

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

**М.Б. Лещинский**

**УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,  
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки  
15.03.01 Машиностроение

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2022

УДК 621.791

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры инжиниринга технологического оборудования ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» И. А. Соколова

Лещинский, М. Б.

Утилизация отходов машиностроительного производства: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение / М. Б. Лещинский. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 32 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Утилизация отходов машиностроительного производства» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса и практическим занятиям, отражены рекомендации для выполнения контрольной работы для направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, форма обучения заочная.

Табл. 4, список лит. – 11 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой инжиниринга технологического оборудования 21 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» 25 мая 2022 г., протокол № 6

УДК 621.791

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

© Лещинский М.Б., 2022 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ.....	16
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	25
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	27
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	29

## ВВЕДЕНИЕ

Биосфера дает природные ресурсы, из которых в производстве изготавливаются изделия, при этом образуются отходы. Во многих случаях после соответствующей обработки они могут быть использованы как вторичное сырье или как вторичные носители энергии. Если по техническим или технологическим причинам это невозможно или экономически невыгодно, то их необходимо выводить в биосферу таким образом, чтобы по возможности не наносить вреда естественной окружающей среде.

Изучаемая дисциплина должна обеспечить качественное, доступное, современное образование, трансформированное через знания, через развитие научных и образовательных технологий в специалистов новой формации в области управления отходами, способных к практической реализации полученных знаний в производстве, предпринимательской деятельности; создавать условия для современного образования, реализовывать инновационные программы и новые технологии, гарантирующие конкурентоспособность на рынке труда; развивать познавательную активность, научное творчество, самостоятельность бакалавров в сфере профессиональной деятельности.

Дисциплина «Утилизация отходов машиностроительного производства» по учебному плану является дисциплиной профессионального цикла его вариативной (профильной) части.

При изучении дисциплины используются знания и навыки, полученные в ходе знакомства с основными положениями соответствующих разделов физики, химии, материаловедения, технологии конструкционных материалов, сопротивления материалов, электротехники, основ технологии машиностроения и др.

Целью освоения дисциплины «Утилизация отходов машиностроительного производства» является формирование знаний в области утилизации отработанных средств и объектов материального производства и отходов производства (вторичного сырья).

При освоении дисциплины «Утилизация отходов машиностроительного производства» студенты приобретают знания в области решения важнейшей проблемы хозяйственного значения – утилизации отработанных средств и объектов материального производства и отходов производства (вторичного сырья). Не маловажным следует считать и экологическое значение мероприятий, направленных на потребление вторичных ресурсов, а также формирование компетенций с учетом требований ФГОС ВПО.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основы законодательства, включая лицензирование и сертификацию услуг машиностроительных предприятий, нормативную базу отрасли;
- порядок согласования проектной документации предприятий и технической эксплуатации, получения разрешительной документации на их деятельность;

- современные методы утилизации отходов производства и эксплуатации и превращение их во вторичные средства материального производства;
- конструкционные материалы, применяемые при техническом обслуживании, текущем ремонте оборудования;
- основные технологии уничтожения и экологически безопасного захоронения неиспользуемых отходов;
- технические условия и правила рациональной эксплуатации оборудования, причины и последствия прекращения ее работоспособности.

Уметь:

- при разработке технологических процессов обеспечить возможную безвредность и безопасность процессов, их экологичность и максимальное использование отходов;
- выполнять разработку технологических проектов реконструкции и технического перевооружения предприятий в условиях изменяющегося спроса на рынке услуг или модификации оборудования;
- выполнять выбор и расстановку оборудования.

Владеть

- навыками применения полученных знаний в создании и организации предприятий;
- навыками составления нормативно-технических документов, производственных заданий, форм внутренней и внешней отчетности;
- навыками проведения инструментального и визуального контроля за качеством топливно-смазочных и других расходных материалов, корректировки режимов их использования.

При реализации дисциплины «Утилизация отходов машиностроительного производства» организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий и лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Для успешного освоения дисциплины «Утилизация отходов машиностроительного производства», студент должен активно работать на лекционных, практических занятиях и качественно выполнять лабораторные работы, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые задания. Тестирование и решение практических задач, обучающихся проводится на практических занятиях и лабораторных работах после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы. Перечень примерных тестовых и практических заданий представлен в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (для студентов очной формы обучения) или контрольной работы и зачета (для студентов заочной

формы обучения), к которому допускаются студенты, освоившие темы курса и имеющие положительные оценки.

Для успешного освоения дисциплины «Утилизация отходов машиностроительного производства» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки и организации самостоятельной работы студентов. Материал пособия содержит рекомендации по написанию контрольной работы для студентов 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).

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»		
<b>Критерий</b>				
<b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	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 полной системой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2. Работа с информацией</b>	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
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления,</b>	Не может делать научно корректных выводов из	В состоянии осуществлять научно корректный	В состоянии осуществлять систематически и научно	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>процесса, объекта</b>	имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	анализ предоставленной информации	корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задачи данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	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 их индивидуальных психофизических особенностей.

# 1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Утилизация отходов машиностроительного производства», 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 в области применения различных материалов, 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 практические занятия.

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

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 наиболее важным моментам при изучении курса «Специальные технологии сварки и пайки». 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, формировании и развитии у студентов мышления в рамках будущей профессии.



На практических занятиях следует добиваться точного и адекватного владения теоретическим материалом и его применения для решения задач.

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 на практических занятиях.

