

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	11
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧНИЙ.....	12
1 Оценка воздействия на окружающую среду при образовании отходов.....	13
1.1 Оценка объемов образования отходов в России.....	13
1.2 Оценка объемов образования отходов в Самарской области.....	15
2 Способы утилизации отходов производства.....	20
2.1 Отходы бетона и кирпича.....	20
2.2 Отходы древесных материалов.....	25
2.2.1 Пиролиз.....	25
2.2.2 Газификация древесины.....	28
2.2.3 Гидролиз.....	31
2.3 Отходы стекла.....	32
2.4 Отходы полимеров.....	33
2.4.1 Переработка отходов полиэтилена.....	36
2.4.2 Переработка отходов полиэтилентерефталата.....	37
2.5 Термический способ утилизации отходов.....	39
3 Оценка объемов образования отходов на предприятии ООО «Нова».....	41
3.1 Информация о предприятии ООО «Нова»	41
3.2 Отходы, образующиеся на предприятии ООО «Нова».....	41
3.3 Объем образования отходов по классам и способам движения.....	48
4 Предлагаемые способы утилизации компонентов крупнотоннажных отходов предприятия.....	51
4.1 Расчет производительности ножевой дробилки для измельчения	

ПЭТ-Б.....	52
4.2 Расчет молотковой дробилки для измельчения цемента.....	54
4.3 Сжигание отходов.....	55
4.3.1 Возможность утилизации нефтесодержащих отходов предприятия.....	59
5 Разработанная схема операционного движения отходов	
ООО «Нова»	61
5.1 Оценка снижения платы за негативное воздействие на окружающую среду при захоронении отходов 4 класса опасности на полигоне, после разработанной схемы операционного движения отходов.....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	71

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования состоит в том, что снижение негативного воздействия на окружающую среду при образовании отходов производств осуществляется за счет внедрения способов утилизации отходов. Одной из проблем является образование крупнотоннажные отходы на ООО «Нова», в связи с этим разработана схема операционного движения отходов для ООО «Нова».

Скопление мусора для предприятий является одним из вариантов экономически выгодного использования отходов для получения вторичного сырья или компонентов необходимых на предприятии для производства или использования, например, строительного мусора для нужд организации.

Природное происхождение стройматериалов таких как стекло и металлы позволяет их переработать без каких-либо затруднений. Такие отходы как резина, пластмасса, нефтепродукты и химикаты требуют сложных методов преобразования во вторичный ресурс. Обувь, одежда, механические приборы, транспорт, мебель и электротехника разбираются на отдельные части и проходят рециклинг.

Любая производственная деятельность оказывает антропогенное воздействие на окружающую природную среду (ОПС). По объему образования отходов в процессе земляных работ по разработке грунтов, а также образующихся строительных отходов, среди загрязнителей окружающей среды строительство занимает весомое место. Избежать негативных последствий дает разработка схемы сбора и операционного движения отходов.

Как и любое производство, деятельность ООО «Нова» связана с определенным воздействием на ОПС. В ходе рабочих процессов на промышленных площадках и в административных зданиях неминуемо образуются отходы производства и потребления. Рациональное обращение с отходами является неотъемлемой частью производственного процесса, а снижение объема

отходов, отправляемых на захоронение, является одной из корпоративных экологических задач предприятия.

Степень научной разработанности проблемы утилизации отходов производства рассматриваются в различных работах отечественных и зарубежных ученых. Вопросы строительных материалов из отходов промышленности, технология отходов, управления отходами и рециклинга отходов нашли отражение в работах Дворкина Л.И., Дворкина О.Л. [3], Шевцова К.К. [4], Шубова Л. Я. [10], Humes E. [16], Pellow D. N., Weinberg A., Schnaiberg A. [33], Pellow D. N., Park L. S., Royte E., [35].

В опубликованных работах рассмотрены организации рециклинга отходов и эффективность процессов переработки отходов, но не рассматривается снижение негативного воздействия на окружающую среду при разработке схемы операционного движения отходов на предприятии, и внедрении оборудования для рециклинга основываясь на анализ объема захороняемых отходов предприятия.

Объектом исследования являются крупнотоннажные отходы ООО «Нова» 4 класса опасности.

