

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

М.В. Хомякова

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ (ТПАП)**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

Рецензент

кандидат технических наук, профессор кафедры инжиниринга
технологического оборудования ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет»

А. Э. Суслов

Хомякова, М. В.

Технологические процессы автоматизированных производств (ТПАП):
учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по
напр. подгот. 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств /
М. В. Хомякова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 19 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины
Технологические процессы автоматизированных производств (ТПАП)
представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного
курса, включающие подробный план лекций по каждой изучаемой теме, вопросы
для самоконтроля.

Табл. 2, список лит. – 11 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию
кафедрой инжиниринга технологического оборудования 23 апреля 2022 г.,
протокол № 3

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано
к изданию в качестве локального электронного методического материала для
использования в учебном процессе методической комиссией института
агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет» 15 июня 2022 г., протокол № 7

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано
к изданию в качестве локального электронного методического материала для
использования в учебном процессе методической комиссией института
цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет» 6 декабря 2022 г., протокол № 10

УДК 664

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2022 г.
© Хомякова М. В., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	17

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях роль автоматизации технологических процессов и производств существенно возрастает. Для решения этих задач требуются квалифицированные специалисты в этой области.

Целью освоения модуля «Технологические процессы автоматизированных производств» (ТПАП) является формирование знаний, умений и навыков, необходимых в профессиональной деятельности в области автоматизации пищевых производств, осуществляемых с использованием различных процессов и аппаратов, которые входят в состав соответствующих технологических линий.

Задачами модуля являются следующие:

- изучение основных понятий, методов и средств переработки сырья и продуктов в рассматриваемой технологической линии;
- приобретение навыков в проведении материальных и энергетических расчетов, связанных с вопросами контроля и управления технологическими процессами и производствами;
- формирование навыков определения оптимальных параметров процесса и способов их достижения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- методы анализа технологических процессов и оборудования для их реализации, как объектов автоматизации и управления, основные схемы автоматизации типовых технологических объектов отрасли, структуры и функции автоматизированных систем управления технологические процессы и производства в пищевой промышленности;
- основные сведения о моделировании физических явлений, о теории тепло- и массообмена; методику расчета важнейших параметров технологических процессов и аппаратов;
- характеристики производства и оборудования как объектов автоматического регулирования;

уметь:

- выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления;
- пользоваться методическими и нормативными материалами при расчёте и анализе технологических процессов и аппаратов;
- выбирать пути интенсификации процессов и совершенствования технологического оборудования;

владеть:

- навыками экспериментального исследования по определению параметров технологических процессов.

При реализации дисциплины «Технологические процессы автоматизированных производств» организуется практическая подготовка путем выполнения курсовой работы, предусматривающей участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении данной дисциплины, используются в дальнейшей профессиональной деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Технологические процессы автоматизированных производств (ТПАП)», студент должен активно работать на лекционных занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Курсовая работа представляет собой решение комплексной инженерно-технической задачи, включающей в себя разработку технологического процесса, компоновку объекта проектирования, расчет аппарата, обоснование принятых методов расчета и технических решений.

Промежуточной аттестацией по завершению курса является экзамен, к которому допускаются студенты, освоившие темы курса и выполнившие курсовую работу.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства поэтапного формирования результатов освоения;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, соответственно относятся:

- вопросы к экзамену.

К экзамену допускаются студенты:

- положительно аттестованные по результатам освоения дисциплины;
- получившие положительную оценку при защите курсовой работы.

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему.

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40%	41–60%	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

Для успешного освоения дисциплины «Технологические процессы автоматизированных производств (ТПАП)» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия и организации самостоятельной работы студентов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Технологические процессы автоматизированных производств (ТПАП)», студент должен научиться работать на лекциях, и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Основными видами учебной деятельности в ходе изучения курса являются лекции, и консультирование по выполнению курсовой работы.

При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в университете.

Вместе с тем, всякий лекционный курс является в определенной мере авторским, представляет собой творческую переработку материала и неизбежно отражает личную точку зрения лектора на предмет и методы его преподавания. В этой связи представляется целесообразным привести некоторые общие методические рекомендации по построению лекционного курса и формам его преподавания.

Лекции составляют основу теоретической подготовки и посвящены основным процессам и аппаратам пищевой промышленности. При проведении лекций необходимо использовать технические средства обучения, ЭИОС, применять методы, способствующие активизации познавательной деятельности слушателей. На лекциях целесообразно теоретический материал иллюстрировать рассмотрением различных примеров и конкретных задач. Имеет

смысл привлекать студентов к обсуждению как рассматриваемого вопроса в целом, так и отдельных моментов рассуждений и доказательств. Необходимо также использовать возможности проблемного изложения, дискуссии с целью активизации деятельности студентов.