Промежуточный контроль осуществляется в форме сдачи зачета 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	Введение. Классификация отходов	2	0,5
2	Безопасность окружающей среды	2	0,5
3	Безотходное производство	2	1
4	Методы утилизации и обезвреживания промышленных отходов	4	-
5	Вторичное использование металлов и сплавов	2	-
6	Методы улавливания пыли и газов	2	-
Итого		14	2

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. **Введение. Классификация отходов**

*Ключевые вопросы темы*

1. Общие сведения об отходах.

2. Виды отходов.
3. Образование и воздействие отходов на окружающую среду.

*Ключевые понятия:* основные источники образования отходов, отходы нефтепереработки и нефтехимии, отходы процессов газификации топлив, отходы производства и потребления материалов и изделий на основе резины, отходы производства и потребления пластических масс и изделий на их основе.

*Литература:* [9, с. 34–53].

#### *Методические рекомендации*

Первая тема курса дисциплины «Утилизация отходов машиностроительного производства» направлена на получение у обучающихся представления о базовых понятиях дисциплины, определении места дисциплины в структуре образовательной программы, планируемых результаты освоения дисциплины, возможных рисках освоения дисциплины, знакомит обучающихся с формами текущего и промежуточного контроля. Также в рамках темы изучается классификация пищевых отходов (ПО), образующихся в результате производственной деятельности человека, необходима как средство установления определенных связей между ними с целью определения оптимальных путей использования или обезвреживания отходов.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Дать определение отходов.
2. Федеральный классификационный каталог отходов – это?
3. По каким признакам происхождения делятся отходы?
4. Сколько уровней классификации имеет каталог?
5. Какие основные источники образования отходов?
6. Чем отличаются отходы производства от отходов потребления?
7. Назовите классификацию отходов по агрегатному состоянию.
8. Дать определение токсичности отходов.
9. Как присваивается наименование виду отхода?
10. Что учитывается при присвоении наименования виду отхода?

## **Тема 2. Безопасность окружающей среды**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Отходы производства и потребления.
2. Степень воздействия отходов на ОС.
3. Токсичность отходов. Нормы накопления ТБО.

*Ключевые понятия:* определение отходов производства, определение отходов потребления, источниками промышленных отходов, классификация радиоактивных отходов, токсичные отходы, методы определения степени токсичности отходов.

*Литература: [9, с. 8–34].*

### *Методические рекомендации*

Большая часть взятых у природы и использованных неэффективно ресурсов возвращается ей в виде отходов, обилие и вредность которых создает угрозу существования человека. Наибольшее распространение получили три способа ликвидации мусора: устройство специально оборудованных свалок; компостирование мусора; утилизация на мусороперерабатывающих заводах.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Дать определение отходов производства.
2. Дать определение отходов потребления.
3. Основными категориями отходов, образующихся в РФ в быту, являются... .
4. Для определения объемов образования отходов в общем виде что необходимо.
5. Сколько можно выделить основных подходов к оценке объемов образования отходов?
6. Какие методы существуют для оценки объемов образования отходов производства и потребления?
7. Источниками промышленных отходов являются следующие отрасли хозяйства?
8. Как классифицируются радиоактивные отходы по активности?
9. Токсичные отходы – это ...
10. Какие существуют методы определения степени токсичности отходов?

### **Тема 3. Безотходное производство**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Системность – это когда каждый из отдельных процессов можно рассмотреть, как частицу более сложной технологической цепочки.
2. Комплексное использование энергетических и сырьевых ресурсов – это дополнительные возможности извлечь сопутствующие компоненты.
3. Цикличность материальных потоков – замкнутый производственный процесс, который определенным образом сможет повторить природные круговороты.
4. Рациональная организация – это когда невосполнимые потери ресурсов можно свести к минимуму за счет переработки отходов; принцип экологической безопасности.

*Ключевые понятия:* полную переработку сырья при использовании компонентов на основе производства новых безотходных процессов; выпуск и изготовление новых разновидностей продукции с учетом запроса вторичной переработки; использование отходов и их потребление с итоговым получением товарной продукции, либо любого полезного их использования без смещения

экологического равновесия; применение замкнутых систем водоснабжения в промышленности; изготовление безотходных комплексов

*Литература: [9, с. 53–63].*

### *Методические рекомендации*

Безотходное производство представляет совокупность организационно-технических мероприятий, технологических процессов, оборудования, материалов, обеспечивающих максимальное и комплексное использование сырья и позволяющих свести к минимуму отрицательное воздействие отходов на окружающую среду.

Основная терминология.

Задачи по реализации безотходной технологии. Первичная цель безотходной технологии настолько уменьшить выводимый в единицу времени в биосферу поток массы неиспользуемых отходов, чтобы сохранилось естественное равновесие биосферы и обеспечивалось наличие основных природных ресурсов.

Основные рекомендации по элементам безотходных технологических систем.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие вопросы решает промышленная экология для достижения устойчивого развития?
2. Почему безотходное производство считается основой промышленной экологии?
3. Безотходное производство реальность или красивая мечта?
4. Энергия и безотходное производство. В чем проблема?
5. Что означает концепция устойчивого развития человеческого общества?
6. Укажите причину невозможности достижения абсолютной степени очистки сточных вод.
7. Какими путями возможно достичь сокращения суммарного потребления ресурсов?
8. Укажите отличие малоотходной технологии от безотходной.
9. Что входит в комплекс мероприятий по сокращению количества вредных отходов и уменьшению их воздействия на окружающую природную среду?
10. По каким критериям оценивают «экологически чистые производства»?
11. На чем основано применение отходов в качестве вторичных сырьевых ресурсов?
12. Что собой представляет безотходное производство?
13. Укажите основные проблемы внедрения безотходной технологии производства.

## **Тема 4. Методы утилизации и обезвреживания промышленных отходов**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Особенности переработки наиболее распространенных отходов.

