

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
(ННГАСУ)

Факультет инженерно - экологических систем и сооружений

Кафедра теплогазоснабжения

Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии для  
получения теплоты в системах теплоснабжения: отходы  
производства и потребления

Учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения направлений подготовки бакалавриата 08.03.01 Строительство и 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Нижний Новгород ННГАСУ 2015

## ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 2

заседания кафедры теплогазоснабжения ННГАСУ

от 16 сентября 2015 г.

**ПРИСУТСТВОВАЛИ:** д.т.н., проф. Кочев А.Г., проф. Лебедева Е.А., к.т.н., доц. Болдин С.В., к.т.н., доц. Кочева М.А., к.т.н., доц. Пузиков Н.Т., к.т.н., доц. Федорова О.В., к.т.н., доц. Соколов М.М., доц. Волкова И.В., доц. Климов Г.М., доц. Гордеев А.В., доц. Чадов А.Ю., ст.пр. Готулёва Ю.В., ст.пр. Семикова Е.Н., ст. пр. Шаров А.В.

**СЛУШАЛИ:** рецензию доцента Гордеева А.В. на учебно-методическое пособие «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии для получения теплоты в системах теплоснабжения: отходы производства и потребления» для студентов очной и заочной форм обучения направлений подготовки бакалавриата 08.03.01 Строительство и 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
авторы: Климов Г.М., Климов А.М.

**ПОСТАНОВИЛИ:** рекомендовать к изданию учебно-методическое пособие «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии для получения теплоты в системах теплоснабжения: отходы производства и потребления» для студентов очной и заочной форм обучения направлений подготовки бакалавриата 08.03.01 Строительство и 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

авторы: Климов Г.М., Климов А.М. Зав.

кафедрой ТГС,

Председатель методической  
комиссии факультета ИЭСиС,  
канд. экон. наук, доцент  
д-р техн. наук, профессор  
Отв. за издание литературы по блоку  
ТГВ  
и Промышленная теплоэнергетика



А.Г. Кочев

Ж.А. Шевченко

А.Г. Кочев

**Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии для получения теплоты в системах теплоснабжения: отходы производства и потребления. [Текст]: учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки бакалавриата 08.03.01 Строительство и 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника /Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет: сост. Г.М. Климов, А.М. Климов. - Н. Новгород: ННГАСУ, 2015.- 28 е.: ил.**

**Приведены основные сведения об отходах производства и потребления, о терминах и определениях (в том числе нормативно закрепленных), применяемых в производствах, связанных с использованием отходов как топлива. Рассмотрены классификация и направления использования отходов, приведена методика определения основных показателей отходов производства и потребления. Приведены списки использованных и дополнительных источников.**

Учебно-методическое пособие предназначено студентам и специалистам-теплоэнергетикам при решении проблем, связанных с использованием отходов производства и потребления для получения теплоты в системах теплоснабжения.

Рис. 3, табл. 5

Библиография 12 назв.

Составитель: Г.М. Климов, А.М. Климов

Рецензент - доцент каф. ТГС А.В. Гордеев

Компьютерный набор: А.М. Николаев гр. 312, А.М. Климов гр. 313

© Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Отходы .....	4
2. Классификация отходов .....	6
2.1 Опасные отходы .....	6
2.2 Современное состояние проблемы отходов в России.....	8
3. Твердые отходы: общие сведения.....	10
3.1 Твердые бытовые отходы: состав, плотность, теплота сгорания. . . . .	13
3.1.1 Общий состав ТБО.....	13
3.1.2 Теплота сгорания ТБ.....	13
4. Промышленные отходы: классификация, характеристика, методы обезвреживания и очистки .....	14
4.1 Механический метод .....	17
4.2 Сорбционный метод очистки.....	17
4.3 Химический метод очистки .....	17
4.4 Биологический метод.....	17
4.5 Термический метод.....	18
5. Жидкие промышленные отходы .....	19
5.1 Классификация промышленных отходов и источники образования жидких горючих отходов .....	19
5.2 Распространенные способы регенерации, утилизации и ликвидации жидких горючих отходов.....	21
5.2.1 Регенерация отходов .....	21
5.2.2 Захоронение и уничтожение отходов на полигонах и свалках . . . . .	21
5.2.3 Наиболее распространенные способы сжигания жидких отходов. ....	23
5.2.4 Оптимальные пути утилизации и обезвреживания жидких горючих отходов.....	24
6. Источники информации .....	26
7. Приложение А (справочное).....	28

## 1 Отходы

На основании обобщения и анализа литературных источников, и в результате собственных исследований в отделе вторичных ресурсов Украинского филиала НИИПиН при Госплане бывшего СССР были сформулированы определения понятий и разработана терминология в области ВМР. Все производства, где образуются отходы, следует подразделять на две группы.

**Производства с характером обработки исходного сырья, в результате которого получается товарная продукция, а также отходы производства.** Это, в основном, производства с механической переработкой сырья и материалов, т. е. производства, в которых происходит переработка исходного сырья **без разрушения его внутренней структуры**. Примерами таких производств являются металлообработка, лесная и деревообрабатывающая промышленность, легкая промышленность и т. д.

**Производства с комплексной переработкой сырья, в которых в результате физико–химической переработки сырья** помимо основной продукции **образуются побочные продукты, а также отходы производства.** К таким производствам относятся нефтехимия и нефтепереработка, химическая промышленность, коксохимическая промышленность, черная и цветная металлургия и др.

**Различного вида отходы образуются не только в процессе материального производства, но и в сфере потребления, как производственного, так и бытового.**

**Вторичные материальные ресурсы (ВМР)—это отходы производства и потребления, которые на данном этапе развития науки и техники могут быть использованы в народном хозяйстве.**

**Отходами производства следует считать** остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся в процессе изготовления продукции и утратившие полностью или частично свои потребительские свойства (химические и физические), а также продукты физико-химической переработки сырья, получение которых не является целью производственного процесса и которые могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после доработки или в качестве сырья для переработки.

**Отходами потребления следует считать различного рода изделия и материалы, непригодные для дальнейшего использования по прямому назначению вследствие их физического или морального износа, но пригодные для переработки, либо для повторного использования по другому назначению.**

**Отходы потребления подразделяются на две группы:**

**\* Первая группа—отходы производственного потребления** — амортизированные изделия производственно-технического назначения, к которым относятся выбывшее из эксплуатации оборудование, металлические части, используемые в виде амортизационного

лома; изношенные изделия технического назначения из резины, пластмасс и стекла.

**\* Вторая группа – отходы бытового потребления**, к которым относятся изношенные и пришедшие в негодность изделия личного потребления и домашнего обихода.

**Возвратные отходы** — отходы производства, используемые без доработки в качестве сырья в технологических процессах — источниках их образования.

**Неизбежные технологические потери** — безвозвратные потери, обусловленные спецификой технологии (испарение, усушка, распыление, угар и др.).

**Отбросы** — отходы производства и потребления, которые на современном уровне развития науки и техники не могут быть использованы в народном хозяйстве, либо их использование экономически нецелесообразно. **Возвратные отходы, неизбежные технологические потери и отбросы ко вторичным материальным ресурсам не относятся. Вторичные материальные ресурсы подразделяются на используемые и неиспользуемые.**

**\* Используемые вторичные материальные ресурсы** — отходы, которые в настоящее время используются в народном хозяйстве в качестве сырья или добавки к нему для выработки продукции (не основного производства) на предприятии, где эти отходы образуются, или за его пределами.

