

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

О. В. Агеев, Е. Е. Веремей

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИЯ

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»
2023

УДК 664.095

Рецензент

доктор технических наук, доцент, профессор, зав. кафедрой инжиниринга
технологического оборудования ФГБОУ ВО «КГТУ» Ю. А. Фатыхов

Агеев, О. В.

Технологическое оборудование и его эксплуатация: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по напр. подгот. 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств / О. В. Агеев, Е. Е. Веремей. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 42 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Технологическое оборудование и его эксплуатация» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекций по каждой изучаемой теме, вопросы для контроля, отражены рекомендации для выполнения контрольной работы студентами заочной формы обучения.

Табл. 5, рис. 3, список лит. – 19 наименований

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» «30» января 2023 г., протокол № 1.

УДК 664.095

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Агеев О. В., Веремей Е. Е., 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	19
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ	23
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	40

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Технологическое оборудование и его эксплуатация» является дисциплиной, формирующей у обучающихся готовность к профессиональной деятельности в области автоматизации технологического оборудования и его эксплуатации.

Целью освоения дисциплины является формирование знаний в области технологического оборудования, осуществляющего обработку пищевых продуктов, правильная и безопасная эксплуатация которого возможна при знании принципов работы, конструкций, технических и технологических возможностей данного вида техники.

Задачи дисциплины:

- освоение классификации, устройства, принципов действия машин и аппаратов, теории гидромеханических, тепловых, массообменных и механических процессов;
- формирование навыков по выбору технологического оборудования, применяемого в технологических линиях, расчета основных параметров процесса, анализа оборудования с точки зрения эксплуатации, производительности, ресурсосбережения и вредных факторов.

При реализации дисциплины «Технологическое оборудование и его эксплуатация» организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- технологические процессы, машины и аппараты как составные части технологического оборудования, применяемого при производстве пищевых продуктов;
- современное состояние и тенденции развития технологического оборудования пищевой промышленности;
- основные конструкции, принцип действия и правила эксплуатации технологического оборудования как объекта автоматизации;

уметь:

- пользоваться методическими и нормативными материалами при анализе работы технологического оборудования как объекта автоматизации;
- выбирать пути интенсификации процессов и совершенствования технологического оборудования;

владеть:

- навыками в анализе работы машин и аппаратов с целью подбора оборудования для заданного технологического процесса при наиболее эффективном использовании оборудования и получении максимального количества качественной продукции при минимальных энергетических затратах.

Дисциплина «Технологическое оборудование и его эксплуатация» относится к модулю «Эксплуатация систем автоматизации технологических

процессов и производств» части образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

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

Для успешного освоения дисциплины «Технологическое оборудование и его эксплуатация» студент должен активно работать на лекционных и практических занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде:

- контрольной работы (для студентов заочной формы обучения) и зачета (пятый семестр);
- контрольной работы (для студентов заочной формы обучения) и экзамена (шестой семестр).

К промежуточной аттестации допускаются студенты, освоившие темы курса и выполнившие практические работы.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

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

К оценочным средствам поэтапного формирования результатов освоения дисциплины относятся:

- задания и контрольные вопросы к практическим занятиям;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;
- задания к контрольным работам (для студентов заочной формы обучения).

Процедура оценивания знаний, умений и навыков средством «практическое занятие» предусматривает двухбалльную шкалу – «зачтено» и «не зачтено», как при выполнении занятия в группе, так и индивидуально.

При выполнении практических занятий группой обучающихся при оценивании учитывается степень участия каждого. При отсутствии у обучающегося доказательств участия в коллективной работе, последний не аттестуется. Оценка «не зачтено» выставляется, если студент не выполнил и не «защитил» предусмотренные практические занятия.

К промежуточной аттестации, проводимой в форме зачета, допускаются студенты, освоившие темы курса и имеющие положительные оценки по практическим занятиям.

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;
- положительно аттестованные по результатам выполнения практических и лабораторных работ;
- получившие положительную оценку при выполнении контрольной работы (для заочной формы обучения).

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	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	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40%	41–60%	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	заданным алгоритмом	алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	

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 «Технологическое оборудование и его эксплуатация» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень вопросов для подготовки к практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов. Материал пособия содержит рекомендации по написанию контрольной работы для студентов заочной формы обучения.

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Технологическое оборудование и его эксплуатация», студент должен научиться работать на лекциях, практических занятиях 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, практические занятия, консультирование по выполнению контрольных работ (для заочной формы обучения).

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.

Практические занятия проводятся для закрепления основных теоретических положений курса и реализации их в практических расчетах, формирования и развития у студентов мышления в рамках будущей профессии.

На практических занятиях следует добиваться точного и адекватного владения теоретическим материалом и его применения для решения задач. Лабораторные занятия проводятся для закрепления теоретического материала посредством знакомства с современными технологическими машинами и установками, изучения правил и методик их эксплуатации, являющихся основой для применения в профессиональной деятельности и формирования компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Важным звеном во всей системе обучения является самостоятельная работа обучающихся. В широком смысле под ней следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов, как в отсутствие 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 на практических занятиях;
- выполнение и защита контрольной работы (заочная форма обучения).

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	Общие сведения о технологическом оборудовании	1	-
2	Анализ современных машинных способов переработки рыбы	1	-
3	Рыборазделочное оборудование.	2	-
4	Оборудование для филетирования, обесшкуривания и доработки филе рыбы	2	-
5	Оборудование для порционирования рыбной тушки и филе	2	0,5
6	Оборудование для сортировки рыбы	2	0,5
7	Весоконтрольное и весосортировочное оборудование	2	0,5
8	Оборудование для мойки рыбы	2	0,5
9	Оборудование для механического разделения пищевых сред	2	0,5
10	Оборудование для измельчения, перемешивания и формования рыбных полуфабрикатов	2	0,5
11	Оборудование для дозирования и набивки рыбы в консервную тару	2	0,5
12	Оборудование для охлаждения, замораживания и дефростации рыбы	2	0,5
13	Оборудование для варки, обжаривания и запекания рыбы. Оборудование для стерилизации. Оборудование для сушки и вяления рыбы	2	0,5
14	Оборудование для копчения рыбы	2	0,5
15	Оборудование для посола рыбы	2	0,5
16	Оборудование для закатки рыбных консервов. Оборудование для упаковки рыбы	2	0,5
	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. Общие сведения о технологическом оборудовании

Ключевые вопросы темы

1. Цель и задачи дисциплины.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Планируемые результаты освоения дисциплины.
4. Основные понятия и определения.
5. Оборудование для подготовительных операций.
6. Оборудование для первичной обработки рыбы.
7. Оборудование для тепло- и массообменных процессов.
8. Оборудование для финишных операций.
9. Структура оборудования и функциональное назначение его частей.
10. Основные функции и конструктивные формы рабочих органов оборудования.
11. Основные требования к оборудованию.
12. Основные параметры, характеризующие работу оборудования.
13. Квалиметрия, ресурсосбережение, безотходные методы производства.

Ключевые понятия: оборудование, рабочий орган, подготовительная операция, тепловой процесс, массообменный процесс, квалиметрия, ресурсосбережение.

Методические рекомендации

Первая тема курса дисциплины «Технологическое оборудование и его эксплуатация» 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 понятий и определений, основные требования к оборудованию

Вопросы для контроля

1. Как классифицируют оборудование для обработки рыбы?
2. Что такое структура оборудования?
3. Из каких основных частей состоит единица оборудования?
4. Как классифицируют рабочие органы оборудования?
5. Какие требования предъявляют к оборудованию?

Тема 2. Анализ современных машинных способов переработки рыбы

Ключевые вопросы темы

1. Межоперационная связь между машинами и агрегатами.
2. Классификация технологического оборудования.
3. Топологические модели основных машинных процессов переработки рыбы с взаимосвязью технологических операций.

Ключевые понятия: машины, агрегаты, технологическое оборудование, переработка рыбы.

Методические рекомендации

При освоении данной темы курса необходимо провести анализ современных машинных способов переработки рыбы.

Рассмотреть классификацию технологического оборудования.

Подробно рассмотреть топологические модели основных машинных процессов переработки рыбы с взаимосвязью технологических операций.

Вопросы для контроля

1. Какие основные параметры характеризуют работу оборудования?
2. Какими основными физическими свойствами обладает пищевое сырье?
3. Что такое структурно-механические и реологические свойства рыбы?

Тема 3. Рыборазделочное оборудование

Ключевые вопросы темы

1. Способы и виды обезглавливания, потрошения и зачистки рыбы.
2. Классификация рыборазделочных машин.
3. Однооперационные машины.
4. Многооперационные машины.
5. Системы автоматической настройки в рыборазделочных машинах.

Ключевые понятия: рыборазделочное оборудование, потрошение.