Предметом исследования являются способы утилизации отходов производства, методы и оборудование, подобранные на основе разработанной и внедренной схемы операционного движения отходов.

Цель данной работы - усовершенствование рециклинга отходов в компании ООО «Нова» путем разработки схемы операционного движения отходов на основе наилучших доступных технологий (НДТ).

Научная гипотеза. Из всех производственных отходов в Самарская область используются вторично только 40%. Применение нового более эффективного подхода, а именно превращение крупнотоннажных отходов во вторичный ресурс Самарская область в результате фракционной переработки компонентов отходов, позволит вторично использовать 80% отходов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить воздействие на окружающую среду при образовании отходов производства в различных регионах.
2. Изучить способы утилизации крупнотоннажных отходов производства ООО «Нова».
3. Оценить объем образования отходов по классам и способам движения на ООО «Нова».
4. Предложить способы утилизации компонентов крупнотоннажных отходов.
5. Разработать с целью внедрения потенциальную схему операционного движения отходов предприятия ООО «Нова».
6. Осуществить расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду по крупнотоннажным отходам.

Исследуемая гипотеза работы - внедрение оптимизированной технологии утилизации, дробления и измельчения отходов на предприятии ООО «Нова» тем сократит количество захороняемых отходов 4 класса опасности.

Методологическую и теоретическую основу исследования составили патенты: патент № 2503730 «Установка утилизации бетона» [5], патент № 2427760 «Пиролизная установка» [7], патент № 2430121 «Способ утилизации отходов полимеров» [21], Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году» [1], научные издания, справочные издания, авторские материалы, данные органов государственной статистики России и Самарской области.

Научная новизна состоит в разработке и внедрении операционной схемы движения отходов ООО «Нова».

Теоретическая значимость данной работы состоит в расширении знаний применяемого оборудования, необходимого для утилизации отходов производства для конкретного предприятия, полученные результаты могут служить рекомендацией другим предприятиям Самарской области.

Практическая значимость исследования заключается во внедрении подобранных способов рециклинга отходов на действующем предприятии, с

учетом особенностей производственной деятельности и годового объема образования крупнотоннажных отходов.

По результатам диссертационной работы опубликована статья Костиной Т.А. Оценка внедрения способов переработки отходов на предприятиях/ Т.А. Костина // Сборник научных трудов VII Молодежной научной школы-конференции с международным участием «Актуальные проблемы экологии Волжского бассейна» 18-21 апреля 2019 г. Тольятти: ИЭБВ РАН, 2019. - С. 243.

Положения, выносимые на защиту:

1. Предлагаемые методы и способы утилизации отходов 4 класса опасности на производстве ООО «Нова», могут послужить своего рода макетом для предприятий Самарской области, на производстве которых образуются крупнотоннажные отходы и в последствие направляются на захоронение. При помощи внедрения технологий утилизации отходов, рассмотренных в данной работе, а именно: дробление, измельчение и термическая обработка, сократится количество захороняемых крупнотоннажных отходов в несколько раз и позволит использовать отходы производства как вторичный ресурс.

2. Применение нового более эффективного подхода к фракционной переработке компонентов отходов производства, позволит снизить негативное воздействие на окружающую природную среду предприятия, уменьшить нагрузку на полигон и как следствие снижение затрат на захоронение отходов.

Структура магистерской диссертации состоит из введения, пять разделов, заключения, содержит 76 страниц, 15 рисунков, 6 таблиц и 39 используемых источников.

В первой главе диссертации произведена оценка уровня воздействия на окружающую среду при образовании отходов по России и Самарской области на основе государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году и доклада об экологической ситуации в Самарской области за 2017 год. После изучения делаем вывод,

что основной объем отходов производства и потребления составляют отходы IV и V классов опасности. Количество утилизированных отходов производства и потребления, по данным Росприроднадзора, в 2017 г. составило 3 248,9 млн т, или 52,2% общего количества образованных отходов. Утилизация отходов осуществлялась преимущественно для целей повторного использования (рециклинга); объем рециклинга составил 2 053,9 млн т, или 63,2% от общего объема утилизированных отходов. Наибольшим показателем утилизации характеризуются отходы V класса опасности, который составил в 2017 г. 3 191,2 млн т, или 98,2% от общего объема утилизированных отходов. «Всего в 2017 году по форме 2-ТП (отходы) на территории Самарской области образовалось 3800,1 тысяч тонн отходов, утилизировано 1106,4 тысяч тонн отходов, обезврежено 1046,8 тысяч тонн отходов, передано другим организациям для обезвреживания, использования, хранения и захоронения 2984,6 тысяч тонн отходов, размещено предприятиями на собственных объектах 1910,4 тысяч тонн отходов» [2].

