

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем химико-энергетических технологий
Сибирского отделения Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ
Директор 
С.В. Сысолятин
« 11 » января 2024 г.

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
по специальной дисциплине**

2.6.13 Процессы и аппараты химических технологий

Программа кандидатского экзамена рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета ИПХЭТ СО РАН, протокол от 29.12.2023 № 11.

Составитель:

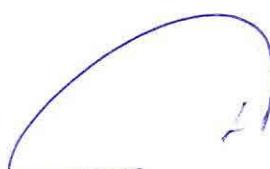
Старший научный сотрудник
лаборатории физики преобразования энергии
высокоэнергетических материалов,
канд. техн. наук



О.С. Иванов

Согласовано:

Зам. директора по научной работе,
канд. техн. наук



С.С. Титов

Заведующая отделом аспирантуры



Н.В. Волкова

Введение

Настоящая программа кандидатского экзамена разработана для научной специальности 2.6.13 Процессы и аппараты химических технологий в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 № 883.

Кандидатский экзамен представляет собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

Соискатель ученой степени кандидата наук должен показать высокий уровень теоретической и профессиональной подготовки, знание общих концепций и методологических вопросов научной специальности, глубокое понимание основных разделов теории и практики изученного материала, а также умение применять свои знания для решения исследовательских и прикладных задач.

Процедура проведения кандидатского экзамена

Кандидатский экзамен проводятся в устной форме (собеседование) на открытом заседании экзаменационной комиссии. Соискателю ученой степени кандидата наук задаются 2–3 вопроса в соответствии с программой кандидатского экзамена. Время для подготовки – 45 минут. Экзаменаторы имеют право задавать соискателю ученой степени кандидата наук уточняющие вопросы в рамках программы кандидатского экзамена.

Во время кандидатского экзамена соискатель ученой степени кандидата наук может пользоваться справочными пособиями и материалами. В случае использования соискателем ученой степени кандидата наук учебной или научной литературы и других средств без разрешения экзаменационной комиссии экзаменаторы вправе удалить соискателя ученой степени кандидата наук с экзамена с выставлением неудовлетворительной оценки.

Оценка уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук определяется экзаменационными комиссиями по четырехбалльной системе. Общими критериями, определяющими оценку знаний, являются

- для оценки «отлично» – наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме программы кандидатского экзамена, правильные и увереные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы;

- для оценки «хорошо» – наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме программы кандидатского экзамена, незначительные ошибки при ответе на заданные вопросы, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала;

- для оценки «удовлетворительно» – наличие твердых знаний в объеме программы кандидатского экзамена, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике;

- для оценки «неудовлетворительно» – наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы, неумение применять знания на практике.

Оценка за кандидатский экзамен выставляется решением экзаменационной комиссии по результатам обсуждения на закрытом заседании. При расхождении мнения членов

комиссии преимущество имеет председатель комиссии (в его отсутствии – заместитель председателя).

Оценка объявляется соискателю ученой степени кандидата наук после заседания экзаменационной комиссии в день проведения кандидатского экзамена.

Перечень вопросов к кандидатскому экзамену

1. Основные принципы системного анализа; взаимосвязь явлений в отдельных процессах и аппаратах.
2. Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов и химико-технологических систем.
3. Классификация основных химико-технологических процессов.
4. Теория подобия и анализ размерностей. Подобные преобразования, физическое моделирование, метод характеристических масштабов.
5. Периодические и непрерывные процессы. Общие принципы технологического расчета химических аппаратов и машин: статика процессов (законы равновесия), материальный и энергетический балансы, кинетические параметры, основные размеры аппаратов.
6. Модель идеального смешения. Вывод дифференциального уравнения модели. Вид функции отклика модели на стандартные возмущения.
7. Модель идеального вытеснения. Вывод дифференциального уравнения модели.
8. Ячеичная модель. Частотные характеристики и вид функции отклика. Вывод уравнения предельного перехода к модели идеального вытеснения.
9. Диффузионная модель. Комбинированные (многопараметрические) модели.
10. Сравнительная оценка идеальных моделей.
11. Уравнения и граничные условия гидродинамики.
12. Гидродинамика тонких стекающих пленок. Струйные течения.
13. Ламинарное и турбулентное течение в трубах различной формы.
14. Продольное обтекание плоской пластины. Пограничный слой.
15. Движение частиц, капель, пузырей в жидкости. Общее решение уравнений Стокса в осесимметричном случае. Обтекание сферической частицы, капли и пузыря поступательным стоксовым потоком.
16. Сферические капли и пузыри в поступательном потоке при умеренных и больших числах Рейнольдса. Обтекание сферической частицы, капли и пузыря сдвиговым потоком.
17. Обтекание несферических твердых частиц. Обтекание цилиндра (плоская задача). Обтекание деформированных капель и пузырей.
18. Уравнение и граничные условия теории конвективного тепло- и массопереноса.
19. Массоперенос в пленках жидкости.
20. Тепло- и массоперенос при ламинарном течении в круглой трубе.
21. Тепло- и массоперенос при ламинарном течении в плоской трубе. Предельные числа Нуссельта при ламинарном течении жидкостей по трубам различной формы.
22. Массо- и теплообмен частиц, капель и пузырей с потоком. Метод асимптотических аналогий в теории массо- и теплопереноса.
23. Массоперенос, осложненный поверхностной химической реакцией.
24. Внешние задачи массообмена частиц, капель и пузырей с потоком при различных числах Пекле и наличии объемной химической реакции. Внутренние задачи массопереноса при наличии объемной химической реакции.
25. Нестационарный массообмен с объемной реакцией.
26. Диффузионные модели.
27. Понятие форм и размеров твердых частиц, гранулометрического состава, сыпучести, сил взаимодействия между частицами. Реологические свойства сыпучих материалов, контактные силы внешнего трения и адгезионные свойства сыпучих материалов.