Методические рекомендации

При изучении данной темы необходимо уделить внимание способам и видам обезглавливания, потрошения и зачистки рыбы. Рассмотреть классификацию рыборазделочных машин.

Вопросы для контроля

1. Какие существуют способы и виды обезглавливания, потрошения и зачистки рыбы?
2. Классификация рыборазделочных машин.
3. Каковы устройство и принцип работы машин для разделывания мелкой, средней и крупной рыбы?

Тема 4. Оборудование для филетирования, обесшкуривания и доработки филе рыбы

Ключевые вопросы темы

1. Способы филетирования, обесшкуривания и доработки филе рыбы.

2. Классификация машин.
3. Однооперационные машины. Многооперационные машины.
4. Системы автоматической настройки в филетировочных и шкуроемных машинах

Ключевые понятия: оборудование, филетирование, обесшкуривание.

Методические рекомендации

При изучении вопросов рассматриваемой темы обучающимся необходимо уделить внимание способам филетирования, обесшкуривания и доработки филе рыбы. Изучить классификацию машин.

Вопросы для контроля

1. Каковы устройство и принцип работы шкуроемной машины?
2. Способы филетирования, обесшкуривания и доработки филе рыбы
3. Какие существуют способы обезглавливания рыбы?

Тема 5. Оборудование для порционирования рыбной тушки и филе.

Ключевые вопросы темы

- 1 Способы порционирования тушек и филе рыбы.
2. Классификация машин.
3. Однооперационные машины. Многооперационные машины.
4. Системы автоматической настройки в порционирующих машинах.

Ключевые понятия: порционирование, автоматическая настройка в порционирующих машинах.

Методические рекомендации

При изучении данной темы необходимо рассмотреть существующее оборудование для порционирования рыбной тушки и филе. Второй вопрос данной темы для ознакомления с классификацией порционирующих машин.

Изучение последнего вопроса раскрывает системы автоматической настройки в порционирующих машинах

Вопросы для контроля

1. Какие существуют способы порционирования тушек и филе рыбы?
2. Классификация машин для порционирования рыбной тушки и филе

Тема 6. Оборудование для сортировки рыбы

Ключевые вопросы темы

- 1 Способы сортирования рыбы.
2. Физические принципы и способы сортирования.
3. Классификация машин.
4. Ленточные сортирующие машины.
5. Барабанные сортирующие машины.

Ключевые понятия: сортирование, ленточные сортирующие машины, барабанные сортирующие машины

Методические рекомендации

При изучении данной темы необходимо изучить способы сортирования рыбы. Во втором вопросе изучаемой темы необходимо рассмотреть основные физические принципы и способы сортирования. Изучить классификацию машин.

Вопросы для контроля

1. Какие существуют способы сортирования рыбы?
2. Классификация сортирующих машин.

Тема 7. Весоконтрольное и весосортировочное оборудование

Ключевые вопросы темы

1. Принципы весового контроля и сортировки по весу.
2. Классификация весов.
3. Весоконтрольные автоматы.
4. Монорельсовые весы.
5. Транспортные весы.
6. Платформенные весы.
7. Средства измерения расхода и количества. Расходомеры, счетчики, интеграторы.

Ключевые понятия: Весоконтрольные автоматы и весосортировочное оборудование.

Методические рекомендации

При изучении темы следует изучить принципы весового контроля и сортировки по весу. Необходимо обратить внимание на средства измерения расхода и количества, расходомеры, счетчики, интеграторы.

Изучить весоконтрольное оборудование, технические характеристики.

Вопросы для контроля

1. Какие технические средства применяют для весового контроля?
2. Как классифицируют весы?
3. Какие весы относятся к технологическим?
4. На какие классы разделяют весы по точности?
5. Как устроены и работают монорельсовые весы?

Тема 8. Оборудование для мойки рыбы

Ключевые вопросы темы

1. Способы мойки рыбы.
2. Основные технологические операции, выполняемые при мойке и очистке рыбы.

3. Классификация оборудования.
4. Конвейерные моечные машины.
5. Барабанные моечные машины.
6. Интенсификация процессов мойки и очистки.

Ключевые понятия: мойка, очистка, моечные машины.

Методические рекомендации

При изучении данной темы курса необходимо усвоить основные технологические операции, выполняемые при мойке и очистке рыбы. Особое внимание уделить способам мойки рыбы. Изучить конвейерные моечные машины, барабанные моечные машины.

Вопросы для контроля:

1. Какие существуют способы мойки рыбы?
2. Какие параметры влияют на производительность моечных машин?
3. Какая температура воды допускается при мойке рыбы?
4. Как возможно интенсифицировать процессы мойки рыбы?

Тема 9. Оборудование для механического разделения пищевых сред

Ключевые вопросы темы

1. Основные способы механического разделения.
2. Классификация оборудования для механического разделения.
3. Мембранные аппараты.
4. Сепараторы.
5. Центрифуги отстойные и фильтрующие.

Ключевые понятия: механическое разделение, мембранные аппараты, сепараторы, центрифуги отстойные, центрифуги фильтрующие, центрифуги отстойные.

Методические рекомендации

В данной теме необходимо ознакомиться с оборудованием для механического разделения пищевых сред. Рассмотреть основные способы механического разделения.

Изучить классификацию оборудования для механического разделения.

Ознакомиться с мембранными аппаратами, сепараторами, центрифугами отстойными и фильтрующими.

Вопросы для контроля:

1. Классификация оборудования для механического разделения.
2. Основные способы механического разделения.

Тема 10. Оборудование для измельчения, перемешивания и формования рыбных полуфабрикатов

Ключевые вопросы темы

1. Основные способы измельчения, перемешивания и формования.
2. Классификация оборудования для измельчения.
3. Волчки, перцемолки, льдодробилки, куттеры, коллоидные мельницы.
4. Классификация оборудования для перемешивания.
5. Фаршемешалки, фаршесмесители, вибросмесители.
6. Классификация оборудования для формования.
7. Шприцы, котлетные автоматы,пельменные автоматы.

Ключевые понятия: измельчение, перемешивание, формование.

Методические рекомендации

Необходимо ознакомиться с оборудованием для измельчения, перемешивания и формования рыбных полуфабрикатов, классификацию оборудования для измельчения, классификацию оборудования для формования.

Вопросы для контроля:

1. Какие существуют основные способы измельчения, перемешивания и формования?
2. Классификация оборудования для формования.
3. Классификация оборудования для перемешивания.

Тема 11. Оборудование для дозирования и набивки рыбы в консервную тару

Ключевые вопросы темы

1. Основные способы дозирования.
2. Классификация оборудования для дозирования.
3. Оборудование для дозирования кусковых продуктов.
4. Ротационные и вибрационные набивочные машины.
5. Укладочные машины.
6. Оборудование для дозирования жидких и вязких продуктов.
7. Заливочные машины.
8. Дозаторы. Дозировочно-расфасовочные автоматы. Оборудование для дозирования сыпучих продуктов.
9. Соледозаторы, дозаторы специй.

Ключевые понятия: дозирование, набивка, укладка.

Методические рекомендации

Изучить устройство и принцип действия оборудования для дозирования и набивки рыбы в консервную тару. Рассмотреть классификацию оборудования для дозирования.

Вопросы для контроля:

1. Какие существуют способы дозирования?
2. Какие требования предъявляются к дозирочному оборудованию?
3. Каковы устройство и принцип работы машины для дозирования соли и специй?

Тема 12. Оборудование для охлаждения, замораживания и дефростации рыбы

Ключевые вопросы темы

1. Основные способы охлаждения рыбы.
2. Классификация охладителей.
3. Погружные и оросительные охладители.
4. Конвейерные и трубчатые охладители.
5. Основные способы замораживания рыбы
6. Классификация морозильных установок.
7. Воздушные морозильные установки.
8. Туннельные морозильные установки.
9. Плиточные, спиральные, погружные, оросительные морозильные установки.
10. Способы размораживания рыбы.
11. Классификация дефростеров.
12. Дефростеры оросительного типа. Дефростеры погружного типа.
13. Паровакуумные дефростеры. СВЧ-аппараты для размораживания.

Ключевые понятия: охлаждение, замораживание, дефростация.

Методические рекомендации

Ознакомиться с оборудованием для охлаждения, замораживания и дефростации рыбы. Изучить устройство и принцип оборудования для охлаждения, замораживания и дефростации рыбы.

Рассмотреть морозильные установки, конвейерные и трубчатые охладители, классификацию охладителей, морозильных установок.

Вопросы для контроля:

1. Как классифицируют дефростеры?
2. Какие основные способы охлаждения рыбы?
3. Какие основные способы замораживания рыбы?
4. Как классифицируют охладители?
5. Как классифицируют морозильные установки?