Во второй главе работы рассмотрены способы утилизации отходов производства с изучением патентов и мирового опыта утилизации отходов. «Выявлены основные параметры для переработки бетонных и железобетонных изделий, полученных в результате сноса промышленных сооружений. Переработку осуществляют на: стационарных; сборно-разборных; мобильных (передвижных и самоходных) дробильно-сортировочных установках» [4], что позволяет выбрать установку для конкретного предприятия.

Крупнотоннажные отходы бетона и кирпича также подвергаются дроблению, и реализуются для отсыпки дорог, используются повторно в строительных работах.

Стеклобой успешно применяется как добавка при изготовлении кирпичей без предъявления к его качеству особых требований.

«Для превращения полимерных отходов в сырье, пригодное для дальнейшей переработки в изделия, необходимо его предварительная обработка.» [18].

В третьей главе дана оценка объемов образования отходов на предприятии ООО «Нова» для наглядной картины захораниваемых отходов по объемам и по классам опасности. Представлена информация по общему количеству образующихся отходов ООО «Нова» по способу утилизации и классам опасности. Из 333 тонн отходов IV класса опасности 302 тонны отправляются на полигон для захоронения, наиболее крупнотоннажные отходы - строительный мусор, по объему образования находится на первом месте. Также из представленных данных видно, что практически все отходы компании, которые подвергаются захоронению на полигонах, относятся к 4 классу опасности. И половина от всех отходов идет на захоронение. Для уменьшения количества отходов, подлежащих захоронению, необходимо предложить методы утилизации отдельных компонентов отхода.

В четвертой главе работы описываются предлагаемые способы утилизации компонентов крупнотоннажных отходов предприятия ООО «Нова»:

1. Для пожароопасных отходов утилизация термическим способом - Установка «Форсаж-2М»;
2. Отходы полимеров - дробление, экструзия (Ножевая дробилка HSS-500А);
3. Отходы от разборки зданий (бетон, кирпич) - измельчение молотковая дробилка РСф600×400.

В пятой главе диссертации представлена потенциальная схема операционного движения отходов ООО «Нова» из которой следует, что уменьшено количества отходов, переданное на захоронение. Таким образом, применяя вышеперечисленные методы утилизации отходов, мы увеличиваем количество перерабатываемых отходов и снижаем затраты на захоронение отходов на полигоне, что подтверждает расчет суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду отходов производства.

В заключении проведен анализ проблемы, представлена нами потенциальная схема операционного движения отходов, даны рекомендации по применению способов и методов, а именно термическая утилизация, дробление и

измельчение отходов. Определена целесообразность внедрения отделения компонентов отходов, способных подвергаться утилизации осуществляется при помощи сортировки, путем установки дополнительных контейнеров с соответствующими маркировками (ПЭ, бумага, металл) на всех производственных участках.

Крупнотоннажные отходы бетона и кирпича от производственной деятельности предприятия, в соответствии с предложенными способами, подвергаются дроблению, и реализуются для отсыпки дорог, используются повторно в строительных работах. Внедрение данных рекомендаций позволит увеличиваем количество перерабатываемых отходов, сократить количество захороняемых отходов 4 класса, уменьшить их образование в 6 раз, снизить негативное воздействие на окружающую природную среду в результате хозяйственной деятельности предприятия, уменьшить нагрузку на полигон, и как следствие снижение затрат на захоронение отходов.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Аэросепарация - процесс обогащения в движущейся газовой (воздушной) среде, основанный на использовании различий в плотности компонентов и их скорости витания.

