

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»
Институт гражданской защиты
Кафедра инженерной защиты окружающей среды

ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ И ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ

Учебно-методическое пособие



Ижевск
2013

УДК628.747 (075.8)
ББК 30.69я73
Т 384

Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом УдГУ, 29.10.13.

Рецензент: кандидат технических наук, доцент Попов Дмитрий Николаевич

Составитель: кандидат технических наук, доцент Ольга Павловна Дружакина

Т 384 Технологии механической переработки и захоронения отходов: учебно-методическое пособие / сост. О.П. Дружакина – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2013. – 96 с.

ISBN978-5-4312-0216-2

В учебно-методическом пособии рассмотрены основные виды и методы механической переработки отходов методом дробления твердых отходов.

Пособие предназначено для студентов бакалавриата и магистратуры направлений 280100 «Природообустройство и водопользование», 280700 «Техносферная безопасность» при изучении дисциплин «Технологические процессы переработки и утилизации твердых отходов» и «Современные технологии транспортирования и переработки отходов и вторичного сырья» согласно учебным планам.

В пособии представлены 8 практических работ по определению класса опасности отхода, по расчету параметров дробилок при измельчении полимерных отходов, по определению технико-экономических показателей при сравнении вариантов переработки полимерных отходов, расчету вместимости полигонов ТБО и объемам образующихся при депонировании отходов.

Работы включают теоретическую часть, методические указания для расчета, задания для самостоятельного выполнения, контрольные вопросы, тестовые задания.

УДК 628.747 (075.8)
ББК 30.69я73

ISBN978-5-4312-0216-2

© Сост.: О.П. Дружакина, 2013
© ФГБОУ ВПО «Удмуртский
государственный университет», 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Введение	8
Практическая работа №1. Определение класса опасности отхода...9	
Теоретическая часть	
Методические указания	
Задания для самостоятельного выполнения	
Контрольные вопросы	
Практическая работа №2. Расчет параметров дробилок с получением продукта грубого помола при измельчении полимерных отходов.....	23
Теоретическая часть	
Методические указания	
Задания для самостоятельного выполнения	
Контрольные вопросы	
Практическая работа №3. Расчет параметров дробилок с получением продукта тонкого помола при измельчении полимерных отходов.....	35
Теоретическая часть	
Методические указания	
Задания для самостоятельного выполнения	
Контрольные вопросы	
Практическая работа №4. Определение технико-экономических показателей при сравнении вариантов переработки полимерных отходов.....	47
Теоретическая часть	
Методические указания	
Задания для самостоятельного выполнения	
Контрольные вопросы	
Практическая работа №5. Тестовые задания по теме «Механическая переработка полимерных отходов».....	56
Практическая работа №6. Расчет объема образования фильтрата с полигона ТБО.....	60
Теоретическая часть	
Пример расчета	
Задания для самостоятельного выполнения	
Контрольные вопросы	

Практическая работа №7. Проектирование дренажной системы полигона ТБО.....	67
Теоретическая часть	
Пример расчета	
Задания для самостоятельного выполнения	
Контрольные вопросы	
Практическая работа №8. Расчет предотвращенного ущерба почвенным и водным ресурсам при предотвращении утечек фильтрата.....	74
Теоретическая часть	
Пример расчета	
Задания для самостоятельного выполнения	
Контрольные вопросы	
Список литературы.....	85
Приложение 1. Коэффициенты W_i для отдельных компонентов опасных отходов.....	87
Приложение 2. Показатели опасности некоторых веществ.	
Приложение 3. Виды отходов полимерной промышленности. Продукты помола и грануляции отходов. Товары народного потребления и вспомогательные детали и изделия из вторичных полимерных материалов.	
Приложение 4. Расчет показателей удельного экологического ущерба от загрязнения водных ресурсов по водным бассейнам и административно - государственным регионам Российской Федерации, 1997 год.	
Приложение 5. Коэффициент относительной эколого-экономической опасности загрязняющих веществ.	
Приложение 6. Нормативы стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных нужд	
Приложение 7. Коэффициенты (K_3) экологической ситуации и экологической значимости территории. Коэффициенты (K_n) для особо охраняемых территорий.	

ПРЕДИСЛОВИЕ

Уважаемые студенты! Это пособие создано для Вас в помощь изучения особенностей и методов механической переработки отходов, принципов работы дробилок для измельчения отходов, полигонов ТБО и экономических аспектов в области обращения с отходами.

В эпоху развития инновационных технологий, роста производственных мощностей не только по объему, но и типам вовлекаемых в технологические процессы ресурсов, одной из приоритетных задач остается сохранение окружающей среды и рациональное природопользование. Актуальность вопросов переработки отходов, особенно полимерных, возникшая еще более 20 лет назад, обусловлена как экологическими аспектами длительного разложения и накопления этих материалов в окружающей среде, так и возможностями получения большого спектра вторичных материалов и изделий на их основе.

Актуальность разработки учебно-методического пособия по обоснованию выбора метода утилизации отходов определяются тем фактом, что рассмотренные направления – измельчение и захоронение – широко применяются на практике.

В соответствии с ФГОС-3 и учебным планом по подготовке магистров по направлениям 280100 «Природообустройство и водопользование», 280700 «Техносферная безопасность», рассматриваются не только принципы работы дробилок, но и их конструкционные особенности, область применения, достоинства и недостатки, современные конструкторские решения по повышению эффективности их работы, что в дальнейшем поможет решать задачи разработки и модернизации линий переработки отходов, а также экологические аспекты депонирования ТБО на полигонах. Представленный курс относится к категории профилирующих инженерных дисциплин, насыщен наглядным и методическим материалом по расчету

технологических параметров дробилок, полигонов ТБО и их экономических характеристик, что несомненно должно помочь в изучении материала.

Структура пособия. Учебной программой предусмотрено проведение практических занятий и курсовая работа. Пособие включает 8 практических работ по основным темам дисциплины:

1. «Определение класса опасности отхода», позволяющая изучить методику определения класса опасности отхода с учетом его состава;
2. «Расчет параметров дробилок с получением продукта грубого помола при измельчении полимерных отходов», дает общее представление о процессе измельчения, видах, схемах и методике расчета параметров валковой и молотковой дробилок;
3. «Расчет параметров дробилок с получением продукта тонкого помола при измельчении полимерных отходов», в работе представлены схемы и методики расчета параметров ножевых дробилок и барабанных мельниц;
4. «Определение технико-экономических показателей при сравнении вариантов переработки полимерных отходов», позволяет изучить методику оценки вариантов переработки полимерных отходов;
5. «Разработка тестовых заданий по теме «Механическая переработка полимерных отходов», позволяет студенту проверить свои знания.
6. «Расчет объема образования фильтрата с полигона ТБО»;
7. «Проектирование дренажной системы полигона ТБО»;
8. «Расчет предотвращенного экологического ущерба почвенным и водным ресурсам при предотвращении утечек фильтрата»;

Особенностью данного пособия является сочетание богатого теоретического и графического материала с методиками расчета параметров дробилок при измельчении полимерных отходов.

Каждая практическая работа содержит теоретическую, методическую и прикладную части, что позволяет комплексно изучать учащемуся тему, ознакомиться с методикой и порядком расчета параметров дробилок с разъяснением формул и порядка расчета, характеристикой используемых коэффициентов. Для контроля знаний в работе предусмотрены контрольные вопросы по изучаемым темам (3 – 5 вопросов), а также задания для самостоятельного выполнения учащимися (3 – 4 задачи).

При подготовке пособия составителями использована как учебно-методическая литература, вышедшая за последние годы, так и действующая нормативная база и ресурсы сети Интернет.

ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие направлено на формирование у учащихся по магистерским программам 280100 «Природообустройство и водопользование», 280700 «Техносферная безопасность» таких компетенций как:

ОК-5 способность к анализу и синтезу, критическому мышлению, обобщению, принятию и аргументированному отстаиванию решений;

ОК-6 способность обобщать практические результаты работы и предлагать новые решения, к резюмированию и аргументированному отстаиванию своих решений;

ПК-1 способность выполнять сложные инженерно-технические разработки в области техносферной безопасности;

ПК-3 способность оптимизировать методы и способы обеспечения безопасности человека от воздействия различных негативных факторов в техносфере;

ПК-4 способность проводить экономическую оценку эффективности внедряемых инженерно-технических мероприятий;

ПК-6 способность осуществлять технико-экономические расчеты мероприятий по повышению безопасности.

При работе с пособием рекомендуется изучить теоретические материалы по теме и методику расчета параметров дробилок и вместимости полигонов ТБО, и затем приступить к выполнению самостоятельной работы. В Приложении содержатся материалы, дополняющие теоретическую часть, а также справочные данные, необходимые для расчетов.

Данное пособие предназначено для выполнения практических и курсовых работ / проектов, магистерских диссертаций, целью которых является оптимизация и обоснование выбора переработки твердых отходов с использованием механических методов с обеспечением требований ресурсосбережения.

Практическая работа № 1

Определение класса опасности отхода

- Цели работы:** 1. Изучить опасные свойства отходов.
2. Освоить методику определения класса опасности отходов.

Теоретическая часть

Опасные свойства отходов. Экотоксичность. Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» *опасные отходы* определены как отходы, которые содержат вредные вещества, обладают опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) содержат возбудителей инфекционных болезней либо которые могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами. Это определение закреплено в ГОСТ 30772 – 2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения» [17].

Опасные свойства отходов устанавливаются в соответствии с требованиями приложения III к Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, ратифицированной Федеральным законом от 25.11.1994 г. №49-ФЗ «О ратификации Базельской конвенции о контроле трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением» и вступившей в силу для Российской Федерации с 1 мая 1995 г., и требованиями соответствующих государственных стандартов [16].

Опасные отходы обладают следующими свойствами:

1) *Токсичность* – способность вызывать серьезные затяжные или хронические заболевания людей, включая раковые заболевания, при попадании. Внутрь организма через органы дыхания, пищеварения или через кожу.

Под токсичностью, по Н. Реймерсу, понимается ядовитость, способность некоторых химических элементов, соединений и биогенных веществ оказывать вредное действие на организмы (человека, животные растения, грибы, микроорганизмы). Токсичность отходов определить значительно сложнее, чем воздуха или воды, поскольку отходы действуют на организмы, как правило, опосредованно – через почву. Основным параметр, определяющий вредность того или иного химического вещества в почве, – предельно допустимая концентрация его в почве (ПДК_п). Под этим понимается такое максимальное количество данного вещества в миллиграммах на килограмм пахотного слоя сухой почвы, которое гарантирует отсутствие прямого или опосредованного отрицательного воздействия на здоровье человека, его потомство и санитарные условия жизни населения. При установлении ПДК создаются экстремальные почвенно-климатические условия, способствующие действию вредного вещества; учитывается действие этого вещества на другие живые организмы, эффект суммарного воздействия. При обосновании величины ПДК_п учитываются шесть лимитирующих показателей (признаков)вредности: органолептический (изменение запаха привкуса, пищевой ценности, фит-тест растений и т. п.); общесанитарный (влияние на самоочищение почвы); фитоаккумуляционный (передающееся растениям количество); водно-миграционный, воздушно-миграционный; санитарно-токсикологический. Если же для данного вредного вещества не установлена величина ПДК_п(имеется в виду ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) или другие приближенные оценочные критерии), то расчеты ведут по концентрации компонентов, вызывающей летальный исход у 50 % теплокровных особей, т.е. по величине ЛД. Величины ЛД берутся на основании специальных опытов, по данным НИИ коммунальной и бытовой гигиены РАН.

2) *Пожароопасность* определяется по соответствующим ГОСТам, устанавливающим требования по пожарной безопасности, и (или) наличием хотя бы одного из следующих свойств:

- способности жидких отходов выделять огнеопасные пары при температуре не выше 60°C в закрытом сосуде или не выше 65,5°C в открытом сосуде;

- способности твердых отходов, кроме классифицированных как взрывоопасные, легко загораться либо вызывать или усиливать пожар при трении;

- способности отходов самопроизвольно нагреваться при нормальных условиях или нагреваться при соприкосновении с воздухом, а затем самовозгораться;

- способности отходов самовозгораться при взаимодействии с водой или выделять легковоспламеняющиеся газы в опасных количествах.

3) *Взрывоопасность* определяется как способность твердых или жидких отходов (либо смеси отходов) к химической реакции с выделением газов такой температуры и давления и с такой скоростью, что вызывает повреждение окружающих предметов, либо по соответствующим ГОСТам, устанавливающим требования по взрывоопасности.

4) *Высокая реакционная способность* определяется как содержание органических веществ (органических пероксидов), которые имеют двухвалентную структуру –O–O– и могут рассматриваться в качестве производных перекиси водорода, в котором один или оба атома водорода замещены органическими радикалами.

5) *Содержание возбудителей инфекционных болезней* определяется как наличие живых микроорганизмов или их токсинов, способных вызвать заболевания у людей или животных.

Помимо токсичности и токсичных веществ в Базельской конвенции по перемещению опасных отходов введено определение *экоотоксичных веществ*

(отходов) как веществ или отходов которые при попадании в окружающую среду оказывают или могут оказать немедленное или отложенное во времени неблагоприятное воздействие на окружающую среду посредством биоаккумуляции и (или) токсического влияния на биотические системы [1].

Экотоксичность зависит не только от токсичности компонентов отхода, но и от степени их подвижности в окружающей среде.

Основным механизмом попадания компонентов отхода в окружающую среду является испарение летучих компонентов и выщелачивание их водой. Возможно также загрязнение почв, но оно скорее всего будет происходить через предварительное растворение в водной среде. Таким образом, любой тест на экотоксичность должен включать выщелачивание.

В странах ЕС и США приняты разные подходы в определении экотоксичности, однако все эти подходы сводятся к проведению выщелачивания отходов (т.е. извлечения подвижных компонентов) и последующего сравнения полученных данных с принятыми нормами (в США) или прямого исследования этого раствора на биологических объектах – рыбах, беспозвоночных и водорослях (в странах ЕС).

Конечно, при таком подходе вряд ли можно учесть более сложное воздействие отходов на другие биологические системы и организмы. Но следует принять во внимание, что основное воздействие складированных отходов приходится на водные системы, а низшие водные организмы находятся на первых звеньях пищевых цепей. Следовательно, определив влияние отходов на низшие водные организмы, мы определим их влияние и на высшие организмы и экосистему в целом.

Вопросу испарения токсичных веществ в атмосферу такого внимания, как выщелачиванию, не уделяется. Экотоксичность как результат летучести вещества определена только относительно влияния на озоновый слой. Для этого случая все вещества, перечисленные в Монреальском протоколе (1987 г.), признаются экотоксичными.

Единственным смоделированным в лабораторных условиях путем попадания веществ в окружающую среду является выщелачивание отходов водой. В большинстве случаев в результате лабораторных исследований можно получить качественную информацию и определить выщелачиваемые вещества. Выбор метода выщелачивания и состав раствора для выщелачивания в любом случае будет имитировать реальную ситуацию достаточно грубо. В качестве компромиссного варианта в большинстве методов исследования используется вода с водородным показателем pH, равным 7 или 5,6 (уравновешенная с атмосферным CO₂). Вода берется в соотношении 10:1 к массе отхода.

Существуют два различных подхода к определению экотоксичности полученного экстракта выщелачивания. Экстракт либо подвергается химическому анализу для определения наличия и количества токсичных компонентов (практика Агентства по охране окружающей среды США), либо исследуется на биологических тест-объектах (практика ЕС). В первом случае требуется установить перечень токсичных веществ и их концентрации в экстракте выщелачивания. Во втором случае не требуется идентификации компонентов, так как биоисследование с использованием водных организмов обеспечивает простой путь оценки экстракта выщелачивания на токсичность для окружающей среды даже в случае неизвестных или непредвиденных токсинов.

В качестве тест-объектов используются дафнии и одноклеточные водоросли. Применение в качестве тест-объектов позвоночных (рыб) ограничено как по этическим причинам (директивы ЕС, ограничивающие применение позвоночных животных при научных исследованиях), так и из-за высоких расходов на их содержание.

Представляется целесообразным совместное использование двух подходов определения экотоксичности экстракта выщелачивания, так как

химический анализ в сочетании с биологическим даст полную картину состава экстракта и причин его воздействия на биологические объекты.

В качестве критерия токсичности экстракта выщелачивания применяются ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения. Помимо этого критерия в РФ в соответствии с приказом МПР России от 15.06.2001 г. №511 введено еще 18 первичных показателей опасности компонентов отхода, которые рассматриваются ниже и приведены в таблице 1.1 [13].

Таблица 1.1 –Перечень первичных показателей опасности компонентов отхода

ПДК _п (мг/кг)	Предельно допустимая концентрация вещества в почве
ОДК	Ориентировочно-допустимая концентрация
ПДК _{пп}	Предельно допустимая концентрация вещества в продуктах питания
ПДК _в (мг/л)	Предельно допустимая концентрация вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования
ОДУ	Ориентировочно-допустимый уровень
ОБУВ	Ориентировочный безопасный уровень воздействия
ПДК _{р.х.} (мг/л)	Предельно допустимая концентрация вещества в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения
ПДК _{с.с.} (мг/м ³)	Предельно допустимая концентрация вещества среднесуточная в атмосферном воздухе населенных мест
ПДК _{м.р.} (мг/м ³)	Предельно допустимая концентрация вещества максимально разовая в воздухе населенных мест
ПДК _{р.з.} (мг/м ³)	Предельно допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны
МДС	Максимальное допустимое содержание
МДУ	Максимально допустимый уровень
S (мг/л)	Растворимость компонента отхода (вещества) в воде при 20 °С
C _{нас} (мг/м ³)	Насыщающая концентрация вещества в воздухе при 20 °С и нормальном давлении
K _{ow}	Коэффициент распределения в системе октанол / вода при 20 °С
LD50 (мг/кг)	Средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при однократном пероральном введении в унифицированных условиях
LD _{кожи} 50 (мг/кг)	Средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при однократном нанесении на кожу в унифицированных условиях
LC50 (мг/м ³)	Средняя смертельная концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при ингаляционном поступлении в унифицированных условиях
БД	Биологическая диссимилиация

К особым видам отходов относятся отходы медицинских учреждений. Они представляют инфекционную опасность для пациентов, обслуживающего персонала лечебно-профилактических учреждений и окружающей среды. Такие отходы отличаются большим разнообразием морфологического состава. Кроме того, для сохранения в контейнере культуры, которая может вызвать заболевание, требуются ничтожно малые количества органического материала, а культура может сохраняться и на медицинском инструменте. Легкомысленное выбрасывание использованных ножниц в мусорные корзины приводило часто к заражению санитаров, когда они руками очищали контейнер.