2. Использование и обезвреживание отходов.
3. Принципы переработки обезвреживания характерных отходов.

*Ключевые понятия:* экономия основных технологических ресурсов – сырья, вспомогательных материалов, тепла, электроэнергии, рабочей силы, использование высокоэффективного оборудования, разработка неэнергоемких технологических процессов, оптимизация массы изделий, состава веществ и материалов, получение отходов в формах, удобных для утилизации.

*Литература:* [9, с. 111–213, 218-236].

#### *Методические рекомендации*

**Сжигание твердых отходов.** Сжигание – наиболее распространенный способ термического обезвреживания промышленных отходов. Сжигание осуществляется в печах и топках различных конструкций. Барабанные печи. Печи с псевдоожиженным (кипящим) слоем.

**Сжигание жидких отходов.** Жидкие отходы, нефтесодержащие сточные воды, растворители и пр. могут сжигаться двумя способами – в распыленном состоянии и над слоем.

**Пиролиз и газификация отходов.** Пиролиз представляет собой процесс разложения органических соединений под действием высоких температур при отсутствии или недостатке кислорода. Характеризуется протеканием реакций взаимодействия и уплотнения остаточных фрагментов в результате чего происходит расщепление органической массы, рекомбинация продуктов расщепления с получением термодинамически стабильных веществ.

**Механическая обработка твердых отходов.** Измельчение отходов. Для тех промышленных отходов, утилизация которых не связана с проведением фазовых превращений или воздействием химических реагентов, но которые нельзя использовать непосредственно, применяются два вида механической обработки: измельчение и компактирование (прессование).

**Осадки** можно разделить на три основные категории — минеральные осадки, органические осадки и избыточные активные илы. Основные задачи современной технологии обработки состоят в уменьшении их объема и в последующем превращении в безвредный продукт, не вызывающий загрязнения окружающей среды.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Основные методы переработки отходов.
2. Перечислите основные принципы переработки отходов.
3. Перечислите способы утилизации отходов.
4. Как решить проблему утилизации отходов?
5. Актуальность проблемы утилизации твердо-бытовых отходов.
6. Современные материалы, используемые для упаковки производственных и непроизводственных товаров.
7. Полигоны, предназначенные для захоронения и утилизации отходов.

8. Переработка – это...
9. Существующие способы переработки отходов ПЭТ.
10. Физико-химические методы переработки отходов.

## Тема 5. Вторичное использование металлов и сплавов

### *Ключевые вопросы темы*

1. Улучшение общей экологической обстановки.
2. Снижение уровня потребности в добыче руды.
3. Сокращение энергозатрат на производство металлов, сплавов.
4. Уменьшение количества металлической пыли в воздухе.

*Ключевые понятия:* скрапнавые и гидравлические ножницы, гидравлические прессы для брикетирования, измельчители, плазменные резаки, плавильные печи.

*Литература:* [9, с. 253–287].

### *Методические рекомендации*

Вторичные металлы и сплавы – это металлы и сплавы, полученные путем переработки отходов металлургической и машиностроительной промышленности, а также лома изделий, вышедших из употребления. Лом и отходы черных и цветных металлов отличаются от других видов промышленных отходов тем, что они представляют собой особо дорогостоящее сырье.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Расскажите об особенностях подготовки к переработке моторных ломов и деформированных отходов.
2. Расскажите об особенностях подготовки к переработке электротехнических отходов и стружки.
3. Расскажите об особенностях подготовки к переработке металлошлаков.
4. Назовите основные плавильные печи, в которых ведут переплавку кусковых отходов.
5. Назовите плавильные печи, в которых ведут извлечение остатков металлической части из металлошлаков.
6. Перечислите основные способы рафинирования и дегазации алюминиевых расплавов.

## Тема 6. Методы улавливания пыли и газов

### *Ключевые вопросы темы*

1. Механическая очистка газов (сухая и мокрая).
2. Электростатическое пылеудаление (затратный, но эффективный способ, основанный на электризации пыли и прилипанию ее к электродам).

3. Очистка с помощью звуковой и ультразвуковой коагуляции, позволяющей получить сгустки частиц и удалять их обычными фильтрами – развиваемый метод.

*Ключевые понятия:* гравитационный – осаждение пыли газоочистки при прохождении газов через осадительные камеры, инерционный — осаждение пыли при смене направления потока газа, центробежная очистка газов — это принудительное закручивание пылегазового потока в специальных устройствах, фильтрация – очистка газов от твердых частиц путем пропускания газовой смеси через сухие фильтры.

*Литература:* [9, с. 474–484].

#### *Методические рекомендации*

Пыли, содержащиеся в отходах промышленных производств, легко распространяются в атмосфере и представляют опасность для окружающей среды. В то же время пыли часто содержат сырьевые компоненты, потеря которых приносит значительный ущерб для производства того или иного вида продукции.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. На каком эффекте основан процесс мокрого пылеулавливания?
2. Какие достоинства и недостатки присущи мокрому пылеулавливанию?
3. Какие основные способы применяют для улавливания пыли с использованием жидкости?
4. Каким образом реализуют основные способы улавливания пыли с использованием жидкости?
5. Каким образом зависит эффективность улавливания пыли от размера капель распыляемой жидкости?
6. На какие группы разделяют мокрые пылеуловители в зависимости от способа организации поверхности контакта фаз и принципа действия?
7. Какие аппараты реализуют наиболее простую схему мокрой очистки?
8. В чем состоит преимущество орошаемого циклона по сравнению с обычным циклоном?
9. По какому способу осуществляется очистка газа в пенных пылеуловителях?
10. Укажите назначение подвижной насадки в мокрых скрубберах.
11. Укажите основные типы пылеуловителей ударно-инерционного действия.
12. Какие основные конструктивные элементы входят в состав скоростных пылеуловителей?