Тема 13. Оборудование для варки, обжаривания и запекания рыбы. Оборудование для стерилизации. Оборудование для сушки и вяления рыбы

Ключевые вопросы темы

1. Сущность процессов варки, обжаривания и запекания.

2. Классификация варочных аппаратов и бланширователей. Варочные котлы. Бланширователи. Шнековые варильники. Термокоагуляторы. Трубчатые скребковые теплообменники. Крабоварки.
3. Классификация аппаратов для обжаривания и запекания. Обжарочные печи. Конвейерные печи. Печи для запекания рыбы.
4. Сущность процесса стерилизации. Основные способы стерилизации.
5. Классификация аппаратов для стерилизации. Автоклавы. Стерилизаторы.
6. Режим тепловой стерилизации, его продолжительность, автоматический контроль.
7. Основные способы сушки и вяления. Аппараты и установки для сушки и вяления. Туннельные сушильные аппараты. Камерные коптильно-сушильные установки. Барабанные сушилки. Ленточные сушилки. Шнековые сушилки. Распылительные сушилки. Сублимационные сушилки.

Ключевые понятия: варка, обжаривание, запекание, бланширование, стерилизация, сушка, вяление.

Методические рекомендации

Рассмотреть сущность процессов варки, обжаривания и запекания.

Ознакомиться с классификацией варочных аппаратов и бланширователей, классификацией аппаратов для стерилизации.

Вопросы для контроля:

1. Как классифицируют варочные котлы и бланширователи?
2. Опишите устройство и принцип работы вакуумного котла.
3. Опишите устройство и принцип работы паромасляной обжарочной печи.
4. Опишите устройство и принцип работы бланширователя.
5. Перечислите основные способы стерилизации.
6. Что такое тепловая стерилизация?
7. Что такое тепловая стерилизация?
8. Как классифицируют аппараты для стерилизации?
9. Какие способы сушки и вяления применяют для обработки рыбы?
10. От каких параметров зависит интенсивность сушки?
11. От каких параметров зависит интенсивность сушки?

Тема 14. Оборудование для копчения рыбы

Ключевые вопросы темы

1. Основные способы копчения.
2. Горячее, холодное, полугорячее, дымовое копчение.
3. Коптильные печи, установки и камеры.
4. Башенные коптильные печи. Туннельные коптильные печи. Роторные печи.

5. Центробежные коптильные установки. Установки для бездымного копчения. Термоагрегаты. Термокамеры. Термошкафы. Электрокоптильные установки.
6. Дымогенераторы.

Ключевые понятия: копчение, коптильная установка.

Методические рекомендации

Изучить оборудование для копчения рыбы. Рассмотреть основные способы копчения.

Вопросы для контроля:

1. Какие существуют основные способы копчения?
2. Как устроены коптильные печи?
2. Классификация коптильных установок?

Тема 15. Оборудование для посола рыбы

Ключевые вопросы темы

1. Основные способы посола.
2. Машины и аппараты для посола рыбы.
3. Посольные ванны. Посоломоечные машины. Рыбопосольные агрегаты.
4. Машины для посола икры.
5. Аппараты для инъекционного посола. Посолочные автоматы.

Ключевые понятия: посол, рыбопосольные агрегаты.

Методические рекомендации

В данной теме необходимо изучить оборудование для посола рыбы. Рассмотреть основные способы посола, машины и аппараты для посола рыбы.

Вопросы для контроля:

1. Назовите основные способы посола гидробионтов.
2. Что такое сухой и мокрый посол?
3. Что такое инъекционный посол?
4. Опишите устройство и принцип работы машины для посола икры.

Тема 16. Оборудование для закатки рыбных консервов. Оборудование для упаковки рыбы

Ключевые вопросы темы

1. Основные способы закатки жестяной тары.
2. Контроль качества закаточных швов.
3. Классификация закаточных машин.

4. Одношпиндельные, многошпиндельные закаточные машины.
5. Закаточные автоматы.
6. Основные способы и материалы для упаковки.
7. Классификация упаковочного оборудования.
8. Вакуум-упаковочные машины.
9. Фасовочно-упаковочные автоматы.
10. Фасовочно-наполнительные-укупорочные агрегаты.
11. Рулонные агрегаты. Машины групповой упаковки.

Ключевые понятия: закатка жестяной тары, закаточный шов, фасовка, упаковка.

Методические рекомендации

Рассмотреть оборудование для закатки рыбных консервов, оборудование для упаковки рыбы. Принцип работы закаточных автоматов, вакуум-упаковочных автоматов. Рассмотреть основные способы и материалы для упаковки.

Вопросы для контроля:

1. Что такое закатка?
2. Как классифицируют закаточные машины?
3. Что такое двойной закаточный шов?
4. Какие существуют способы проверки закаточного шва на герметичность?
5. Какие материалы применяются для упаковки пищевых продуктов?
6. Как классифицируют вакуум-упаковочные машины?
7. Как устроен и работает фасовочно-укупорочный агрегат?
8. Как устроена и работает вакуум-упаковочная машина?

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Согласно учебному плану дисциплины «Технологическое оборудование и его эксплуатация» направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал, самостоятельно в виде выполнения контрольной работы в пятом и шестом семестрах.

Все студенты выбирают задание контрольной работы в зависимости от номера зачетной книжки – по последней ее цифре (т. е. номер варианта должен совпадать с последней цифрой шифра зачетной книжки). При выполнении контрольной работы необходимо:

ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ (ПЯТЫЙ СЕМЕСТР)

Задание на контрольную работу № 1

Темы контрольной работы:

1. Общие сведения о технологическом оборудовании для обработки мясной продукции. Классификация оборудования по различным критериям.
2. Основные свойства объектов обработки.

Вопросы на защиту:

1. Как классифицируют оборудование для обработки рыбы?
2. Что такое структура оборудования?
3. Из каких основных частей состоит единица оборудования?
4. Как классифицируют рабочие органы оборудования?
5. Какие требования предъявляют к оборудованию?
6. Какие основные параметры характеризуют работу оборудования?
7. Какими основными физическими свойствами обладает пищевое сырье?
8. Что такое структурно-механические и реологические свойства рыбы?

Задание на контрольную работу № 2

Темы контрольной работы:

1. Транспортное оборудование для перемещения сырья и готовой продукции.
2. Оборудование для мойки рыбы.

Вопросы на защиту:

1. По каким основным признакам классифицируют транспортное оборудование?
2. Какие устройства относятся к механическому транспорту непрерывного действия?
3. Для каких видов грузов применяют пневматический транспорт?
4. Для каких видов грузов применяют гидравлический транспорт?
5. Какие существуют способы мойки рыбы?
6. Какие параметры влияют на производительность моечных машин?
7. Какая температура воды допускается при мойке рыбы?
8. Как возможно интенсифицировать процессы мойки рыбы?

Задание на контрольную работу № 3

Темы контрольной работы:

1. Оборудование для сортирования рыбы.
2. Оборудование для разделывания рыбы.

Вопросы на защиту:

1. Что такое сортирование?
2. Какие существуют способы сортирования рыбы?
3. Какие существуют способы разделывания гидробионтов?
4. Как классифицируют рыборазделочные машины?
5. Каковы устройство и принцип работы машин для разделывания мелких, средних и крупных видов рыбы?

Задание на контрольную работу № 4

Темы контрольной работы:

1. Оборудование для измельчения, перемешивания и формования.
2. Оборудование для механического разделения.

Вопросы на защиту:

1. Какие существуют способы измельчения сырья?
2. Из каких основных частей состоит волчок?
3. Из каких основных частей состоит куттер?
4. Какие существуют способы перемешивания сырья?
5. Из каких основных частей состоит фаршемешалка?
6. Какие существуют основные способы механического разделения?
7. Что такое фильтрование?
8. Что такое прессование?

Задание на контрольную работу № 5

Темы контрольной работы:

1. Оборудование для дозирования твердых, жидких, вязких и сыпучих продуктов.
2. Оборудование для охлаждения и замораживания.

Вопросы на защиту:

1. Какие существуют способы дозирования?
2. Какие требования предъявляются к дозировочному оборудованию?
3. Каковы устройство и принцип работы универсальной набивочной машины?
4. Каковы устройство и принцип работы машины для дозирования соли и специй?
5. Для чего применяется замораживание гидробионтов?
6. Какие существуют способы и режимные параметры охлаждения продуктов?
7. Как устроен и работает ёмкостной охладитель?
8. Как устроена и работает плиточная морозильная установка?

ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ (ШЕСТОЙ СЕМЕСТР)

Задание на контрольную работу № 1

Темы контрольной работы:

1. Оборудование для размораживания.
2. Оборудование для варки, обжаривания и запекания.