Болезнетворные бактерии присутствуют в очень больших концентрациях в твердых отходах больниц. Доказано, что наибольшее число колиформов встречается в отходах педиатрического и психиатрического отделений, а также отделения интенсивной терапии. Особенно важно использование закрытых пластмассовых мешков, а для удаления наименьших твердых частиц, которые могут проникать в дыхательные пути, необходима система вентиляции и очистки воздуха.

Как правило, потенциальная опасность отходов, а также метод обращения с ними приводятся для целого класса или группы отходов; возможны исключения или особые условия, которые выявляются при более конкретном определении вида отходов. Такая более высокая степень определения необходима, когда природа химических веществ сложна или какая – либо часть отходов имеет газообразную или жидкую форму.

Наряду с требованиями природоохранных органов РФ системой Госстандарта России введены свои стандарты на перемещаемые опасные вещества (включая и отходы): ГОСТ 19433-88 «Грузы опасные. Классификация и маркировка» и ГОСТ 26319-84 «Грузы опасные. Упаковка» [4].

Методические указания

Классы опасности отходов. Факторы, учитываемые при определении класса опасности отходов для окружающей природной среды, достаточно разнообразны. Ранее (до 2001 г.) эти факторы оценивались по коэффициенту токсичности, который из всех параметров, перечисленных в таблице 1.1, учитывал лишь предельно допустимую концентрацию в почве ПДК_п, растворимость *S* и концентрацию вещества в отходах *C*. Коэффициентом токсичности определялась и степень опасности отходов. При этом чем меньше был коэффициент токсичности, тем опаснее считалось вещество.

С 2001 г. разработана и внедрена новая система оценки опасности отходов. Класс опасности отходов определяется в РФ на основании критериев, разработанных МПР России в соответствии со ст. 14 Федерального закона об отходах и приказа МПР России №511 [13, 17].

Класс опасности отходов устанавливается по степени возможного вредного воздействия на окружающую среду (ОС) при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее (таблица 1.2).

Таблица 1.2 –Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды

Степень вредного воздействия опасных отходов	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для ОС	Класс опасности отхода для ОС
Очень высокая	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует	I класс. Чрезвычайно опасные
Высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия	II класс Высокоопасные
Средняя	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от	III класс. Умеренно опасные

	существующего источника	
Низкая	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3 лет	IV класс. Малоопасные
Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена	V класс. Практически неопасные

При этом сохранены пять классов опасности – от I (чрезвычайно опасные) до IV (малоопасные) и V (практически неопасные). Но способы отнесения к тому или иному классу изменились.

Для 640 наиболее распространенных наименований отходов класс опасности установлен Федеральным классификационным каталогом отходов. Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО) утвержден приказами МПР России от 30.07.2003 г. № 663 «О внесении дополнений в ФККО» и от 02.12.2002 г. № 786 «Об утверждении ФККО».

Установление класса опасности отходов, не вошедших в ФККО, может осуществляться расчетным или экспериментальным методами в соответствии с критериями, приведенными в таблицах 1.2, 1.3, 1.5.

В случае отнесения производителями отходов отхода расчетным методом к V классу опасности необходимо его подтверждение экспериментальным методом. При отсутствии подтверждения V класса опасности экспериментальным методом отход может быть отнесен к IV классу опасности.

Отнесение опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды расчетным методом осуществляется на основании показателя K , характеризующего степень опасности отхода при его воздействии на ОС, рассчитанного по сумме показателей опасности веществ (K_i) составляющих отход (далее компоненты отхода), для ОС.

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются по составу исходного сырья и технологическим процессам его переработки или по результатам количественного химического анализа.

Показатель степени опасности компонента отхода (K_i) рассчитывается как соотношение концентраций компонентов отхода (C_i) с коэффициентом его степени опасности для ОС (W_i); коэффициентом степени опасности компонента отхода для ОС является условный показатель, численно равный количеству компонента отхода, ниже значения которого он не оказывает негативного воздействия на ОС. Размерность коэффициента степени опасности для ОС условно принимается как мг/кг.

Для определения коэффициента степени опасности компонента отхода для ОС, по каждому компоненту отхода устанавливаются степени их опасности для ОС для различных природных сред в соответствии с таблицей 1.3.

При анализе данных таблицы 1.3 следует отметить, что в качестве первичных показателей опасности отхода учитываются практически все факторы влияния на ОС – через воду, воздух и пищевые продукты, а не только через почву. Кроме того, в перечень показателей, используемых для расчета W_i , включается показатель информационного обеспечения для учета недостатка информации по первичным показателям степени опасности компонентов отхода для ОС.

Показатель информационного обеспечения рассчитывается путем деления числа установленных показателей (n) на N ($N = 12$ – количество наиболее значимых первичных показателей опасности компонентов отхода для ОС).

Баллы присваиваются следующим диапазонам изменения показателя информационного обеспечения (таблица 1.4).

По установленным степеням опасности компонентов отхода для ОС в различных природных средах рассчитывается относительный параметр опасности компонента отхода для ОС (X_i) делением суммы баллов по всем параметрам на число этих параметров.

Коэффициент степени опасности отходов W_i рассчитывается по одной из следующих формул:

$$\lg W_i = 4 - 4 / Z_i \text{ для } 1 < Z_i < 2,$$

$$\lg W_i = Z_i \text{ для } 2 < Z_i < 4,$$

$$\lg W_i = 2 + 4 / (6 - Z_i) \text{ для } 4 < Z_i < 5,$$

где $Z_i = 4 \cdot X_i / 3 - 1 / 3$.

Таблица 1.3 – Степень опасности компонентов для различных природных сред

Первичные показатели опасности компонента отхода	Степень опасности компонента отхода для ОС по каждому компоненту отхода			
	1	2	3	4
ПДК _п (ОДК), мг/кг	< 1	1 – 10	10,1 – 100	> 100
Класс опасности в почве	1	2	3	Не установ.
ПДК _в (ОДУ, ОБУВ), мг/л	< 0,01	0,01 – 0,1	0,11 – 1	> 1
Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования	1	2	3	4
ПДК _{р.х.} (ОБУВ), мг/л	< 0,001	0,001 – 0,1	0,011 – 0,1	> 0,1
Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования	1	2	3	4
ПДК _{с.с.} (ПДК _{м.р.} , ОБУВ), мг/м ³	< 0,01	0,01 – 0,1	0,11 – 1	> 1
Класс опасности в атмосферном воздухе	1	2	3	4
ПДК _{пп} (МДУ, МДС), мг/кг	< 0,01	0,01 – 1	1,1 – 10	> 10
$\lg (S, \text{ мг/л} / \text{ ПДК}_в, \text{ мг/м}^3)$	> 5	5 – 2	1,9 – 1	< 1
$\lg (C_{нас}, \text{ мг/м}^3 / \text{ ПДК}_{р.з.})$	> 5	5 – 2	1,9 – 1	< 1
$\lg (C_{нас}, \text{ мг/м}^3 / \text{ ПДК}_{с.с.}$ или ПДК _{м.р.})	> 7	7 – 3,9	3,8 – 1,6	< 1,6
$\lg K_{ow}$ (октанол / вода)	> 4	4 – 2	1,9 – 0	< 0
LD50, мг/кг	< 15	15 – 150	151 – 5000	> 5000
LC50, мг/м ³	< 500	500 – 5000	5001 – 50000	> 50000
LC50 ^{водн} , мг/л / 96 ч	< 1	1 – 5	5,1 – 100	> 100
БД = БПК ₅ / ХПК 100%	< 0,1	0,01 – 1,0	1,0 – 10	> 10
Персистентность (трансформация в окружающей среде)	Образование более токсичных продуктов, в	Образование продуктов с более выраженным	Образование продуктов, токсичность которых	Образование менее токсичных продуктов

	том числе обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	влиянием других критериев опасности	близка к токсичности исходного вещества	
Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	Выраженное накопление во всех звеньях	Накопление в нескольких звеньях	Накопление в одном звене	Нет накопления
БАЛЛ	1	2	3	4

Таблица 1.4 – Диапазоны изменения показателя информационного обеспечения и присвоенные им баллы

Диапазоны изменения показателя информационного обеспечения (n / N)	Балл
< 0,5 (n<6)	1
0,5 – 0,7 (n = 6 – 8)	2
0,71 – 0,9 (n = 9 – 10)	3
> 0,9 (n > 11)	4

Коэффициенты (W_i) для наиболее распространенных компонентов опасных отходов приведены в Приложении 1. Следует отметить, что чем опаснее вещество, тем меньше коэффициент W_i . Так, для бенз(а)пирена W_i составляет 59,97 единицы, диоксинов (ПХДД) – 24,6; фуранов (ПХДФ) – 359, ртути – 10[13].

Показатель степени опасности (индекс токсичности) компонента отхода для ОС K_i рассчитывается по формуле:

$$K_i = \frac{C_i}{W_i}, \quad (1.1)$$

где C_i – концентрация i -го компонента в опасном отходе (мг/кг отхода); W_i – коэффициент степени опасности i -го компонента опасного отхода для ОС.

Общий индекс токсичности отхода K_{Σ} определяют по сумме индексов токсичности всех компонентов отходов:

$$K_{\Sigma} = K_1 + K_2 + \dots + K_n, \quad (1.2)$$

где K_{Σ} – показатель степени опасности отхода для ОПС, мг/кг; K_1, K_2, \dots, K_n – показатели степени опасности отдельных компонентов отхода для ОС, мг/кг.

По значению K_{Σ} определяют класс токсичности отходов.

Компоненты отходов, состоящие из таких химических элементов, как кислород, азот, углерод, фосфор, сера, кремний, железо, натрий, калий, кальций, магний, титан, в концентрациях, не превышающих их содержание в основных типах почв, относятся к практически неопасным компонентам со средним баллом (X_i), равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности для ОПС (W_i), равным 10^6 .

Компоненты отходов природного органического происхождения, состоящие из таких соединений, как углеводы (клетчатка, крахмал и иное), белки, азотсодержащие органические соединения (аминокислоты, амиды и иное), т.е. веществ, встречающихся в живой природе, относятся к классу практически неопасных компонентов со средним баллом (X_i), равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности для ОПС (W_i), равным 10^6 .

Для остальных компонентов отходов показатель степени опасности для ОПС рассчитывается по вышеустановленному порядку.

Отнесение отходов к классу опасности расчетным методом по показателю степени опасности отхода для ОС осуществляется в соответствии с таблицей 1.5.

Таблица 1.5 – Отнесение отхода к классу опасности по степени опасности

Класс опасности отхода	Степень опасности отхода для ОС (K_{Σ})
I	$10^6 \geq K_{\Sigma} > 10^4$
II	$10^4 \geq K_{\Sigma} > 10^3$
III	$10^3 \geq K_{\Sigma} > 10^2$

IV	$10^2 \geq K_{\Sigma} > 10$
V	$K_{\Sigma} \leq 10$

Например, для ртути как отхода концентрация C составляет 10^6 мг в килограмме. Разделив на $W_i = 10$ по формуле 1.1, получим $K_{рт} = 10^5$ мг/кг. Согласно таблице 1.5 ртуть относится к I классу опасности [4].

А для отхода, состоящего из песка (концентрация C составляет 950000 мг/кг, $W = 10^6$) и меди (концентрация C составляет 50000 мг/кг, $W = 358,9$), по формулам 1.1 и 1.2 получим $K = 140,26$. Согласно таблице 1.5 данный отход относится к III классу опасности.

Задания для самостоятельного выполнения

Задача 1. Определить класс опасности производственного отхода массой $M = 10$ кг следующего состава: песок – 90 %, цинк – 3 %, медь – 3 %, краситель органический прямой черный 2С – 2 %, триметиламин – 2 % [4]. Значения показателей опасности выбирают из Приложения 2 [5, 6].

Задача 2. Определить класс опасности производственного отхода массой $M = 10$ кг следующего состава: песок – 80 %, марганец – 9 %, хлорэтан – 7 %, медь – 4 %. Значения показателей опасности выбирают из Приложения 2 [5, 6].

Задача 3. Определить класс опасности производственного отхода массой $M = 10$ кг следующего состава: песок – 90 %, серебро – 2 %, алюминий – 5 %, муравьиная кислота – 3 %. Значения показателей опасности выбирают из Приложения 2 [5, 6].

Контрольные вопросы

1. Дайте определение опасных отходов.
2. Какими свойствами обладают опасные отходы?

3. Приведите перечень первичных показателей опасности компонентов отхода.
4. Какие существуют способы определения класса опасности отхода?

Практическая работа № 2

Расчет параметров дробилок с получением продукта грубого помола при измельчении полимерных отходов

Цели работы: 1. Изучить конструкции и принцип работы дробилок для получения продукта грубого помола.

2. Освоить методику расчета параметров валковой и молотковой дробилок.

Теоретическая часть

Измельчением называют процесс разрушения кусков твердого материала при критических внутренних напряжениях, создаваемых в результате какого-либо нагружения и превышающих соответствующий предел прочности. Напряжения в материале могут создаваться механическим нагружением, температурными воздействиями, ультразвуковыми колебаниями и др. Наибольшее применение в современном производстве имеют механические способы измельчения[2].

В технологии переработки пластмасс, к процессам измельчения прибегают в двух случаях:

а) измельчение полимерных материалов для их использования в специальных технологических процессах (напыление, нанесение покрытий) или для их повторного использования (дробление отходов);

б) измельчение исходных компонентов композиционных материалов (наполнители, красители, твердые реагенты и др.).

Хрупкие материалы можно измельчать раздавливанием, ударом или срезом. Пластичные и эластичные материалы лучше измельчаются срезом и истиранием. В большинстве видов оборудования для измельчения эти процессы накладываются друг на друга.

Выбирая метод измельчения, необходимо руководствоваться величиной разрушающего напряжения при сжатии. По этому показателю все

измельчаемые материалы делятся на три класса: с низкой (до 10 МПа), средней (от 10 до 50 МПа) и высокой (свыше 50 МПа) механической прочностью. Хрупкий или пластический характер разрушения материала определяет выбор метода измельчения: удар или срез.

В зависимости от размеров частиц исходного материала и готового продукта процессы измельчения подразделяются на пять групп, которые представлены в таблице 2.1.[15].

Таблица 2.1 –Классификация процессов измельчения в зависимости от размеров исходного материала и готового продукта

Измельчение	Исходные размеры частиц (кусков), мм	Конечные размеры частиц (кусков), мм
Крупное	150 – 1500	25 – 250
Среднее	25 – 160	5 – 20
Мелкое	5 – 25	1 – 5
Тонкое	1 – 5	0,05 – 1
Коллоидное	0,1 – 0,2	10 ⁻⁴

Основной характеристикой процесса измельчения является *степень измельчения*, которая определяется соотношением средневзвешенных размеров частиц материала до и после измельчения:

$$i = \frac{d_n}{d_k}, \quad (2.1)$$

Степень измельчения отражает технологию и определяет параметры измельчителей. Степень измельчения, достигаемая на одной машине, для большинства видов дробильного оборудования не превышает 3...7 [2].

С целью обеспечения эффективности измельчение материала от исходной до конечной крупности осуществляется, как правило, в несколько приемов, с последовательным переходом от крупного дробления к более мелкому и к помолу с постадийным разделением материала по классам. Следовательно, процесс измельчения целесообразно осуществлять

последовательно на нескольких измельчителях. Каждый отдельный измельчитель выполняет часть общего процесса, называемую стадией измельчения [9].

В то же время следует отметить, что увеличение стадий дробления приводит к повышению капитальных затрат на строительство заводов, переизмельчению материала и к удорожанию эксплуатации завода. Поэтому выбор схемы измельчения следует осуществлять из условия обеспечения минимального числа стадий дробления. Однако, в ряде случаев только применение многостадийных схем (четырёх- и пятистадийных) обеспечивает получение готового продукта в необходимом объеме и высокого качества [2].

Энергозатраты, нагрузки на элементы измельчителей и качество продукта зависят от прочности, хрупкости, твердости, упругости, абразивности и плотности твердых материалов.

Прочность – свойство твердого материала сопротивляться разрушению при возникновении внутренних напряжений, появляющихся в результате какого-либо нагружения. Обычно прочность твердых материалов оценивается пределом прочности при сжатии σ_c . По величине σ_c измельчаемые материалы делят на мягкие ($\sigma_c < 80$ МПа), средней прочности ($\sigma_c = 80 \dots 150$ МПа), прочные ($\sigma_c = 150 \dots 250$ МПа) и очень прочные ($\sigma_c > 250$ МПа) [10].

Дробление и измельчение осуществляют с помощью машин, называемых дробилками и мельницами. Классификация основного оборудования для измельчения твердых продуктов следующая:

- измельчители раскалывающего и разламывающего действия – щековые, конусные, зубовалковые и другие дробилки;
- измельчители раздавливающего действия – гладковалковые дробилки, ролико-кольцевые, вертикальные, горизонтальные и другие мельницы;

- измельчители истирающе-раздавливающего действия – бегуны, катково-тарельчатые, шаро-кольцевые, бисерные и другие мельницы;
- измельчители ударного действия – молотковые измельчители, бильные, шахтные мельницы, дезинтеграторы, центробежные, барабанные, газоструйные мельницы;
- ударно-истирающие и коллоидные измельчители – вибрационные, планетарные, виброкавитационные и прочие мельницы;
- прочие измельчители (пуансоны, пилы и т.д.).

Для дробления применяют щековые, конусные, валковые дробилки, работающие по принципу раздавливания, и ударные дробилки (молотковые, роторные) (рис. 2.1) [3].

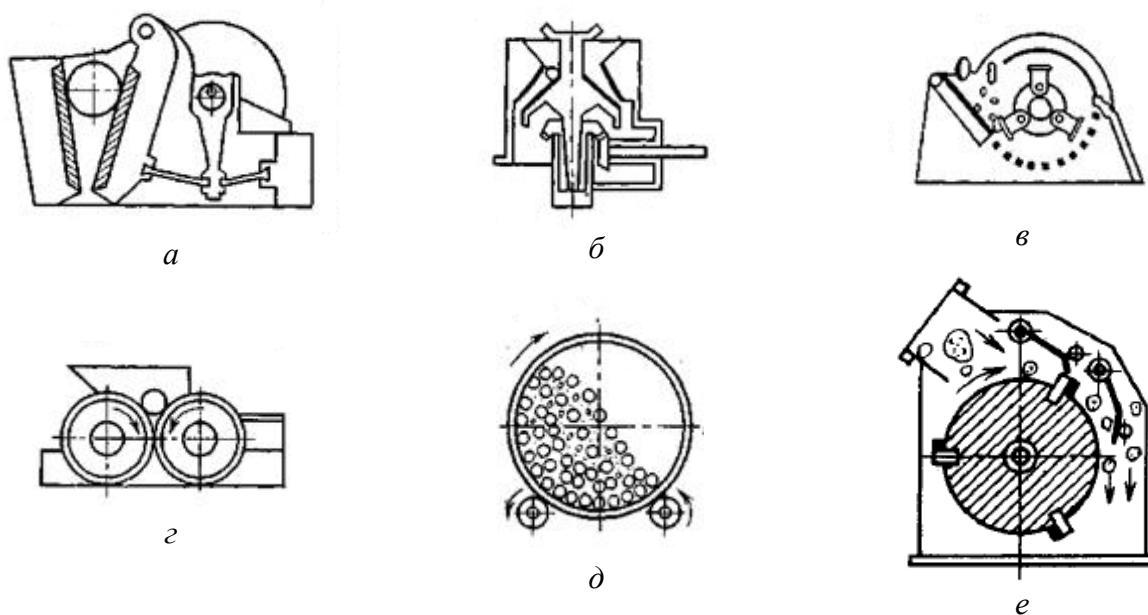


Рис. 2.1. Схемы дробильных машин:

a – щековая дробилка; *б* – конусная дробилка; *в* – молотковая дробилка;
г – валковая дробилка; *д* – шаровая мельница; *е* – роторная дробилка.