«Измельчение - один из важнейших этапов подготовки отходов к переработке, поскольку степень измельчения определяет сыпучесть, размеры частиц и объемную плотность получаемого продукта» [18].

«Окислительный пиролиз - это процесс термического разложения отходов при их частичном сжигании или непосредственном контакте с продуктами сгорания топлива. Газообразные продукты разложения отходов смешиваются с продуктами сгорания топлива или части отходов, поэтому на выходе из реактора они имеют низкую теплоту сгорания, но повышенную температуру» [34].

«Пиролиз - процесс термического разложения отходов, содержащих органические вещества, при недостатке или отсутствии окислителя, в результате чего образуются твердый углеподобный остаток и пиролизный газ, содержащий высококипящие смолообразные вещества» [34].

«Переработка (другие термины: вторичная переработка, рециклинг (отходов) (от английского recycling, рециклирование и утилизация отходов) - повторное использование или возвращение в оборот отходов производства или мусора» [28].

Электросепарация - процесс разделения сухих частичек материалов в электрическом поле по величине или знаку заряда, созданного на частичках в зависимости от их электрических свойств, химического состава, размеров.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

НДТ - наилучшие доступные технологии,

НВОС- негативное воздействие на окружающую среду,

ОПС - окружающая природная среда,

ПЭТФ - переработка отходов полиэтилентерефталата,

ПО - полимерные отходы,

ФККО - Федеральный Классификационный Каталог Отходов,

РЕТ - полиэтилен,

РР - полипропилен.

1 Оценка воздействия на окружающую среду при образовании и утилизации отходов

1.1 Оценка объемов образования отходов в России и Самарской области.

«За период 2010 - 2017 гг. соотношение объемов отходов по классам опасности оставалось практически неизменным. Наблюдалось увеличение количества образованных отходов: V класса опасности с 3 620,4 млн т до 6 112,9 млн т, или на 59,2%, и III класса опасности с 16,7 млн т до 17,1 млн т, или на 2 %» [1, с.259-260].

«Снижение количества отмечено по: отходам IV класса опасности с 96,8 млн т до 90,4 млн т, или на 6,6%; отходам II класса опасности с 0,71 млн т до 0,22 млн т, или на 69%; отходам I класса опасности с 0,17 млн т до 0,02 млн т, или на 88%» [1, с.260]. В таблице 1.1. представлена динамика образования отходов.

Таблица 1.1 - Динамика образования отходов производства и потребления 2010-2017 гг., млн т.

Класс опасности	Год							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
I	0,17	0,14	0,05	0,06	0,06	0,08	0,03	0,02
II	0,71	0,66	0,46	0,36	0,30	0,27	0,30	0,22
III	16,7	15,8	11,6	19,1	19,7	21,6	19,3	17,1
IV	96,8	103,6	101,5	97,1	104,3	88,2	78,6	90,4
V	3620,4	4183,2	4894,3	5036,2	5044,0	4950,2	5343,1	6112,9
Всего	3734,7	4303,4	5007,91	5152,8	5168,3	5060,2	5441,3	6220,7

«Как следует из государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году» в территориальном аспекте, по федеральным округам, соотношение объемов отходов по классам

опасности выглядит аналогичным образом: основной объем отходов производства и потребления составляют отходы IV и V классов опасности» [1, с.260]. «В то же время наблюдаются и некоторые различия. Так, в Южном федеральном округе доля отходов IV опасности в общем количестве отходов (27,132%) существенно превышает среднее значение по Российской Федерации (1,453%), при этом доля отходов V класса опасности (70,288%) значительно ниже среднего значения по Российской Федерации (98,268%).» [1, с.260]. «В Северо-Кавказском федеральном округе суммарная доля отходов I и II классов опасности (0,124%) существенно превышает среднероссийский показатель (0,004%)» [1, с.260]. В Приволжском федеральном округе относительно Южного федерального округа и Северо-Кавказского федерального округа образование отходов IV класса опасности значительно ниже, что подтверждает данные статистической отчетности по данным которых за последние 5 лет произошло снижение показателя образования отходов на территории Самарской области на 34,4 %. Объем образования отходов за 2017г. по классам опасности по федеральным округам РФ представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Объем образования отходов за 2017г. по классам опасности по федеральным округам РФ.