**\* Неиспользуемые вторичные материальные ресурсы** — отходы, которые в настоящее время не используются из-за отсутствия капитальных вложений в их переработку, либо потребителя продукции, изготавливаемой из этих отходов, а также отсутствия разработанных организационно-технических мероприятий по их использованию.

**Одним из резервов повышения эффективности общественного производства является использование побочных и попутных продуктов**, которые, в отличие от отходов, могут быть использованы в качестве готовой продукции без доработки либо переработки. **Побочные и попутные продукты**, которые в настоящее время не используются или используются недостаточно **могут быть условно отнесены к категории отходов, а следовательно, и ко вторичным материальным ресурсам.**

**К побочным продуктам следует относить продукты**, которые образуются в результате физико-химической переработки сырья, наряду с основной продукцией, но **не являются целью производства и могут быть использованы без доработки в качестве готовой продукции.** Побочные продукты в большинстве случаев являются товарными, т. е. тестированы и имеют цену, а их выход и использование планируются. **Попутные продукты образуются при добыче или обогащении основного сырья, не являются целью данного производства и могут быть использованы без доработки в качестве готовой продукции или материала.** Попутные продукты могут быть товарными, т. е. иметь ГОСТ и цену. **Схема образования вторичных материальных ресурсов и побочных продуктов**

представлена на рис.1. Одним из важных элементов совершенствования системы планирования материальных ресурсов, с учетом использования отходов, является разработка научно-обоснованной классификации отходов производства и потребления, в основу которой могут быть положены различные признаки.

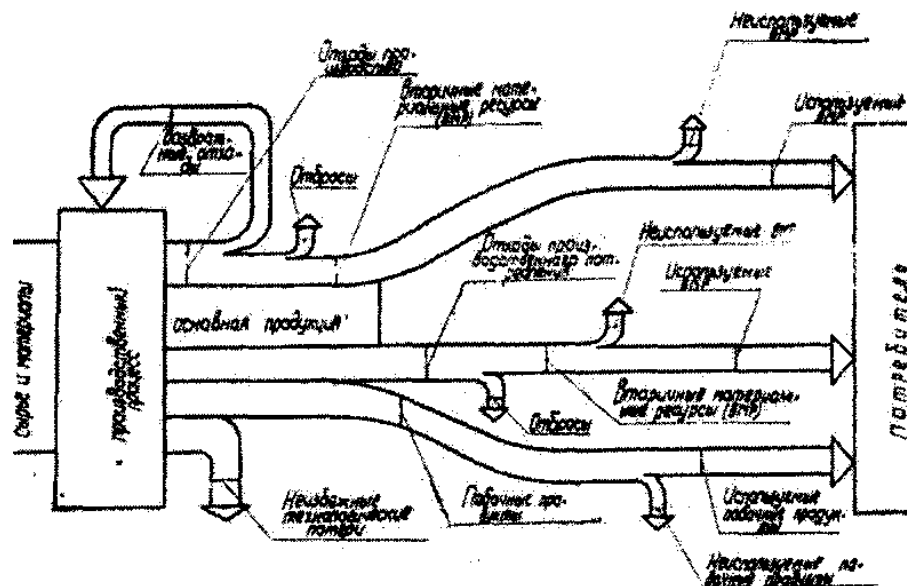


Рис. 1. Схема образования вторичных материальных ресурсов и побочных продуктов

## 2 Классификация отходов

Под отходами понимают остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства. Используют три следующих способа классификации отходов: по агрегатному состоянию, по происхождению, по видам воздействия на природную среду и человека. По агрегатному состоянию отходы делятся на: твердые, жидкие и газообразные. По происхождению различают: промышленные, сельскохозяйственные и бытовые отходы. По видам воздействия на природную среду и человека выделяют: токсичные; радиоактивные, пожароопасные, взрывоопасные, самовозгорающиеся, коррозионные, реакционно-способные, отходы, вызывающие инфекционные заболевания и опасные отходы.

### 2.1 Опасные отходы

К опасным относятся отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) или содержащие 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.

**Класс опасности отходов устанавливается с применением экспериментальных или расчетных методов по степени возможного вредного воздействия на окружающую природную среду при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее. Для оценки опасности отходов для окружающей природной среды установлены следующие классы опасности: I класс - чрезвычайно опасные отходы; II класс - высоко опасные отходы; III класс - умеренно опасные отходы; IV класс - малоопасные отходы; V класс - практически неопасные отходы.**

**\* Под обращением с отходами следует понимать деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также деятельность по сбору, утилизации (использованию), обезвреживанию и уничтожению, транспортированию, размещению (хранению и захоронению) отходов. Под обезвреживанием отходов следует понимать деятельность, связанную с обработкой (в том числе со сжиганием и обеззараживанием) отходов на специализированных установках в целях предотвращения их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду. Под хранением отходов следует понимать временное содержание отходов в объектах размещения в целях их последующего захоронения, обезвреживания или использования. Под захоронением отходов понимается изоляция отходов, не подлежащих дальнейшему использованию, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую природную среду.**

**Предприятия, участвующие в обращении с отходами, делятся на три категории (группы) с учетом класса опасности отходов, объемов их образования на предприятии и порядка обращения с ними.**

**В качестве основного объекта экологического нормирования выступают твердые промышленные и бытовые токсичные и опасные отходы. В качестве основных механизмов экологического нормирования в сфере обращения с отходами выступают: паспортизация; лицензирование; лимитирование, экономическое регулирование. В качестве основных элементов паспортизации в сфере обращения с отходами (как одного из механизмов экологического нормирования) выступает разработка и использование: государственного кадастра отходов; паспорта опасных отходов; паспорта объектов размещения отходов. В качестве основных элементов лицензирования в сфере обращения с отходами (как одного из механизмов экологического нормирования) выступает лицензирование деятельности, связанной с утилизацией отходов, складированием отходов, транспортировкой отходов; захоронением отходов; обезвреживанием отходов; уничтожением отходов. В качестве основных элементов экономического регулирования в сфере обращения с отходами (как одного из механизмов экологического нормирования) выступают: платежи за размещение**



**отходов в пределах установленных лимитов, платежи за размещение отходов сверх установленных лимитов. Норматив образования отходов определяет установленное количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции.** Лимиты на размещение отходов устанавливают предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которые разрешается размещать определенным способом на установленный срок в объектах размещения отходов с учетом экологической обстановки данной территории.

## **2.2 Современное состояние проблемы отходов в России**

Сложившаяся в Российской Федерации ситуация в области образования, использования, обезвреживания, хранения и захоронения отходов ведет к опасному загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных ресурсов, значительному экономическому ущербу и представляет реальную угрозу здоровью современных и будущих поколений страны.