Вопросы на защиту:

1. Что такое размораживание?
2. Какие существуют способы размораживания пищевых продуктов?
3. Как классифицируют дефростеры?
4. Какие способы нагрева продуктов вы знаете?
5. Как классифицируют варочные котлы и бланширователи?
6. Опишите устройство и принцип работы вакуумного котла.
7. Опишите устройство и принцип работы паромасляной обжарочной печи.
8. Опишите устройство и принцип работы бланширователя.

Задание на контрольную работу № 2

Темы контрольной работы:

1. Оборудование для стерилизации.
2. Оборудование для сушки и вяления.

Вопросы на защиту:

1. Перечислите основные способы стерилизации.
2. Что такое тепловая стерилизация?
3. Что такое формула стерилизации?
4. Как классифицируют аппараты для стерилизации?
5. Какие способы сушки и вяления применяют для обработки рыбы?
6. От каких параметров зависит интенсивность сушки?
7. По каким признакам классифицируют сушильное оборудование?
8. Из каких основных частей состоит сушильная установка?

Задание на контрольную работу № 3

Темы контрольной работы:

1. Оборудование для копчения.
2. Оборудование для посола.

Вопросы на защиту:

1. Назовите основные способы копчения гидробионтов.
2. Из каких основных частей состоит современная коптильная установка?

3. Как устроен и работает дымогенератор тления?
4. Как устроена и работает туннельная коптильная установка?
5. Назовите основные способы посола гидробионтов.
6. Что такое сухой и мокрый посол?
7. Что такое инъекционный посол?
8. Опишите устройство и принцип работы машины для посола икры.

Задание на контрольную работу № 4

Темы контрольной работы:

1. Оборудование для закатки.
2. Оборудование для фасования и упаковки.

Вопросы на защиту:

1. Что такое закатка?
2. Как классифицируют закаточные машины?
3. Что такое двойной закаточный шов?
4. Какие существуют способы проверки закаточного шва на герметичность?
5. Какие материалы применяются для упаковки пищевых продуктов?
6. Как классифицируют вакуум-упаковочные машины?
7. Как устроен и работает фасовочно-укупорочный агрегат?
8. Как устроена и работает вакуум-упаковочная машина?

Задание на контрольную работу № 5

Темы контрольной работы:

1. Весоконтрольное оборудование.
2. Поточные линии, основные понятия и классификация.

Вопросы на защиту:

1. Какие технические средства применяют для весового контроля?
2. Как классифицируют весы?
3. Какие весы относятся к технологическим?
4. На какие классы разделяют весы по точности?
5. Как устроены и работают монорельсовые весы?
6. Что такое технологический поток?
7. Какие существуют признаки поточного производства?
8. Как классифицируют поточные линии пищевых производств?

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Практические занятия проводятся с целью формирования у студентов умений и навыков расчета технологического оборудования.

Практические занятия по дисциплине «Технологическое оборудование и его эксплуатация» являются важной составной частью учебного процесса изучаемого курса, поскольку помогают лучшему усвоению курса дисциплины, закреплению знаний.

В ходе самостоятельной подготовки студентов к практическому занятию необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в отыскании новых источников, связанных с темой практического занятия.

Тематический план практических (ПЗ) занятий представлен в таблицах 4, 5.

Таблица 4 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ очной формы обучения

Номер темы	Содержание практического (семинарского) занятия	Кол-во часов ПЗ
1	Расчет машины для порционирования пищевых продуктов	10
2	Составление технологической схемы и карты машины	10
3	Составление структурной схемы машины	8
4	Составление кинематической схемы машины	8
5	Составление схемы и карты смазки машины	8
Итого		44

Таблица 5 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ заочной формы обучения

Номер темы	Содержание практического (семинарского) занятия	Кол-во часов ПЗ
1	Расчет машины для порционирования пищевых продуктов	1
2	Составление технологической схемы и карты машины	1
3	Составление структурной схемы машины	2
4	Составление кинематической схемы машины	2
5	Составление схемы и карты смазки машины	2
Итого		8

Практическая работа № 1. Расчет машины для порционирования пищевых продуктов

Цель: получить практические навыки расчета машины для порционирования с пневматическим приводом.

Задание: выполнить расчет динамики пневмопривода по значениям, выданным преподавателем.

Методика расчета:

Для обоснования основных параметров необходимо выполнить математическое моделирование динамики пневмопривода. В общем случае это возможно сделать на основе системы нелинейных дифференциальных уравнений, решаемых численными методами.

Принципиальная схема пневмопривода мехатронного комплекса для порционирования пищевых продуктов приведена на рисунке 1.

К основным уравнениям динамики пневмодвигателя отнесены уравнения изменения давления в его камерах и уравнение движения режущего рабочего органа. Характер изменения давления в камере пневмодвигателя определяется интенсивностью подвода и отвода воздуха, а также и протекающими в этой камере термодинамическими процессами. При математическом моделировании сжатый воздух рассматривается как идеальный газ, давление и температура в напорной пневмолинии полагаются неизменными, а процессы в камере пневмодвигателя считаются квазистационарными.

Баланс энергии в камере пневмодвигателя определяется следующим выражением:

$$dQ_M = dU + dL + dQ_a . \quad (1)$$

Энергия dQ_M , подводимая к камере с поступающим в нее сжатым воздухом, расходуется на изменение внутренней энергии воздуха dU , а также на работу расширения dL . Кроме того, часть энергии dQ_a выделяется в окружающую среду с вытекающим из камеры воздухом.

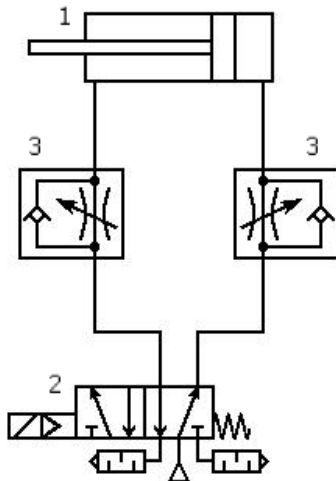


Рисунок 1 – Принципиальная схема пневматического привода:

- 1 – пневмодвигатель (пневмоцилиндр);
- 2 – пневмораспределитель;
- 3 – регулятор скорости

Заменим $dQ_M = i_M d \theta_M$; $dQ_a = i d \theta_a$; $dU = \theta d u + u d \theta$; $dL = p d V$; $i_M = c_p T_M$; $i = c_p T$; $u = c_v T$, где θ_M, θ_a – массы втекающего и вытекающего из камеры воздуха, θ – масса воздуха в камере, u – удельная внутренняя энергия воздуха в камере, i_M, i – удельная энтальпия воздуха, поступающего в камеру из напорной пневмолинии и вытекающего из камеры в атмосферу, p – давление

воздуха в камере, V – объём камеры, c_p, c_v – теплоёмкость воздуха при постоянном давлении и постоянном объёме, T_M, T – температура воздуха в напорной пневмолинии и в камере.

С учётом замены запишем выражение (1) в следующем виде:

$$\begin{aligned} c_p T_M d \theta_M - c_p T d \theta_a = \\ = c_v \theta d T + c_v T d \theta + p d V \end{aligned} \quad (2)$$

Используя уравнение состояния воздуха $p V = \theta R T$, где R – газовая постоянная для воздуха, получаем:

$$\theta d T = \frac{1}{R} (p d V + V d p + R T d \theta) \quad (3)$$

Подставим выражение (3) в (2), заменив $c_p / c_v = k$ (k – показатель адиабаты), $c_p - c_v = R$:

$$\begin{aligned} k R T_M d \theta_M - k R T d \theta_a = \\ = k p d V + V d p \end{aligned} \quad (4)$$

где $d \theta_M = G_M d t$, $d \theta_a = G_a d t$, G_M, G_a – расходы воздуха, втекающего в камеру и вытекающего из нее, t – время.

Уравнение (4) представим в следующем виде:

$$\dot{p} = \frac{k}{V} (G_M R T_M - G_a R T - p \dot{V}). \quad (5)$$

Уравнение изменения температуры воздуха в полости получаем из выражения (3), заменив $d \theta = (G_M - G_a) d t$, $\theta = \frac{p V}{R T}$:

$$\dot{T} = \frac{T}{V} \dot{V} + \frac{T}{p} \dot{p} - \frac{R T^2}{p V} (G_M - G_a). \quad (6)$$

В случае $T = const$ выражение (5) принимает вид:

$$\dot{p} = \frac{1}{V} (G_M R T_M - G_a R T - p \dot{V}). \quad (7)$$

Для двустороннего пневматического цилиндра выразим объёмы полостей через площади поршня, а также координаты его положения в цилиндре:

$$V_1 = (x_0 + x) F_1; V_2 = (x_0 - x) F_2, \quad (8)$$

где F_1, F_2 – площади поршня; x_0 – координата среднего (начального) положения поршня; x – текущая координата поршня, отсчитываемая от среднего положения вправо по оси абсцисс.