Федеральные округа	Доля классов опасности отходов, %			
	I, II	III	IV	V
Российская Федерация в целом	0,004	0,275	1,453	98,268
Приволжский федеральный округ	0,016	1,684	6,111	92,189
Уральский федеральный округ	0,014	0,573	11,419	87,995
Сибирский федеральный округ	0,003	0,029	0,197	99,772
Дальневосточный федеральный округ	0,0003	0,0250	0,7197	99,2550

«Количество утилизированных отходов производства и потребления, по данным Росприроднадзора, в 2017 г. составило 3 248,9 млн т, или 52,2% общего количества образованных отходов» [1, с. 265]. «Утилизация отходов

осуществлялась преимущественно для целей повторного использования (рециклинга); объем рециклинга составил 2 053,9 млн т, или 63,2% от общего объема утилизированных отходов. Наибольшим показателем утилизации характеризуются отходы V класса опасности, который составил в 2017 г. 3 191,2 млн т, или 98,2% от общего объема утилизированных отходов» [1, с. 265]. «Относительно отходов других классов опасности данный показатель составил: по IV классу опасности 46,1 млн т, или 1,4%, по III классу опасности - 11,4 млн т, или 0,3%, в сумме по I и II классам опасности - 0,238 млн т, или 0,007%» [1, с. 265].

Таким образом, из проведенного анализа сделаем вывод, что основной объем отходов производства и потребления составляют отходы IV и V классов опасности. Утилизация отходов осуществлялась преимущественно для целей повторного использования (рециклинга). Отходы V класса опасности подвергаются утилизации с значительным преимуществом, от общего объема утилизированных отходов.

1.2 Оценка объемов образования отходов в Самарской области

В настоящее время уделяется большое внимание процессам сбора, переработке, утилизации и захоронения отходов. «Ситуация с образованием, размещением, накоплением, использованием и обезвреживанием характеризуется значительной изменчивостью, определяемой как изменениями экономической ситуацией в стране, так и изменениями (организационными, технологическими и др.) на отходообразующих предприятиях региона, а также постепенным совершенствованием системы учета и отчетности в этой сфере» [2].

По сравнению 2017 года с 2013 годом в Самарской области количество отходов снизилось на 34,4 %. Количество отходов в 2017 году составило 88 %. На рисунке 1.1 представлена схема динамики образования отходов.

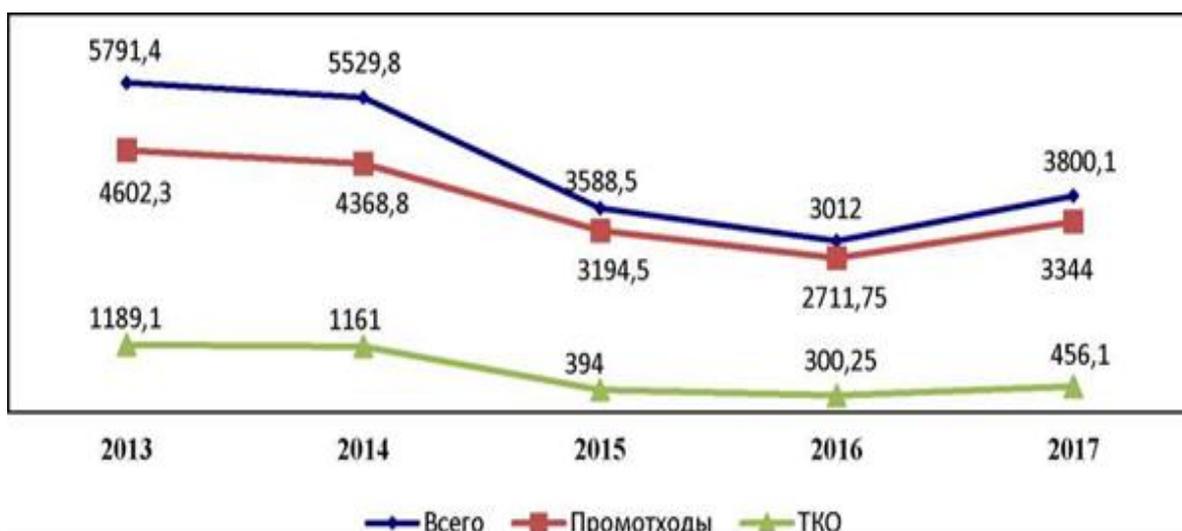


Рисунок 1.1 - Динамика образования отходов в Самарской области (тыс. тонн) по данным формы 2-ТП (отходы) за 2013 - 2017гг.