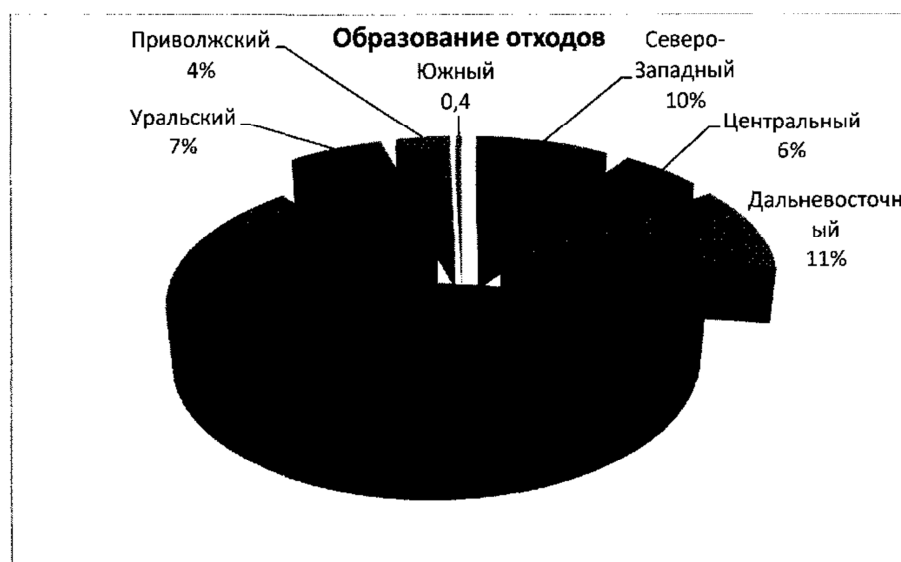
Практически для всех субъектов Российской Федерации одна из основных задач в области охраны окружающей среды - решение проблем обезвреживания и переработки бытовых и промышленных отходов.

Ежегодно в Российской Федерации образуется около 7 млрд. тонн отходов, из которых используется лишь 2 млрд, тонн, или 28,6 процентов. На территории страны в отвалах и хранилищах накоплено около 80 млрд. тонн только твердых отходов. Особую тревогу вызывает накопление в отвалах и свалках токсичных, в том числе содержащих канцерогенные вещества, отходов.

На территории Российской Федерации в хранилищах, накопителях, складах, могильниках, а также на полигонах, свалках и других объектах, принадлежащих предприятиям, накоплено свыше 1,9 млрд. т опасных отходов. Оценка ситуации позволяет сделать вывод о постоянном росте количества образующихся в стране отходов. При этом показатель использования и обезвреживания отходов снизился до 43,3%. В связи с нехваткой полигонов для складирования и захоронения отходов распространена практика их размещения в местах неорганизованного складирования (несанкционированных свалках), что представляет большую опасность для окружающей среды.

**Табл. 1 Показатели обращения с отходами производства и потребления в Российской Федерации, млн. т**

Показатель	2002 г.	2003 г.	2004 г.
Образовалось за отчетный год	2034,9	2613,5	2634,9
Использовано на предприятиях	1210,8	1287,8	1126,4
Обезврежено на предприятиях	3,5	54,9	14,3
Использовано и обезврежено, % количества образовавшихся отходов	59,7	51,4	43,3
Размещено на территории, принадлежащей предприятиям	1305,9	1747,2	2355,2



**Рис. 2 Объем образования отходов производства и потребления в России (относительный в %)**

Неиспользуемые отходы - это миллиарды тонн выведенных из хозяйственного оборота безвозвратно теряемых материальных ресурсов, многими видами которых страна практически уже не располагает. В России доля городского населения составляет 73%, что несколько ниже уровня европейских стран. Но, несмотря на это, концентрация ТБО в крупных городах России сейчас резко возросла, особенно в городах с численностью населения от 500 тыс. и выше человек. Объем отходов все увеличивается, а территориальные возможности для их утилизации и переработки уменьшаются. **Для полного решения проблемы необходимо выделить в экономическом комплексе городов специальную систему санитарной очистки. Эта система предполагает комплексное управление отходами и осуществление целого комплекса экономических мероприятий по сбору, удалению и утилизации**

**отходов с целью сохранения здоровья жителей и благоустройства местности.** Кроме сбора, хранения, транспортировки, обезвреживания и утилизации мусора в систему санитарной очистки населенных мест должны входить мероприятия по уменьшению масштабов процесса образования отходов и организации переработки вторичных ресурсов. А эти понятия должны включать реализацию программ по работе с населением, руководителями жилищноэксплуатационных организаций и специалистами, занимающимися сбором мусора, руководителями и специалистами предприятий по перевозке отходов, руководителями и специалистами мусороперерабатывающих предприятий, представителями органов власти, потенциальными инвесторами.

### **3 Твердые отходы: общие сведения**

**Термином «твердые бытовые отходы» (ТБО) обозначается бытовой мусор, который за ненужностью выбрасывается населением городов и посёлков городского типа из жилых и общественных зданий, а также из различных сооружений непромышленного назначения.** Этот мусор до сих пор, как правило, вывозится на городские свалки. В него не включаются такие бытовые отходы, как осадки, образующиеся при обработке сточных вод из систем канализации, а также отходы, требующие специальной обработки (больниц, родильных домов, скотобоен и т.п.). Вместе с тем в состав твердых отходов принято включать также смет улиц и отходы садово-паркового хозяйства (листья, травы, ветки деревьев и т.п.). **В мировой практике применяются различные системы промышленной переработки твёрдых бытовых отходов с их последующим полным или частичным использованием.** К ним относятся: переработка ТБО путём механизированной сортировки и извлечения из них ценных составляющих; прессование ТБО в формованные блоки с их битуминизацией и последующим применением в строительстве и в энергетике; компостирование органической части ТБО с использованием получаемого компоста в качестве удобрения и огневой обработкой некомпостируемой части отходов путём пиролиза или сжигания без использования либо с использованием получаемой теплоты; применение ТБО только в качестве топлива либо без всякой предварительной сортировки с извлечением обезвреженного металла из очаговых остатков, образующихся при слоевом сжигании отходов, либо с их предварительной сортировкой (получением топлива из отходов).

**В последние годы в зарубежной практике внедряют новые методы термического обезвреживания ТБО с использованием их в качестве топлива и одновременным получением побочных полезных продуктов.** К этим методам относится низкотемпературный пиролиз ТБО без их предварительной сортировки, а также их высокотемпературный пиролиз. Как известно, топливом называется любое вещество,

способное вступать с окислителем (и, в частности, с наиболее доступным окислителем — кислородом воздуха) в быстропотекающий окислительный процесс (горение). Такой процесс сопровождается выделением продуктов сгорания с высокой температурой и, один раз начавшись, в состоянии поддерживаться самопроизвольно (самовозгорание) или принудительно (зажигание) вплоть до полного исчерпания запаса горючего вещества (топлива) в очаге горения. **При этом практическое значение могут иметь только такие виды топлива, которые удовлетворяют трем обязательным условиям.**

**\* Прежде всего, это топливо должно быть достаточно распространенным и доступным для массового применения.**

Ресурсы твёрдых бытовых отходов практически неисчерпаемы, так как они все время воспроизводятся населением, проживающим на данной селитебной территории, вблизи которой можно разместить установки для их использования. **Таким образом, твёрдые бытовые отходы удовлетворяют этому первому обязательному для всех видов топлива условию.**

**\* Вторым обязательным условием является достаточная химическая активность топлива, обеспечивающая возникновение процесса его горения в кислороде воздуха.** Как известно, на так называемых неорганизованных свалках наблюдается самовозгорание бытовых отходов в тех случаях, когда их масса и толщина слоя достаточны для создания условий, при которых потери теплоты в окружающую среду становятся существенно меньшими, чем количество теплоты, выделяющейся при таком биотермическом разложении. Таким образом, активность твердых бытовых отходов по отношению к кислороду воздуха как окислителю при соблюдении определенных условий не вызывает сомнений.