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практические занятия. Посещаемость занятий и выполнение индивидуального задания отмечается в учетной карточке, которую ведет преподаватель. Отчет о проработке каждой темы оформляется студентом индивидуально, включает в себя краткий конспект изучаемой проблемы и предъявляется преподавателю в конце занятия. Преподаватель, по завершению занятия, подводит итоги по изучаемой теме. Группа разбивается на бригады по два студента, которые получив задание и дополнительно проработав соответствующую тематику самостоятельно, в начале следующего занятия раскрывают её для всей группы более углублённо.

Самостоятельная работа студентов. В период обучения студенты должны самостоятельно контролировать усвоение материала лекций, разделов программы, выносимых на самостоятельную проработку, а также предполагает подготовку к лабораторным занятиям и зачету.

В ходе самостоятельной подготовки студентов к занятию необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в отыскании новых источников, интересных фактов, статистических данных, связанных с изучаемой проблематикой семинарского занятия.

Тематический план практических (ПЗ) занятий представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Объем (трудоёмкость освоения) и структура ПЗ

Номер темы	Содержание практического занятия	Кол-во часов ЛЗ	
		очная форма	заочная форма
1	Мембранные технологии и утилизация	2	1
2	Технология получения метанола	2	1
3	Деминерализация соленых вод вымораживанием	2	-
4	Гравитационный электролиз с утилизацией низкопотенциальной энергии	2	-
5	Утилизация отходов резины методом термодеструкции	2	-
6	Плазменная переработка отходов	2	1
7	Сортировка лома цветных металлов	2	1
Итого		14	4



## Практическое занятие № 1 Мембранные технологии и утилизация

*Цель:* получить умения и навыки о возможностях использования явления обратного осмоса для существенного снижения загрязнений окружающей среды за счет очистки газовых выбросов и промышленных стоков и создания безотходных производств.

*Задание по практической работе:*

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе очистки воды сопроводив соответствующими эскизами.

Принцип действия метода обратного осмоса воплощается в трех этапах:

1. Предварительная очистка воды.
2. Прохождение через мембрану.
3. Стадия посточистки.

*Методические рекомендации:*

К числу принципиально новых технологий относится мембранная. Она основана на замечательном свойстве полупроницаемых полимерных пленок пропускать одни вещества и задерживать другие. Мембраны – это тончайшие «ситы», позволяющие разделять жидкие и газообразные вещества на молекулярном уровне, что открывает широкие возможности для создания принципиально новых, простых технологий с чрезвычайно низкими энергетическими затратами. С помощью мембран и мембранных аппаратов удастся существенно снизить загрязнение окружающей среды за счет очистки газовых выбросов и промышленных стоков, создавать безотходные производства.

*Вопросы для самопроверки*

1. Что такое явление осмоса?
2. Что такое явление обратного осмоса?
3. Как изготавливают ядерные мембраны из полимерных плёнок?
4. Поясните принцип работы мембранного опреснителя.
5. Поясните применение мембранных технологий для утилизации отходов гальванических цехов.

## Практическое занятие № 2 Технология получения метанола

*Цель:* получить умения и навыки при изучении принципа работы и конструкции малогабаритной установки для синтеза метанола.

*Задание по практической работе:*

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Требуется дозированное смешение  $H_2O$  и  $CH_4$ . Изучить конструкцию диспергатора.

2. Готовая парометановая смесь разогревается до температуры 550–600 °С в теплообменнике. Изучить конструкцию.
3. Конвертор состоит из кислород-парометанного смесителя и реакционных каталитических колонн. Изучить конструкцию.
4. На NiO – катализаторе при температуре 800–900 °С происходит реакция. Изучить конструкцию.
5. Смесь газообразных продуктов на выходе охлаждается в теплообменнике. Изучить конструкцию.

*Методические рекомендации:*

Эпоха бензина, как универсального топлива безвозвратно прошла, и не удивительно, что люди ищут и находят альтернативные пути, которые, не претендуя на универсальное и окончательное решение топливных проблем, помогают заменить нефтепродукты другими энергоносителями, в том числе и спиртом.

Спирт – превосходный заменитель бензина. На некоторых автомобильных заводах – например, в Индианаполисе (США) – большинство автомашин заправляются спиртом. Немалую популярность завоевали шоссейные мотоциклы, работающие исключительно на спирте. Помимо себестоимости топлива, главная проблема, которая тревожит приверженцев "спиртового" двигателя, заключается в ускоренной коррозии некоторых его деталей. Ведь метанол-сырец содержит примеси (высшие спирты, ацетон, вода), от которых в промышленных условиях освобождаются ректификацией. Понятно, что при получении метанола из природного газа по упрощенной технологии получить чистый спирт невозможно.

*Вопросы для самопроверки*

1. Что является сырьём для синтеза метилового спирта?
2. Для чего нужен диспергатор?
3. Объясните назначение конвертора-реактора.
4. Для чего нужны катализаторы?
5. Сформулируйте главные правила техники безопасности.

**Практическое занятие № 3 Деминерализация соленых вод вымораживанием**

*Цель:* получить умения и навыки по методу очистки технологической воды от солей методом вымораживания, так как очистка больших объёмов воды является крупной экологической и народно-хозяйственной проблемой.