Щековые дробилки применяют для крупного и среднего дробления различных материалов во многих отраслях народного хозяйства. Степень измельчения обычно $i = 3 \dots 5$. Принцип действия щековой дробилки (рис.

2.1, а) заключается в следующем. Измельчаемые куски подают в камеру дробления образованную неподвижной и подвижной щеками и боковыми стенками дробилки. Подвижная щека периодически приближается к неподвижной и удаляется от нее. При сближении щек материал дробится, при расхождении – под действием сил тяжести материал продвигается вниз; измельченные куски, диаметр которых меньше ширины разгрузочной щели, выпадают из камеры дробления [2, 11].

Классификацию щековых дробилок осуществляют по характеру движения основного рабочего органа (подвижной щеки), так как именно это определяет важнейшие технико-эксплуатационные параметры дробилок. По принципиальным кинематическим схемам различают дробилки с простым и со сложным движением щеки [2].

Главным параметром щековых дробилок является размер (ширина и длина, $B \times L$) приемного отверстия камеры дробления, образуемой подвижной и неподвижной щеками. Отечественная промышленность выпускает дробилки с размерами приемного отверстия $B \times L$ (мм): 160×250 , 250×400 , 250×900 , 400×900 , 600×900 , 900×1200 , 1200×1500 , 1500×2100 , 2100×2500 . Производительность щековых дробилок достигает 1000 т/ч при размере пасти (загрузочного отверстия) 1500×2100 мм [2, 3].

Конусные дробилки (рис. 2.1, б) используют на стадиях крупного, среднего и мелкого дробления. Дробящие поверхности их выполнены в виде двух усеченных конусов, меньший из которых расширяющейся верхней частью входит в сужающуюся верхнюю часть большого конуса и эксцентрично движется (но не вращается) в последнем. Максимальный размер загрузочных отверстий конусной дробилки 2000 мм [3].

По конструктивному признаку – способу опирания вала дробящего конуса – различают дробилки с подвешенным валом, опорным пестом и с консольным валом [2].

Конусные дробилки по высоте (7...10 м) значительно превышают щековые (3...5 м) и требуют более высокого здания. Их конструкция сложнее. Производительность конусных дробилок (при сопоставимых параметрах) выше (до 4500 т/ч), чем у щековых. Это объясняется тем, что в щековых дробилках площадь выходного отверстия при перемещении щеки изменяется, а в конусных она постоянная и изменяется лишь положение подвижного конуса в камере дробления. Перекатывание дробящего конуса также способствует лучшему заполнению камеры дробления и захвату кусков [2, 3].

Валковые дробилки применяют для среднего и мелкого дробления материалов высокой и средней прочности, а также для измельчения пластичных и хрупких материалов. Дробилки могут быть одновалковыми, двухвалковыми и многовалковыми. Степень измельчения этих дробилок $i = 3 \dots 5$. В валковых дробилках (рис. 2.1, *г*) материал раздавливают между двумя вращающимися навстречу друг другу гладкими, рифлеными или зубчатыми цилиндрическими валками с зазором между ними от 1 до 100 мм. Скорость вращения валков варьируется от 0,5 м/с в тихоходных конструкциях до 4 ... 6 м/с в быстроходных при диаметре валков до 1500 мм и производительности до 250 т/ч [3, 11].

Наиболее распространена двухвалковая дробилка. Машина с гладкими или рифлеными валками (рис. 2.2) состоит из станины 1 рамной конструкции. Валок 8 установлен на подшипниках, размещенных в разъемных корпусах 9. Корпуса 5 подшипников другого валка установлены в направляющих 4 и могут перемещаться по ним вдоль станины. Регулирование ширины выпускной щели (зазора между валками) осуществляется с помощью набора прокладок 10, которые устанавливаются между корпусами неподвижных и подвижных подшипников. Подвижный валок прижимается к неподвижной системе верхних 6 и нижних 7 тяг с пакетом пружин 3. Предварительное натяжение пружин, создаваемое гайками 2, обеспечивает суммарное усилие

на валок, обеспечивающее дробление материала. При попадании в машину недробимых предметов пружины сжимаются, валки расходятся и пропускают их. Для предотвращения пыления дробящие валки закрыты кожухом с приемной воронкой [2].

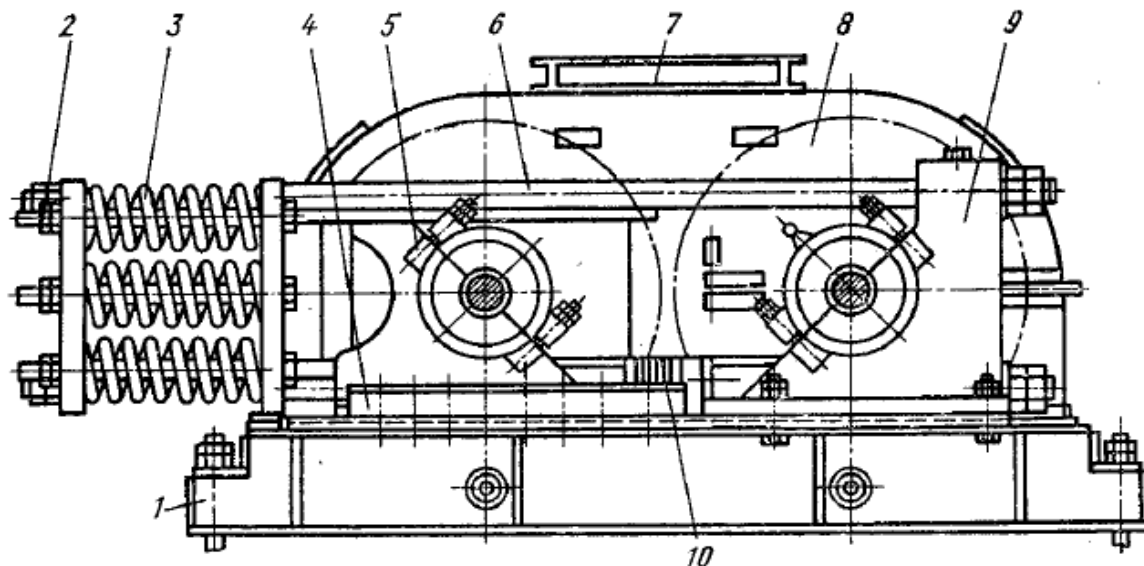


Рис. 2.2. Двухвалковая дробилка:

1 – станция; 2 – гайки; 3 – пакет пружин; 4 – направляющие; 5 – подшипники; 6 – система верхних и нижних тяг; 7 – приемная воронка; 8 – валки; 9 – разъемный корпус; 10 – набор прокладок.

Молотковые и роторные дробилки применяют для измельчения как мягких, так и твердых материалов за счет энергии удара шарнирно подвешенными на вращающемся роторе молотками (молотковые дробилки, рис. 2.1, в) или жестко закрепленными билами (роторные дробилки, рис.2.1, е) [15].

Данные дробилки позволяют получить высокую степень измельчения $i = 15...20$, в отдельных случаях до $i = 50$, что позволяет уменьшить число стадий дробления. Они отличаются простотой конструкции и эксплуатации, избирательностью дробления и малой металлоемкостью.

По числу роторов различают однороторные и двухроторные дробилки. Двухроторные дробилки одноступенчатого дробления имеют высокую производительность. Исходный материал поступает равномерно на оба ротора, которые работают самостоятельно в одном корпусе. В двухроторных дробилках двухступенчатого дробления материал в зоне действия первого ротора подвергается предварительному дроблению, а затем в зоне действия второго ротора – повторному дроблению.

Роторные дробилки могут применяться для дробления крупных кусков, так как имеют массивный ротор и обладают большим запасом энергии рабочих органов.

По технологическому назначению роторные дробилки делят на дробилки крупного (ДРК), среднего (ДРС) и мелкого дробления (ДРМ). Принципиальные конструктивные схемы роторных дробилок, во многом, одинаковы и отличаются числом отражательных плит и соотношениями размеров ротора.

В молотковых дробилках процесс дробления определяет лишь кинетическая энергия самого молотка.

Типоразмеры роторных и молотковых дробилок определяются диаметром и длиной ротора [2].

Типичная молотковая дробилка (рис. 2.3) состоит из корпуса 3, внутри которого установлен ротор 4 с шарнирно подвешенными молотками 5. Через загрузочную воронку-патрубок 1 в корпус дробилки загружается материал, который измельчается от удара молотками 5 и удара летящих частиц материала об отбойные плиты 2. Частицы измельченного материала, отбрасываемые на колосниковую решетку 6, либо проваливаются через отверстия в ней, либо (если их размер слишком велик) вновь подхватываются молотками ротора, и измельчение продолжается.

Корпус дробилок обычно делают сварным с внутренней футеровкой из износостойкого материала. Из такого же материала изготавливают и

отбойные плиты, которые устанавливают на шарнирах, позволяющих регулировать положение плит относительно траектории движения измельченного материала.

Ротор изготавливают сборным из отдельных дисков, между которыми на осях в шахматном порядке устанавливают молотки. В каждом ряду располагается от 4 до 8 молотков.

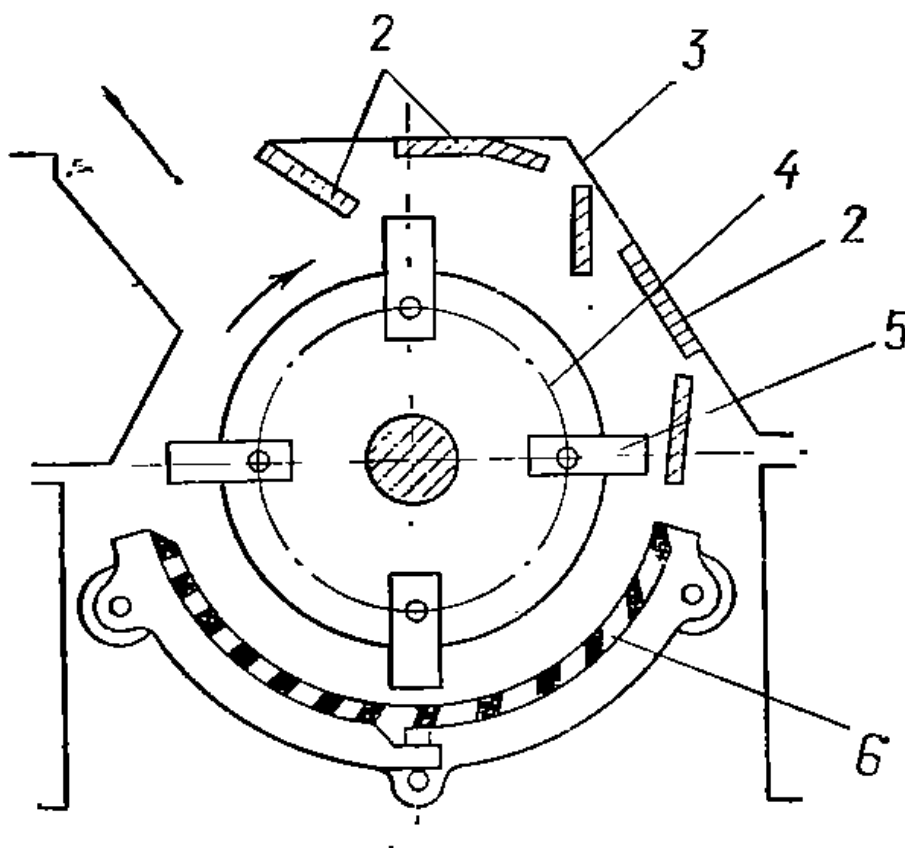


Рис.2.3. Молотковая дробилка:

1 – загрузочная воронка-патрубок; 2 – отбойные плиты; 3 – корпус; 4 – ротор; 5 – шарнирно-подвешенные молотки; 6 – колосниковая решетка.

Часть измельченного материала вращается по инерции вместе с ротором и измельчается в основном за счет истирания, причем более мелкие частицы располагаются ближе к оси вращения. В результате мелкие частицы, скапливаясь на решетке, затрудняют выгрузку измельченного материала и вызывают его чрезмерное измельчение. Чтобы предотвратить забивание отверстий решетки, применяют сита с максимальным размером отверстий и

увеличивают зазор между молотками и внутренней поверхностью камеры [15].

Методические указания

Методика расчета параметров валковых дробилок. Основными параметрами, характеризующими работу валковых дробилок, являются угол захвата α , частота вращения валков, их производительность и потребляемая ими мощность.

Для захвата материала валками должно соблюдаться условие: $\alpha < 2\varphi$, где φ – коэффициент трения материала о валок.

Предельную частоту вращения валков n (в об/мин) определяют по формуле:

$$n = 616 \cdot \sqrt{\frac{\varphi}{\rho \cdot d_n \cdot D}}, \quad (2.2)$$

Предельную окружную скорость вращения валков w (в м/с) определяют по формуле:

$$w = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}, \quad (2.3)$$

где φ – коэффициент трения; ρ – объемная масса измельчаемого материала, кг/м³; d_n – размер зерен материала, м.

Обычно $w = 2,5 \dots 5$ м/с.

Производительность вальцово-валковой дробилки Q (в кг/ч):

$$Q = 60 \cdot \pi \cdot D \cdot b \cdot n \cdot l \cdot \rho \cdot \psi, \quad (2.4)$$

где D – диаметр валков, м; b – ширина зазора между валками, м; l – длина валка, м; n – частота вращения валков, об/мин; ρ – объемная масса измельченного материала, кг/м³; ψ – коэффициент, учитывающий неравномерность питания валков; $\psi = 0,5 \dots 0,7$.

Если валки вращаются с различной частотой, то их производительность определяется по средней частоте вращения.

Мощность N (в кВт), потребляемая вальцовой дробилкой определяется по формуле:

$$N = 0,117 \cdot D \cdot \ln(120 \cdot d_n + D^2), \quad (2.5)$$

Здесь значения D , l и d_n даны в м, n – в об/мин.

Размер поступающих на измельчение частиц должен быть в 20...25 раз меньше диаметра гладких валков и в 10...12 раз меньше диаметра рифленых валков; для дробилок с зубчатыми валками отношение $D/d_n = 2...5$ [3].

Методика расчета параметров молотковых дробилок. Окружную скорость вращения молотков (в м/с) определяется по формуле:

$$w = \frac{P \cdot \tau}{m}, \quad (2.6)$$

где P – сила удара, Н; τ – продолжительность удара, с; m – масса измельчаемого тела, кг.

Производительность молотковой дробилки (в т/ч) определяют по формуле:

$$Q = \frac{k \cdot D^2 \cdot L \cdot n^2}{3600 \cdot (i - 1)}, \quad (2.7)$$

где D – диаметр ротора, м; L – длина ротора, м; n – число оборотов ротора в минуту; i – степень измельчения; k – опытный коэффициент, величина которого зависит от конструкции дробилки и твердости измельчаемого материала (обычно $k = 4,0...6,2$),

или по упрощенной формуле:

$$Q = 35 \cdot D \cdot L \cdot \rho, \quad (2.8)$$

где ρ – объемная масса измельчаемого материала, кг/м³.

Мощность N (в кВт), потребляемая молотковой дробилкой, может быть приближенно определена по эмпирической формуле:

$$N = (0,1...0,15) \cdot i \cdot Q, \quad (2.9)$$

или по формуле

$$N = 0,15 \cdot D^2 \cdot L \cdot n, \quad (2.10)$$

где n – частота вращения ротора, об/мин [3].

Задания для самостоятельного выполнения

Задача 1. Определить частоту и скорость вращения валков валковой дробилки для измельчения полимерных отходов, если диаметр валков $D = 0,25$ м, объемная масса измельчаемого материала $\rho = 900$ кг/м³, коэффициент трения его о валок $\varphi = 0,28$ и размер зерен материала $d_n = 3,5$ мм [3].

Задача 2. Определить производительность валковой дробилки полимерных отходов, если окружная скорость вращения валков $w = 7$ м/с, частота вращения $n = 200$ об/мин, ширина зазора между валками 30 мм, длина валков 0,7 м, объемная масса измельченного материала $\rho = 700$ кг/м³.

Задача 3. Имеется молотковая дробилка марки СМ-18 для измельчения полимерных отходов. Диаметр ее ротора $D = 800$ мм, длина $L = 400$ мм, ширина отверстий колосниковой решетки 13 мм, число оборотов ротора $n = 950$ об/мин. Мощность электродвигателя дробилки 20 кВт. Проверить, пригодна ли эта дробилка для измельчения 25 т/ч отходов средней твердости, крупность кусков которого 100 мм. Диаметр кусков дробленого отхода должен составлять 10 мм [3].

Задача 4. Определить производительность и мощность молотковой дробилки, которая используется для измельчения полимерных отходов, если диаметр ее ротора $D = 1$ м, длина $L = 0,6$ м, частота вращения ротора $n = 950$ об/мин, степень измельчения $i = 8$.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятий измельчение, степень измельчения материала.
2. Расскажите принцип работы валковой дробилки.
3. Объясните принцип работы роторной дробилки.
4. Раскройте принцип работы молотковой дробилки.
5. Приведите классификацию основного оборудования для измельчения твердых отходов.

Практическая работа № 3

Расчет параметров дробилок с получением продукта тонкого помола при измельчении полимерных отходов

Цели работы: 1. Изучить конструкции и принцип работы дробилок для получения продукта тонкого помола.

2. Освоить методику расчета параметров ножевой дробилки и барабанной мельницы.

Теоретическая часть

Для измельчения полимерных отходов тонкого помола чаще всего используют ножевые дробилки и барабанные мельницы.

Ножевые дробилки. В современных подготовительных производствах наиболее широко используют режущие устройства с вращательным движением режущих элементов – ножевые дробилки, которые используют для резки заготовок полимерного материала, армирующих наполнителей и различных отходов.