**\* Третьим обязательным условием является наличие значительных удельных тепловыделений на единицу массы или объема при горении таких веществ, которые могут рассматриваться как топливо в общепринятом смысле этого слова.** Удельное тепловыделение любого вещества, отнесенное к 1 кг его массы и выраженное в принятой в Международной системе единиц (СИ) в мегаджоулях (МДж), является его важнейшей характеристикой, по которой сравнивается энергетическая ценность различных видов топлива. Это удельное тепловыделение обычно называется удельной теплотой сгорания  $Q$ , МДж/кг. В теплотехнических расчетах различаются понятия высшей удельной теплоты сгорания рабочего топлива ( $Q_s^r$ ), характеризующей полное количество теплоты, выделяющейся при сгорании 1 кг топлива при условии конденсации всех водяных паров, содержащихся в продуктах сгорания этого топлива, и низшей удельной теплоты сгорания ( $Q_i^r$ ), если такое количество теплоты приводится за вычетом части ее, безвозвратно теряемой в результате испарения влаги, содержащейся в топливе или образующейся при горении водорода топлива, с последующим выбросом в атмосферу

водяных паров вместе с продуктами сгорания. По этому признаку бытовые отходы также соответствуют некоторым видам ископаемого топлива, используемым для выработки тепловой и электрической энергии, как за рубежом, так и в нашей стране.

Таким образом, ТБО с некоторыми допущениями могут рассматриваться как своеобразный, весьма распространенный вид местного топлива, которое удовлетворяет всем трём обязательным для топлива условиям и которое целесообразно использовать в народном хозяйстве страны. В таблице 1' приведен морфологический состав ТБО по ряду городов бывшего СССР за периоды 1968 - 1970 и 1975 – 1976 гг. Анализ приведенных в таблице 1 данных показывает, что бытовые отходы как топливо не имеют стабильного состава и при решении проблем их сжигания в заданных конкретных условиях этот состав должен быть тщательно изучен. В настоящее время наметилась тенденция к увеличению содержания в ТБО бумаги, картона, пакетов и других бумажных изделий и пластмасс за счет снижения содержания пищевых отходов.

Таблица 1<sup>1</sup> Морфологический массовый состав твёрдых бытовых отходов по некоторым городам бывшего СССР, %

Составляющая часть	За период 1968-1970 гг.													За период 1975- 1976 гг.				
	Москва	Ленинград	Моск. обл.	Горький	Рязань	Волгоград	Свердловск	Ростов	Алма-Ата	Воронеж	Уфа	Харьков	Владивосток	Москва	Ленинград	Свердловск	Ростов	Уфа
Бумага	36,4	24,3	33,1	31,3	35,3	30	24,4	9,3	10,1	25,2	35,7	27	20	34	38	27,5	26,3	30,3
Дерево	2	2	1,9	2,8	2,9	2,6	3,8	11,7	4,3	-	-	2	0,2	2,4	1	2,9	2,6	2,6
Текстиль	3,4	3,5	5,6	4,4	7,8	3,5	5,4	8,0	2,4	-	-	3,4	3,4	5,0	0,3	4,3	1,7	5,4
Кожа	1,6	1,3	0,8		1,7	0,5	1,7	0,8	0,4	-	-	2,1	0,4	2,2	0,5	3,9	0,8	6,4
Пластмасса	0,8	1				-		-	2,3	-	-	-	-	1,6	1,2	1,5	0,5	1,2
Кости	1,3	3,7	1,3	2,4	2,3	2,5	1,7	1,7	2,8	-	-	1,3	1,9	1,1	0,5	2,5	1,8	3,2
Стекло	3,7	8,8	3,1	3,3	2,1	4,8	5,1	4	6,7	3,5	2,1	5,6	5,3	4,6	5,5	7,6	2,3	7,6
Металл	3,4	5,2	2,1	2	2	2,7	3,8	4,7	1,7	2,3	2,0	1,8	1,4	4,4	3,9	5,4	1,3	4,6
Камни	0,9	1,8	1,2	1,4	0,2	2,5	11,	7,7	2,8	-	-	-	0,7	2,9	0,9	1,6	2,1	0,6
Пищевые	36,8	31,7	41,2	38	39,6	38,7	34,4	28,6	10,6	48,2	30,5	47	45,8	33,1	29	36,2	47,4	31,2
Прочие	3,4	1,3	1,6	2,6	1,5	1,2	0,3	2,6	-	20,8*	29,7*	2	-	0,8	0,5	1,1	0,6	0,8
Зола, шлак	-	-	-	-	-	-		-	5,1	-	-	2	1,3	-	-	-	-	-
Отсев не менее 15мм	6,3	15,4	8,1	11,8	4,6	11	7,9	20,7	50,8	-	-	5,8	19,6	7,9	16	5,5	12,6	6,1

### 3.1 Твердые бытовые отходы: состав, плотность, теплота сгорания.

Для правильной организации процесса сжигания ТБО, использования выделяющейся теплы необходимо знать их удельную теплоту сгорания. Однако определение этой характеристики существующими (для энергетических топлив или других однородных веществ) методами невозможно из-за неоднородности ТБО, наличия в них крупных предметов и невозможности взять представительную пробу для лабораторного анализа. Наиболее рациональным является метод определения теплоты сгорания из расчета теплового баланса при сжигании ТБО на действующих мусоросжигательных установках (МСУ). Для получения достоверных данных в стационарной установке должно быть сожжено не менее 20 т исследуемых отходов. В качестве исходных данных для проектирования МСУ могут быть приняты следующие значения теплоты сгорания различных видов отходов: бытовой мусор из квартир 4,6...10,5 МДж/кг (1100-2500 ккал/кг); крупногабаритные отходы 10...15 МДж/кг (2400-3800 ккал/кг); отходы учреждений и нетехнологические горючие отходы фабрик и заводов (использованная упаковка, обтирочный материал и т.п.) 6,7... 11,7 МДж/кг (1600-2800 ккал/кг)

При химическом анализе ТБО встречаются те же трудности, что и при лабораторном определении теплоты сгорания. В соответствии с исследованиями АКХ им. К.Д. Памфилова химический состав ТБО может быть принят следующим, мас. %: углерод...18-28; водород...1,6-3,6; кислород...15-23; азот...0,2-0,4; сера...0,1-0,4; хлор...0,1-0,3.

#### 3.1.1 Общий состав ТБО

Общий состав ТБО зависит от многих факторов, в том числе и от времени года. В состав ТБО в основном входят: бумага, картон (приблизительно 30-45%); пищевые отходы (приблизительно 25-35%); древесина (до 4%); текстиль (до 4%); металл (до 6%); стекло (приблизительно 5%); кожа, резина (приблизительно до 2%); пластмасса (до 2%).

Существенное влияние на использование ТБО как топлива оказывает влажность топлива, зависящая от содержания в ТБО пищевых отходов, атмосферных осадков, а также от времени года: весна/лето от 25-40%; осень до 55%.

#### 3.1.2 Теплота сгорания ТБО

ТБО относится к низкокалорийному топливу. Теплота сгорания имеет приблизительно следующие значения: бытовой мусор,  $Q_i^r = 5-10,5$  МДж/кг; крупногабаритные отходы,  $Q_i^r = 10-16$  МДж/кг; отходы учреждений и непромышленных зданий,  $Q_i^r = 7-12$  МДж/кг.

В связи с тем, что теплота сгорания ТБО незначительная, при его сжигании приходится использовать дополнительное качественное первичное топливо. Средняя влажность твердых отходов, перечисленных в таблице 1.

#### **4 Промышленные отходы: классификация, характеристика, методы обезвреживания и очистки.**

Все промышленные отходы делятся на три основные группы: 1.жидкие; 2.твердые; 3.газообразные.