*Задание по практической работе:*

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами:

1. Простотой конструкции, обусловленной отсутствием компрессора в обычном понимании и выполнением термодинамических процессов в

- одном теплообменном аппарате, который периодически выполняет функции кристаллизатора-испарителя и конденсатора-плавителя.
2. Использованием для работы экологически безопасных хладагентов, в частности, этана, углекислоты и т.д., обладающих небольшим удельным объемом паров в данном рабочем интервале температур.
  3. Возможностью обеспечения практически любой степени сжатия хладагента.
  4. Повышенной надежностью и низкой стоимостью.
  5. Высокой экономичностью в связи с изотермическим сжатием хладагента, интенсивным контактным и регенеративным теплообменом и т. д.
  6. Экономичностью при небольших мощностях.

#### *Методические рекомендации:*

К основным источникам загрязнения водных ресурсов относятся различные отрасли промышленности и коммунальное хозяйство. Объемы сбрасываемых в водные объекты промышленных и коммунальных вод часто сопоставимы с объемами естественного стока рек.

Сбрасываемые шахтные, карьерные и промышленные воды загрязнены взвешенными веществами, бактериальными примесями, минеральными солями, в том числе на основе тяжелых металлов (цинк, железо, ванадий, свинец, медь, хром, никель, кобальт и др.), из-за чего в водоемы и реки ежегодно поступают миллионы тонн минеральных солей. Прямой сброс соленых вод приводит к существенному экологическому ущербу, связанному с деградацией качества воды естественных источников и засолением почв. Поэтому деминерализация соленых вод является крупной экологической и народно-хозяйственной проблемой.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие процессы могут использоваться для деминерализации воды?
2. Какие недостатки свойственны методам обратного осмоса и дистилляции?
3. На чем основан метод деминерализации воды вымораживанием?
4. Какова суть контактного замораживания хладагентом, не смешивающимся с водой?

### **Практическое занятие № 4 Гравитационный электролиз с утилизацией низкопотенциальной энергии**

*Цель:* получить умения и навыки по технологии получения водорода и кислорода путем электролиза воды в поле центробежных сил, что определяется относительной экологической безопасностью использования водорода, приемлемость для тепловых двигателей без существенного изменения их конструкции, высокая калорийность, возможность долговременного хранения, транспортировки по существующей транспортной сети и т. д.

### *Задание по практической работе:*

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Работа механического инерционного поля, затрачиваемая им на осаждение молекул воды, легких и особенно тяжелых ионов, практически полностью восполняется кинетической энергией всплывающих водорода, кислорода. Она в ЭВГ затрачивается в основном только на его приводе против сил трения. Это позволяет создать генератор с очень высоким КПД.
2. Интенсивное самоохлаждение раствора обеспечивает условия для поглощения им тепла из окружающей среды или от других источников на компенсацию эндотермического эффекта реакции разложения воды, т. е. работу в режиме высокоэффективного теплового насоса.
3. ЭВГ способен вырабатывать постоянный электрический ток на внешней нагрузке в том случае, если частота вращения емкости будет больше минимально необходимой (пороговой).
4. ЭВГ одновременно в одном аппарате совмещает и выполняет функции сразу двух устройств – электрогенератора постоянного тока и электролизера.
5. Использование в процессе получения водорода теплоты окружающей среды, теплотеря промышленных, энергетических установок или транспортных средств и дешевой воды резко уменьшает стоимость производства этого газа.

### *Методические рекомендации:*

В последнее время очевидной стала ситуация, при которой дальнейшее интенсивное развитие современной энергетики и транспорта ведет человечество к крупномасштабному экологическому кризису. Сокращение запасов ископаемого топлива заставляет развитые страны расширять сеть атомных энергоустановок. Обостряется проблема утилизации радиоактивных отходов.

Учитывая это, многие ученые и практики высказываются в пользу поиска альтернативных нетрадиционных источников энергии. Их взоры обращаются к водороду, запасы которого неисчерпаемы. К тому же достоинством этого топлива являются относительная экологическая безопасность его использования, приемлемость для тепловых двигателей без существенного изменения их конструкции, высокая калорийность, возможность длительного хранения, транспортировки по существующей транспортной сети, нетоксичность и т. д. Но большой проблемой до сегодняшнего дня остается неэкономичность его массового промышленного производства.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Какими преимуществами обладает водородное топливо?
2. Назовите способы разложения воды.
3. В чем состоит физическая суть гравитационного электролиза.
4. Каким образом утилизируется низкокалорийное тепло при гравитационном электролизе?
5. Поясните явление получения электрической энергии при работе ЭВГ.

## Практическое занятие № 5 Утилизация отходов резины методом термодеструкции

*Цель:* получить умения и навыки о экономически высокоэффективным и экологически чистым методом утилизации резиновых отходов методом термодеструкции. При этом побочные продукты утилизируются, процесс практически безотходный.

*Задание по практической работе:*

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. В качестве основного сырья используются любые резиносодержащие отходы, включая изношенные автомобильные и другие шины с любым кордом.
2. В качестве растворителей могут использоваться различные высококипящие углеводороды, в частности, отработанные нефтепродукты и отходы нефтехимических и химических производств, мазуты, гудрон, битум и так далее.
3. Основным товаром при переработке РСО является новый продукт, не имеющий аналогов – суспензия растворенной (деструктированной) резины (СРР).
4. Вторым продуктом переработки шин и резинометаллических отходов является металлолом. Его доля составляет приблизительно 10 % от массы переработанных отходов.
5. Третий продукт – это образующийся в процессе термодеструкции РСО углеводородный конденсат (пиролизная нефть), являющийся смесью углеводородов кипящих выше 20–30 °С.

*Методические рекомендации:*

В серьезную проблему в настоящее время превратилась утилизация изношенных шин и других резиносодержащих отходов.