Важным звеном во всей системе обучения является самостоятельная работа обучающихся. В широком смысле под ней следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов, как в отсутствии преподавателя, так и в контакте с ним. Она является одним из основных методов поиска и приобретения новых знаний, работы с литературой, а также выполнения предложенных заданий. Преподаватель призван оказывать в этом методическую помощь студентам и осуществлять руководство их самостоятельной работой.

Необходимо контролировать степень усвоения студентами текущего материала, а также уровень остаточных знаний по уже изученным темам.

При изучении курса предусмотрены следующие формы текущего контроля:

- опросы по теоретическому материалу;
- контроль выполнения и защита курсовой работы.

Промежуточный контроль осуществляется в форме сдачи курсовой работы и экзамена и имеет целью определить степень достижения учебных целей по дисциплине.

С целью формирования мотивации и повышения интереса к предмету особое внимание при чтении курса необходимо обратить на темы, которые можно проиллюстрировать примерами из практической сферы, связывая теоретические положения с будущей профессиональной деятельностью студентов.

Тематический план лекционных занятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Кол-во часов ЛЗ	
		очная форма	заочная форма
1	2	3	4
1	Анализ настоящего уровня технологических процессов автоматизированных производств. Основные направления повышения уровня автоматизации технологических процессов пищевых производств	2	1
2	Технологические решения тепловой обработки продуктов	4	1
3	Выпаривание	4	-
Окончание таблицы 2			
1	2	3	4

4	Сушка	4	-
5	Основные технологические линии по производству пищевых продуктов	6	2
6	Разделение неоднородных систем	4	1
7	Перегонка и ректификация	4	1
8	Абсорбция и адсорбция	2	-
Итого		30	6

Если лектор приглашает студентов к дискуссии, то необходимо принять в ней активное участие. Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

Тема 1. Анализ настоящего уровня технологических процессов автоматизированных производств. Основные направления повышения уровня автоматизации технологических процессов пищевых производств

Ключевые вопросы темы

1. Классификация процессов пищевой промышленности. Движущая сила процесса.
2. Технологические свойства материалов.
3. Основы рационального построения аппаратов.
4. Роль основных отраслей пищевой промышленности.
5. Автоматизированное регулирование технологических процессов.

Ключевые понятия: автоматизированное регулирование, процесс, движущая сила процесса, свойства материалов, требования к аппаратам

Литература: [3, с. 4–50; 4, с. 3–34]

Методические рекомендации

Первая тема курса дисциплины «Технологические процессы автоматизированных производств (ТПАП)» позволит обучающимся получить представление о базовых понятиях дисциплины, в ней также определяется место изучаемого материала в системе научного знания и его взаимосвязь с другими дисциплинами.

При изучении данной темы курса необходимо обратить особое внимание на классификацию основных процессов пищевой технологии, свойства сырья, продуктов и полуфабрикатов, структурно-механические, теплофизические и физико-химические свойства материалов, а также требования к аппаратам и материалам, идущим на изготовления аппаратов. Изучить роль основных

отраслей пищевой промышленности в обеспечении населения полноценным питанием. Сырье животного и растительного происхождения как объект технологической переработки в пищевой промышленности.

Вопросы для самоконтроля

1. Каким основным законам подчиняются процессы пищевой технологии?
2. В чем заключается оптимизация проведения процесса?
3. Какими техническими свойствами характеризуются сырье, продукты и полуфабрикаты?
4. Какие требования предъявляются к конструкциям аппаратов?
5. Каким требованиям должны соответствовать материалы, идущие на изготовление аппаратов?
6. Какие конструкционные материалы используются в пищевой отрасли?
7. Какова роль основных отраслей пищевой промышленности?
8. Назовите признаки пищевого продукта, определяющие его ценность.
9. Приведите классификацию пищевых производств.
10. Каковы особенности технологий пищевых продуктов?
11. Каковы преимущества автоматизации?

Тема 2. Технологические решения тепловой обработки продуктов

Ключевые вопросы темы

1. Классификация тепловых процессов.
2. Способы передачи теплоты.
3. Пути интенсификации теплопередачи.
4. Нагревание.
5. Виды теплоносителей.
6. Охлаждение.
7. Теплообменные аппараты.