Предлагаемая классификация промышленных твердых отходов представлена в таблице 2.

**Таблица 2. Классификация промышленных твёрдых отходов.**

	Продукты, предметы и вещества, составляющие твёрдые отходы
<b>Твёрдые отходы нехимических производств:</b>	
Проектно-конструкторские организации, административные службы	Бумага, стекло, древесина
Хозяйственные и строительные цехи	Древесина, древесные стружки и опилки, строительный мусор, картон, бумага
Котельные, ТЭЦ	Зола, остатки твёрдого топлива
Санитарная служба	Перевязочный материал, стекло, бумага, гипс, кости, мусор
Механические цехи и предприятия	Древесина, ветошь, мусор
<b>Твёрдые отходы химических производств (химические цехи и предприятия)</b>	Ветошь, пропитанная химическими веществами; активированный уголь, иониты и другие адсорбенты, ракушечник, шлам промышленной канализации, смолы, тяжёлые металлы, хром, кальций, хлориды, сульфиды, сульфаты, целлюлозное и бумажное волокно и другие продукты

Для правильной организации сбора, хранения и обезвреживания твердых отходов необходимо знать их состав, количество и свойства, а также факторы, влияющие на их изменения. Все твердые отходы следует разделить на промышленные твердые отходы химических предприятий (эти отходы или токсичные соединения, или могут содержать на своей поверхности токсичные вещества) и промышленные твёрдые отходы, нехимических производств (эти отходы не содержат токсичных веществ). Если состав и свойства твёрдых отходов нехимических производств довольно постоянны и известны, то твердые отходы химических производств включают разнообразные вещества органического и неорганического происхождения, и по этой причине изучение их свойств и состава связано с большими трудностями. При обследовании ряда предприятий городов Москвы и Ленинграда была получена характеристика состава промышленных твёрдых отходов нехимических производств. Эти результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Характеристика промышленных твёрдых отходов нехимических производств.

Вид отходов	Суточное накопление, т	
	Москва	Ленинград
Древесина (опилки, обрезки, стружка, деревянная упаковка, рогожа и т.д.)	940	484
Бумага (промасленная, пергамент, картон, шпули, парафинированная)	163	52
Текстильные отходы (промасленная ветошь, ворс, концы, пух, вата)	149	63
Кожа, шерсть	36	19
Резина, клеёнка	101	90
Пластмассы	9	3
Аспирационная пыль (кожи, пера, текстиля и пр.)	35	4
Мездра	70	15
Смолы	3	-
Сажа	0,3	-
Зерно, крупка, хмель	10	-
Мясокостные отходы	32	4,2
Стекло	10	5
Горелая формовочная земля	919	200
Шлаки, зола, абразивы	506	23
Шламы, флюсы, осадки фильтрования хозяйственно-фекальных вод	35	114
Прочие (смет, строительный мусор)	582	673
Известковые отходы, шамотная масса	-	9,8
<b>Всего</b>	<b>3500,3</b>	<b>1759,0</b>

Для обезвреживания таких отходов предложены следующие методы см. таблицу

4.



**Таблица 4. Методы обезвреживания ПТО**

<b>Метод обезвреживания</b>	<b>Вид твёрдых отходов</b>	
	<b>нехимические</b>	<b>химические</b>
1 Захоронение в шахтах, усовершенствованных свалках, карьерах; сброс в море	Возможно	Недопустимо из-за устойчивости токсичных соединений
2 Сжигание всей массы*	Возможно	Возможно только для продуктов, не содержащих легкоплавких материалов
3 ** То же	Возможно	Возможно
4 Использование органической части для переработки в органические удобрения, биотопливо и вторичное сырьё для промышленности	Возможно	Невозможно из-за токсичности соединений

\* Теплота используется для энергетических целей, а образующиеся зола и шлак применяются для производства строительных материалов.

\*\* Это основной метод обезвреживания химических и нехимических твёрдых отходов.

В бывшем СССР и за рубежом в крупных городах и на промышленных предприятиях широкое распространение получили методы 2 и 3 (таблица 4). В зависимости от свойств производственных твёрдых отходов решается вопрос о выборе и применении той или иной конструкции печи сжигания, но все они должны отвечать следующим основным требованиям: хорошее перемешивание твердых отходов в процессе горения для лучшего проникновения кислорода воздуха в массу отходов и возможно более полного процесса окисления органической части твердых отходов; сохранение и поддержание достаточно высоких температур, гарантирующих полное сгорание органических составляющих твёрдых отходов, надёжное воспламенение и устойчивое горение твёрдых промышленных отходов; полное обезвреживание минеральной части промышленных отходов; простота конструкции и удобство обслуживания.

Шведская фирма PLM разработала комплексную систему обработки бытовых отходов, с помощью которой около половины их превращается в топливные брикеты с теплотворной способностью лишь на треть меньшей, чем у угля. Эти брикеты отличаются малым содержанием серы, их можно использовать в промышленных печах, отопительных котельных. После изготовления брикетов из отходов остаются органические вещества, которые годятся для приготовления компоста, используемого в качестве удобрений, а также небольшое количество восстанавливаемых металлов и непригодные для утилизации вещества.

**В зависимости от количества отходов и их физико-химических свойств**

**применяются различные методы очистки: механические, сорбционные, химические, биологические, термические, а также комбинированные.**

**4.1 Механический метод** применяется для очистки жидких и газообразных отходов от грубодисперсных примесей с помощью специальных аппаратов (ловушек, контактных фильтров, осветителей, отстойников, циклонов и т.д.). Выделенные твердые примеси, опасные для здоровья людей, подвергаются затем либо захоронению, либо сжиганию.

**4.2 Сорбционный метод очистки** заключается в том, что на поверхности некоторых активных материалов (например, активированного угля) происходит поглощение минеральных или органических продуктов. Этот метод позволяет очищать воздух и жидкие отходы от вредных примесей. При использовании ионообменных смол получают концентрированные растворы, содержащие большое количество органических и минеральных продуктов в регенерате. Полученные таким образом концентрированные растворы могут либо повторно использоваться с целью извлечения из них ценных продуктов, либо уничтожаются термическим способом. На эффективность очистки влияет целый ряд факторов, из которых следует отметить состояние среды, наличие взвешенных частиц, соли тяжелых металлов. Недостатком этого метода очистки является периодическое получение большого количества твердых продуктов, которые из-за трудности специальной обработки часто приходится сжигать или подвергать захоронению.

**4.3 При химическом методе очистки** к отходам добавляются различные реагенты, вступающие во взаимодействие с теми или иными примесями. В результате протекающих химических реакций получаются новые соединения, уже не оказывающие токсического действия на окружающую среду. Наиболее часто применяются реакции окисления и восстановления. Самостоятельное применение химического метода часто не дает полной очистки сточных вод от органических и неорганических продуктов. Наиболее целесообразно применить сорбционный и химический методы для промышленных сточных вод, содержащих органические и минеральные вещества в концентрациях не более 1-2 г/л, и газов, содержащих не более 100 мг/л токсичных веществ.