Разработана и внедрена на ряде заводов криогенная технология переработки шин обеспечивающая значительную степень экологической чистоты производства: отсутствие вредных выбросов, при полной утилизации покрышек, с организацией на базе выпускаемой продукции нового производства резинотехнических изделий (резиновых блоков для железнодорожных переездов, кровельных и гидроизоляционных материалов, мастик). В результате переработки получается резиновая крошка с размером частиц не более 1 мм, измельченный текстильный и металлический корд, бортовые кольца. Пылевые выбросы не превышают концентрации 10 мг/м<sup>3</sup>, химически вредных веществ при получении резиновой крошки не образуется, сброс технологической воды не производится.

Предлагаются также способы переработки утильной резины (в том числе изношенных шин автотехники с текстильным и металлическим кордом) с применением пиролиза в среде газообразного теплоносителя. На опытной

установке получены основные закономерности процесса: температура пиролиза, удельная тепловая нагрузка на реакционный объем, расход тепла. Продуктами переработки изношенных шин являются пиролизная смола, дисперсный остаточный углерод, пиролизные газы, металлокордная плетенка. После вторичной переработки получают активный гранулированный уголь и пластификатор резиносодержащих смесей. Побочные продукты утилизируются, процесс практически безотходный.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие методы утилизации резиносодержащих отходов применяются в промышленности?
2. Поясните, что такое пиролиз?
3. Поясните применение криогенных технологий для переработки резиносодержащих отходов.
4. Какие продукты получают в результате термодеструкции резиносодержащих отходов.
5. Какие вредные выбросы присутствуют в дымовых газах?

#### **Практическое занятие № 6 Плазменная переработка отходов**

*Цель:* получить умения и навыки по методике применения плазменной или плазмохимической технологии переработки отходов, при этом полученное тепло используется в котле-утилизаторе для выработки пара и электроэнергии.

#### *Задание по практической работе:*

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Плазменная система включает в себя плазменный генератор, или плазматрон, генерирующий электрическую дугу.
2. Предварительно подготовленные и измельченные отходы загружают в приемный бункер, откуда с помощью загрузочного устройства подаются непосредственно в реактор и перемещаются вниз, проходя последовательно зоны сушки и пиролиза.
3. Органические соединения, проходящие через полученную плазму, превращаются, в основном, в водород, монооксид углерода, углекислый газ, азот и водяной пар.
4. Шлак, который накапливается в нижней части реактора в виде расплава, периодически удаляется с помощью специального устройства.
5. Наибольшее распространение в практике пиролиза и газификации твердых бытовых, промышленных и медицинских отходов нашли вертикальные шахтные печи.

#### *Методические рекомендации:*

Плазменная или плазмохимическая технология переработки отходов является высокотемпературной разновидностью технологии пиролиза

(газификации). По этой технологии в реакционной камере осуществляется пиролизный процесс с образованием при высоких температурах (от 1300 до 2000 °С) пиролизного газа, который дожигается в реакторе либо в специальной камере дожигания.

Плазменная система включает в себя плазменный генератор, или плазматрон, генерирующий электрическую дугу. Плазмообразующий газ продувается через электрическую дугу, где он ионизируется. Соединение основных атомов и молекул принимает форму синтетического газа, который может использоваться для производства электричества и тепла, или как сырье для производства синтетических углеводородов. Полученное тепло используется в котле-утилизаторе для выработки пара и электроэнергии, а дымовые газы направляются на газоочистку.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Плазменная или плазмохимическая технология переработки отходов это...
2. Какие соединения образуются при прохождении органических отходов через плазму?
3. Какие преимущества имеют плазмохимические технологии?
4. Из каких частей состоит плазменная шахтная печь для переработки твердых отходов?
5. Для чего применяют двухступенчатое термическое обезвреживание органических отходов?

#### **Практическое занятие № 7 Сортировка лома цветных металлов**

*Цель:* получить умения и навыки по технологии использования рентгеновских лучей малых энергий для выявления качественного состава каждого куска металлического лома в потоке.

#### *Задание по практической работе:*

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Сепаратор для разделения продуктов должен содержать устройство подачи кусков в зону контроля, источник рентгеновского излучения, датчик вторичного излучения и исполнительное устройство, связанные между собой электронными узлами для управления их работой.
2. Применена схема транспортировки кусков лома, которая включает в себя загрузочный бункер, два вибрационных питателя (ВП).
3. Увеличить амплитуду колебаний лотков за счет высокой добротности механической системы;
4. Обеспечить работу ВП на его резонансной частоте независимо от разброса массогабаритных параметров механических узлов.



5. Обеспечить стабильную работу ВП независимо от его загрузки, а также колебаний напряжения и частоты в сети.

*Методические рекомендации:*

Машиностроение является постоянным потребителем черных и цветных металлов, которые аккумулируются в его продукции. Основной объем продукции подвержен моральному и физическому износу и нуждается в изготовлении новых модификаций, для которых источником может стать устаревшая продукция. Например, в легковом автомобиле содержится примерно 1000 кг черного металла и около 100 кг цветного металла. Утилизировав этот металл, можно изготовить новый автомобиль, не извлекая дополнительный металл из недр, что сохраняет запасы и не наносит экологического вреда. Для утилизации металлов используются специальные технологии, которые включают в себя дробление автомобиля на небольшие куски, состоящие практически из однородных материалов, извлечение черного металла магнитной сепарацией, а тканей и пластмасс – воздушной сепарацией. Оставшиеся немагнитные куски цветных металлов (алюминий, медь, латунь, цинк, коррозионностойкая сталь и свинец) также необходимо разделить в зависимости от основного содержащегося в них металла.