В существующих дробилках применяют ряд различных способов резки, им соответствуют различные конструкции режущих органов и форма частиц получаемого материала. Так, возможна резка полос заданной ширины, при которой получают частицы кубической формы (или в виде удлиненных параллелепипедов). Размер частиц можно регулировать, изменяя число установленных на роторе ножей, скорость вращения ротора и скорость подачи материала. Применяется также резка на частицы неправильной формы.

Процесс резки можно начинать в одной точке, а затем распространять разрез на всю ширину полосы или выполнять резку сразу по всему фронту. В последнем случае приходится увеличивать мощность привода и чаще заменять ножи из-за более интенсивного их износа. Первый способ создает

более мягкие условия работы, позволяя снизить мощность привода, уменьшить шум и количество пылевидных отходов.

Типичная ножевая дробилка («дайсер») для получения гранул кубической формы из листовых материалов (рис. 3.1) состоит из продольно-резательного устройства с дисковыми ножами 1 и 4, ножевого барабана 9, установленного в кожухе 8 на приводном валу 10. Подлежащий измельчению лист 2 проходит через направляющие 3 и поступает в продольно-резательное устройство, циркулярные ножи которого 1 и 4 режут лист в продольном направлении на полосы постоянной ширины.

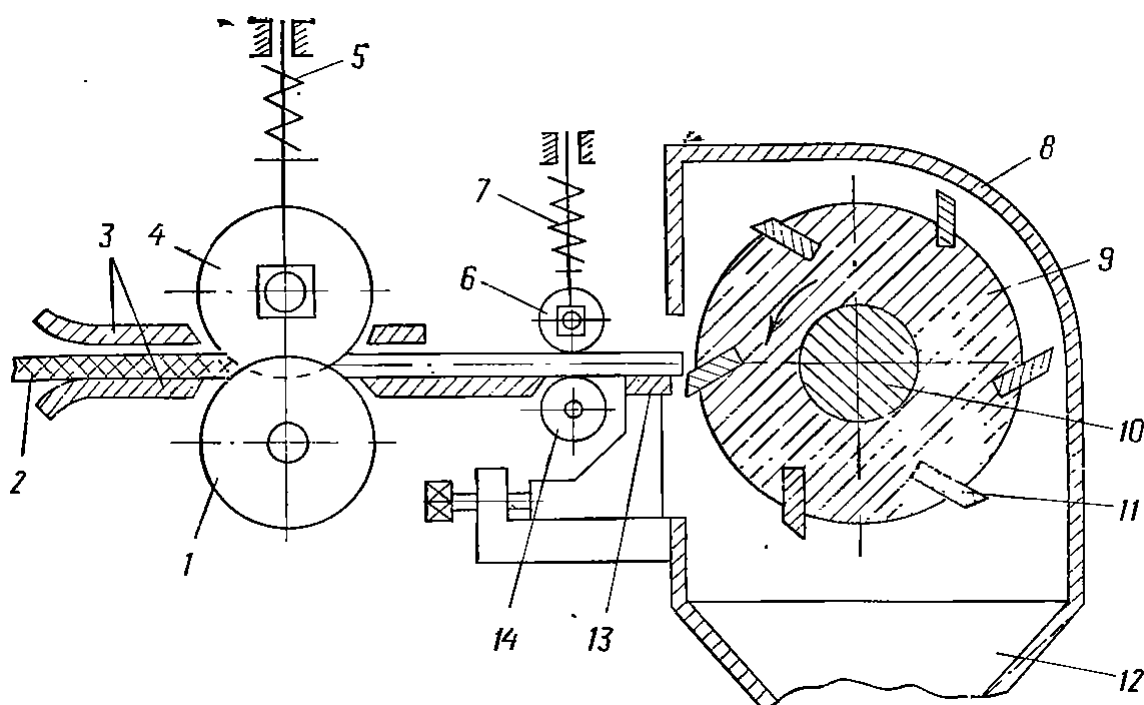


Рис. 3.1. Дробилка с дисковыми ножами и режущим ротором («дайсер»):

1, 4 – дисковые ножи; 2 – лист, подлежащий измельчению; 3 – направляющие; 5, 7 – поджимаемые пружины; 6, 14 – тянущие ролики; 8 – кожух; 9 – ножевой барабан; 10 – приводной вал; 11 – вращающиеся ножи; 12 – разгрузочная воронка; 13 – неподвижный нож.

Верхний нож 4 укреплен на поджимаемой пружиной 5 подвижной опоре. Далее полосы поступают на тянущие ролики би 14, которые продвигают их к неподвижному ножу 13. Ролик б поджимается пружиной 7. Попадая на него, полосы разрезаются в поперечном направлении вращающимися ножами 11 барабана 9. Измельченный материал выводится из дробилки через разгрузочную воронку 12.

Дайсеры способны измельчать листы толщиной до 3 и шириной от 60 до 500 мм. Размер гранул по ширине и длине может составлять от 2 до 25 мм. При производительности от 40 до 7500 кг/ч мощность привода равна от 3 до 125 кВт.

Для измельчения отходов, образующихся в процессах переработки пластмасс (литники, облой, отходы пленки, бракованные изделия), выпускаются специализированные ножевые дробилки. Производительность их составляет от 20 до 2000 кг/ч при мощности привода от 0,8 до 180 кВт. Измельчаемый материал загружается через бункер в корпус дробилки и находится в нем до тех пор, пока ножи не измельчат его до частиц нужного размера.

Форма и размер загрузочного бункера определяются характером и размерами подлежащего измельчению материала. Обычно загрузку производят сверху, в редких случаях – по касательной к окружности вращения ножей. Питание дробилки может осуществляться вручную или автоматически. Из механических устройств применяют червячные и роликовые питатели, механические конвейеры и пневмотранспорт. Площадь загрузочного отверстия определяется размерами подлежащих измельчению отходов, достигая у отдельных дробилок 1,5 м². Объем приемного бункера выбирают обычно достаточно большим с тем, чтобы при периодической загрузке обеспечить непрерывную работу дробилки.

Конструкция применяемого ротора зависит от условий работы. При измельчении отходов пленки, полых изделий (тонкие материалы, легкие

условия) применяют сварные и сборные роторы, представляющие собой рамы с закрепленными на них ножами. В дробилках, предназначенных для измельчения крупных отходов, ротор одновременно играет роль маховика. Поэтому его выполняют в виде сплошного цилиндра. Для особо тяжелых условий работы при измельчении плотных массивных отходов в качестве роторов применяют специальные фрезы.

Число ножей, их расположение и форму выбирают таким образом, чтобы в каждый момент времени в разрезании контактирующего с неподвижным ножом материала участвовал только один подвижный нож. При измельчении мягких и пластичных материалов ножи устанавливают таким образом, чтобы разрушение происходило за счет среза. При измельчении хрупких материалов предпочтительно разрушение от ударного воздействия. Конструкция крепления ножей к барабану должна обеспечивать передачу динамических нагрузок от резания непосредственно на тело ротора, а не на устройство крепления ножей.

Число подвижных ножей обычно составляет от двух до четырех. Однако известны конструкции с 27 подвижными ножами. Число неподвижных ножей обычно равно двум, хотя известны конструкции с 12 неподвижными ножами. Профиль ножей зависит от свойств измельчаемого материала. Учитывая быстрый износ рабочих кромок, ножи изготавливают с несколькими режущими кромками (до четырех) и переставляют по мере износа.

Измельченный материал выгружается из камеры дробилки через металлическую сетку, расположенную в нижней части камеры. Площадь сетки составляет от 36 до 60 % всей цилиндрической поверхности камеры. Размеры ячеек в сетке рассчитаны на прохождение через них частиц диаметром от 1 до 15 мм (в зависимости от размеров дробилки).

К дополнительным устройствам, устанавливаемым на ножевых дробилках, относятся магнитные ловушки, приспособления для снятия

статического электричества и системы электромеханической блокировки, исключающей возможность доступа оператора к вращающемуся ножевому ротору. В больших дробилках камера закрывается при помощи гидроцилиндров. Для отвода избыточного тепла ротор и камера имеют системы водяного охлаждения [15].

Барабанные мельницы. В барабанных мельницах измельчение происходит при горизонтальном вращении барабана, внутрь которого загружают материал и мелющие тела – обычно стальные шары, короткие цилиндры или стержни. Внутреннюю поверхность барабана футеруют стальными или чугунными износостойчивыми плитами.

При вращении барабана мелющие тела поднимаются на некоторую высоту и падают, разбивая куски материалов. Для хорошей работы мельницы необходимо правильно выбрать частоту вращения. При слишком большой (критической) скорости вращения дробящие тела центробежной силой прижимаются к стенкам барабана и вращаются вместе с ним, не измельчая отходы. При недостаточном числе оборотов мелющие тела перекатываются в нижней части барабана при незначительном эффекте измельчения. Оптимальная скорость составляет 75...80% критической [3].

На рисунке 3.2. показана схема процесса измельчения отходов в барабанной мельнице. При вращении полого барабана смесь измельчаемого материала и мелющих тел (шаров, стержней) сначала движется по круговой траектории вместе с барабаном, а затем, отрываясь от стенок, падает по параболической траектории. Часть смеси, расположенная ближе к оси вращения, скатывается вниз по слоям смеси. Измельчение материала происходит в результате истирания при относительном движении мелющих тел и частиц материала, а также вследствие удара [2].

Известны классификации барабанных мельниц по нескольким признакам. В зависимости от *вида измельчающей нагрузки* их подразделяют на *стержневые, шаровые, галечные и самоизмельчения*.

Стержневые мельницы используют на стадии грубого, а шаровые – тонкого измельчения. В галечных мельницах дробящим телом является кремниевая галька. Она применяется тогда, когда недопустимо даже небольшое загрязнение измельчаемого материала железом от истираемых шаров или стержней. В мельницах самоизмельчения специальные мелющие загрузки отсутствуют, а материал разрушается при падении и перекачивании его кусков. Крупность материала, образующегося при самоизмельчении, весьма неоднородна, и мельница должна работать в замкнутом цикле.

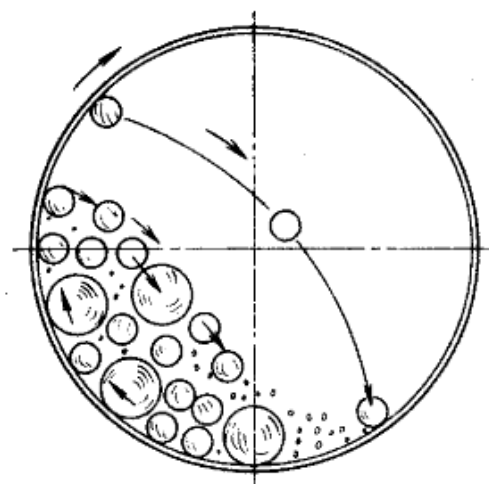


Рис. 3.2. Схема рабочего процесса в барабанной шаровой мельнице

По форме барабана мельницы делятся на конические и цилиндрические. Цилиндрические шаровые мельницы длиной, в 3...6 раз превышающей диаметр, называют *трубными*. Последние могут быть одно-, двух- и многокамерными. Увеличение числа камер повышает равномерность и степень измельчения материала. Первая, со стороны загрузки, камера заполняется наиболее крупными шарами, следующие – все более мелкими.

В зависимости от *среды*, в которой проводят измельчение, различают барабанные мельницы *сухого* и *мокрого помола*. При мокром помолу измельчение проводят в жидкой среде (обычно водной), что

предупреждает агрегацию тонких частиц, пыление материала и обеспечивает более равномерный гранулометрический состав готового продукта. Смесь твердых частиц с водой называют *пульпой*, густоту которой характеризуют отношением масс жидкого и твердого (ж:т) обычно равным 0,40...0,75 или массовым процентом твердого. Воду в мельницу подают через полуцапфу на одном из торцов барабана, а на противоположном конце через цапфу сливают пульпу. При сухом измельчении материал из мельницы разгружают по ее периферии через решетку. Желаемая степень измельчения в обоих случаях достигается регулированием производительности мельницы и массой мелющей загрузки.

По *схеме измельчения* материала мельницы разделяют на работающие в *открытом* и *замкнутом* циклах. В последнем случае производится классификация измельчаемого материала по крупности, и недоизмельченная его часть возвращается в мельницу. Замкнутый цикл обеспечивает большую степень и равномерность помола материала, но снижает производительность оборудования [3].

Двухкамерная мельница (рис. 3.3) состоит из полого сварного барабана 21, закрытого с обеих сторон стальными литыми крышками 5 и 6 с полыми цапфами 4 и 10. Внутренняя полость барабана делится перегородкой 19 со щелевидными отверстиями на две камеры, заполненные стальными шарами. В первой камере по ходу движения материала шары крупнее, чем во второй. Это повышает эффективность помола за счет обеспечения соответствия размеров шаров и кусков измельчаемого материала.

Барабан цапфами опирается на подшипники 22, вращение ему передается от электродвигателя через редуктор и зубчатую муфту 14. Внутренняя поверхность барабана и крышек футерована плитами 20. Загрузка материала в барабан осуществляется через точку 1 и питатель 2. Затем материал захватывается лопастями 23 и попадает в полузагрузочную цапфу, имеющую шнековую насадку 3. Выгрузка материала происходит

через полу цапфу 10. Измельченный материал из барабана проходит через торцовую решетку 7 и поступает на элеваторное устройство. Между решеткой и торцовой крышкой установлен конус 8 с приваренными к нему радиальными лопастями 18, образующими ряд секторов. Материал, попавший в нижний сектор, при вращении барабана поднимается и по конусу 8 сыпается в полость шнековой насадки 9, размещенной в полой цапфе 10. Через окна в разгрузочном патрубке 13 материал попадает на сито 12, служащее для задержания раздробленных мелющих тел. Через патрубок 11 в кожухе 15 осуществляется аспирация воздуха.

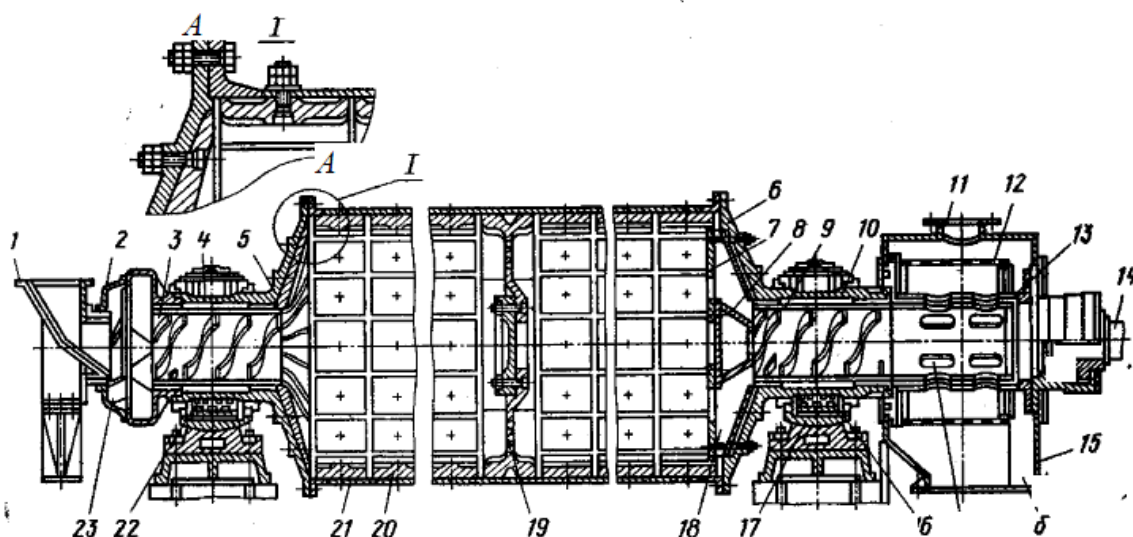


Рис. 3.3. Двухкамерная шаровая мельница:

1 – течка; 2 – питатель; 3 – полая загрузочная цапфа, имеющая шнековую насадку; 4, 10 – полые цапфы; 5, 6 – стальные литые крышки; 7 – торцовая решетка; 8 – конус; 9 – полость шнековой насадки; 11 – патрубок; 12 – сито; 13 – разгрузочный патрубок; 14 – зубчатая муфта; 15 – кожух; 16 – нижний вкладыш подшипника; 17 – корпус подшипника; 18 – радиальные лопасти; 19 – перегородка; 20 – футеровочные плиты; 21 – полый сварной барабан; 22 – подшипники; 23 – лопасти.

В мельницах применяют подшипники скольжения сферическисамоустанавливающиеся, состоящие из корпуса 17, крышки и нижнего вкладыша 16.

Барабан мельницы изготавливают сварным из листовой стали. Его внутренняя поверхность футерована плитами из износостойких материалов со звукоизолирующими прокладками. Профиль и схема установки футеровочных плит существенно влияет на процесс измельчения материала и производительность барабанных мельниц[2].

Современные барабанные мельницы отличаются крупными габаритами и высокой единичной мощностью. Диаметр и длина барабанов стержневых мельниц достигают 4×11 м, шаровых трубных – $4,5 \times 16$ м, шаровые мельницы при сухом измельчении и воздушной классификации материала имеют диаметр до 8,5 м. Производительность стержневого агрегата в открытом цикле – до 9 тыс. т в сутки. Скорость вращения мельницы большого диаметра не превышает 12 мин. Мелющая загрузка равна 40...50% объема аппарата и представляет собой стержни и шары диаметром соответственно 75...100 и 30...120 мм[3].

К достоинствам барабанных конструкций относятся высокие степени легкость регулирования помола, однородность готовой продукции, простота и надежность. Их недостатки – большие расходы энергии и габариты, металлоемкость, значительный уровень шума во время работы, невысокие скорости движения мелющих тел и материала, в работе участвует только часть мелющих тел, рабочий объем барабана используется только на 35 – 40 %. [2, 3].

Методические указания

Методика расчета параметров ножевых дробилок. Для составления технической характеристики ножевого измельчителя необходимо определить мощность привода и производительность ножевого измельчителя при дроблении полимерных отходов. При этом задаются следующие параметры: направление и скорость вращения ротора, величина загрузки отходов

полимера, время измельчения, величина зазора между ножами, суммарная площадь отверстий сита.

Производительность ножевой дробилки определяется по формуле:

$$G_H = 3600 \cdot v \cdot S \cdot \varphi \cdot \gamma, \quad (3.1)$$

где v – скорость движения крошки через сечение отверстий сита, м/с; S – суммарная площадь отверстий сита, м²; $\varphi = 0,5 \dots 0,8$ – коэффициент полноты заполнения отверстий сита крошкой; γ – насыпная плотность крошки, кг/м³.

$$v = \frac{Q_v}{3600 \cdot S \cdot \varphi}, \quad (3.2)$$

где Q_v – объемная производительность дробилки, м³/ч.