Ключевые понятия: теплопередача, теплопроводность, конвекция, тепловое излучение, теплообменники

Литература: [11, с. 193–234; 1, с. 130–174]

Методические рекомендации

Необходимо ознакомиться с процессами переноса теплоты, происходящими между телами, имеющими разную температуру. Обратить внимание на основные способы проведения тепловых процессов.

Рассмотреть способы передачи теплоты от одного тела к другому, в частности: теплопроводность, конвекцию и тепловое излучение.

Изучить пути интенсификации теплопередачи, т. к. они являются одним из основных направлений развития и усовершенствования тепловых аппаратов пищевых производств.

Изучить суть процесса нагревания.

Обозначить основные виды теплоносителей, так как их выбор зависит от требуемой температуры и необходимости ее регулирования. Ознакомиться с видами тепловой обработки продуктов – стерилизацией и пастеризацией.

Рассмотреть процесс понижения температуры материалов путем отвода от них теплоты, а также виды охлаждающих агентов.

Изучить устройство и принцип действия теплообменных аппаратов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие технологические процессы относят к тепловым?
2. Какими способами может передаваться теплота от одного теплоносителя к другому?
3. Как определяется движущая сила теплообменных процессов?
4. Какие методы нагревания применяются в пищевых производствах? Дайте им краткую характеристику.
5. Какие виды теплоносителей и охлаждающих агентов вы знаете?
6. Как устроены кожухотрубный, пластинчатый, змеевиковый, спиральный теплообменники? Какие достоинства и недостатки присущи этим теплообменникам?
7. В чем различия стерилизации и пастеризации?

Тема 3. Выпаривание

Ключевые вопросы темы

1. Методы выпаривания и выпарные установки;
2. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки;
3. Конденсация.

Ключевые понятия: выпаривание, выпарные установки, конденсация

Литература: [11, с. 235–288; 1, с. 175–200]

Методические рекомендации

Ознакомиться с методами выпаривания и выпарными установками.

Изучить устройство и принцип действия выпарных установок, научиться обосновывать выбор оптимального количества корпусов.

Рассмотреть физическую сущность процесса конденсации, а также виды, устройства и принцип действия конденсаторов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какими способами осуществляется процесс выпаривания и какие конструкции выпарных аппаратов применяются в пищевой отрасли?
2. Назовите принцип работы одно- и многокорпусной установки и выпарных аппаратов.
3. От каких параметров зависит выбор выпарной установки и определение оптимального числа корпусов в ней?
4. При каких условиях происходит процесс конденсации паров и газов?
5. Как устроены поверхностный конденсатор и конденсатор смешения?
6. Чем различаются конденсаторы смешения «мокрого» и «сухого» типов?
7. В чем заключается расчет барометрического конденсатора смешения?

Тема 4. Сушка

Ключевые вопросы темы

1. Общие признаки массообменных процессов.
2. Кинетика массопередачи.
3. Материальный баланс массообменных процессов.
4. Основные законы массопередачи.
5. Массопередача с твердой фазой.
6. Движущая сила массообменных процессов.
7. Формы связи влаги с материалом.
8. Кинетика сушки.
9. Способы сушки и их характеристики.
10. Устройство и принцип действия сушилок.

Ключевые понятия: массообмен, массопередача, законы Фика, закон массоотдачи, сушка, свободная влага, связанная влага, кинетика сушки

Литература: [11, с. 289–360; 1, с. 201–226, 339–374]

Методические рекомендации

Изучить общие признаки массообменных процессов и их классификацию.

Ознакомиться с процессом перехода вещества (или нескольких веществ) из одной фазы в другую в направлении достижения равновесия.

Рассмотреть схему элементарного массообменного аппарата, в котором происходит массообмен между двумя движущимися потоками фаз.

Освоить основные законы массопередачи: закон молекулярной диффузии (первый закон Фика), закон массоотдачи (закон Ньютона – Шукарева) и закон массопроводности, а также ознакомиться с критериальными уравнениями конвективной диффузии.

Рассмотреть массопередачу с твердой фазой и движущую силу массообменных процессов.

Изучить процесс сушки в пищевой промышленности. Рассмотреть виды связи влаги с материалом. Ознакомиться с диаграммой состояния влажного воздуха. Освоить кинетику сушки и кривые скорости сушки.