*Вопросы для самопроверки*

1. Каким методом отделяются при сепарации из общего потока материалов черные металлы?
2. Каким методом отделяются при сепарации из общего потока материалов ткани и пластмассы?
3. Каким методом отделяются при сепарации из общего потока материалов немагнитные куски цветных металлов?
4. Как можно использовать рентгеноспектральный анализ для идентификации качественного состава кусков лома цветных металлов?
5. Каким способом удаляются куски лома из общего потока?



### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Согласно учебному плану дисциплины «Утилизация отходов машиностроительного производства» направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал, самостоятельно в виде выполнения контрольной работы.

При выполнении контрольной работы студенты отвечают на два вопроса. Варианты вопросов определяется по таблице 4 в зависимости от двух последних цифр студенческого шифра (номера студенческого билета и зачетной книжки). В таблице по горизонтали Б размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых последняя цифра шифра студента. По вертикали А также размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых – предпоследняя цифра шифра студента. Пересечение горизонтальной и вертикальной линий определяет клетку с номерами вариантов контрольной работы. Перечень вопросов для выполнения контрольной работы представлен в приложении А.

Таблица 4 – Варианты заданий

Б		Последняя цифра шифра									
А	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Предпоследняя цифра шифра	0	1,8	2,9	3,10	4,11	5,12	6,13	7,14	8,15	9,16	10,17
	1	11,18	12,19	13,20	14,21	15,22	16,23	17,24	18,25	19,26	20,26
	2	21,1	2,22	3,23	4,24	5,25	6,26	1,7	8,2	9,3	10,4
	3	11,5	12,6	13,7	14,8	15,9	16,10	17,11	18,12	19,13	20,14
	4	15,25	16,26	17,1	18,2	19,3	20,4	25,5	26,6	27,1	2,3
	5	4,5	6,7	8,9	10,11	12,13	14,15	16,17	17,18	19,20	21,22
	6	23,24	25,26	1,10	2,11	3,12	4,13	5,14	6,15	7,16	8,17
	7	9,18	10,19	11,20	12,21	13,22	14,23	15,24	16,25	17,26	17,1
	8	18,2	19,3	20,4	21,5	22,6	23,7	24,8	25,9	26,10	1,11
	9	2,12	3,13	4,14	5,15	6,16	7,17	8,18	9,19	10,20	11,21

Ответы на рассматриваемые вопросы должны излагаться по существу, быть четкими, полными, ясными и содержать элементы анализа.

При ответе на вопросы студент должен использовать не только учебную литературу, но и статьи, публикуемые в периодической печати, указывая в работе источники информации. Текстовая часть работы может быть иллюстрирована рисунками, схемами, таблицами. В конце приводится список использованных источников (не менее 10 источников).

Работа должна быть выполнена на листах формата А4 с одной стороны листа, в печатном варианте. Шрифт текстовой части размер – 12 (для заголовков – 14), вид шрифта – Times New Roman, интервал 1,5. Поля страницы: левое 3 см, правое 1,5 см, верхнее и нижнее 2 см. Нумерация страниц внизу справа.

*Структура контрольной работы:*

- титульный лист (приложение Б)
- содержание
- текстовая часть (каждый вопрос начинать с нового листа)
- список используемой литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.0.100-2018, ГОСТ 7.82-2001.

В текстовой части не допускается сокращение слов. Объем выполненной работы не должен превышать 15 листов А4.

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к контрольным работам:

- текст должен быть отпечатан на компьютере;
- основной текст подразделяется на озаглавленные части в соответствии с содержанием работы. Заглавия не подчеркиваются, в конце заголовка точка не ставится, переносы допускаются;
- страницы текста пронумерованы арабскими цифрами в правом верхнем углу без точек. Титульный лист считается первым и не нумеруется;
- на каждой странице оставлены поля для замечаний рецензента;
- список использованных источников оформляются по соответствующим требованиям.

Стиль и язык изложения материала контрольной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Грамматические и синтаксические ошибки недопустимы. Выполненная контрольная работа представляется для регистрации на кафедру, затем поступает на рецензирование преподавателю.

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в контрольной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу). Студент, получивший контрольную работу с оценкой «зачтено», знакомится с рецензией и с учетом замечаний преподавателя дорабатывает отдельные вопросы с целью углубления своих знаний.

Контрольная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с не зачтенной работой на проверку преподавателю. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сибикин, М. Ю. Технология энергосбережения: учебник / М. Ю. Сибикин, Ю. Д. Сибикин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 352 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253968> (дата обращения: 10.07.2020). – ISBN 978-5-4458-8886- 4. – DOI 10.23681/253968. – Текст: электронный.
2. Ларичев, Т. А. Утилизация, переработка и захоронение промышленных отходов. Опорные конспекты / Т. А. Ларичев. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013. – 80 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232762> (дата обращения: 10.07.2020). – ISBN 978-5-8353-1342-6. – Текст: электронный.
3. Клинков, А. С. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов / А. С. Клинков, П. С. Беляев, М. В. Соколов; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. – 81 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277806> (дата обращения: 10.07.2020). – Текст: электронный.
4. Романова, С. М. Процессы, аппараты и оборудование для защиты литосферы от промышленных и бытовых отходов: учеб. пособие / С. М. Романова, С. В. Степанова, А. Б. Ярошевский; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012. – 144 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260328> (дата обращения: 10.07.2020). – ISBN 978-5-7882-1286-9. – Текст: электронный.
5. Кулифеев, В. К. Комплексное использование сырья и отходов: переработка техногенных отходов. Курс лекций / В. К. Кулифеев, В. П. Тарасов, А. Н. Кропачев. – Москва: МИСиС, 2009. – 91 с. [Эл. ресурс ЭБС iqlib]
6. Шубов, Л. Я. Тестовый тренинг по изучению технологических процессов обогащения и переработки твердых отходов. Практикум / Л. Я. Шубов. – Москва: МИСиС, 2008. – 132 с. [Эл. ресурс ЭБС iqlib]
7. Кузнецов, В. А. Экологические проблемы твердых бытовых отходов. Сбор. Ликвидация. Утилизация: учеб. пособие / В. А. Кузнецов, Н. М. Крапильская, Л. Ф. Юдина. – Москва: МИКХиС, 2005. [Эл. ресурс ЭБС iqlib]
8. Калыгин, В. Г. Промышленная экология: учеб. пособие / В. Г. Калыгин. – 3-е изд., стер. – Москва: Академия, 2007. – 430 с.
9. Бобович, Б. Б. Переработка отходов производства и потребления: [справ.] / Б. Б. Бобович; соавт. В. В. Девяткин – Москва: Интернет Инжиниринг, 2000. – 496 с.