Пневматический привод режущего органа работает в цикловом режиме. Поршень перемещается от одного крайнего положения в другое, при этом полости пневмодвигателя соединяются пневмораспределителем поочередно то с напорной пневмолинией, то с атмосферой. Примем, что камера 1 пневмоцилиндра соединена с питающей линией пневмораспределителя, а камера 2 соединена с выхлопной линией. Поскольку в камере 2 идет процесс чистого

опорожнения, процесс изменения её состояния описывается уравнением адиабаты. Кроме того, сделаем допущение о постоянстве температуры воздуха в камере.

Подставив выражение (8) в выражение (5), получим уравнения изменения давления в первой и второй камерах пневмоцилиндра:

$$\dot{p}_1 = \frac{k}{x_0 + x} \left(\frac{f_{\text{Э}}}{F_1} K p_1 \right), \quad (9)$$

$$\dot{p}_2 = \frac{k}{x_0 - x} \left(-f_{\text{Э}} \bar{K} \cdot \frac{\sqrt{R T_0}}{F_2} \cdot \frac{p_2^{(3k-1)/2k}}{p_M^{(k-1)/2k}} \cdot \frac{P_{\text{амм}}}{p_2} \cdot \varphi(\varepsilon) \right) - \frac{k}{x_0 - x} p_2 x, \quad (10)$$

где k – показатель адиабаты; $f_{\text{Э}}$ – эффективная площадь проходного сечения питающего и выхлопного отверстий пневмоцилиндра; $K = \bar{K} \sqrt{R T_0} = \sqrt{\frac{2 k R T_0}{k-1}} \approx 760$ м/с; $\bar{K} = \sqrt{\frac{2k}{k-1}}$; p_M – давление воздуха в питающей пневмолинии; T_0 – температура воздуха в камерах; $\varphi(\varepsilon)$ – расходная функция; ε – отношение давлений воздуха за отверстием и перед отверстием,

$$\varphi(\varepsilon) = \sqrt{\varepsilon^{2/k} - \varepsilon^{(k+1)/k}} \text{ при } \varepsilon \geq \varepsilon_*; \quad (11)$$

$$\varphi(\varepsilon) = \varphi(\varepsilon_*) = 0,259 \text{ при } \varepsilon < \varepsilon_*. \quad (12)$$

Уравнение движения поршня и связанных с ним механизмов с предположением, что приведённая к штоку масса подвижных частей зависит от положения штока, выражается следующим образом:

$$m \frac{d^2 x}{d t^2} + \frac{1}{2} \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 \frac{dm}{dx} = F_1 p_1 - F_2 p_2 - C_B \frac{dx}{dt} - P_{mp} \operatorname{sgn} \left(\frac{dx}{dt} \right) - P_C, \quad (13)$$

где m – приведённая к штоку масса подвижных частей пневмоцилиндра, включая режущий инструмент; C_B – коэффициент вязкого трения; P_{mp} – сила сухого трения; P_C – сила полезного сопротивления.

Таким образом, при допущении о постоянстве температуры воздуха в камерах пневмоцилиндра, выражения (9), (10), (13) являются математическим описанием динамики пневмоцилиндра.

С учётом (13) определим силу сопротивления при движении штока с режущим инструментом:

$$P_C = [F_1 p_1 - F_2 p_2] - \left[C_B \frac{dx}{dt} - P_{mp} \operatorname{sgn} \left(\frac{dx}{dt} \right) \right] - \left[m \frac{d^2 x}{d t^2} + \frac{1}{2} \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 \frac{dm}{dx} \right]. \quad (14)$$

Из (14) очевидно, что сила сопротивления определяется рабочим усилием пневмодвигателя с учётом потерь на трение и инерции подвижных частей.

Режущим рабочим органом мехатронного комплекса является пластинчатый нож, который имеет перемещение в одном направлении, перпендикулярном режущей кромке. Нож характеризуется углом заточки и толщиной. Для повышения качества среза и повышения износостойкости инструмента режущей кромке пластинчатого ножа придается фасонная форма.

Усилие, необходимое для вдавливания ножа ножа в продукт, должно уравниваться нормальными и касательными напряжениями на контактных прямых:

$$Q = 2 \tau_0 a \left[\frac{\gamma}{2} + \alpha + \frac{\cos \gamma}{\cos \frac{\gamma}{2}} \sin \left(\frac{\gamma}{2} + \delta \right) \right] \sin \frac{\gamma}{2}, \quad (15)$$

где τ_0 – напряжение трения; δ – угол трения; a – длина контактного участка; γ – угол заточки ножа; α – угол, определяющий размер области с упругой деформацией (зависит от угла заточки ножа).

Полное усилие резания включает силу сопротивления скольжению:

$$P_C = 2 \tau_0 a \left[\frac{\gamma}{2} + \alpha + \frac{\cos \gamma}{\cos \frac{\gamma}{2}} \sin \left(\frac{\gamma}{2} + \delta \right) \right] \cdot \sin \frac{\gamma}{2} + k_C U_n S \quad (16)$$

где k_C – коэффициент сопротивления скольжению; U_n – скорость движения ножа; S – площадь боковых поверхностей ножа.

Из (14) и (16) получаем выражение для максимальной толщины пласта, разрезаемого ножом с пневматическим приводом:

$$a = \frac{[F_1 p_1 - F_2 p_2] - \left[C_B \frac{dx}{dt} - P_{mp} \operatorname{sgn} \left(\frac{dx}{dt} \right) \right]}{2 \tau_0 \left[\frac{\gamma}{2} + \alpha + \frac{\cos \gamma}{\cos \frac{\gamma}{2}} \sin \left(\frac{\gamma}{2} + \delta \right) \right] \sin \frac{\gamma}{2} - \frac{\left[m \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{1}{2} \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 \frac{dm}{dx} \right] - k_C U_n S}{2 \tau_0 \left[\frac{\gamma}{2} + \alpha + \frac{\cos \gamma}{\cos \frac{\gamma}{2}} \sin \left(\frac{\gamma}{2} + \delta \right) \right] \sin \frac{\gamma}{2}} \quad (17)$$

На рисунках 2 и 3 приведены график изменения скорости и ускорения рабочего органа, а также график изменения давления в пневмодвигателе и координаты рабочего органа пневматического привода.

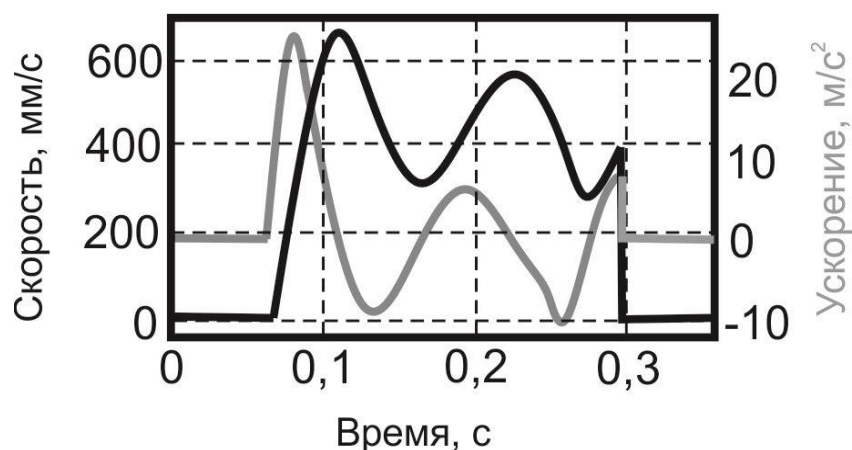


Рисунок 2 – График изменения скорости и ускорения рабочего органа пневматического привода

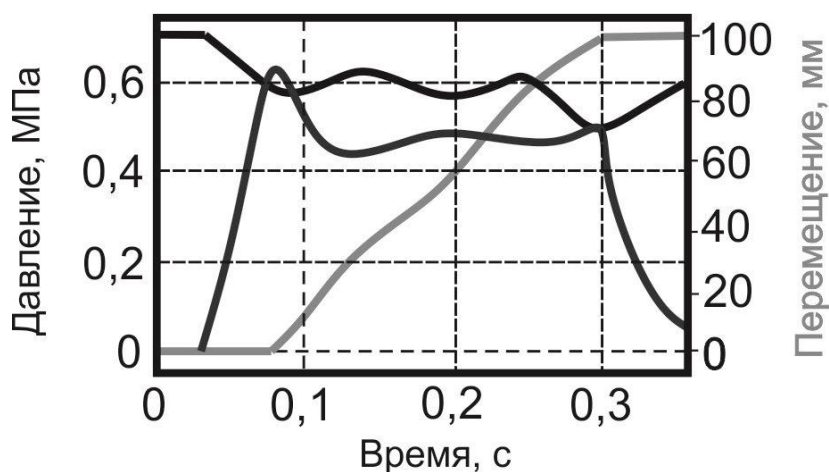


Рисунок 3 – График изменения давления в пневмодвигателе и координаты рабочего органа пневматического привода

Контрольные вопросы:

1. Какие способы резания пищевых продуктов используются в пищевой промышленности?
2. Какие виды режущих устройств применяются в пищевой промышленности?
3. Каковы устройство и принцип действия машины для нарезки рыбы?
4. От каких факторов зависит мощность привода машины для нарезки рыбы?
5. Какие виды машин обеспечивают более высокую производительность нарезки?