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot k, \quad (3.3)$$

где d – диаметр отверстий сменной калибрующей решетки, м; k – число отверстий в сменной калибрующей решетке.

Мощность на валу электродвигателя дробилки определяется по формуле:

$$N_d = \frac{P \cdot v_p \cdot z}{1000 \cdot \eta}, \quad (3.4)$$

где $P = \tau_{cp} \cdot F$ – сила среза материала одним ножом ротора, Н; τ_{cp} – напряжение среза материала, Н/м²; $F = \delta \cdot l$ – площадь среза, м²; δ – толщина среза, м; l – длина ножа, м; $v_p = \pi \cdot R \cdot n / 30$ – скорость вращения ротора, м/с; R – радиус действия силы среза (определяется путем геометрического измерения), м; n – число оборотов двигателя, об/мин; z – количество ножей; η – КПД привода измельчителя [8].

Методика расчета параметров барабанных мельниц. Число оборотов мельницы (об/мин) принимают равным 75 % от критического числа

оборотов $n_{kp} = \sqrt{\frac{1800}{D}} = \frac{42,4}{\sqrt{D}}$ и определяют по формуле:

$$n = \frac{32}{\sqrt{D}}, \quad (3.5)$$

где D – внутренний диаметр барабана мельницы, м.

Размер шаров (мм), загружаемых в барабан, зависит от наибольшего размера кусков питания d_n и размера частиц измельченного продукта d_k и может быть определен по формуле:

$$D_{ш} = 6 \cdot (\lg d_k) \cdot \sqrt{d_n}, \quad (3.6)$$

Производительность мельницы (т/ч) рассчитывается на выход частиц определенной крупности и может быть ориентировочно определена по формуле:

$$Q = K \cdot V \cdot D^{0,6}, \quad (3.7)$$

где K – коэффициент, определяемый по таблице 3.1; V – объем барабана, м³.

Таблица 3.1 – Значение коэффициента K

Крупность исходного материала, мм	Крупность измельченного материала, мм		
	0,2	0,15	0,075
25	1,31	0,95	0,41
19	1,57	1,09	0,51
12	1,91	1,25	0,58
6	2,4	1,5	0,66

Расход энергии (кВт) на измельчение приближенно вычисляется по формуле:

$$N = 6,1 \cdot m_{ш} \cdot \sqrt{D}, \quad (3.8)$$

где $m_{ш}$ – масса шаров, т[3].

Задания для самостоятельного выполнения

Задача 1. Рассчитать производительность ножевой дробилки для измельчения полимерных отходов, если суммарная площадь отверстий сита

равна $0,002 \text{ м}^2$, насыпная плотность крошки 900 кг/м^3 , а объемная производительность дробилки $1,3 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Задача 2. Рассчитать объемную производительность ножевой дробилки для измельчения полимерных отходов, если диаметр отверстий сменной калибрующей решетки равен 12 мм , число отверстий 16 , а скорость движения крошки через сечение отверстий сита равна $0,4 \text{ м/с}$.

Задача 3. Рассчитать шаровую мельницу с центральной разгрузкой для измельчения полимерных отходов, размеры барабана которой $D \times L = 1500 \times 3000 \text{ мм}$, если 85% кусков исходного отхода имеют диаметр $d_n = 25 \text{ мм}$, а 85% зерен измельченного отхода имеют крупность менее 150 мкм , насыпная масса стальных шаров $\rho_{ш} = 4100 \text{ кг/м}^3$ [3].

Задача 4. Рассчитать производительность и мощность барабанной мельницы для измельчения полимерных отходов, если частота вращения барабана 29 об/мин , максимальная крупность кусков в исходном материале 12 мм , конечный размер частиц $0,075 \text{ мм}$, отношение $L/D = 2,5$, насыпная масса стальных шаров 4100 кг/м^3 , степень заполнения барабана шарами $0,4$.

Контрольные вопросы

1. Расскажите принцип работы ножевой дробилки.
2. Назовите основные рабочие элементы шаровых мельниц.
3. Расскажите принцип работы шаровой мельницы.
4. Каковы достоинства и недостатки барабанных измельчителей?

Практическая работа № 4

Определение технико-экономических показателей при сравнении вариантов переработки полимерных отходов

Цели работы: 1. Изучить экологические проблемы, обусловленные накоплением полимерных отходов..

2. Освоить методику технико-экономической оценки вариантов переработки отходов.

Теоретическая часть

Актуальность вопросов переработки полимерных отходов, возникшая еще более 20 лет назад, обусловлена как экологическими аспектами длительного разложения и накопления этих материалов в окружающей среде, так и возможностями получения большого спектра вторичных материалов и изделий на их основе. Полимерная промышленность является растущей отраслью экономики. Даже в условиях кризиса объем мирового рынка полимерной продукции в 2008 составил 2044 млрд. долл. по сравнению с 1500 млрд. долл. в 1998. По прогнозам экспертов предполагаемый ежегодный темп роста мировой полимерной продукции промышленности будет составлять 2,7% и к 2030 г. объем мирового рынка полимерной продукции достигнет величины 4391 млрд. долл. Согласно прогнозу ООН, население мира будет ежегодно увеличиваться на 50 – 70 миллионов человек и к 2030 году достигнет 8,2 млрд., следовательно, объем потребления продукции полимерной промышленности будет расти. Традиционные страны-лидеры мировой полимерной промышленности – США, Германия и Япония. В период с 1998 по 2008 средний ежегодный рост товарооборота полимерной продукции, произведенной в России – 5,4%, что выше темпа роста развитых стран – 3,8%, но значительно ниже темпа роста азиатских стран: Китай – 14%, Индия – 7,7%. В прогнозируемый период ежегодный рост товарооборота составит для России 5%.

Полимерная промышленность играет важную роль в экономическом развитии практически всех отраслей промышленности и других сфер деятельности. Достижениями полимерной индустрии определяют конкурентоспособность таких отраслей как машиностроение, автомобилестроение, авиастроение, энергетика, лесная промышленность, легкая промышленность, сельское хозяйство.

Образование пластиковых отходов в России составляет значительную величину – около 3,3 млн. тонн в год, 34% которых составляют отходы из полиэтилена (ПЭ), 20,4 % – из полиэтилентерефталата(ПЭТФ), 17 % – комбинированные материалы на основе бумаги и картона, 13,6 % – из поливинилхлорида (ПВХ), 7,6 % - из полистирола (ПС), 7,4 % – из полипропилена (ПП) (рис. 4.1). Объём полимеров в структуре ТБО в 2010 году составил 3277,2 тыс. тон, из которых лишь около 13 % попали на переработку[12].

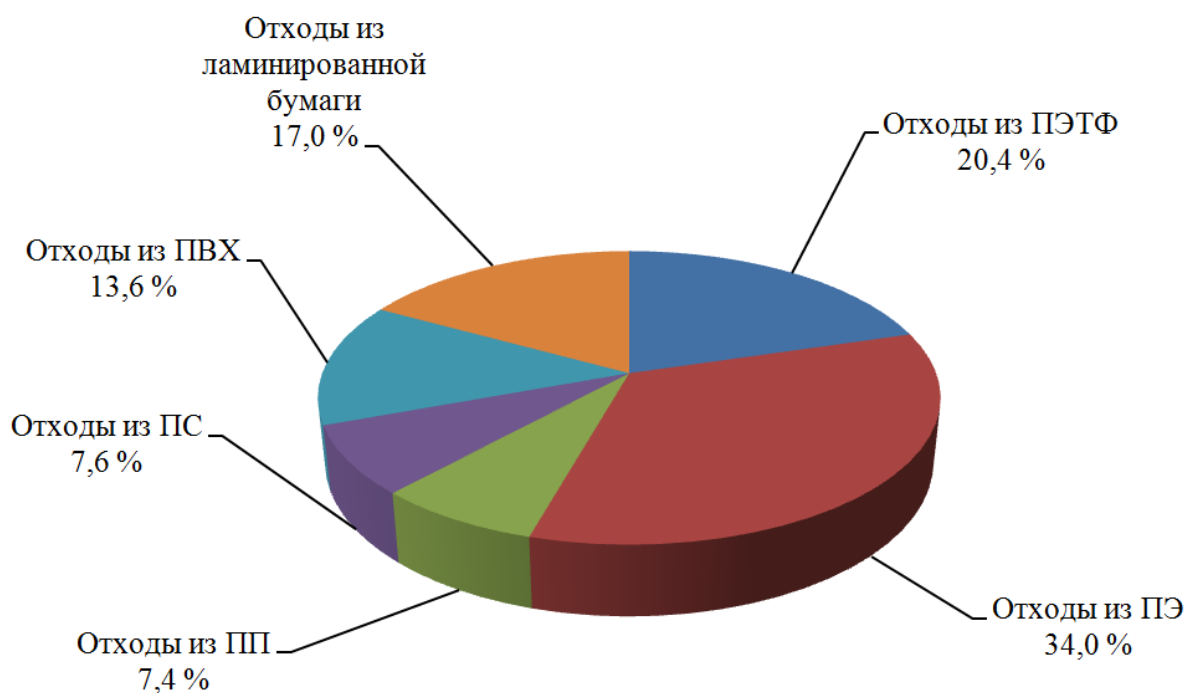


Рис. 4.1. Структура образующихся полимерных отходов в России

Экологическая ситуация усугубляется так же специфическими свойствами полимеров. Известно, что требуется более 100 лет на естественное разложение пластика. Исследованиями установлено, что разложение пластика опасно тем, что в контактирующие с ними среды (воздух, вода, почва) выделяются химические реагенты, нарушающие газообмен в почве и воде, негативно влияющие на организм человека и животных. Вредность указанных материалов в первую очередь зависит от выделяющегося мономера (стирол, фенол, формальдегид, уретан и др.). Токсичными могут быть и вспомогательные компоненты (катализаторы, инициаторы, растворители, пластификаторы и т.п.), используемые при производстве полимерных материалов.

Вместе с тем, ожидается, что в ближайшие 10 лет производство и потребление пластиков в России будет опережать темпы роста промышленного производства, а, следовательно, способствовать дальнейшему обострению экологических и экономических проблем, связанных с ростом образования полимерных отходов.

В Удмуртской Республике образуется около 8000 тонн полимерных отходов в год. На сегодняшний момент вторичной переработке подвергается не более 3 % от общего количества полимерных отходов и резинотехнических изделий.

На территории республики работают специализированные предприятия (таблица 4.1), имеющие лицензию на осуществление деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению полимерных отходов, которые выпускают продукцию с использованием вторичного сырья, принимаемого от сторонних организаций.

80-85% от общего объема образования пластиковых отходов составляют отходы потребления.

Таблица 4.1 –Предприятия – переработчики отходов Удмуртской Республики

Наименование отхода	Лицензированное предприятие
полимерные отходы	ООО «Иж-Синтез», ООО «Удмуртвторресурс», ООО «Полимер», ООО «Полимерпакпласт», ООО «Стройполимер», ООО «Урал-полимер»
автопокрышки	ООО «Стандарт»

Среди пластиковых отходов потребления выделяют:

- отходы одноразовой посуды;
- пленочную упаковку;
- пластиковые бутылки;
- бывшие в употреблении пластмассовые изделия;
- корпуса бытовой техники.

Производственные полимерные отходы состоят из:

- технологических отходов, образовавшихся в ходе наладки оборудования;
- брака в изделиях из полимеров;
- отходов тары и упаковки из-под сырья и материалов.

Еще одним параметром, по которому можно классифицировать пластиковые отходы, является сложность и цена утилизации. Выделяют отходы:

- с хорошими свойствами (отходы, легко поддающиеся утилизации, чистые, рассортированные). При переработке возможно использование 70 – 90% таких отходов;
- со средними свойствами (отходы, содержащие определенное количество загрязнений). Переработка этих отходов связана с издержками по сортировке, мойке и т.д., возможно использование 20 – 30% отходов;
- трудно утилизируемые (сильно загрязненные, смешанные отходы). Возможна переработка только 3% подобных отходов.

Выделяют три основных способа обращения с пластиковыми отходами: сжигание, захоронение, переработка. В российских условиях переработке подвергается всего 13 % отходов.

При переработке отходов пластмасс на примере ОАО «ИРЗ» при использовании отходов полимеров на 100 % и 20 % (в зависимости от особенностей технологии) основные экономические факторы можно выразить следующим образом:

- 1) сокращение платы за вывоз отходов и их захоронение;
- 2) сокращение расходов на закупку исходного сырья;
- 3) возможность освоения нового рынка за счет производства новой (однотипной) продукции (рис. 4.2) [14].



Рис. 4.2. Сопоставление экономических факторов при внедрении рециклинга полимерных отходов (на примере ОАО «ИРЗ»)

Переработка твердых, жидких и газообразных отходов расширяет сырьевые ресурсы и уменьшает загрязнение окружающей среды. Интегральная экономическая оценка варианта переработки отходов должна учитывать расходы и ущерб от процесса переработки, снижение расходов и ущерб от получения и использования аналогичного природного сырья, расходы и ущерб от складирования или захоронения остатков переработки. При оценке должны учитываться и косвенные элементы изменения расходов [7].

Например, длительное хранение отходов, образующихся при отливе полимерных изделий, должно производиться на специальных предприятиях и требует соответствующих издержек, но если отходы вывозить на полигоны, то фактически это означает изъятие из пользования вторичных материальных ресурсов. Опыт ОАО «ИРЗ» показывает, что от 20 до 100 % полимерных отходов могут быть использованы в качестве вторсырья в тех же технологических процессах, что и исходные материалы.

Методические указания

Коэффициент изменения физического состояния отходов по вариантам определяется по формуле:

$$\text{КИО} = \frac{P}{N}, \quad (4.1)$$

где P – размер частиц по вариантам до переработки, мм; N – размер частиц по вариантам после переработки, мм.

Экономичность процессов характеризуется количеством перерабатываемых отходов на единицу затрат, которая рассчитывается по формуле:

$$\text{Э} = \frac{V}{3}, \quad (4.2)$$

где V – годовой объем перерабатываемых отходов по вариантам, т; Z – текущие затраты на переработку отходов по вариантам, руб.

Коэффициент отчуждения территории для размещения оборудования рассчитывается по формуле:

$$\text{КОТ} = \frac{S_{об}}{V}, \quad (4.3)$$

где $S_{об}$ – площади под оборудованием по вариантам, м^2 .

Экологический ущерб от загрязнения окружающей среды рассчитывается по формуле:

$$Y = Y_{уд} \cdot \sigma \cdot \beta \cdot M, \quad (4.4)$$

где $Y_{уд}$ – удельный экологический ущерб от загрязнения водоемов, руб./усл. т; σ – коэффициент, учитывающий месторасположение водоема; β – показатель относительной опасности сброса в водоем, усл. т/т; M – общая масса годового сброса, т/год.

Если годовой экологический ущерб разделим на годовой объем производительности перерабатываемых отходов, то получим следующее значение (руб./т):

$$Y_{ед} = \frac{Y}{V}. \quad (4.5)$$

Коэффициент технологической ценности по вариантам рассчитывается по формуле:

$$\text{КТЦ} = \frac{C + Y_{ед}}{Z}, \quad (4.6)$$

где C – затраты на производство продукции из отходов, руб./т; Z – затраты на производство продукции из первичного сырья, руб./т [7].

Задания для самостоятельного выполнения

Задача 1. Рассматриваются два варианта переработки полимерных отходов, которые различаются только операцией дробления. При первом варианте дробление осуществляется в молотковой дробилке (ее

производительность 0,15 т/ч), а при втором варианте – в щековой дробилке (ее производительность 360 т/ч). Удельный экологический ущерб от загрязнения водоемов ($Y_{уд}$) – 2217,5 руб./усл.т; коэффициент, учитывающий месторасположение водоема – 0,47 (регион р.Невы); показатель относительной опасности сброса в водоем смачивателя – 3,33 усл.т/т. Определите, какой вариант переработки полимерных отходов целесообразнее, если известны следующие данные [7]:

Показатели	Обозначение	Вариант 1	Вариант 2
Размер частиц до переработки, мм	$П$	75	210
Размер частиц после переработки, мм	N	1,5	40
Годовой объем перерабатываемых отходов, т	V	550	10000
Текущие затраты на переработку отходов, руб./т	Z	7800	5200
Площади для оборудования, м ²	$S_{об}$	0,25	1,663
Общая масса годового сброса, т/год	M	69	1250
Затраты на производство продукции из отходов, руб./т	C	7800	1620000
Затраты на производство продукции из первичного сырья, руб./т	Z	85000	1950000

Задача 2. Определите, какой из двух вариантов переработки полимерных отходов наиболее экономичен, если известны следующие данные:

Показатели	Обозначение	Вариант 1	Вариант 2
Текущие затраты на переработку отходов, руб./т	Z	6300	5100
Площади для оборудования, м ²	$S_{об}$	1,6	2,3
Коэффициент отчуждения территории для размещения оборудования, м ² /т	KOT	0,0025	0,0005

Задача 3. Сравниваются два варианта переработки полимерных отходов, которые различаются только операцией дробления. При первом варианте дробление осуществляется в ножевой дробилке (ее

производительность 1,15 т/ч), а при втором варианте – в шаровой мельнице (ее производительность 6,42 т/ч). Удельный экологический ущерб от загрязнения водоемов ($Y_{уд}$) – 6304,5 руб./усл.т. (для Чувашской Республики); коэффициент, учитывающий месторасположение водоема – 1,5 (для Волго-Вятского района); показатель относительной опасности сброса в водоем смачивателя – 3,50 усл.т/т. Определить какой вариант переработки полимерных отходов наиболее целесообразнее, если известны следующие данные:

Показатели	Обозначение	Вариант 1	Вариант 2
Размер частиц до переработки, мм	Π	100	20
Размер частиц после переработки, мм	N	10	0,08
Годовой объем перерабатываемых отходов, т	V	1400	7800
Текущие затраты на переработку отходов, руб./т	Z	6000	4000
Площади для оборудования, м ²	$S_{об}$	2,2	5,6
Общая масса годового сброса, т/год	M	800	100
Затраты на производство продукции из отходов, руб./т	C	5600	6000
Затраты на производство продукции из первичного сырья, руб./т	Z	78000	89000

Контрольные вопросы

1. Какие экологические проблемы обусловлены накоплением полимерных отходов в УР?
2. Как можно классифицировать пластиковые отходы в зависимости от сложности и цены утилизации?
3. Какие показатели должны учитываться при экономической оценке варианта переработки отходов?

Практическая работа № 5

Тестовые задания по теме «Механическая переработка полимерных отходов»

1. Как называют отходы, которые содержат вредные вещества и обладают токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью или содержат возбудителей инфекционных болезней?

- а) опасные;
- б) вредные;
- в) экотоксичные.

2. Как называют отходы, которые при попадании в окружающую среду оказывают или могут оказать немедленное или отложенное во времени неблагоприятное воздействие на окружающую среду посредством биоаккумуляции или токсического влияния на биотические системы?