**4.4 Биологический метод**, заключающийся в разрушении органических продуктов в результате деятельности микроорганизмов, применяется для очистки сточных вод, содержащих незначительные количества органических и минеральных веществ (менее 0,5-1 г/л). Данный метод используется в том случае, если точно известен состав сточных вод и токсичное действие его продуктов на биохимический процесс, а также, если установлена возможность биохимического окисления находящихся в них органических продуктов. **Однако целый ряд промышленных отходов (в основном от химических производств) из-за сложного состава и разнообразия химических веществ, относящихся к различным классам соединений; не удается обезвредить, полностью**

**ни одним из рассмотренных методов, кроме термического.** В современных городах быстро растет количество промышленных и бытовых отходов. Ликвидация и обезвреживание последних является сложной санитарной, технической, и экономической проблемой. Поэтому все большее распространение в городах получают механизированные методы обезвреживания бытовых и промышленных отходов, в первую очередь, **сжигание мусора с использованием выделяющегося при этом тепла.**

**4.5 Термический метод обезвреживания производственных отходов в зависимости от условий режима окисления, технологического оформления процесса и состава отходов подразделяется на ряд способов:**

**4.5.1 Окисление органических веществ при температуре выше 800°С и давлении ниже 2 атм. кислородом воздуха (сжигание).** В зависимости от вида и состава производственных отходов процесс обезвреживания проводят: а) в камерных печах; б) в циклонных печах; в) в многоподовых печах; г) в печах с псевдоожиженным слоем; д) в распылительных печах.

**4.5.2 Окисление органических веществ в присутствии катализаторов при температуре 100 - 500°С и атмосферном давлении.**

**4.5.3 Окисление органических веществ в присутствии катализаторов и температуре 100 - 500° С и давлении до 36 МПа (каталитическое окисление).**

**4.5.4 Окисление органических веществ при давлении выше 0,2Мпа ,температуре 100-300°С и неполном испарении воды («мокрое сжигание», или процесс Циммермана).** Наиболее широкое применение для сжигания твердых отходов химических и нехимических производств в период до 1965г. нашли камерные, барабанные и многоподовые печи, а с 1966 г. начали широко использоваться печи с псевдосжиженным слоем. Отличительной особенностью сжигания твердых отходов химических производств является более высокая температура процесса; чем при сжигании твёрдых отходов нехимических производств.

Резервы экономии энергоресурсов имеются не только в коммунальной энергетике, но также и на предприятиях области. Например, на Нижегородской станции аэрации, принадлежащей МП «Водоканал» г. Н. Новгорода в процессе переработки сточных вод вырабатывается более 13 млн. м<sup>3</sup> биогаза, который может быть использован в качестве альтернативного топлива вместо природного газа. Проработаны два варианта, один - использования биогаза в котельной станции аэрации, другой - в мотор-генераторах для выработки электрической и тепловой энергии, в обоих случаях экономится дорогой и дефицитный энергоноситель - природный газ. За счёт использования биогаза в мотор-генераторах можно покрыть 72% потребности станции в электрической и 91 % потребности в тепловой энергии, и при этом, уменьшить более чем на 150 млн. м<sup>1</sup> в год выбросы в атмосферу парниковых газов. [7]

## 5 Жидкие промышленные отходы

### 5.1 Классификация промышленных отходов и источники образования жидких горючих отходов

Все промышленные отходы можно разделить на три основные группы: твёрдые, жидкие, газообразные.

Один из самых крупных источников загрязнения окружающей среды - жидкие горючие отходы. Под "жидкими горючими отходами" в дальнейшем имеются в виду продукты преимущественно углеводородного состава, отработавшие в технологическом цикле, с ухудшенными вследствие этого физико-химическими свойствами, обладающие текучестью при нормальной или повышенной температуре и способные гореть самостоятельно или в смеси с дополнительным топливом.

Часть этих отходов, например масел, может быть регенерирована и превращена в исходный продукт или использована без регенерации в технологических процессах некоторых предприятий, другая часть по своему составу регенерации не подлежит и должна быть обезврежена.

Во многих крупных городах страны, например в Москве, сосредоточены предприятия машиностроительной, химической, электротехнической, нефтеперерабатывающей, пищевой и других отраслей промышленности. Ежедневно на этих предприятиях образуются значительные количества жидких горючих отходов, преимущественно нефтеотходов, часть из которых перерабатывается и возвращается в производственный цикл, а другая; часть постепенно накапливается.

На предприятиях нефтеперерабатывающей и нефте-химической промышленности, образуется большое количество нефтяного шлама, представляющего собой донные осадки сооружений механической очистки сточных вод, продукты зачистки резервуаров, пену, собранную на установках адгезионной сепарации и флотационной очистки стоков.

Нефтешлам образуется из механических примесей, попадающих в систему нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) с неподготовленной или плохо подготовленной к переработке нефтью, с потребляемой для технических нужд водой, в виде пыли и мусора из окружающего воздуха, в результате коррозии технологической аппаратуры, применения флокулянтов, коагулянтов, минеральных реагентов и т.п.

Нефтяные шламы на НПЗ бывают двух видов: постоянно образующиеся в процессе производства, количество которых составляет около 0,007 т на 1 т переработанной нефти, и застаревшие, хранящиеся десятки лет в специальных

амбарах, - нефтешламонакопителях. По данным БашНИИ нефтяной промышленности нефтешлам имеет следующий состав, %: нефтепродукты...25-46 (среднее 35,5); вода...50-55 (среднее 52,5); механические примеси...4-20 (среднее 12).

**Большую проблему представляет собой ликвидация кислых гудронов, которые являются отходами сернокислотной очистки масел.**

Сернокислотной очистке подвергают дистилляты велосситового, вазелинового, парфюмерного, трансформаторного и других масел. При этом на нефтемаслозаводах ежегодно образуются следующие количества кислых гудронов: на Ярославском около 20, Рижском около 10, Горьковском около 5,5 тыс.т.

**По составу кислые гудроны различны и в среднем состоят из 55 - 65% органической массы и 35 - 45%  $H_2SO_4$ .** Приемлемые способы утилизации кислых гудронов в СССР пока не найдены и в пруды-накопители ежесуточно поступает огромное количество отходов.

**Ряд заводов вывозят отработанные масла на предприятия стройиндустрии, например на железобетонные заводы, где они используются для смазки форм, цепей и т. п. После такого вторичного использования остаются "третичные" отходы, которые практически больше нельзя использовать, а нужно только ликвидировать.** Проблема третичных отходов возникает и при многих других способах утилизации не только нефтепродуктов, но и других отходов.

Обследование наиболее характерных промышленных предприятия Москвы показало, что на них в течение года образуется около 20Ф тыс.т. нефтеотходов. В данном случае **имеются в виду группы органических веществ жидкой и полутвёрдой консистенции, получаемые в основном из нефти: топливо (бензин, керосин, лигроин, дизельное топливо, мазут), масла смазочные (моторные, автотранспортные, дизельные, промышленные, компрессорные и др.) и несмазочные (трансформаторные, конденсаторные и др.), битумы и другие продукты переработки нефти (ксилол, бензол, толуол, уайт-спирит).** При подсчетах к нефтепродуктам относят также растворители (перхлорэтилен, трихлорэтилен, растворитель ДРВ, ацетон, эфиры, спирты и др.).

Количество отходов, скапливающихся на территориях предприятий, включая жидкие и твердые, составляет около 20% общего количества образующихся отходов.