Практическая работа № 2. Составление технологической схемы и карты машины

Цель: получение практических умений и навыков по разработке технологической схемы и карты машины для переработки пищевых продуктов.

Задание по практической работе: разработать технологическую схему машины и технологическую карту машины.

Примечание: наименование и назначение машины определяется по согласованию студента с преподавателем.

Контрольные вопросы: зависят от конкретно выбранной машины и ее технологических параметров.

Методические рекомендации:

Составление (разработка) технологической схемы и технологической карты машины является одним из главных этапов при конструировании машин. Технологическая схема и карта машины – важные части документации созданной машины. Они разрабатываются инженерно-техническими работниками конструкторских организаций при выполнении технического проекта, а также дорабатываются и уточняются при выполнении рабочего проекта.

Технологической схемой машины называется графическое изображение основных и вспомогательных технологических операций и их элементов в порядке последовательного их выполнения на данной машине.

Технологической картой называется таблица основных и вспомогательных технологических операций и их элементов с указанием рабочих органов, выполняющих эти операции, порядковых номеров рабочих органов и позиций (мест), в которых эти операции выполняются.

Технологический процесс, выполняемый машиной, уже существующей или еще только создаваемой, состоит из одной или нескольких технологических операций. Некоторые из операций можно выполнить одним рабочим органом, другие — несколькими рабочими органами при строгой согласованности (синхронизации) их перемещений. Технологическая операция может быть разделена на несколько элементов, каждый из которых выполняется самостоятельным рабочим органом. В ряде случаев, для того чтобы технологический процесс мог быть выполнен при помощи машины, его приходится разделять на иные, чем при ручной работе, операции, изменять порядок их выполнения.

Анализ условий работы отдельных механизмов и их роли и выполняемом машиной технологическом процессе значительно облегчается при наличии технологических схемы и карты исследуемой машины.

Правильно оформленные технологическая схема и карта машины должны давать исчерпывающее представление о последовательности выполнения операций, о положении обрабатываемых предметов или перерабатываемого сырья внутри машины в периоды воздействия на них рабочих органов, о количестве рабочих органов, их движении (в первом приближении), о системе транспортировки объектов или сырья в машине, о распределении операций обработки между позициями и т. п. В конечном итоге технологическая схема и карта определяют взаимодействие рабочих органов и обрабатываемых объектов.

Разработка технологической схемы и карты машины является первой и наиболее ответственной задачей при ее расчете и конструировании, так как при этом определяются основные параметры, структура, кинематика, конструкция

рабочих органов, последовательность и синхронность выполнения операций, условия эксплуатации, технико-экономические показатели и т. п.

Выбор технически рациональной и экономически эффективной технологической схемы машины является сложной задачей. Для того чтобы научиться синтезировать такие схемы, необходимо сначала научиться их составлять на основе уже работающих машин.

Необходимо, прежде всего, расчленить весь технологический процесс на простейшие операции так, чтобы каждой отдельной операции в машине соответствовал один рабочий орган, т. е. чтобы расчленение технологического процесса было увязано с механикой машины. После этого выполняются отдельные схемы (кадры) взаимного расположения обрабатываемого объекта или перерабатываемого продукта по данному технологическому процессу и рабочих органов машины во время их реального взаимодействия.

Для большей наглядности технологические схемы желательно выполнять многоцветными, вводя соответствующие условные расцветки.

Отдельные схемы взаимного расположения обрабатываемого объекта и рабочего органа для простых машин можно выполнять в зависимости от выбранной величины угла поворота ведущего звена (главного или распределительно-управляющего вала) машины. Количество поворотов вала ведущего звена (каждый раз на выбранный угол) до поворота его на 360° будет определять количество кадров одной операции или всего процесса. В сложных многопозиционных машинах возможно выделение отдельных групп элементов операций в самостоятельные технологические операции.

Проведение и выполнение практической работы

Работа проводится в лаборатории технологического оборудования на автоматах и полуавтоматах. Используя эти машины, студенты могут самостоятельно выполнять технологические схемы для отдельных технологических процессов машины, например, для подготовки оберточного материала, дозирования и завертывания.

Технологическую схему и карту машины выполняет бригада из двух-трех студентов.

Названия операций, рабочих органов, их нумерация, а также нумерация позиций во всей документации должны быть одинаковыми.

При составлении технологических схем и карт студентам необходимо ознакомиться с назначением машины, принципом ее действия, технологическим процессом, который осуществляет машина, назначением и принципом действия всех ее рабочих органов. Такое ознакомление производится вначале по имеющейся краткой документации, учебному пособию или конспекту лекции. Затем медленно прокручивается главный вал машины и ведется наблюдение за движением рабочих органов, выполняющих как основные, так и вспомогательные операции (подготовительные, транспортные, контрольные и др.). По возможности машина изучается в действии с приводом от электродвигателя на естественных продуктах или объектах.

После ознакомления с назначением и принципом действия машины и ее отдельных звеньев приступают к составлению технологической карты, используя примеры данного практикума или примеры из рекомендованной литературы.

Схема и карта составляются сначала вчерне, а после проверки преподавателем и устранения всех сделанных замечаний они выполняются начисто. Схема должна быть вычерчена на листе формата А4.

Выполненные начисто технологические схема и карта машины вместе с подписанными черновиками сдаются преподавателю.

Вопросы для контроля:

1. Что такое технологическая схема машины?
2. Что такое технологическая карта машины?
3. Из чего состоит технологический процесс, выполняемый машиной?
4. Перечислите технологические операции, выполняемые машиной.
5. Перечислите основные узлы технологической машины.

Практическая работа № 3. Составление структурной схемы машины

Цель: получение практических умений и навыков по разработке структурной схемы машины для переработки пищевых продуктов.

Задание по практической работе: разработать структурную схему технологической машины.

Примечание: наименование и назначение машины определяется по согласованию студента с преподавателем.

Контрольные вопросы: зависят от конкретно выбранной машины и ее технологических параметров.

Методические рекомендации:

Одним из первых этапов при конструировании новой машины или исследовании имеющейся является разработка или составление ее структурной схемы. Такой схемой называется графическое изображение основных функциональных частей машины, определяющих их назначение и взаимосвязи. На основании структурной схемы определяют основные размеры машины, осуществляют первое компоновочное решение и набрасывают предварительную кинематическую схему.

Структурная схема машины составляется в соответствии с рекомендуемыми условными обозначениями двигателя, передач, валов, исполнительных и других механизмов. Нанесение и соединение (линиями или стрелками) условных обозначений для получения структурной схемы начинают от двигателя в последовательности присоединения отдельных передач и механизмов.

На структурной схеме необходимо указывать мощность двигателя, скорости вращения вала двигателя и валов машины (частоты их вращения), передаточные числа промежуточных передач, порядковые номера валов (римскими цифрами), названия исполнительных механизмов, а также названия

рабочих органов, укрепленных непосредственно на валах (обычно в конце того или иного ответвления схемы).

Схема включает электрический двигатель, систему механических передач от двигателя к распределительно-управляющему валу машины, к валам рабочих органов и промежуточным валам машины, исполнительный механизм подъема и опускания поршней формователя, исполнительный механизм (ручного действия) регулирования массы котлет за счет нижнего ограничения перемещения поршней формователя.

Структурная схема машины составляется на стадии технического проекта. Она показывает распределение энергии от двигателя к механизмам и рабочим органам машины и весьма удобна при определении общего КПД машины, т. к. наглядно показывает параллельность или последовательность присоединения частей машины.

Проведение и выполнение практической работы

Работа проводится в лаборатории технологического оборудования на автоматических и полуавтоматических машинах непрерывно-циклического действия.

Структурная схема одной машины выполняется, как правило, одним или двумя студентами.

Для выполнения работы необходимо иметь измерительный инструмент (миллиметровую линейку, штангенциркуль) и краткое описание устройства и принципа действия машины.

Перед составлением структурной схемы необходимо ознакомиться с работой машины и назначением всех ее звеньев. Работа машины изучается при медленном прокручивании главного вала (при этом вращают штурвал) и наблюдении за работой ее механизмов и рабочих органов, выполняющих как основные технологические операции, так и вспомогательные (контрольные, подготовительные, транспортные и др.). Если возможно, работа машины изучается на моделях обрабатываемых изделий.