- а) опасные;
- б) вредные;
- в) экотоксичные.

3. К какому классу опасности будет отнесен отход, если экологическая система сильно нарушена и период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника?

- а) высокоопасные;
- б) умеренно опасные;
- в) малоопасные.

4. Как называется свойство опасного отхода, которое определяется как способность твердых или жидких отходов (либо смеси отходов) к химической реакции с выделением газов такой температуры и давления и с такой скоростью, что вызывает повреждение окружающих предметов?

- а) токсичность;

б) пожароопасность;

в) взрывоопасность.

5. Как называется процесс разрушения кусков твердого материала при критических внутренних напряжениях, создаваемых в результате какого-либо нагружения и превышающих соответствующий предел прочности?

а) измельчение;

б) раздавливание;

в) удар.

6. Какой из показателей является основной характеристикой процесса измельчения?

а) средний размер кусков материала до измельчения;

б) степень измельчения;

в) средний размер кусков материала после измельчения.

7. Степень измельчения – это:

а) соотношение средневзвешенных размеров частиц материала до и после измельчения;

б) соотношение средневзвешенных размеров частиц материала после и до измельчения;

в) разность средневзвешенных размеров частиц материала до и после измельчения.

8. Степень измельчения валковой дробилки составляет:

а) 1 – 2;

б) 3 – 5;

в) 6 – 10.

9. К какому типу измельчителей относятся молотковые дробилки?

а) ударно-истирающие измельчители;

б) измельчители ударного действия;

в) измельчители раздавливающего действия.

10. К какому типу измельчителей относятся валковые дробилки?

- а) ударно-истирающие измельчители;
 - б) измельчители ударного действия;
 - в) измельчители раздавливающего действия.
11. В щековой дробилке можно реализовать:
- а) крупное и среднее дробление;
 - б) среднее и мелкое дробление;
 - в) крупное, среднее и мелкое дробление.
12. В конусной дробилке можно реализовать:
- а) крупное и среднее дробление;
 - б) среднее и мелкое дробление;
 - в) крупное, среднее и мелкое дробление.
13. В валковых дробилках можно реализовать:
- а) крупное и среднее дробление;
 - б) среднее и мелкое дробление;
 - в) крупное, среднее и мелкое дробление.
14. В каких дробилках можно измельчать пластичные материалы?
- а) валковых;
 - б) конусных;
 - в) щековых.
15. Что является рабочим органом молотковых дробилок?
- а) шарнирно закрепленные била;
 - б) жестко закрепленные била;
 - в) отбойные плиты.
16. Число подвижных ножей в ножевой дробилке обычно составляет:
- а) 1;
 - б) 2 – 4;
 - в) более 4.
17. Что является рабочим органом шаровых мельниц?
- а) куски измельчаемого материала;

- б) мелющие тела;
- в) футерованный барабан.

18. При какой форме мелющих тел будет обеспечиваться более тонкое измельчение?

- а) шар;
- б) стержень;
- в) тело неправильной формы.

19. Какова оптимальная скорость вращения барабана в барабанных мельницах?

- а) равна критической;
- б) составляет 50 % критической;
- в) составляет 75 % критической.

20. Что означает, если барабан движется с критической угловой скоростью?

- а) максимальные нагрузки на барабан;
- б) мелющие тела перекатываются в нижней части барабана;
- в) мелющие тела вращаются вместе со стенкой барабана, прижимаясь к ней.

Практическая работа № 6

Расчет объема образования фильтрата с полигона ТБО

Цель: освоить методику расчета объемов образования фильтрата при размещении ТБО на полигонах.

Теоретическая часть

Особенностью любой урбанизированной территории является наличие в ее пределах как водных объектов, так и объектов захоронения ТБО. Такая особенность территории определяет влияние объектов захоронения отходов на водотоки и водоемы, расположенных на данной территории.

Воздействие объектов захоронения отходов на водные ресурсы обусловлено образованием жидкой фазы отходов – фильтрата, поступающей в поверхностные водные объекты двумя путями: с подземным стоком (из-за наличия гидравлической связи) и в результате поверхностного смыва.

Особенностями фильтрационных вод полигонов захоронения ТБО являются:

- сложный химический состав, представленный органическими и неорганическими примесями и изменяющийся на каждом этапе жизненного цикла полигона;
- высокое содержание токсичных компонентов и биорезистентных примесей;
- присутствие в воде различных групп микроорганизмов, в том числе патогенных;
- значительное отличие от промышленных и муниципальных сточных вод;

Таблица 1 – Типичный состав фильтрата с полигона ТБО

Показатели	Содержание фильтрате, мг/л	ПДК, мг/л	Степень превышения ПДК, раз
------------	-------------------------------	-----------	-----------------------------------

1. Мутность	330	23	14
2. ХПК (мг O ₂ /л)	1694	30	57
3. БПК (мг O ₂ /л)	1450	6,0	242
4. Хлориды	1278	350	3,6
5. Сульфаты	956	500	2
6. Фенолы	4,2	0,001	4200
7. Нефтепродукты	256	0,3	850
8. Азот аммония	625	1,0	625
9. Железо	10	0,3	30
10. Свинец	0,17	0,01	17
11. Хром V ₁	0,21	0,05	4
12. Никель	1,16	0,02	58
13. Бор	22,0	0,5	44

Несмотря на то, что объем фильтрата составляет незначительную долю в объеме речного стока, поступление его в водные объекты приводит к деградации естественных экосистем, снижению качества воды за счет высокой загрязненности. Поэтому, для предотвращения негативного воздействия фильтрата на окружающую среду необходима разработка систем его сбора и обезвреживания, проектирование которых основывается на результатах количественной и качественной оценки.

Образование свалочного фильтрата происходит в результате следующих процессов: инфильтрация атмосферных осадков и других вод через толщу складированных ТБО, их водоотдача под действием давления вышележащих слоев, биохимическое разложение отходов. Количество выпадающих

осадков, обусловлено географическим расположением объекта складирования отходов, оказывает основное влияние на объем образующегося фильтрата. Помимо климатических особенностей территории складирования, количество фильтрата определяется характеристиками объекта: морфологическим составом и влажностью ТБО, возрастом объекта захоронения, характером непрерывно протекающих процессов разложения.

Формирование водного баланса и расчет объемов фильтрационных вод полигона, а так же влияние различных факторов на образование фильтрата можно представить в виде основного уравнения водного баланса полигона ТБО.

$$V_{\text{общ}} = (AO + OB) - (PC + IC + BG + BD + PO), \quad (1)$$

где $V_{\text{общ}}$ – накопление фильтрата в основании полигона; АО – атмосферные осадки; ОВ – отжимная влага отходов; ИС – испарение с поверхности; ПС – поверхностный сток с полигона; БД – использование воды в реакциях биодеструкции ТБО; БГ – потери влаги с биогазом; ПО – просачивание через основание полигона.

Сложный механизм и многофакторная зависимость образования фильтрата являются основными причинами отсутствия единого методического аппарата оценки объема образующегося фильтрата. В настоящее время существует множество моделей расчета количества фильтрата, в той или иной степени учитывающих многообразие факторов, влияющих на его объем.

При составлении проектов на строительство полигонов ТБО российские проектные организации, как правило, используют методику, разработанную Самарским научным центром Российской жилищно – коммунальной академии и ГУП «Институт ТеррНИИ – гражданпроект» ТСН 30-310-2003. Согласно данной методике объем, фильтрата с площади полигона рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{ф}} = 10Fh(1 - k), \quad (2)$$

где F – площадь полигона, га; h – среднегодовая норма осадков, мм/год; k – общий коэффициент поверхностного стока (0,3...0,4).

Как видно из формулы (2), при расчете учитывается только количество осадков, поступающих на территорию полигона. Такой подход не может давать адекватной оценки, поскольку образование фильтрата происходит под влиянием большего числа факторов: количества отходов, влажности отходов, складированных на полигоне, способа уплотнения.

В следующей методике [1] предлагается формула (3) для расчета объема образующегося фильтрата, учитывающая сезонность года:

$$V_{\text{ф}} = 10Fh(1 - k_{\text{ин}} + k_{\text{ст}}), \quad (3)$$

где коэффициент инфильтрации, представляющий разность влагопогложительного коэффициента и коэффициента стока, зависящих от сезона года.

Данная методика не позволяет оценить влияние характеристик объекта захоронения отходов на процесс формирования фильтрата. Кроме того коэффициент инфильтрации для каждого отдельно взятого объекта необходимо находить экспериментально, что затрудняет использование методики и исключает возможность ее применения на стадии проектирования полигона ТБО, когда коэффициент инфильтрации еще не определен.

Существуют методики, предлагаемые рядом исследователей, учитывающие помимо количества осадков и другие факторы. Например, В. В. Разношиком, Н. Ф. Абрамовым предложена формула (4) для расчета объема фильтрата, учитывающая среднегодовую влажность отходов (при этом установлено, что фильтрат не образуется при складировании ТБО влажностью менее 52% в климатических зонах, где годовое количество

атмосферных осадков превышает не более чем на 100 мм количество влаги испарившейся с поверхности полигона):

$$V_{\text{об}} = 0,01(h - 100)F + 0,01A(W - 52), \quad (4)$$

где A – среднегодовое поступление ТБО, тыс м³/год; W – среднегодовая влажность отходов, %.

Данная формула (4) может применяться лишь для ориентировочных расчетов при проектировании так как не учитывает объем ТБО, накопленный на полигоне на момент расчета, и более применим для оценки изменения объема фильтрата с учетом динамики поступления отходов на полигон.

Наиболее универсальной, является методика [2] учитывающая основные характеристики полигона (высоту складированных отходов, массу складированного массива и плотность):

где M – масса складированных отходов, млн. т; H – высота складированного массива отходов, м; $\rho_{\text{ср}}$ – средняя плотность ТБО, т/м³; площадь полигона в данной методике измеряется в м².

Данная формула учитывает основные факторы, влияющие на образование фильтрата (количество выпадающих осадков, особенности объекта складирования – плотность и высоту складированного массива ТБО).

Пример расчета

Определить объем образуемого фильтрата, пользуясь методикой представленной формулой (5), по следующим данным: площадь полигона – 100 га; высота – 7 м; масса отходов 3,5 млн т; с плотностью 0,5 т/м³; среднемноголетняя норма осадков – 500 мм/год.

Формула предложенная для расчета:

Данные для расчета: $M = 3,5$ млн.т; $h = 500$ мм; $F = 100$ га = 1000000 м²;
 $H = 7$ м; $\rho = 0,5$ т/м³.

Рассчитываем объем фильтрата подставляя данные переведенные в используемые в формуле (5) единицы измерения:

$$V_{\Phi} = \frac{1,3 \times 10^{-4} \times 3,5 \times 500 \times 100 \times 10^4}{7 \times 0,5} = 65000 \text{ м}^3$$

Задачи для самостоятельного выполнения

1. Определить объем фильтрата, образуемого на полигоне ТБО площадью F (га), при поступлении M (млн.т.) отходов с плотностью ρ и высоте свалочного массива H , при среднемноголетней норме осадков h . Исходные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Вариант	F , га	M , млн.т	ρ , т/м ³	H , м	h , мм
1	10	0,2	0,5	4	500
2	30	0,6	0,65	4.5	600
3	40	0,85	0,55	5	450

2. Определить допустимое количество отходов, поступающих на полигон ТБО в течение года, при котором объем образованного фильтрата не превысит вмещаемый объем пруда накопителя – $V_{\text{пр.н}}$, используя следующие данные (таблица 3).

Таблица 3

Вариант	$V_{\text{пр.н}}$, м ³	F , га	ρ , т/м ³	H , м	h , мм
1	5000	40	0,4	5	400
2	6500	50	0,5	5	470
3	20000	70	0,45	6	500

3. Определить объем фильтрата (таблица 4) образовавшегося за весь срок эксплуатации полигона ТБО, проектируемого для обслуживания населенного пункта с численностью населения А (млн.человек) на расчетный срок В (лет), со среднемноголетней нормой осадков – h, характерной для данной местности. Расчетная высота складирования отходов – Н, плотность поступаемых на полигон отходов – ρ, данные о годовой проектной вместимости полигона представлены в таблице 5.

Таблица 4

Вариант	ρ , т/м ³	Н, м	h, мм	А, млн.чел.	В, лет
1	0,5	4	400	0,2	20
2	0,55	8	500	1,2	10
3	0,45	7	450	0,6	15

Таблица 5

Численность населения, млн.человек	< 0,3	0,3 – 0,5	0,5 - 1	
Проектная вместимость, полигона, тыс.м ³ /год	450	650	1500	2100

Контрольные вопросы

1. Назовите факторы влияющие, на процесс формирования фильтрата в теле полигона ТБО?
2. Каково влияние фильтрата на окружающую среду?

Практическая работа № 7

Проектирование дренажной системы полигона ТБО

Цель: освоить методику расчета элементов дренажной системы для сбора фильтрата с территории карт полигона ТБО.

Теоретическая часть

Для сбора и отвода фильтрата с площадок складирования отходов проектируется дренажная система, состоящая из пластового дренажа и дренажных труб. Дренажная система должна быть запроектирована таким образом, чтобы обеспечить возможность ее контроля и промывки во время эксплуатации. В наземных полигонах в зависимости от их характера, гидрологических и геологических условий основания полигона применяют дренажи трех типов: горизонтальный, вертикальный и комбинированный. Из всех перечисленных типов дренажей применяемых в сооружении полигонов, наиболее часто встречается горизонтальный трубчатый дренаж. Горизонтальный дренаж используется для понижения кривой депрессии в теле полигона, как в процессе его строительства, так и в период эксплуатации; является основным дренирующим элементом противofильтрационного экрана, обеспечивающим снижение давления воды на нижний слой экрана и отвод фильтрационных вод. В конструктивном отношении он состоит из двух основных элементов: горизонтальной перфорированной трубы, прокладываемой под уклоном не менее 1 %, и обратного фильтра, укладываемого по перфорируемой части или всему периметру трубы (рис. 1).

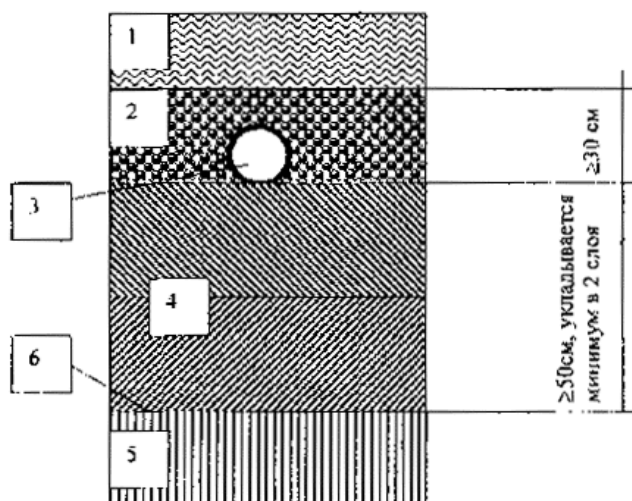


Рисунок 1 – Конструкция дренажа и защитного экрана полигона ТБО:

- 1 – свалочный грунт, 2 – дренажный слой, 3 – дренажная труба,
 4 – минеральный изоляционный слой, 5 – геологический барьер,
 6 – планировочная отметка основания карты

Материалы, применяемые для устройства пластового дренажа и дренажных труб, должны быть химически и биологически устойчивы и подбираются таким образом, чтобы химико-физические свойства фильтрата и механические воздействия от ТБО не привели бы к отказам в работе системы. Для водоотводящего слоя должны применяться промытые материалы, предпочтение отдается материалам с частицами круглой формы. Размеры частиц материала, применяемого для водоотводящего слоя, должны находиться в пределах 16-32 мм. Для отведения фильтрата используются трубы, 2/3 которых перфорированы или прорезаны. Наименьший диаметр дренажных труб должен быть 300 мм. Трубы должны быть уложены таким образом на поверхности синтетической гидроизоляции, чтобы фильтрат отводился со всей поверхности полигона. Прочность труб на сжатие должна быть определена расчетом.

Расчет дренажной системы (уклоны и частота расположения дренажных труб) проводится на основании проекта дренажной системы полигона, исходя из геологической, гидрогеологической, гидрологической обстановки.

Собираемый и отводимый с полигона фильтрат собирается в контрольные пруды и затем подвергается очистке.

Расчет дренажа ведут в такой последовательности.

Определяют приток фильтрата к дрене, $\text{м}^3/\text{сут. на } 1 \text{ п.м.}$,

(6)

где q – расчетное инфильтрационное питание, $\text{м/в сутки на } 1 \text{ м}^2$; F – водосборная площадь полигона, м^2 ; $l_{\text{др}}$ – длина дрены, м .

Посчитав значение инфильтрационного питания определяют положение кривой депрессии на границах полигона. При устройстве одиночной дрены, расположенной в середине основания полигона, (рис.2).

В случае высокого подъема депрессионной кривой и высачивании фильтрата на откосах полигона, одиночной дрены – недостаточно. Поэтому необходимо рассмотреть устройство нескольких дрен, как это показано на рис. 3.

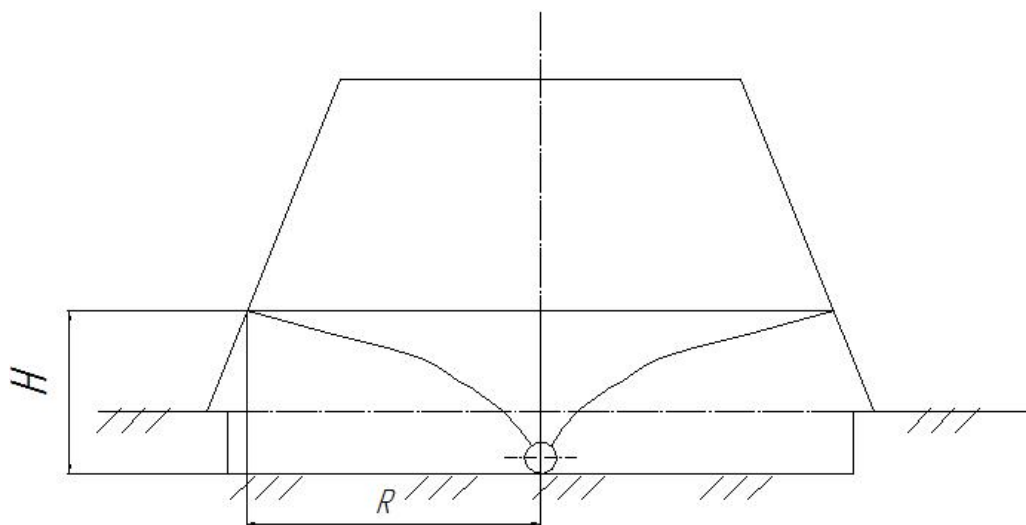


Рисунок 2 – Схема дренажа с одиночной дреной:

H – высота депрессионной кривой; R – горизонтальная проекция депрессионной кривой.