**С развитием автомобилестроения и вводом в строй новых автомобилестроительных заводов-гигантов возникают крупные сконцентрированные источники выделения и скопления жидких горючих отходов.** Так, например, только на одном из новых автомобильных заводов образуется до 50 т/сут жидких отходов, масел, легковоспламеняющихся жидкостей, красок и

грунтов, содержащих органические и неорганические пигменты, механические примеси и т.п. **Химический анализ показывает, что эти отходы содержат 38 - 45% хлороформизвлекаемых, 27 - 32% взвешенных веществ и 5 - 24% воды. При этом потери при прокаливании взвешенных веществ составляют 5 - 7%.**

**Согласно имеющимся данным, большое количество нефтеотходов образуется на проезжей части дорог, территориях предприятий, автохозяйств и др.** Нефтепродукты попадают в поверхностный дождевой сток при выщелачивании асфальтобетонных покрытий, утечке горючего масла из агрегатов автотранспорта, конденсации выхлопных газов и т.д.

Массовое внедрение современной технологии, развитие судоходства, расширение морских перевозок нефти, увеличение количества расположенных в прибрежной полосе нефтеперерабатывающих заводов привели к опасному загрязнению морей нефтеотходами, а также нефтью, выливающейся при авариях танкеров.

Без учета аварий подсчитано, что каждый год танкеры при зачистке выливают в море около 300 тыс.т нефтяных остатков, тысячи судов и катеров сбрасывают смазочные вещества, нефтеперерабатывающие заводы сливают в море ежегодно до 20 тыс.т нефтеотходов. Исследователи установили, что за последние 20 лет жизнеспособность морских организмов понизилась на 30 - 50 %.

Многие пляжи на морских и речных курортных побережьях представляют реальную угрозу здоровью человека и временно закрыты.

## **5.2 Распространённые способы регенерации, утилизации и ликвидации жидких горючих отходов**

### **5.2.1 Регенерация нефтеотходов**

Отработанные масла предприятия обязаны собирать и сдавать на регенерацию. Для регенерации отработанных масел на нефтебазах Главнефтеснаба РСФСР применяют маслорегенерационные установки РМ-250-61, РМ-250-62 и др.

Регенерацию отработанных масел на установке РМ-250-61 производят с применением поверхностно-активных веществ с последующей обработкой по методу масло - глина - вода.

### **5.2.2 Захоронение и уничтожение отходов на полигонах и свалках**

Широко распространенным способом ликвидации нефтеотходов является вывоз на полигоны и свалки, где отходы сжигают или захоранивают.

**Для организации полигона должны выполняться следующие условия:**

**наличие достаточно мощных водонепроницаемых глинистых грунтов, удаление от населённых пунктов, исключение возможности попадания поверхностных вод с территории полигона в близлежащие водоемы.**

Один из наиболее освоенных полигонов для захоронения жидких отходов и осадков в страус построен на кембрийских глинах, предотвращающих фильтрацию вредных веществ в водоносные слои почвы. В настоящее время, по данным полигонной лаборатории, он принимает около 35 тыс. т/год жидких отходов, одна треть которых относится к нефтеотходам. Этот полигон предназначен для регулярного приема и ликвидации путем захоронения или сжигания обезвреженных и нейтрализованных, не подлежащих вторичной переработке и вывозу на обычные городские свалки производственных отходов и осадков из очистных сооружений промышленных и транспортных предприятий и организаций. Прием отходов и осадков производится от заказчиков, принявших долевое участие в строительстве полигона. Заказчики оплачивают полигону стоимость услуг по захоронению и сжиганию принимаемых отходов и осадков.

На полигон сдаются производственные отходы следующих групп: осадки из очистных сооружений; нефтепродукты, не подлежащие регенерации, и нефтесодержащие стоки; отходы гальванического, химического и кожевенного производства; особо вредные отходы в контейнерной упаковке.

На все осадки и отходы, вывозимые на полигон, представляются паспорта с технической характеристикой состава отходов и с кратким описанием мер безопасности при захоронении и сжигании.

Полигон разбит на карты для приема отходов. Емкость карт, по проекту составлявшая 1500 м<sup>3</sup> при высоте загрузки 8 м, в настоящее время значительно увеличена, и высота загрузки достигает 15 м. При устройстве карт снимается верхний грунт на глубину до 2,5 м (до слоя кембрийских глин). Каждая карта имеет бетонированный откос для удобства слива отходов и предотвращения размыва стенок.

Не подлежащие регенерации нефтепродукты и нефтесодержащие стоки привозят в илососах или емкостях оборудованных шланговыми устройствами, и сливают в карты, после чего происходит естественное отстаивание смеси. После отстаивания вода откачивается и испаряется путем естественной сушки, а нефтепродукты направляются на сжигание в так называемые «звездочки» звездообразные ямы, выложенные огнеупорным кирпичом (шамотом). Неорганизованное сжигание без надлежащего количества окислителя (кислорода воздуха) приводит к неполному сгоранию и повышенному дымообразованию, что вызывает загрязнение атмосферы.

В последнее время на территории полигона проводятся эксперименты по

организованному сжиганию нефтеотходов в опытных печах циклонного типа. Органические отходы, которые нельзя сжечь в таких печах, сливают в ямы и засыпают каркасным материалом (строительным мусором, твердыми отходами, опилками, торфом и глиной). Сверху насыпают слой почвы и сажают кустарники и деревья.

Отходы гальванических производств также сливают в карты. Нейтрализацию проводят на полигоне, частично используя привозимые отходы химической промышленности (кислые среды нейтрализуются щелочными, и наоборот). Компоненты перемешивают в ямах с помощью грейферов. Выпадающий при отстаивании осадок закапывают. Отстоянную воду в летнее время отбирают и разливают тонким слоем на бетонных площадках, где происходит ее естественное, испарение.

Специалисты справедливо считают, что при захоронении промышленных отходов и осадков очистных сооружений необходимо полностью исключить контакт их с окружающей средой во избежание проникания вредных веществ в почву и водоемы и последующее о включения в биологические цепочки. Поэтому выдвигаются идеи создания изолированных временных хранилищ для и целых промышленных районов, однако, эти идеи остаются неосуществимыми из-за недостатка территории, высокой стоимости этих хранилищ и несоответствия их санитарно-эпидемиологическим требованиям.

Таким образом, можно сделать **вывод: организация полигонов и свалок с примитивной технологией захоронения токсичных отходов неэффективна и принципиально неправильна. Существующие способы регенерации нефтеотходов применимы только для ограниченного круга отходов. Кроме того, после регенерации и утилизации остаются третичные отходы, которые также необходимо ликвидировать.**

### **5.2.3 Наиболее распространенные способы сжигания жидких отходов**

**В зависимости от количества и физико-химических свойств отходов, подлежащих регенерации, применяются различные методы их обработки: механические, физические, химические, биологические, термические, а также комбинированные. Одними из наиболее эффективных способов ликвидации отходов нефтепродуктов и других горючих отходов являются термические способы их уничтожения в печах и горелках различной конструкции. Промышленные отходы можно разделить на отходы, сгорающие самостоятельно и отходы, для обезвреживания которых необходимо использование дополнительного высококалорийного топлива.**

Наиболее распространенными установками для сжигания жидких горючих отходов, непригодных к утилизации, можно считать следующие: печи с кипящим



слоем, циклонные топки, барабанные и многоподовые печи, камерные печи, печи поверхностного (надслоевого) сжигания.

#### **5.2.4 Оптимальные пути утилизации и обезвреживания жидких горючих отходов**

Как говорилось выше, применение наиболее распространенного способа ликвидации промышленных отходов, в частности нефтеотходов, захоронение на свалках общего или специального назначения в центральных областях РСФСР и во многих других районах страны недопустимо и почти повсеместно запрещается органами санитарной инспекций.