После того, как работа машины и ее назначение будут изучены, приступают к составлению черного эскиза структурной схемы. Затем подсчитываются передаточные числа, частоты вращения валов и эти данные наносятся на схему. Особо следует обратить внимание на двойные связи некоторых механизмов, которые могут работать от распределительно-управляющего вала, а включаться и выключаться от другого механизма, как это имело место в приведенном примере.

Черновой эскиз структурной схемы согласуется с преподавателем, ведущим занятие, после исправления замечаний студент приступает к вычерчиванию схемы на листе бумаги формата А4.

Вопросы для контроля:

1. Что такое структурная схема машины?
2. Что входит в состав привода машины?
3. Из чего состоит передаточный механизм машины?

4. Перечислите рабочие органы машины.
5. Перечислите вспомогательные органы машины.

Практическая работа № 4. Составление кинематической схемы машины

Цель: получение практических умений и навыков по разработке кинематической схемы машины для переработки пищевых продуктов.

Задание по практической работе: разработать кинематическую схему технологической машины.

Примечание: наименование и назначение машины определяется по согласованию студента с преподавателем.

Контрольные вопросы: зависят от конкретно выбранной машины и ее технологических параметров.

Методические рекомендации:

При конструировании новой машины, модернизации старой или исследовании (анализе) имеющейся необходимо составить ее кинематическую схему, на которой она представляется в упрощенном виде. Кинематическая схема является исходным документом для кинематического и статического расчетов машины. Она также является обязательным приложением к описанию и инструкции по эксплуатации машины, составляемых машиностроительными заводами, помогает при эксплуатации быстрее разобраться в принципе действия машины, понять ее структуру и кинематику, поэтому каждый инженер должен не только уметь читать и понимать кинематическую схему, но и быстро и четко составлять ее.

Кинематическая схема машины представляет собой условное плоскостное либо перспективное изображение всех ее механизмов и звеньев в их взаимосвязи и помогает понять порядок присоединения механизмов, распределения энергии и кинематические связи элементов машины, взаимное расположение ведущих звеньев.

Для многооперационных машин циклического действия составить кинематическую схему всей машины сложно, а составив – ее трудно читать и понимать. Поэтому для таких машин можно рекомендовать отдельное составление кинематических схем привода (трансмиссии) и исполнительных (циклического действия) механизмов. Это облегчает выполнение кинематических схем частей машины в соответствии с требованиями стандарта и оправдывается тем, что в ряде машин трансмиссия представляет обособленную конструкцию (схему), кинематика механизмов которой может изучаться и разрабатываться независимо от кинематики остальных механизмов машины. В большинстве случаев механизмы привода обладают постоянными передаточными отношениями скоростей. Эти механизмы обычно являются либо механизмами непрерывного, либо прерывистого, но однонаправленного действия с обязательной увязкой их работы с циклическостью действия других механизмов. Работа исполнительных механизмов, как правило, должна быть подчинена циклическости технологического процесса, выполняемого машиной.

Непосредственно на кинематической схеме привода должны указываться мощность двигателя, частоты вращения выходного вала двигателя и всех других валов машины или частоты их вращения, диаметры шкивов, длины и типы ремней, числа зубьев (зубчатых колес, звездочек, храповиков, модули зубчатых колес, шаги цепных передач, числа и величины ходов рабочих органов.

Все валы должны быть пронумерованы римскими цифрами. Все повторяющиеся элементы схемы, такие как кривошип, кулачки и другие ведущие и ведомые звенья исполнительных механизмов, а также элементы схемы, произвольно обозначенные в связи с отсутствием таковых в стандарте, должны быть пронумерованы арабскими цифрами в порядке обхода схемы по часовой или против часовой стрелки. Все элементы схемы, получившие номера, должны быть пояснены на свободном поле чертежа текстовой частью.

Кинематические схемы исполнительных и других механизмов циклического действия изображают в отличие от кинематической схемы привода в масштабе с точным соблюдением относительного расположения звеньев и пар. Использование условных обозначений при составлении плоских схем обязательно.

На схеме наносят размеры между неподвижными шарнирами, а также между ними и осевыми линиями поступательно, движущихся звеньев. Кроме того, указывают углы изогнутых звеньев. Неподвижные шарниры должны быть обозначены буквой «О» с индексом внизу – порядковым номером; подвижные – прописными буквами латинского алфавита; звенья нумеруются арабскими цифрами, а их размеры заносятся в специальную таблицу. Направление вращения ведущего звена указывается стрелкой.

К выполнению кинематических схем исполнительных механизмов предъявляют те же требования, что и к выполнению кинематической схемы привода (если встречаются одинаковые элементы – зубчатые колеса, звездочки и др.).

Конструктивные особенности звеньев и механизма в целом, не оказывающие влияния на движение ведомых звеньев механизма и рабочих органов машин, кинематической схемой не учитываются.

Проведение и выполнение практической работы

Работа проводится на автоматических и полуавтоматических машинах непрерывно-циклического действия.

Каждый студент должен выполнить кинематическую схему привода машины или кинематические схемы двух-трех механизмов машины. Для выполнения последних необходимо пользоваться измерительными инструментами, а также сборочным чертежом машины, относящимся к соответствующему механизму.

Перед выполнением задания необходимо ознакомиться с устройством и принципом действия машины по техническому описанию, литературным источникам или по конспекту лекций и проследить за работой машины на естественном продукте или моделях обрабатываемых изделий.

Непосредственно перед составлением кинематических схем необходимо, прежде всего, разобраться в характере движения отдельных звеньев машины, медленно вращая штурвал (ручной привод) машины и наблюдая за действием интересующих звеньев.

После того как устройство и принцип действия машины, назначение ее звеньев будут усвоены, можно приступить к составлению черного эскиза кинематической схемы. Затем произвести необходимые расчеты и замеры механизмов и нанести необходимые данные на схему.

При составлении кинематических схем механизмов необходимо выбрать такие их положения, при которых хорошо просматривались бы все звенья, а не проектировались бы друг на друга. Измерения звеньев надо производить в следующей последовательности:

1) выбрать систему координат, удобную для измерения, причем за начало отсчета можно принять ось вала ведущего звена или другого неподвижного шарнира;

2) определить координаты неподвижных шарниров, а там, где это необходимо, и углы, составляемые неподвижными звеньями с плоскостью отсчета или с осями выбранной системы координат;

3) произвести замеры звеньев механизма, а с кулачка снять оттиск на бумагу с отметкой местоположения ролика при выбранном ранее положении механизма;

4) измерить углы между осевыми линиями изогнутых звеньев (рычагов).

В случае отсутствия специального измерительного инструмента, который требуется для составления кинематической схемы точно в масштабе, допускается ее выполнение в относительном приближенном масштабе.

Черновые эскизы кинематических схем утверждаются преподавателем, после чего схемы выполняются начисто с соблюдением требований, изложенных в теоретической части данной работы.

Вопросы для контроля:

1. Что такое кинематическая схема машины?
2. Что такое передаточное число?
3. Из чего состоит расчет цепной передачи?
4. Что включает расчет ременной передачи?
5. Что включает расчет зубчатой передачи?

Практическая работа № 5. Составление схемы и карты смазки машины

Цель: получение практических умений и навыков по разработке схемы и карты смазки машины для переработки пищевых продуктов.

Задание по практической работе: разработать схему и карту смазки технологической машины.

Примечание: наименование и назначение машины определяется по согласованию студента с преподавателем.

Контрольные вопросы: зависят от конкретно выбранной машины и ее технологических параметров.

Методические рекомендации:

Схема и карта смазки машины являются обязательным приложением к «Описанию и инструкции по эксплуатации и обслуживанию машины». Составляют их на стадии конструирования машины. Схема и карта смазки дают возможность предприятиям правильно организовать смазку оборудования, определить расход, нужные виды и сорта смазочных материалов.

Схема смазки представляет собой чертеж типа габаритного или монтажного в нескольких необходимых проекциях на небольшом формате с указанием тех мест, подлежащих смазке, или приемников смазочного материала (масленок и др.) с помощью условных обозначений.

Карту смазки машины оформляют в виде таблицы, где указывают наименование узлов, условное обозначение приемника смазочного материала, количество однотипных узлов, сорт и норму расхода смазочного материала, периодичность смазки и способ подачи смазочного материала.

Смазка машин осуществляется с целью уменьшения потерь энергии на трение, снижения интенсивности износа трущихся поверхностей; предохранения их от заедания, задиранья и коррозии. От правильного решения вопросов смазки машины в большой степени зависит ее надежная и долговечная работа. Выбор смазочного материала производится в зависимости назначения и условий работы машины, например от силовых узок, скорости скольжения трущихся поверхностей, места расположения и пр.

В соответствии с кинематической вязкостью и учетом особенностей работы пары трения выбирают смазочный материал.