Высота выклинивания депрессионной кривой на откосе полигона, м ,

$$H = \sqrt{\frac{QR}{K}}, \quad (7)$$

где R – горизонтальная проекция кривой депрессии, м; K – осредненный коэффициент фильтрации свалочного грунта, м/сут.

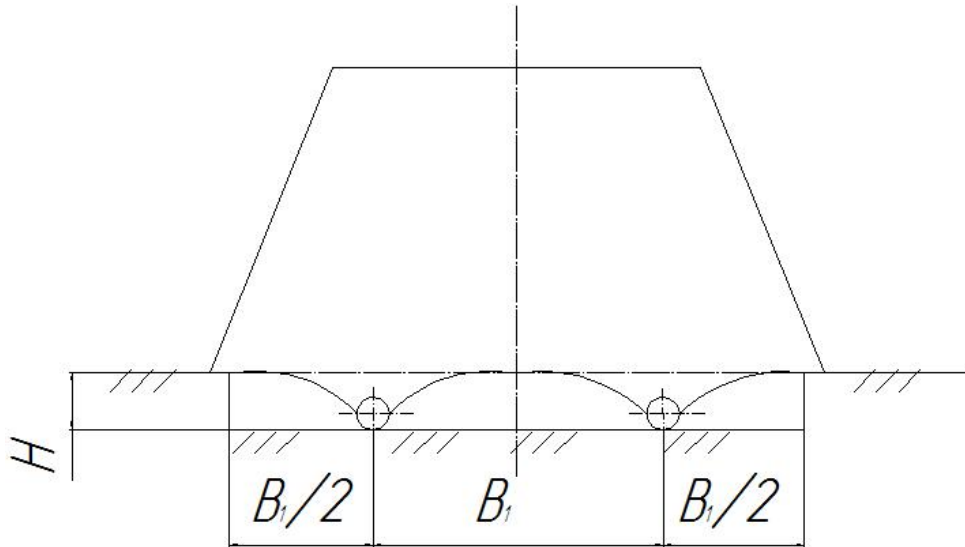


Рисунок 3 – Схема дренажа с несколькими дренами:

H – высота депрессионной кривой; B – междреннее расстояние.

Тогда, задаваясь требуемой нормой осушения тела полигона H_1 , вычисляют междреннее расстояние.

Междреннее расстояние, м,

$$B = 2H^1 \sqrt{\frac{K}{q}}, \quad (8)$$

Расчетное число дрен,

$$N = \frac{B_k}{B}, \quad (9)$$

где B_k – расчетная ширина (длина) котлована, м;

B – междреннее расстояние, м.

Уточненное междреннее расстояние, м,

$$B_1 = \frac{B \cdot \sqrt{K}}{N}, \quad (10)$$

Затем определяют удельный приток фильтрата, приходящийся на 1 п.м. длины дрены, для подбора внутреннего диаметра дренажных труб,

$$, \quad (11)$$

Внутренний диаметр дренажных труб подбирают задаваясь значением продольного уклона дрены и удельного притока фильтрата.

Пример расчета

Определить необходимое количество дренажных труб и расстояние между ними, на полигоне площадью – 50 га (ширина котлована 500 м.), с высотой откосов – 7 м, в качестве свалочного грунта используется супесь ($K = 0,7$), при расчетном инфильтрационном питании 500 мм/год, длина дрены берется равная длине котлована – 1000 м.

1. Рассчитываем среднесуточное инфильтрационное питание:

$$q = 500 / 365 = 1,37 \text{ мм/сут, переводим полученное значение в м/сут – } q = 0,00137$$

2. Определяем приток фильтрата к дрене (формула 6):

$$Q = 0.00137 \times 500000 / 1000 = 0,69 \text{ м}^3/\text{сут. на 1 п.м.}$$

3. Определяем высоту депрессионной кривой при заложении одной дрены (формула 7):

Так как заложена одиночная дрена по середине котлована ширина которого 500 м, радиус депрессионной кривой (расстояние от откоса полигона до дрены) берем равный 250 м.

$$H = \sqrt{\frac{0,69 \times 250}{0,7}} = 15,7 \text{ м}$$

4. Сравниваем полученное значение высоты депрессионной кривой с высотой откосов полигона: высота выклинивания депрессионной кривой превышает значение высоты откосов полигона, следовательно, произойдет высачивание фильтрата. Одной дрены недостаточно.

5. Задаваясь требуемой нормой осушения тела полигона, равной высоте откосов – 7 м. вычисляем по формуле (8) междреннее расстояние:

$$B = 2 \times 7 \sqrt{0,7 / 0,00137} = 316,5 \text{ м.}$$

6. Вычисляем расчетное число дрен по формуле (9):

$N = 500 / 316,5 = 1,58$; округляем полученный результат до целого в большую сторону, $N = 2$.

7. Уточненное междреннее расстояние определяем по формуле (10):

$$B_1 = 500 / 2 = 250 \text{ м.}$$

Задачи для самостоятельного выполнения

1. Определить требуемое количество дренажных труб при проектировании полигона со следующими параметрами (значения параметров полигона представлены по вариантам в таблице 6): Высота откосов А, ширина котлована В, длина дрены равна длине котлована С, инфильтрационное питание полигона q, используемый свалочные грунт D (значения коэффициента фильтрации грунта приведены в таблице 7).

Таблица 6

Вариант	А,м	В,м	С,м	D	q
1	10	500	800	супесь	500
2	8	400	700	суглинок	450
3	8	600	1000	супесь	400

Таблица 7

Свалочный грунт	супесь	суглинок	глина
-----------------	--------	----------	-------

К, м/сут	0,1 – 0,7	0,005 – 0,4	0,005
----------	-----------	-------------	-------

2. Определить достаточное ли количество дренажных труб Е заложено на полигоне, имеющем следующие характеристики: высота откосов А, ширина котлована В, длина котлована С, используемый свалочный грунт D (значения коэффициента фильтрации грунта приведены в таблице 7), инфильтрационное питание полигона q. Длина дрены берется равной длине полигона (характеристики полигона представлены по вариантам в таблице 8).

Таблица 8

Вариант	А,м	В,м	С,м	D	Е	q
1	6	400	400	суглинок	10	600
2	10	500	600	супесь	8	500
3	9	500	700	супесь	6	400

3. Определить длину дренажной системы, заложенной на полигоне, имеющем следующие характеристики: высота откосов А, ширина котлована В, длина котлована С, используемый свалочный грунт D (значения коэффициента фильтрации грунта приведены в таблице 7), инфильтрационное питание полигона q. Длина дренажных труб берется равная значению В. Найти расстояние между дренами и удельный приток на 1 погонный метр дрены, используя следующие данные (таблица 9).

Таблица 9

Вариант	А,м	В,м	С,м	D	q
1	10	500	1000	суглинок	450
2	8	600	1000	суглинок	400
3	8	400	800	супесь	500

Контрольные вопросы

1. Дайте определение дренажной системы полигонов ТБО и ее назначение?

2. Назовите конструкционные элементы дренажной системы полигона ТБО?

Практическая работа № 8

Расчет предотвращенного экологического ущерба почвенным и водным ресурсам при предотвращении утечек фильтрата

Цель: освоить методику расчета предотвращенного экологического ущерба, который возможен при аварийных утечках фильтрата с полигона ТБО.

Теоретическая часть

Экологический ущерб окружающей природной среде означает фактические экологические, экономические или социальные потери, возникшие в результате нарушения природоохранного законодательства, хозяйственной деятельности человека, стихийных экологических бедствий, катастроф. Ущерб проявляется в виде потерь природных, трудовых, материальных, финансовых ресурсов в народном хозяйстве, а также ухудшения социально-гигиенических условий проживания для населения.

Ущерб от загрязнения окружающей среды – фактические и возможные убытки народного хозяйства, связанные с загрязнением окружающей природной среды (включая прямые и косвенные воздействия, а также дополнительные затраты на ликвидацию отрицательных последствий загрязнения). Учитываются также потери, связанные с ухудшением здоровья населения, сокращением трудового периода деятельности и жизни людей.

К основным факторам, определяющим величину предотвращенного экологического ущерба на территории субъектов Российской Федерации относятся следующие:

- снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;

- снижение сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водоемы и подземные горизонты;

- снижение площадей земель под несанкционированными свалками;

- снижение загрязненности земель химическими веществами;

- уменьшение площадей деградированных земель;

- сохранение (увеличение) численности отдельных видов животных и растений, численность которых желательно поддерживать (увеличивать); поддержание и увеличение биоразнообразия;

- создание и поддержание природных комплексов путем создания охраняемых и заповедных территорий, предупреждения пожаров и стихийных бедствий, запрещении несанкционированных сплошных рубок, застройки или разработки месторождений на этих территориях;

- предупреждение любых видов браконьерства;

- проведение биотехнических мероприятий, предотвращающих гибель животных или растений.

Эколого-экономическая оценка предотвращенного экологического ущерба осуществляется на основе данных годовых отчетов территориальных природоохранных органов за рассматриваемый период, нормативных стоимостных показателей, аналитических материалов и материалов обследования эколого-ресурсных комплексов территорий (акваторий), а оценка планируемой величины предотвращаемого ущерба – на основе планируемых (прогнозируемых) оценок величин, используемых при расчете показателя предотвращенного ущерба.

Основными принципами при формировании оценок предотвращенного экологического ущерба являются:

- учет региональных особенностей негативного воздействия хозяйственной деятельности на состояние различных природных ресурсов и объектов;

- учет факторов, влияющих на деятельность природоохранных органов по различным направлениям (экологический контроль, экспертиза, контроль за реализацией экологических программ и выполнением международных обязательств и т.д.);

- простота и практическая возможность определения величины предотвращаемого экологического ущерба;

- достоверность информации, используемой при определении величины предотвращаемого экологического ущерба.

Предотвращенный экологический ущерб определяется на территории каждого субъекта России исходя из объемов снижения отрицательного воздействия и величины показателя удельного экологического ущерба, наносимого единицей приведенной массы загрязнения по конкретному виду природных ресурсов и объектов.

Величина показателя удельного экологического ущерба определяется, дифференцировано для каждого субъекта России по видам природных ресурсов (вода; атмосфера; земельные ресурсы, включая загрязнение и захламление отходами; лесные ресурсы; биоресурсы).

Степень снижения отрицательного воздействия на элементы окружающей среды зависит от деятельности территориальных природоохранных органов по следующим направлениям:

- проведение текущего экологического контроля (выписка предписаний) и контроль за их исполнением;

- контроль за реализацией экологических программ;

- контроль за достоверностью сведений о выбросах, сбросах и размещении отходов, подаваемых предприятиями, загрязняющими окружающую среду и контроль за начислением, перечислением и использованием экологических платежей;

- взыскание санкций за загрязнение и прочие виды экологических нарушений;

- контроль за выполнением обязательств, вытекающих из международных конвенций;
- проведение экологической экспертизы;
- сохранение природной среды на территории заповедников, национальных парков.

Предотвращенный экологический ущерб от загрязнения окружающей среды представляет собой оценку в денежной форме возможных отрицательных последствий, которых удалось избежать в результате природоохранной деятельности в области охраны окружающей среды (осуществления природоохранных мероприятий и программ, направленных на сохранение или улучшение качественных и количественных параметров, определяющих экологическое качество (состояние) окружающей природной среды в целом и ее отдельных эколого – ресурсных компонентов).

Предотвращенный экологический ущерб от загрязнения водных ресурсов представляет собой оценку в денежной форме возможных отрицательных последствий водным ресурсам (материальные и финансовые потери и убытки, в результате снижения биопродуктивности водных экосистем, ухудшения потребительских свойств воды как природного ресурса, дополнительных затрат на ликвидацию последствий загрязнения вод и восстановление их качества, а также выраженный в стоимостной форме здоровью населения), которые в рассматриваемый период времени удалось избежать в результате проведения комплекса организационно – экономических, контрольно – аналитических и технико – технологических мероприятий по охране водных ресурсов.

Оценка величины предотвращенного ущерба от загрязнений водной среды проводится на основе региональных показателей удельного ущерба, представляющих собой удельные стоимостные оценки ущерба на единицу (1 условную тонну) приведенной массы загрязняющих веществ. Расчетные формулы имеют следующий вид:

$$Y_{\text{пр}}^B = Y_{\text{удг}j}^B \times M_{\text{г}}^B \times K_{\text{э}}^B, \quad (12)$$

где $Y_{\text{пр}}^B$ – эколого-экономическая оценка величины предотвращенного ущерба водным ресурсам в рассматриваемом г-том регионе, тыс. руб./год;

$Y_{\text{удг}j}^B$ – показатель удельного ущерба (цены загрязнения) водным ресурсам, наносимого единицей (условная тонна) приведенной массы загрязняющих веществ на конец расчетного периода для j-го водного принимается по данным приложения 1, руб./усл. тонну;

$$M_{\text{г}}^B = M_1^B - M_2^B, \quad (13)$$

где M_1^B и M_2^B – приведенные массы загрязняющих веществ, снимаемых (ликвидированных) в результате природоохранной деятельности и осуществления соответствующих природоохранных мероприятий в г-том регионе в течение расчетного периода, тыс. усл. тонн;

$K_{\text{э}}^B$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам основных рек, определяется в соответствии с территорией, на которой находится водный объект (таблица 1 Приложения 7);

$$M_{\text{г}}^B = \sum M_{\text{к}}^B, \quad (14)$$

$$M_{\text{к}}^B = m_i \times k_{\text{э}i}, \quad (15)$$

где m_i – масса фактического сброса i-го загрязняющего вещества или группы веществ с одинаковым коэффициентом относительной эколого-экономической опасности в водные объекты рассматриваемого региона, т/год;

$k_{\text{э}i}$ – коэффициент относительной эколого – экономической опасности для i-го загрязняющего вещества или группы веществ (Приложение 5);

i – номер загрязняющего вещества или группы веществ (Приложение 5).

Под ущербом от загрязнения земельных ресурсов понимается ухудшение и разрушение почв и земель под воздействием антропогенных (техногенных) факторов, выражающееся в:

- деградации почв и земель;
- загрязнении земель химическими веществами;
- захлавлении земель несанкционированными свалками, другими видами несанкционированного и нерегламентированного размещения отходов.

Оценка величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности ущерба от деградации почв и земель производится по следующей формуле, тыс. руб./год:

$$Y_{\text{пр.д}}^{\text{п}} = H_c \times S \times K_3 \times K_{\text{п}}, \quad (16)$$

где H_c – норматив стоимости земель, тыс. руб./га; определяется по данным Приложения 3; S – площадь почв и земель, сохраненная от деградации за отчетный период времени в результате проведенных природоохранных мероприятий, га; K_3 – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории, б/р, определяется по таблице 1 Приложения 7; $K_{\text{п}}$ – коэффициент для особо охраняемых территорий, определяется по таблице 2 Приложения 7.

Оценка величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности ущерба от загрязнения земель химическими веществами проводится по следующей формуле, тыс. руб./год:

$$Y_{\text{пр.х}}^{\text{п}} = \sum (H_c \times S_i \times K_3 \times K_{\text{п}}) \times K_{\text{хп}}, \quad (17)$$

где S_i – площадь земель, которую удалось предотвратить от загрязнения химическим веществом i -го вида в отчетном году, га; $K_{\text{хп}}$ – повышающий коэффициент за предотвращение (ликвидацию) загрязнения земель несколькими (n) химическими веществами:

Оценка величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности ущерба от захламления земель несанкционированными свалками производится по формуле, тыс. руб./год:

$$Y_{\text{пр.с}}^{\text{п}} = \sum (H_{\text{с}} \times S_i \times K_{\text{э}} \times K_{\text{п}}), \quad (18)$$

где S_i – площадь земель, на которых удалось предотвратить захламление отходами i -го вида за отчетный период времени, га.

Оценка величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности ущерба от деградации земель при нерациональном землепользовании производится по формуле, тыс. руб./год:

$$Y_{\text{пр.д}}^{\text{п}} = \sum (H_{\text{с}} \times S_i \times K_{\text{э}} \times K_{\text{п}}), \quad (19)$$

где S_i – площадь земель, на которых удалось предотвратить процессы деградации почв, га.

Общая величина предотвращенного ущерба, ($Y_{\text{пр}}^{\text{п}}$) от ухудшений и разрушений почв и земель в рассматриваемом районе за отчетный период времени определяются суммированием всех видов предотвращенных ущербов, тыс. руб./год:

$$Y_{\text{пр}}^{\text{п}} = Y_{\text{пр.д}}^{\text{п}} + Y_{\text{пр.х}}^{\text{п}} + Y_{\text{пр.с}}^{\text{п}} + Y_{\text{пр.ж}}^{\text{п}}, \quad (20)$$

где $Y_{\text{пр.ж}}^{\text{п}}$ – любой другой j -тый вид предотвращенного ущерба от ухудшения и разрушения почв в рассматриваемом регионе за отчетный период времени, тыс. руб./год.

Пример расчета

Рассчитать предотвращенный экологический ущерб, который удалось избежать при ликвидации несанкционированной свалки площадью 0,9 га, расположенной на песчаных почвах на территории Московской области, с учетом:

- фильтрат, образованный на данной свалке в объеме 15 м^3 , привел бы к заражению земель площадью 2 га и загрязнению реки химическими веществами, содержащимися в фильтрате в следующих концентрациях: сульфаты – 956 мг/л; хлориды – 1278 мг/л; нефтепродукты – 256 мг/л; фенол – 4,2 мг/л;

- площадь свалки была рекультивирована под хозяйственные нужды.