Обратить внимание на способы сушки и их характеристики. Познакомиться с устройством и принципом работы контактных, конвективных, радиационных, сублимационных сушилок и сушилок с применением токов высокой частоты.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие признаки объединяют все массообменные процессы?
2. В каком направлении протекают массообменные процессы? Как выражается движущая сила процесса?
3. Каков физический смысл коэффициентов массопередачи и массоотдачи? Какая существует между ними связь?
4. Что характеризуют рабочая и равновесная линии процесса?
5. Как изобразить процесс массопередачи графически?
6. Какими законами описывается перенос вещества из ядра потока к поверхности раздела фаз?
7. Какой закон описывает диффузию вещества в твердом теле?
8. Как можно определить, когда процесс протекает во внутридиффузионной области, а когда во внешнедиффузионной?
9. Почему в расчетной практике пользуются не дифференциальными уравнениями массопереноса, а критериальными?
10. Какой процесс называется сушкой? Назовите ее виды?
11. Перечислите свойства влажного воздуха?
12. В чем отличие конвективных и контактных сушилок?
13. Назовите специальные виды сушки.

Тема 5. Основные технологические линии по производству пищевых продуктов

Ключевые вопросы темы

1. Организация машинных технологий пищевых продуктов.
2. Организация процессов в машинах и аппаратах технологических линий.
3. Технологические линии для производства пищевых продуктов.

Ключевые понятия: технологическая линия, машинно-аппаратурная схема, технологический процесс

Литература: [3]

Методические рекомендации

При освоении данной темы курса необходимо познакомиться с технологическими процессами получения пищевых продуктов. Изучить структурные и машинно-аппаратурные схемы технологических линий производства пищевых продуктов. Рассмотреть примеры технологических линий рыбообрабатывающей, молочной и мясоперерабатывающей отраслей пищевой промышленности. Уделить внимание основам производства сахара, хлебобулочных и кондитерских изделий, растительного масла, пива. Провести анализ производства как объектов управления и автоматизации.

Вопросы для самоконтроля

1. На какие виды подразделяют пищевые отрасли в зависимости от вида сырья и способа воздействия на него?
2. На какие виды подразделяют пищевые производства по способу получения целевого продукта?
3. Какие стадии выделяют в структуре технологической линии?
4. На какие основные группы подразделяются технологические линии производства пищевых продуктов?

Тема 6. Разделение неоднородных систем

Ключевые вопросы темы

1. Разделение компонентов жидких систем.
2. Классификация процессов разделения неоднородных систем.
3. Осаждение.
4. Пути интенсификации отстаивания.
5. Устройство отстойников.
6. Осаждение под действием центробежной силы.
7. Способы создания поля действия центробежной силы.
8. Устройства для центробежного осаждения.

Ключевые понятия: неоднородные жидкие системы, осаждение, отстойники, циклонный процесс, центрифугирование

Литература: [11, с. 115–148; 1, с. 38–51]

Методические рекомендации

При освоении данной темы курса необходимо познакомиться с определением гидромеханических процессов в пищевой промышленности.

Обратить внимание на классификацию неоднородных систем и процессов их разделения по движущей силе.

Подробно рассмотреть процесс осаждения в гравитационном поле и пути его интенсификации, а также особое внимание уделить устройству отстойников.

При изучении данной темы необходимо уделить внимание способам создания центробежной силы. Детально изучить устройства для центробежного осаждения. Особое внимание уделить принципам работы гидроциклонов, центрифуг и сепараторов.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется жидкостью, и какими основными свойствами она характеризуется?

2. От каких параметров зависит величина гидростатического давления?

3. Приведите примеры практического применения уравнения Бернулли.

4. Перечислите основные характеристики насосов, компрессоров, вентиляторов.

5. Что влияет на производительность одноярусного отстойника непрерывного действия?

6. Для разделения каких неоднородных систем используется осаждение под действием центробежной силы?

7. Какими способами создается поле действия центробежной силы при осаждении?

8. Какие существуют устройства для центробежного осаждения?

Тема 7. Перегонка и ректификация

Ключевые вопросы темы

1. Простая перегонка.

2. Теоретические основы процессов.

3. Ректификация.

4. Ректификационные аппараты.

5. Схемы ректификационных аппаратов.

Ключевые понятия: перегонка, ректификация, ректификационные колонны, многокомпонентные смеси

Литература: [11, с. 389–427; 1, с. 250–273]

Методические рекомендации

В данной теме необходимо изучить простую и многократную перегонку как способ разделения однородных систем. Рассмотреть процесс ректификации.

Понять различие между этими процессами.

Ознакомиться с подразделением по конструкции колонн ректификационных аппаратов, принципами их работы.