Смазку зубчатых и червячных передач осуществляют путем частичного погружения в масло (масляную ванну, картер) зубчатого колеса или червяка. При этом применяют масло высокой вязкости, так как характер перемещения смазываемых поверхностей не способствует образованию устойчивого масляного клина. Для многоступенчатых редукторов смазочный материал выбирают по условиям работы зубчатой пары, у которой наименьшая окружная скорость и наибольшая нагрузка.

Для передач с ручным приводом применяют консистентные смазочные материалы, а для смазки открытых зубчатых передач следует применять графитную мазь.

Смазочный материал для цепных передач выбирается в зависимости от окружной скорости, рабочей температуры и системы смазки. Обычно применяют масла марок цилиндрическое 11 и индустриальное И-40А. Смазку цепей открытых передач осуществляют консистентными смазочными материалами с добавлением графита.

Для определения периодичности смазки исходят из следующих нормативов:

1) при нормальных условиях работы смазку подшипников качения осуществляют консистентным смазочным материалом один раз в шесть месяцев;

при тяжелых условиях (неравномерная нагрузка, реверсивное движение, частый пуск, пыльная среда и т. д.) – один раз в три месяца; при применении жидких смазочных материалов масло в корпус добавляют один раз в два-три дня;

2) смазку подпятников скольжения и втулок выполняют маслом один-два раза в смену при ручной смазке;

3) смазку подшипников выполняют консистентным смазочным материалом один раз в месяц; масло добавляют в корпус один раз в три-пять дней;

4) смазку зубчатых, червячных и винтовых передач маслом при ручном способе выполняют один раз в смену; консистентным смазочным материалом – один раз в два-три дня; при картерной смазке консистентный смазочный материал добавляют в корпус один раз в месяц; жидкий смазочный материал – один раз в три-четыре дня;

5) смазку цепных передач консистентным смазочным материалом осуществляют один раз в месяц, маслом — один раз в смену;

6) смазка направляющих параллелей осуществляется два три раза в смену.

Срок службы консистентного смазочного материала принимается обычно равным шести месяцам при трехсменной работе подшипника.

Расход консистентного смазочного материала посредством набивки подшипников скольжения за 8 ч работы – 5 г.

Расход масла при применении лубрикатора выражается данными, приведенными для капельной смазки; в случае применения шприца – данными для ручной подачи.

Количество масла, необходимое для возмещения его потерь, в зависимости от вместимости картера за 8 ч работы машины можно выбрать из следующего ряда:

Вместимость картера, дм ³	5	10	15	20	30	50	75	100
Количество масла, г	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5

Единовременные затраты графитного смазочного материала на зубчатые передачи определяют из расчета 0,5 г на каждый сантиметр диаметра зубчатого колеса.

Количество смазочного материала, необходимого для смазки шарниров за 8 ч их работы, составляет примерно 0,5 г.

При смазке цепей расход консистентного смазочного материала УС-1 определяется из расчета 0,4 г/ч, при смазке маслом – 1,0 г/ч на 1 м ее длины.

Ориентировочный расход смазочного материала на подшипники электродвигателя определяется следующими данными (за 8 ч его работы):

Мощность электродвигателя, кВт	5	15	30
Расход смазочного материала, г	0,5	1,0	1,5

Проведение и выполнение практической работы

Работа проводится в лаборатории технологического оборудования. Группе студентов из 2–5 человек в зависимости от сложности машины поручается составить схему и карту смазки машины или автомата. Каждому студенту из бригады поручается выполнить расчеты по определению вязкости масла для конкретной пары трения данной машины и подобрать сорт масла в соответствии

с заданными условиями работы, которые либо задаются преподавателем, либо принимаются по заранее составленным методическим указаниям.

Перед началом работы студенты обязательно знакомятся с машиной по имеющейся в лаборатории документации либо по рассказу преподавателя. В случае отсутствия простых машин схему и карту смазки можно составлять для отдельных частей (групп узлов) машины.

При выборе марки масла необходимо руководствоваться следующими правилами:

1) выбор производится по требуемой вязкости при рабочей температуре масла;

2) при большой окружной скорости вала (свыше 3 м/с) и малом удельном давлении в подшипнике (до 0,4 МПа) следует принять менее вязкое масло;

3) с возрастанием вязкости ухудшается подвижность масла, что затрудняет циркуляцию и проникновение его в малые зазоры подшипника. Это особенно важно для пуска непрогретых машин, эксплуатируемых при низких температурах окружающей среды;

4) ассортимент масел для одной машины и для групп совместно эксплуатируемых машин должен быть возможно меньшим, поэтому сорт масла следует выбирать с учетом возможности использования его для смазки других подшипников и трущихся пар машины; при централизованной смазке соблюдение этого условия обязательно. Далее составляется схема смазки – внешний вид машины в самых общих чертах с указанием мест смазки (маслоприемников). Причем, одинаковые маслоприемники с одинаковым режимом смазки пар трения обозначают условно (идентично).

Вопросы для контроля:

1. Что такое схема смазки машины?
2. Что такое карта смазки машины?
3. Перечислите виды смазочных материалов.
4. Перечислите основные жидкие смазочные материалы, применяемые в пищевом машиностроении.
5. Перечислите основные консистентные смазочные материалы, применяемые в пищевом машиностроении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Машины и аппараты пищевых производств: в 2 кн. / Антипов С. Т., И. Т. Кретов, А. Н. Остриков, В. А.; под общ. ред. В. А. Панфилова. – Москва: Высшая школа, 2001. – Кн. 1. – 703 с.
2. Бредихин, С. А. Технологическое оборудование и его эксплуатация: учеб. пособие / С. А. Бредихин, И. Н. Ким, Т. И. Ткаченко. – Москва: МОРКНИГА, 2013. – 749 с.
3. Кавецкий, Г. Д. Процессы и аппараты пищевых производств / Г. Д. Кавецкий, А. В. Королёв. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 432 с.
4. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. для вузов / А. Г. Касаткин. – 12-е изд., стер., дораб. – Москва: Альянс, 2005. – 750 с.
5. Машины и аппараты пищевых производств: в 2 кн. / Антипов С. Т., И. Т. Кретов, А. Н. Остриков, В. А.; под общ. ред. В. А. Панфилова. – Москва: Высшая школа, 2001. – Кн. 2. – 705 с.
6. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / под ред. Ю. И. Дытнерского. – Москва: Химия, 1983. – 272 с.
7. 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. – Изд. 13-е, стер., перепеч. с изд. 1987 г. – Москва: Альянс, 2006. – 575 с.
8. Плаксин, Ю. М. Процессы и аппараты пищевых производств: учеб. / Ю. М. Плаксин, Н. Н. Малахов, В. А. Ларин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: КолосС, 2007. – 759 с.
9. 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; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2005. – 92 с.
10. Попов, В. В. Массообменные процессы в пищевой промышленности: учеб. пособия для студ. спец. 170600 - Машины и аппараты пищ. пр-в и напр. 550200 - Авт-ция и упр.: в 5 ч. / В. В. Попов; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 1999. – Ч. 2. Абсорбция. – 31 с.
11. Попов, В. В. Массообменные процессы в пищевой промышленности: учеб. пособие для студ. спец. 170600 - Машины и аппараты пищ. пр-в и напр. 550200 - Автоматизация и упр.: в 5 ч. / В. В. Попов; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2001. – Ч. 3: Адсорбция. – 27 с.
12. Попов, В. В. Массообменные процессы в пищевой промышленности: учеб. пособие для студентов вузов специальностей 260601.65 - Машины и аппараты пищевых пр-в и 260602.65 – Пищевая инженерия малых предприятий: в 5 ч. / В. В. Попов; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2010. – Ч. 4: Экстрагирование. – 31 с.

13. Попов, В. В. Массообменные процессы в пищевой промышленности: учеб. пособие для студентов специальности 260601.65 - Машины и аппараты пищевых пр-в и 260602.65 – Пищевая инженерия малых предприятий: в 5 ч. / В. В. Попов; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2011. – Ч. 5: Кристаллизация. – 22 с.
14. Попов, В. В. Массообменные процессы в пищевой промышленности: учеб. пособ. для студ. спец. 170600 и напр. 550200: в 5 ч. / В. В. Попов; КГТУ. – Калининград: КГТУ, 1997. – Ч. 1: Перегонка и ректификация. – 54 с.
15. 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; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2009. – 50 с.
16. 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; КГТУ. – Калининград: КГТУ, 2004. – 73 с.
17. Процессы и аппараты пищевых производств / под ред. А. Н. Острикова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2012. – 613 с.
18. Процессы и аппараты рыбообработывающих производств: учеб. пособие / под ред. Н. В. Стефановской. – Москва: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. – 236 с.
19. 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

Олег Вячеславович Агеев
Елена Евгеньевна Веремей

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 3,5. Печ. л. 2,6

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