1. Определяем данные, необходимые для расчета предотвращенного ущерба водным ресурсам (формула 12):

Масса загрязняющих веществ:

$$m(\text{сульфаты}) = 0,956 \times 15000 = 14340 \text{ г} = 0,01434 \text{ т};$$

$$m(\text{хлориды}) = 1,278 \times 15000 = 19170 \text{ г} = 0,01917 \text{ т};$$

$$m(\text{нефтепродукты}) = 0,256 \times 15000 = 3840 \text{ г} = 0,00384 \text{ т};$$

$$m(\text{фенол}) = 0,0042 \times 15000 = 63 \text{ г} = 0,000063 \text{ т}.$$

Коэффициент относительной эколого – экономической опасности:

$$k_{эi}(\text{сульфаты}) = 0,05;$$

$$k_{эi}(\text{хлориды}) = 0,05;$$

$$k_{эi}(\text{нефтепродукты}) = 20;$$

$$k_{эi}(\text{фенол}) = 550.$$

Приведенная масса загрязняющих веществ, снимаемых (ликвидированных) в результате природоохранной деятельности (формула 15):

$$M_{к}^B(\text{сульфаты}) = 0,01434 \times 0,05 = 0,000717;$$

$$M_{к}^B(\text{хлориды}) = 0,01917 \times 0,05 = 0,0009585;$$

$$M_{к}^B(\text{нефтепродукты}) = 0,00384 \times 20 = 0,0768;$$

$$M_{к}^B(\text{фенол}) = 0,000063 \times 550 = 0,03465.$$

$$M_{г\text{т}}^B = 0,000717 + 0,0009585 + 0,0768 +$$

$U_{удг}^B$ (по данным Приложения 7);

$$K_э^B = 1,6 \text{ (по данным таблицы 1 Приложения 7)}.$$

2. Рассчитываем величину предотвращенного ущерба водным ресурсам:

$$U_{\text{пр}}^{\text{в}} = 0,113 \times 6678,1 \times 1,6 = 1207,4 \text{ тыс. руб./год}$$

3. Определяем данные, необходимые для расчета предотвращенного в результате природоохранной деятельности ущерба от загрязнения земель химическими веществами (формула 17):

$$U_{\text{пр.х}}^{\text{п}} = \sum (H_c \times S_i \times K_3 \times K_{\text{п}}) \times K_{\text{хп}}$$

$$H_c = 250 \text{ тыс. руб./га (Приложение 6);}$$

$$S_i = 2 \text{ га;}$$

$$K_3 = 1,6 \text{ (таблица 1 Приложения 7);}$$

$$K_{\text{хп}} = 1,6 \text{ (формула 17.1);}$$

4. Рассчитываем величину предотвращенного ущерба от загрязнения земель химическими веществами:

$$U_{\text{пр.х}}^{\text{п}} = 250 \times 2 \times 1,6 \times 1,6 = 1280 \text{ тыс. руб./год}$$

5. Определяем данные, необходимые для расчета предотвращенного ущерба от деградации почв и земель (формула 19):

$$H_c = 250 \text{ тыс. руб./га (Приложение 6);}$$

$$S = 0,9 \text{ га;}$$

$$K_3 = 1,6 \text{ (таблица 1 Приложения 7);}$$

6. Рассчитываем величину предотвращенного ущерба от деградации почв и земель:

$$U_{\text{пр.д}}^{\text{п}} = 250 \times 0,9 \times 1,6 = 360 \text{ тыс. руб./год}$$

7. Определяем общую величину предотвращенного ущерба (формула 20):

$$U_{\text{пр}}^{\text{п}} = 1207,4 + 1280 + 360 = 2847,4 \text{ тыс. руб./год}$$

Задачи для самостоятельного выполнения

1. Рассчитать предотвращенный экологический ущерб, который удалось избежать благодаря своевременному ремонту дренажа и отводу фильтрата,

что предупредило утечку стока и возможное загрязнение территории площадью 150 м² химическими веществами, представленными по вариантам в таблице 10.

Таблица 10

Вариант	Количество ЗВ находящихся в фильтрате	Административно-государственные регионы	Типы и подтипы изымаемых сельскохозяйственных угодий
1	4	Воронежская область	Дерново-подзолистые
2	6	Пермский край	Дерново-подзолистые
3	13	Московская область	Черноземы оподзоленные

2. На территории города N (Удмуртская республика) по результатам инвентаризации обнаружено 7 несанкционированных свалок, общей площадью S га. Благодаря проведенным природоохранным мероприятиям свалки были ликвидированы и ТБО вывезены на полигон. Рассчитать предотвращенный экологический ущерб от ликвидации свалок (по вариантам таблицы 11) с учетом:

- площадь освобожденных земель была рекультивирована под хозяйственные нужды;
- длительное хранение ТБО привело бы к заражению земель фильтратом.

Таблица 11

Вариант	1	2	3
S, га	0,8	1	1,2
Состав фильтрата	Ni, Fe, фенол	Cl, Pb, Fe, B	Cl, Pb, Fe, B, Ni

3. При прорыве обваловки произошла утечка фильтрата объемом 25 м³ в реку М, протекающей на территории региона А. Рассчитать по вариантам таблицы 12 предотвращенный экологический ущерб, если бы были проведены природоохранные мероприятия по укреплению обваловки карт.

Таблица 12

Вариант	Fe, мг/л	Cl, мг/л	Фенол, мг/л	А
1	10	400	3	Республика Татарстан
2	13	460	5	Удмуртская Республика
3	6	500	2	Московская область

Контрольные вопросы

1. Дайте определение экологического ущерба, предотвращенного экологического ущерба?
2. Назовите основные факторы определяющие величину предотвращенного экологического ущерба?

Рекомендуемая литература

1. Артемов Н.И., Серeda Т.Г., Костарев С.Н. Низамутдинов О.Б. Технологии автоматизированного управления полигоном ТБО. – Пермь: НИИУМС, 2003. – 266 с.
2. Белый П. Р., Франке М., Хиндл П. Комплексное регулирование твердых бытовых отходов: Жизненный цикл свалки. – Лондон: 2003. – 167 с.
3. Журнал «Вода и экология: проблемы и решения» - URL: <http://wemag.ru/>
4. Журнал «Экология и промышленность России» - URL: <http://ekologprom.ru/>
5. Журнал «Экология и гигиена воды» - URL: <http://www.ecolife.ru/>
6. Интернет-портал КарМет - URL: www.Kar-met.su
7. Научно-практический портал «Экология производства» - URL: www.ecoindustry.ru
8. «Bookz.ru» – электронная библиотека - URL: www.Bookz.ru

9. Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба. – Москва 1999.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением. Базель, 22 марта 1989 г.
2. *Борщев, В.Я.* Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы / В.Я. Борщев. – Тамбов: Изд-во Тамбовского Государственного Технического Университета, 2004. – 75 с.
3. *Ветошкин, А.Г.* Защита литосферы от отходов / А.Г. Ветошкин. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 189 с.
4. *Гарин, В.М.* Обращение с опасными отходами: учебное пособие / Под ред. В.М. Гарина и Г.Н. Соколова. – М.: ТК Велби, Изд. Проспект, 2007. – 224 с.
5. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.689-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М.: Минздрав России, 1998.
6. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.695-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – М.: Минздрав России, 1998.
7. *Глухов, В.В.* Экономические основы экологии: учебник / В.В. Глухов, Т.П. Некрасова. – СПб, 2011. – 389 с.
8. *Клинков, А.С.* Утилизация и вторичная переработка тары и упаковки из полимерных материалов: учебное пособие / А.С. Клинков [и др.]. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. – 100с.
9. *Клушанцев, Б.В.* Дробилки. Конструкции, расчет, особенности эксплуатации / Б.В. Клушанцев[и др.]. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.

10. Машины и аппараты химических производств: Примеры и задачи: учебное пособие для студентов вузов / Под общ.ред. В.Н. Соколова. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1982. – 384 с.
11. Михалева, З.А. Методы и оборудование для переработки сыпучих материалов и твердых отходов / З.А. Михалева [и др.]. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – 64 с.
12. Петов, Н.А. Полимерные отходы: оценка образования и пути переработки / Н.А. Петов // ТБО. – 2008. - № 7. – С. 44 – 47.
13. Приказ МПР России от 15.06.2001 г. № 511 «Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды».
14. Спица, Е.А. Переработка пластмассовых отходов на ОАО «ИРЗ»: ВКР по специальности «Инженерная защита окружающей среды»: защищена в феврале 2012 г. при Камском институте гуманитарных и инженерных технологий / руководитель Дружакина О.П. – Ижевск, 2012.
15. Торнер, Р.В. Оборудование заводов по переработке пластмасс / Р.В. Торнер, М.С. Акутин. – М.: Химия, 1986. – 400 с.
16. Федеральный закон от 25.11.1994 г. № 49 «О ратификации Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением».
17. Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89 «Об отходах производства и потребления».
18. Дружакина О.П. Исследование и контроль теплофизических свойств утеплителя синтетического из техногенного сырья производства линолеума ПВХ: диссертация на соискание ученой степени кандидата наук / О.П. Дружакина, 2004г.
19. Денисов, В. А. Энергосбережение в строительстве / В. А. Денисов, О. П. Дружакина // ЭКиП: Экология и промышленность России. - 2008. - № 9. - С. 50-52 : ил. - Библиогр.: с. 52.

20.Липанов А.М., Дружакина О.П., Денисов В.А. Утилизация отходов поливинилхлоридного ленолеума // ЭКиП: Экология и промышленность России. - 2002. - № 11.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Коэффициенты W_i для отдельных компонентов опасных отходов

Наименование компонента	X_i	Z_i	$lg W_i$	W_i
Альдрин	1,857	2,14	2,14	138
Бенз(а)пирен	1,6	1,8	1,778	59,97
Бензол	2,125	2,5	2,5	316,2
Гексахлорбензол	2,166	2,55	2,55	354
2-4-динитрофенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Ди(п)бутилфталат	2	2,33	2,33	215,44
Диоксины	1,4	1,533	1,391	24,6
Дихлорпропен	2,2	2,66	2,66	398
Диметилфталат	2,166	2,555	2,555	358,59
Дихлорфенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Дихлордифенилтрихлорэтан	2	2,33	2,33	213,8
Кадмий	1,42	1,56	1,43	26,9
Линдан	2,25	2,66	2,66	463,4
Марганец	2,30	2,37	2,73	537,0
Медь	2,17	2,56	2,56	358,9
Мышьяк	1,58	1,77	1,74	55,0
Нафталин	2,285	2,714	2,714	517,9
Никель	1,83	2,11	2,11	128,8
N-нитрозодифениламин	2,8	3,4	3,4	2511,88
Пентахлорбифенилы	1,6	1,8	1,778	59,98
Пентахлорфенол	1,66	1,88	1,88	75,85
Ртуть	1,25	1,33	1,00	10,0
Стронций	2,86	3,47	3,47	2951
Серебро	2,14	2,52	2,52	331,1
Свинец	1,46	1,61	1,52	33,1
Тетрахлорэтан	2,4	2,866	2,866	735,6
Толуол	2,5	3	3	1000
Трихлорбензол	2,33	2,77	2,77	598,4
Фенол	2	2,33	2,33	215,44
Фураны	2,166	2,55	2,55	359
Хлороформ	2	2,333	2,333	215,4
Хром	1,75	2,00	2,00	100,0
Цинк	2,25	2,67	2,67	463,4
Этилбензол	2,286	2,714	2,714	517,9

Показатели опасности некоторых веществ

Наименование вещества	ПДК _в (мг/л)	Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования	ПДК (мг/м ³)		Класс опасности в атмосферном воздухе
			максимальная разовая	среднесуточная	
Алюминий	0,5	2	-	0,01	2
Краситель органический прямой черный 2С	0,1	4	-	0,03	3
Муравьиная кислота	3,5	3	0,2	0,05	2
Триметиламин	0,05	4	0,15	-	4
Хлорэтан	0,2	4	-	0,2	4

Виды отходов полимерной промышленности



1 – остаточный материал из формы; 2,3 – остаточный материал при штамповке детали

Продукты помола и грануляции отходов



1, 2 – исходное закупаемое сырье; 3 – измельченный полимерных отходов

Продолжение Приложения 3

Товары народного потребления и вспомогательные детали и изделия из вторичных полимерных материалов



Приложение 4

Расчет показателей удельного экологического ущерба от загрязнения водных ресурсов по водным бассейнам и административно - государственным регионам Российской Федерации, 1997 год

Водные бассейны и административно-государственные регионы РФ	Приведенная масса сброса, $M_{пр}$, т. усл. т	Ущерб от загрязн. $У$, млн.р.	Показат. удельн. ущерба, $У_{уд}$ руб./усл.т.
Бассейн Каспийского моря	281,90	2169,68	7510,1
Бассейн р. Оки	1021,57	7603,09	-
Владимирская область	0,86	5,90	6864,9
Московская область	6,18	41,27	6678,1
г. Москва	2,61	17,06	6538,0
Ивановская область (бас р. Клязьмы)	31,73	237,09	7472,0
Тамбовская область	40,10	273,63	6818,2
Рязанская область	365,56	3211,63	8774,90
Нижегородская область	4,82	34,44	7145,1
Бассейн р. Камы (с р. Белая) (без р. Белая)	10,28	72,49	7051,7
Кировская область	60,57	511,98	8452,7
Пермская область	224,3	2126,39	9480,1
Свердловская область	7,76	53,27	6864,9
Республика Татарстан	4,68	32,56	6958,3
Республика Удмуртия	8,27	61,41	7425,3

*) - Приведенная масса загрязняющих веществ, поступающих в водоемы Российской Федерации с учетом других (неучтенных в форме 2ТП “Водхоз”) источников загрязнения

Приложение 5

Коэффициент относительной эколого-экономической опасности загрязняющих веществ.

Загрязняющие вещества	$K_{эi}$ б/р
2	3
Сульфаты, хлориды, соли жесткости (Ca^+ , Mg^+ , K^+ , Na^+), мочевины и др. хим. соединения с ПДК _{рх} ³ 40,0 г/м ³	0,05
Азот общий, алюминий, фосфор общий, железо общее, аммония - ион, ацетонитрил, бензол, диметилацетомид, карбомол, метазин, нитрат аммония (NH_4^*), сероуглерод, сульфонол, сульфат аммония (NH^*), толуол, гексан и др.хим. соединения с ПДК _{рх} от 0,5 до 1,9 г/м ³	1,00
Гликозин, масло легкое таловое, метанол, нефтеполимерная смола, родонид калия, свинец (Pb^{2*}), СПАВ, стирол, фосфор пятихлористый, хлористый литий, барий и др. хим. Соединения с ПДК _{рх} от 0,06 до 0,15 г/м ³	11,00
Ацетон, ацетофенон, аммиак, бутиловый спирт, нефть и нефтепродукты, масла, жиры и др. хим. Соединения с ПДК _{рх} от 0,02 до 0,05 г/м ³	20,00
Капролактамы, кобальт, никель, марганец, мышьяк, цианиды, хром (Cr^{3*}), цинк, формальдегид и др. хим. соединения с ПДК _{рх} от 0,006 до 0,019 г/м ³	90,00
Ванадий, гидрохинон, дихлорэтан, кадмий (Cd^{5*}), ксантогенные, медь, фенолы, хром шестивалентный и др. хим. соединения с ПДК _{рх} от 0,001 до 0,002 г/м ³	550,00

Примечание. Указанные нормативы уточняются по мере необходимости Комитетом Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству на основе данных Госкомстата России о поквартальной индексации цен на оборудование и материалы, применяемые при освоении новых земель, и стоимости соответствующих строительно-монтажных работ.

Приложение 6

Нормативы стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных нужд

Типы и подтипы изымаемых сельскохозяйственных угодий	Норматив стоимости освоения новых земель изымаемых сельскохозяйственных угодий, тыс.руб./га
1	2
II зона	
Республики Марий-Эл, Удмуртская; Брянская, Владимирская, Вологодская, Ивановская, Калужская, Тверская, Кировская, Костромская, Новгородская, Пермская, Псковская, Смоленская, Ярославская области, Коми-Пермяцкий АО	124
Темно-серые лесные, дерново-карбонатные, торфяные окультуренные	167
Серые и светло-серые лесные, дерново-слабоподзолистые, старопойменные, луговые, дерновые на бескарбонатных породах	155
Темно-серые лесные и дерново-карбонатные эродированные	147
Дерново-подзолистые, серые, светлосерые лесные и луговые-глееватые	137
Дерново - подзолистые, серые, светло-серые лесные - эродированные; пойменные луговые глееватые	105
Дерново - подзолистые, серые и светло-серые лесные - глееватые, пойменные луговые глееватые; торфянисто-глеевые	88
IV зона	
Республики Мордовия, Татарстан, Белгородская, Воронежская. Самарская, Курская, Липецкая, Пензенская, Тамбовская, Ульяновская области	206
Черноземы всех подтипов сверхмощные и мощные тучные и среднегумусные, торфяные окультуренные	292
Черноземы всех подтипов среднемощные; черноземы сверхмощные и мощные - эродированные, лугово-черноземные и старопойменные луговые	241
Черноземы всех подтипов маломощные малогумусные, черноземы среднемощные эродированные, темно - серые лесные	221
Черноземы маломощные карбонатные и солонцеватые, темно - каштановые	201
Черноземы всех подтипов маломощные и темно-серые лесные почвы - эродированные; дерново-карбонатные	185
Серые и светло-серые лесные, дерново - слабоподзолистые	155
Серые и светло-серые лесные - глееватые, дерново - подзолистые, дерново - луговые	141
Серые и светло-серые лесные и дерново - подзолистые - эродированные, солонцы глубокие	130
Аллювиально-луговые глеевые	116
XIII зона	130
Московская область и г. Москва	
Черноземы оподзоленные, темно - серые лесные и лугово - черноземные	260
Серые лесные	351
Дерново - подзолистые суглинистые	307
Дерново - подзолистые супесчаные суглинистые	286
Дерново - подзолистые супесчаные	270
Песчаные	250
Серые лесные лесные смытые	223
Дерново - подзолистые оглеенные и смытые	166
Дерново - подзолистые супесчаные и песчаные - смытые	327

Пойменные дерновые зернистые и зернисто - слоистые; торфяные и окультуренные	242
Другие пойменные почвы	242
Почвы овражно-балочного комплекса	30

Примечание. Указанные нормативы уточняются по мере необходимости Комитетом Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству на основе данных Госкомстата России о поквартальной индексации цен на оборудование и материалы, применяемые при освоении новых земель, и стоимости соответствующих строительно-монтажных работ.

Приложение 7 Таблица 1

Коэффициенты (K_z) экологической ситуации и экологической значимости территории

Экономические районы РФ	K_z
Северный	1,4
Северо-Западный	1,3
Центральный	1,6
Волго-Вятский	1,5
Центрально-Черноземный	2,0
Поволжский	1,9
Северо-Кавказский	1,9
Уральский	1,7
Западно Сибирский	1,2
Восточно-Сибирский	1,1
Дальневосточный	1,1

Приложение 7 Таблица 2

Коэффициенты (K_n) для особо охраняемых территорий

Почвы и земли в пределах особо охраняемых территорий	K_n
Земли природно-заповедного фонда	3
Земли природоохранного, оздоровительного и историко-культурного назначения	2
Земли рекреационного назначения	1,5
Прочие земли	1,0

Учебное издание

Составитель: Дружакина Ольга Павловна

**ОБОСНОВАНИЕ СХЕМ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ
ОТХОДОВ**

Учебно-методическое пособие

Авторская редакция

Подписано в печать _____. Формат 60×84 1\16

Печать офсетная. Усл.печ.л 4,41. Уч.-изд.л.4,2.

Тираж 30 экз. Заказ № _____.

Издательство «Удмуртский университет»
426034, г.Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 4, каб. 207
Тел./факс: +7(3412) 500-295, e-mail: editorial@udsu.ru