Рассмотреть схемы ректификационных аппаратов для разделения многокомпонентных смесей.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое простая перегонка и ректификация?
2. Какие конструкции ректификационных аппаратов применяются в пищевой промышленности?
3. Какие пути интенсификации перегонки и ректификации вы можете привести?

Тема 8. Абсорбция и адсорбция

Ключевые вопросы темы

1. Абсорбция.
2. Адсорбция.
3. Десорбция.
4. Схемы абсорбционных и адсорбционных аппаратов.
5. Ионообменные процессы.

Ключевые понятия: абсорбция, адсорбция, десорбция, ионообменные процессы

Литература: [11, с. 361–388; 1, с. 227–249, 312–338]

Методические рекомендации

Рассмотреть поглощение твердым телом либо жидкостью различных веществ из окружающей среды. Получить общие сведения об абсорбции адсорбции и десорбции (обратном процессе абсорбции). Изучить аппараты, применяемые при абсорбции и адсорбции. Обратить внимание на характеристики наиболее распространенных адсорбентов. Освоить процесс ионного обмена и рассмотреть принцип работы ионообменной установки периодического действия.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем сущность абсорбции и адсорбции?
2. Что является движущей силой абсорбции?
3. Какие конструкции абсорберов применяют в промышленности?
4. Какие насадки применяются в абсорберах?
5. При каких режимах работают насадочные и барботажные абсорберы?

6. Какие адсорбенты применяются в пищевой промышленности? Какими свойствами они должны обладать?

7. Какие конструкции абсорберов применяются для очистки растворов и газовых веществ?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кавецкий, Г. Д. Процессы и аппараты пищевых производств / Г. Д. Кавецкий, А. В. Королёв. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 432 с.

2. Кавецкий, Г. Д. Технологические процессы и производства (пищевая промышленность): учеб. / Г. Д. Кавецкий, А. В. Воробьева. – Москва: КолосС, 2006. – 367 с.

3. Машины и аппараты пищевых производств: учебник для вузов: в 3 кн. / С. Т. Антипов [и др.]; под ред. акад. РАСХН В. Н. Панфилова, проф. В. Я. Грудапова. – Минск: БГАТУ, 2007. – Кн. 1. – 420 с.

4. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / под ред. Ю. И. Дытнерского. – Москва: Химия, 1983. – 272 с.

5. Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. – 13-е изд., стер. – Москва: Альянс, 2006. – 576 с.

6. Попов, В. В. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам пищевых производств: учеб. пособие для студ. вузов спец. 260601.65 - Машины и аппараты пищ. пр-в, 260602.65 - Пищ. инженерия мал. предприятий, 220100.62 - Технология продуктов питания, 240902.65 - Пищ. биотехнология, 220301.65 - Автоматизация технологич. процессов и пр-в / В. В. Попов, Н. В. Захаркив. – Калининград: КГТУ, 2005. – 92 с.

7. Попов, В. В. Процессы и аппараты пищевых производств. Курсовое проектирование: учеб. пособие для студентов вузов специальностей 260601.65 - Машины и аппараты пищ. пр-в и 260602.65 - Пищ. инженерия малых предприятий / В. В. Попов, Н. В. Захаркив. – Калининград: КГТУ, 2009. – 50 с.

8. Попов, В. В. Теплофизические характеристики пищевых продуктов: справ. пособие по курс. и дип. проект. для студ. Вузов спец. 170600 - Машины и аппараты пищ. пр-в, 271300 - Пищ. инженерия мал. предприятий, 271100 - Технология продуктов питания, 210200 - Автоматизация техн. процессов и пр-в, 330500 - Безопасность техн. процессов и пр-в / В. В. Попов, Ю. А. Фатыхов, Н. В. Захаркив. – Калининград: КГТУ, 2004. – 73 с.

9. Попов, В. В. Технологические процессы пищевых производств: учеб. пособие по изучению дисциплины "Технол. процессы и пр-ва" и "Произв. оборудование и его эксплуатация" для студентов специальности 220301.65 -

Автоматизация технол. процессов и пр-в / В. В. Попов, Н. В. Захаркив. – Калининград: КГТУ, 2008. – 49 с.

10. Процессы и аппараты пищевых производств / под ред. А. Н. Острикова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2012. – 613 с.

11. Стабников, В. Н., Процессы и аппараты пищевых производств / В. Н. Стабников, В. М. Лысянский, В. Д. Попов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 503 с.

Локальный электронный методический материал

Мария Вячеславовна Хомякова

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
ПРОИЗВОДСТВ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 1,4. Печ. л. 1,2

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1