28. Движение оживленных твердых дисперсных систем. Псевдоожиженные слои. Процессы тепло- и массопереноса в псевдоожиженных слоях.
29. Механические процессы. Процессы измельчения и измельчающие машины. Классификация процессов и машин.
30. Типы дробилок (щековые, конусные, валковые, молотковые и роторные).
31. Типы мельниц (барабанные – центробежные и вибрационные, ударного действия и др.).
32. Смесители сыпучих материалов, кинетика процессов смешения.
33. Основные уравнения тепловых процессов. Классификация используемых аппаратов.
34. Теплообменники с передачей тепла через стенку. Кипятильники. Основные переменные процессы
35. Теплообменники смешения.
36. Теплообменники с идеальной изоляцией, теплообменники с потерями тепла через стенку.
37. Математические модели кожухотрубных теплообменников.
38. Выпарные аппараты. Основные уравнения. Математическая модель однокорпусной и трехкорпусной установки.
39. Теплообмен излучением. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между поверхностями твердых тел, между газом и твердой поверхностью.
40. Математическое описание равновесия в многокомпонентных системах.
41. Математическое описание процессов диффузии. Однофазная неподвижная среда.
- Стационарная диффузия в движущихся средах.
42. Диффузия в многокомпонентных системах. Диффузионный потенциал.
43. Массопередача в диффузионных процессах. Модели массопередачи.
44. Пленочные и распылительные колонны. Математические модели аппаратов с поверхностью контакта, образующейся в процессе движения потоков.
45. Модели тарельчатых колонн.
46. Модели насадочных колонн.
47. Математическая модель эмульгационных колонн.
48. Кинетика сушки. Контактные сушилки.
49. Сушилки со стационарным слоем.
50. Сушилки с псевдоожиженным и движущимся слоем. Особенности математического описания сушилок.
51. Описание роста кристаллов и зародышеобразования.
52. Типы используемых кристаллизаторов.
53. Математические модели кристаллизаторов различного типа.
54. Равновесие и массопередача в системах жидкость-жидкость.
55. Типы используемых экстракционных аппаратов.
56. Математические модели колонных экстракторов.
57. Типы ректификационных аппаратов, их математическое описание.
58. Типы абсорбционных аппаратов, их математическое описание.
59. Общая характеристика мембранных способов разделения смесей. Их классификация. Виды мембран. Описание процесса переноса в мембранах.
60. Математические модели фильтрационных установок, установок обратного осмоса, первапорационных установок.
61. Аппараты с перемешивающими устройствами. Типы мешалок, теплообменников, расчет потребляемой мощности.
62. Реакторы периодического и непрерывного действия.
63. Основные конструкции химических реакторов.

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Долматова, М.О. Тепловые и массообменные процессы в химической технологии: учебное пособие / М.О. Долматова; науч. ред. В.А. Никулин. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2019. – 99 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=696591> (дата обращения: 20.12.2023).

Дополнительная литература:

1. Общая химическая технология и химические реакторы: сборник задач: учебное пособие / Н.Ю. Санникова, А.С. Губин, Л.А. Власова; науч. ред. О.В. Карманова. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2021. – 61 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=688149> (дата обращения: 20.12.2023).

2. Расчеты и моделирование в химической технологии с применением *Mathcad*: учебное пособие / Т.В. Лаптева, Н.Н. Зиятдинов, С.А. Лаптев, Д.Д. Первухин; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. – 248 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612446> (дата обращения: 20.12.2023).

3. Экспериментальное изучение процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие: / Ф.А. Абдулкашапова, К.А. Алексеев, И.П. Анашкин [и др.]; под ред. А.В. Клинова; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2019. – 284 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699810> (дата обращения: 20.12.2023).