10. Квашнин, И. М. Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация / И. М. Квашнин. – Москва: АВОК-ПРЕСС, 2005. – 389 с.
11. Каралюнец, А. В. Основы инженерной экологии. Обращение с отходами производства и потребления: учеб. пособие / А. В. Каралюнец, Т. Н. Маслова, В. Т. Медведев. – Москва: МЭИ, 2000. – 104 с.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

1. Утилизация опилок и стружки ДВП и ДСП, содержащие связующие смолы.
2. Утилизация шпал железнодорожных деревянных, пропитанных антисептическими средствами, отработанных и бракованных.
3. Утилизация опилок древесных, загрязненных минеральными маслами.
4. Утилизация отходов бумаги промасленной.
5. Утилизация отходов рубероида.
6. Утилизация печного боя металлургического и литейного щебеля.
7. Утилизация абразивной пыли.
8. Утилизация песка, загрязненного мазутом.
9. Утилизация шлака сварочного.
10. Утилизация бурового шлама, буровых растворов, буровых сточных вод.
11. Утилизация горелой земли (песка формовочного).
12. Утилизация огарков электродов.
13. Утилизация тормозных колодок.
14. Утилизация ртутных термометров отработанных и брака.
15. Утилизация гальванического шлама (отработанный раствор гальванических ванн).
16. Утилизация отходов неорганических кислот.
17. Утилизация кислоты аккумуляторной серной отработанной.
18. Утилизация отходов щелочей.
19. Утилизация отработанных моторных масел.
20. Утилизация шлама очистки трубопроводов и емкостей (бочек, контейнеров, цистерн) от нефти.
21. Утилизация отходов битума, асфальта в твердой форме.
22. Утилизация обтирочного материала, загрязненного маслами.
23. Утилизация отходов органических растворителей, красок, лаков, клея, мастик и смол.
24. Утилизация отходов полиэтилена в виде лома, литников.
25. Утилизация твердых отходов резины.
26. Утилизация покрышек отработанных.
27. Утилизация фильтров автомобильных отработанных.
28. Утилизация аккумуляторов свинцовых отработанных, неразобранных.
29. Утилизация иловых осадков от очистных сооружений.
30. Утилизация скальпелей, шприцов и других острых медицинских инструментов.
31. Механизм реакций углерода с газами и реакций конверсии углеводородных газов.
32. Конверсия света в электроток.
33. Конверсия щелочных аккумуляторов.
34. Военно-промышленная конверсия, как наиболее радикальный путь перехода с утилизации излишков военного имущества и техники по причине их морального старения.

35. Инновационные подходы к утилизации высвобождающейся военной продукции.
36. Вопросы конверсии, утилизации списанных кораблей, судов.
37. Эффективные теплообменные аппараты и системы утилизации низкопотенциального тепла.
38. Конверсия газа в жидкое топливо.
39. Сортировка ТО с применением каскада центрифуг и оптических методов.
40. Плазмохимическая конверсия.
41. Низкотемпературная переработка отходов резины и полимеров.
42. Электроимпульсная утилизация отходов железобетона.
43. Способы утилизации техногенного и вторичного сырья.
44. Способы разложения сырья различных видов с переводом целевых компонентов в подвижное (удобное для дальнейшей переработки) состояние.
45. Получение промежуточных соединений необходимой степени чистоты, гранулометрического состава и т.п. для производства металла или изделий.
46. Производство и рафинирование металлов и сплавов, производство изделий из них.
47. Конверсия достижений технологии редких металлов использование опыта эксплуатации типичных для данной отрасли промышленности процессов (сорбция, экстракция, плазменные, пламенные процессы и т. п.) для создания малоотходных, ресурсосберегающих технологических схем других отраслей промышленности.
48. Утилизация освобождающихся в результате конверсии ресурсов (фтор и т. п.) в различных отраслях промышленности.
49. Снижение отходности производств, фиксация отходов в виде малоподвижных, безопасных для окружающей среды соединений или трансформация их в полезные продукты.
50. Физико-химические основы синтеза материалов на основе редких металлов и производства изделий из них.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Калининградский государственный технический университет»**

Институт агроинженерии и пищевых систем

Кафедра \_\_\_\_\_  
наименование кафедры

Контрольная работа  
допущена к защите  
Руководитель: \_\_\_\_\_  
(уч. степень, звание, должность)  
\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Контрольная работа  
защищена  
Руководитель: \_\_\_\_\_  
(уч. степень, звание, должность)  
\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

**Контрольная работа № \_\_\_\_\_**  
по дисциплине

**«Утилизация отходов машиностроительного производства»**

Шифр студента \_\_\_\_\_  
Вариант № \_\_\_\_\_

Работу выполнил:  
студент гр. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Калининград  
202\_\_

Локальный электронный методический материал

Марк Борисович Лещинский

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 2,6. Печ. л. 2,0

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