для перемешивания. Расход энергии на перемешивание. Конструкции мешалок, их характеристики и выбор.

45. Основные принципы классификации теплообменных аппаратов. Основные виды теплообменников. Основы расчета теплообменных аппаратов. Материальный и тепловой баланс. Определение коэффициентов теплопередачи, выбор скорости рабочих сред, определение термических сопротивлений и т. д.

46. Теоретические основы перемешивания жидких сред. Классификация методов перемешивания и применение их в пищевой промышленности. Расчет аппаратов для перемешивания. Конструкции мешалок, их характеристики и выбор.

47. Гидравлический и механический расчет теплообменного аппарата. Энергетический и эксергетический КПД теплообменного аппарата. Пути интенсификации теплообмена. Расчет барометрического конденсатора.

48. Физическая сущность процесса кристаллизации. Основы теории кристаллизации из растворов. Равновесие при кристаллизации. Диаграмма состояния растворов. Скорость кристаллизации. Факторы, влияющие на скорость кристаллизации.

49. Охлаждение. Замораживание. Сублимационное обезвоживание. Тепло- и массообмен в процессах холодильной технологии. Задачи Стефана.

50. Способы кристаллизации. Материальный и тепловой баланс процесса кристаллизации. Методы расчета количества кристаллов.

3. Рекомендуемая литература

1. Процессы и аппараты пищевых производств: учебник. – В 2-х книгах. 1 кн. – 704 с. 2 кн. – 608 с. Под ред. А. Н. Острикова. – СПб.: ГИОРД, 2007.

2. Павлов, К. Ф., Романков, П. Г., Носков, А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учебное пособие для вузов. Под ред. чл.-корр. АН России П. Г. Романкова. – 11-е

изд., стереотипное. Перепечатка с изд. 1987 г. – М.: ООО «РусМедиа-Консалт», 2004. – 567 с.

3. Плаксин, Ю. М. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] / Ю. М. Плаксин, Н. Н. Малахов, В. А. Ларин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2005. – 760 с..

4. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии [Текст]: учебник для вузов. / А. Г. Касаткин. – 10-е изд., стереотипное, доработанное. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. – 753 с.

5. Айнштейн, В. Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии [Текст]: учебник для вузов. В 2 кн. / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов и др. – М.: Химия, 2000. – 1760 с.

6. Гельперин, Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии [Текст]. – М.: Химия, 1981. – 811с.

7. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии [Текст]: учебник / Ю. И. Дытнерский. – М.: Химия, 1992. – Т. 1. – 415; Т. 2. – 383 с.

8. Плановский, А. Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии [Текст] / А. Н. Плановский, П. И. Николаев. – М.: Химия, 1987. – 496 с.

9. Процессы и аппараты химической технологии [Текст]: учебник для вузов / Д. А. Баранов, В. Н. Блиничев, А. В. Вязьмин и др. – М.: Логос, 2001. – 1080 с.

10. Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств [Текст] / под ред. С. М. Гребенюка, И. М. Михеевой. – М.: Агропромиздат, 1987. – 304 с.

11. Красовицкий Ю.В. Расчет и выбор пылеулавливающего оборудования: Учеб. пособие с грифом УМО / В.А. Горемыкин. (М. О. Панов, А. М. Болдырев, Ю. Н. Шаповалов // Воронеж, ВГАСА.– 2000. – 326 с.

12. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник: В 2 кн./В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов и др.; Под ред. В. Г. Айнштейна. М.: Логос; Высшая школа, 2003. 912 с.: ил.

13. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Под ред. Ю. И. Дытнерского. – М.: Химия, 1983. – 272 с.

14. Остриков, А.Н. Аттестационно-педагогические измерительные материалы для аттестации студентов по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Учеб. пособие / А.Н. Остриков, В.С. Калинина, И.С. Наумченко // Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж: ВГТА, 2010. – 171 с.

15. Остриков, А.Н. Расчет и проектирование теплообменников: Учебник / Остриков А.Н., Логинов А.В., Попов А.С., Болгова И.Н. // Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 440 с.

16. Александров, И. А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. Методы расчета и основы конструирования [Текст] / И. А. Александров. – М.: Химия, 1971. – 287 с.
17. Баранов, Д. А. Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование [Текст] / Д. А. Баранов, А. В. Вязьмин, А. А. Гухман и др.; Под ред. А. М. Кутепова. – М.: Логос, 2000. – 480 с.
18. Брагинский, Л. Н. Перемешивание в жидких средах: Физические основы и инженерные методы расчета [Текст] / Л. Н. Брагинский, В. И. Бегачев, В. М. Барабаш. – М.: Химия, 1984. – 336 с.
19. Брок, Т. Мембранная фильтрация [Текст]: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 462 с.
20. Брык, М. Т. Мембранная технология в промышленности [Текст] / М. Т. Брык, Е. А. Цапюк, А. А. Твердый. – Киев: Техника, 1990. – 280 с.
21. Гельперин, Н. И. Основы техники фракционной кристаллизации. [Текст] / Н. И. Гельперин, Г. А. Носов. – Химия, 1986. – 304 с.
22. Жужиков, В. А. Фильтрование: Теория и практика разделения суспензий [Текст]. – М.: Химия, 1980. – 400 с.
23. Кельцев, Н. В. Основы адсорбционной техники [Текст] / Н. В. Кельцев. – М.: Химия, 1984. – 592 с.
24. Ландау, Л. Д. Гидродинамика [Текст] / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М.: Наука, 1986. – 736 с.
25. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа [Текст]. – М.: Наука, 1987. – 840 с.
26. Машины и аппараты пищевых производств [Текст] : учебник. Изд. 2-е перераб. и доп. – В 3-х кн. 1 кн. – 610 с. 2 кн. – 847 с. 3 кн. – 551 с. М.: КолосС. – 2009.
27. Михалев, М. Ф. Контактная кристаллизация [Текст] / М. Ф. Михалев, И. А. Щупляк, А. Н. Веригин; под ред. М. Ф. Михалева. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. – 192 с.
28. Основы жидкостной экстракции / Под ред. А. М. Ягодина. – М.: Химия, 1981. – 400 с.
29. Рамм, В. М. Абсорбция газов [Текст] / В. М. Рамм. – М.: Химия, 1966. – 768 с.
30. Хванг, С. Т. Мембранные процессы разделения [Текст] / С. Т. Хванг, К. М. Камермейер. – М.: Химия, 1981. – 464 с.
31. Чернобыльский, И. И. Выпарные установки [Текст] / И. И. Чернобыльский. – Киев: Изд-во Киевского университета, 1960. – 262 с.
32. Шкоропад, Д. Е. Центрифуги и сепараторы [Текст] / Д. Е. Шкоропад, О. П. Новиков. – М.: Химия, 1987. – 255 с.

4 Примерный образец экзаменационного билета.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

***Вступительный экзамен по специальности
05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств»***

Экзаменационный билет № 1

1. Классификация основных процессов. Основные методы исследования процессов и аппаратов: аналитический, экспериментальный, синтетический.
2. Выпаривание. Физическая сущность процесса. Однокорпусная выпарная установка. Материальный и тепловой балансы.

Проректор по НИИД, проф.

О. С. Корнеева

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

***Вступительный экзамен по специальности
05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств»***

Экзаменационный билет № 2

1. Теория подобия. Геометрическое подобие. Инварианты и константы подобия. Физическое подобие.
2. Многокорпусная выпарная установка. Материальный и тепловой балансы. Определение оптимального числа корпусов выпарной установки.

Проректор по НИИД, проф.

О. С. Корнеева