**Проблема уничтожение жидких горючих отходы может быть кардинально решена двумя путями. Во-первых, необходимо существенно увеличить число маслорегенерационных станций и заводов, увеличить их мощности и модернизировать оборудование, в результате чего появится возможность принимать на регенерацию больше масел, несколько снизить жесткие требования к их приемке. Существующих в настоящее время мощностей регенерационных станций и заводов недостаточно. По данным 1972 г., регенерировано значительно менее половины отработанных масел. Модернизация маслорегенерационных станций должна также способствовать снижению количества третичных отходов. Кроме того, необходимо улучшить технологию сбора и предварительной подготовки отработанных масел перед поступлением их на нефтеперерабатывающие заводы для совместной переработки с сырой нефтью. Во-вторых, свалки должны быть заменены предприятиями по централизованной переработке промышленных отходов.** Такие предприятия должны представлять собой крупные механизированные комбинаты с заводской технологией, современным оборудованием и квалифицированными кадрами, принимающие и утилизирующие отходы, поставляющие сырье для предприятия химической промышленности, например соли металлов, и для строительной индустрии обожженный песок, щебень и др. Тепло, выделяющееся при сжигании огромного количества высококалорийных нефтеотходов, можно использовать для сушки осадков и шламов, а также в специальных котельных. Избыточное тепло может быть в частности утилизировано в оранжереях и теплицах.

Комбинат должен располагаться на достаточном, с точки зрения санитарной безопасности, расстоянии от жилых районов и иметь удобные подъездные пути. Каждый комбинат должен быть предназначен только для приема отходов, нерегенерируемых на самом предприятии или не передаваемых для утилизации или

регенерации другим организациям. Он должен состоять примерно из следующих отделений: А - отделение приема и подготовки нерегенерируемых жидких горючих отходов; Б - отделение приема и подготовки осадков и шламов из очистных сооружений промышленных предприятий города; В - отделение термического обезвреживания осадков и шламов при помощи тепла от сжигания жидких горючих отходов; Г - отделение термического обезвреживания токсичных стоков, которые не могут быть обезврежены на самом предприятии; Д - экспериментальный цех для проверки и отработки новой технологии обезвреживания отходов; Е - механические мастерские; Ж - лаборатория.

Технические средства для сооружения таких комплексов в настоящее время имеются. Обслуживание предприятий автотранспортом должно производиться централизованно по графику в соответствии с заявками заказчиков специализированным транспортным трестом, имеющим необходимый парк автомашин.

Локальное сжигание всех нерегенерируемых нефтеотходов на территориях предприятия даже при соблюдении всех санитарно-гигиенических требований не является оптимальным вариантом и может производиться только как временная мера.

Первые шаги в направлении создания централизованного пункта ликвидации отходов в Москве уже сделаны. Принято решение о строительстве в Москве станции для приема и переработки осадков и нефтеотходов транспортных предприятий Москвы. Опыт Москвы впоследствии может быть перенесен и на другие промышленные центры страны.

## **6 Источники информации**

1. Виллевальд Р.С., Беньямовский Д.Н. Проектирование и эксплуатация мусоросжигательных заводов. - М.: Стройиздат, 1982. - 52 с, ил. - (Охрана окружающей среды).

Приведены санитарно-гигиенические и технические требования, предъявляемые к мусоросжигательным заводам. Изложены методы выбора площадок, исходные данные для проектирования и определения режимов работы мусоросжигательных заводов. Даны рекомендации по проектированию и эксплуатации основных сооружений и оборудования (разгрузочных помещений, бункера-накопителя, топочных устройств, котлов-утилизаторов, грейферных кранов), а также указания по технике безопасности и противопожарным мероприятиям. Освещены вопросы обеспечения заводов энергетическими ресурсами.

Для инженерно-технических работников коммунального хозяйства и промышленной энергетики.

2. Беспмятнов Г.П., Богушевская К.К., Зеленская Л.А., Плехоткин В.Ф., Смирнов Г.Г. Термические методы обезвреживания промышленных отходов. ГИПХ, вып. 61. Изд-во «Химия», 1969 г., 112 стр., 17 табл., 85 рис.

В книге рассматриваются результаты практического применения термического метода для обезвреживания твердых, жидких, газообразных промышленных отходов в СССР и за рубежом, дано описание технологических схем, установок и конструкции основных аппаратов; освещены вопросы выбора установок в зависимости от вида отходов и экономики процесса.

В книге приведена отечественная и зарубежная библиография (по 1967 г. включительно).

Книга предназначена для научных работников, проектных и научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро и инженерно-технического персонала предприятий химической, нефтеперерабатывающей, нефтегазовой, медицинской, легкой промышленности и других отраслей народного хозяйства, а также может служить пособием для студентов технических вузов.

3. Журкович В.В., Потапов А.И. Отходы; научное и учебно-методическое справочное пособие. - СПб.: Гуманистика, 2001. - 600с.

4. Филиппов В.Н., Сумароков М.В. Термические способы обработки и уничтожения жидких горючих отходов промышленных предприятий. - М.: Стройиздат, 1976. - 86с.: ил.

5. Немченко А.Г., Галуткина К.А., Блехер Я.С и др. Обезвреживание и переработка нефтяных шламов. - М.: ЦНИИТЭНефтехим, 1974.

6. ВНИПИНефть (Горьковский филиал). Материалы II Технического совещания по вопросам обезвреживания нефтяных шламов. - Горький, 1971.

7. Маслорегенерационная установка РМ-250-61. - Проспект. - М.: «Недра», 1964.

8. Ясиновский А.А. Оборудование термического обезвреживания промышленных стоков. - М.: «Машиностроение», 1972,— 136 с. ил.

9. Бернадинер М.Н., Минц М.С, Туровский И.С. Сжигание осадков сточных вод (проблемы больших городов). - М.: ГОСИНТИ 1971.

10. Семенова М.Н. Исследование работы бесфорсуночных горелочных устройств барботажного типа на обводненном жидком топливе. Дис. на соиск. Учен, степени канд. техн. наук (рукопись). - М.: 1969.

11. Тув И.А. Сжигание обводненных мазутов в судовых котлах. - Л.: «Судостроение», 1968.

12. Филиппов В.И., Сумароков М.В. Обработка осадка с предварительным сгущением и последующей сушкой в распылительнокипящих сушилках типа РКСГ. - В кн.: Технология очистки сточных вод г. Москвы. - М.: Стройиздат, 1973.

13. Никулин Ф.Е. Утилизация и очистка промышленных отходов.- Л. : Судостроение, 1980.-230с.: ил.- (Охрана окружающей среды).

14. Левин Б.И. Использование твердых бытовых отходов в системах энергосбережения.- М.: Энергоиздат. 1982.- 224с.: ил.- (Экономия топлива и электроэнергии).

## Приложение А (справочное)



Рис П.А.1 Схема утилизации отходов пластических масс



Рис П.А.2 Методы очистки сточных вод

Климов Геннадий Матвеевич  
Климов Александр Михайлович

## Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии для получения теплоты в системах теплоснабжения: отходы производства и потребления

Учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения направлений  
подготовки бакалавриата 08.03.01 Строительство и 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Подписано в печать .....Формат 60x90 V». Бумага газетная. Печать трафаретная.

Уч. изд. л ..... Усл. печ. л..... Тираж 300 экз. Заказ № .....

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования «Нижегородский государственный архитектурно- строительный университет» 603950, Н.  
Новгород, Ильинская, 65 Полиграфцентр ННГАСУ, 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65