Из диаграммы видно, что наблюдается тенденция увеличения образования отходов в 2017г.

«На территории области, по данным статистической отчетности по форме 2-ТП, - (отходы) за 2017 год образовано 3800,1 тыс. тонн отходов всех классов опасности, из них:

«отходы 1 класса опасности - 0,18 тыс. тонн (за 2016 год - 2,52 тыс. тонн);» [2].

«отходы 2 класса опасности - 6, 06 тыс. тонн (за 2016 год - 34,31 тыс. тонн);» [2].

«отходы 3 класса опасности - 179,35 тыс. тонн (за 2016 год - 196,21 тыс. тонн);» [2].

«отходы 4 класса опасности - 1608,89 тыс. тонн (за 2016 год - 1538,30 тыс. тонн);» [2].

«отходы 5 класса опасности - 2005,63 тыс. тонн (за 2016 год - 1240,65 тыс. тонн).» [2].

«Таким образом, рост образования отходов в 2017 году произошел в основном за счет увеличения количества отходов 5 класса опасности, нано-

сящих наименьший экологический ущерб и практически не нарушающих экосистему» [2]. «В то же время объемы отходов 1 и 2 классов опасности, включающих вещества чрезвычайно высокой и высокой опасности, сократились в 14 и в 5,7 раз соответственно» [2].

«Согласно данным статистической отчетности, в 2017 году основными отходообразующими отраслями экономики области являлись:

добыча полезных ископаемых - 943,13 тыс. тонн (24,8% от общего объема образования);» [2].

«машиностроение, где при производстве автомобилей, прицепов и полуприцепов было образовано 593,93 тыс. тонн (15,6% от общего объема образования отходов);» [2].

«химическое производство - 474,42 тыс. тонн (12,5% от общего объема образования отходов);» [2].

«строительство - 353,52 тыс. тонн (9,3% от общего объема образования);» [2].

«металлургическое производство (в первую очередь, цветные металлы) -156,15 тыс. тонн (4,1% от общего объема образования);» [2].

«производство кокса и нефтепродуктов – 143,02 тыс. тонн (3,8% от общего объема образования);» [2].

«Большой объем отходов продуцирует такой вид экономической деятельности, как операции с недвижимым имуществом - 343,64 тыс. тонн (9,0% от общего объема образования).» [2]. «Наибольший объем образования твердых коммунальных отходов (ТКО) зарегистрирован в сфере жилищно-коммунального хозяйства (сбор и вывоз отходов у населения).» [2].

«Из общего объема образовавшихся и ранее накопленных отходов в период 2017 года: 1001,16 тыс. тонн использовано (переработано) самими предприятиями и организациями области 1046,84 тыс. тонн обезврежено на предприятиях и организациях 324,65 тыс. тонн передано для использования и обезвреживания другим предприятиям» [2].

«Таким образом, в 2017 году 61,2% от объема образования отходов использовалось и обезвреживалось на самих предприятиях (организациях), где они образовывались (в 2016 году - 67,5%): в том числе по отходам 1 класса опасности - 12,1% (в 2016 году - 6,5%), по отходам 2 класса опасности - 1,5% (в 2016 году - 7,1%), по отходам 3 класса опасности - 79,9% (в 2016 году - 81,1%), по отходам 4 класса опасности - 67,6% (в 2016 году - 40,5%), по отходам 5 класса опасности - 72,3% (в 2016 году - 67,1%).» [2].

«Доля непосредственного использования (в качестве вторичных материалов и сырья) отходов за последние годы составляла около 1/3 от всего объема образования отходов производства и потребления, в 2017 году доля использования отходов составила 29%» [2]. Динамика использования отходов в области показана на рисунке 1.2.

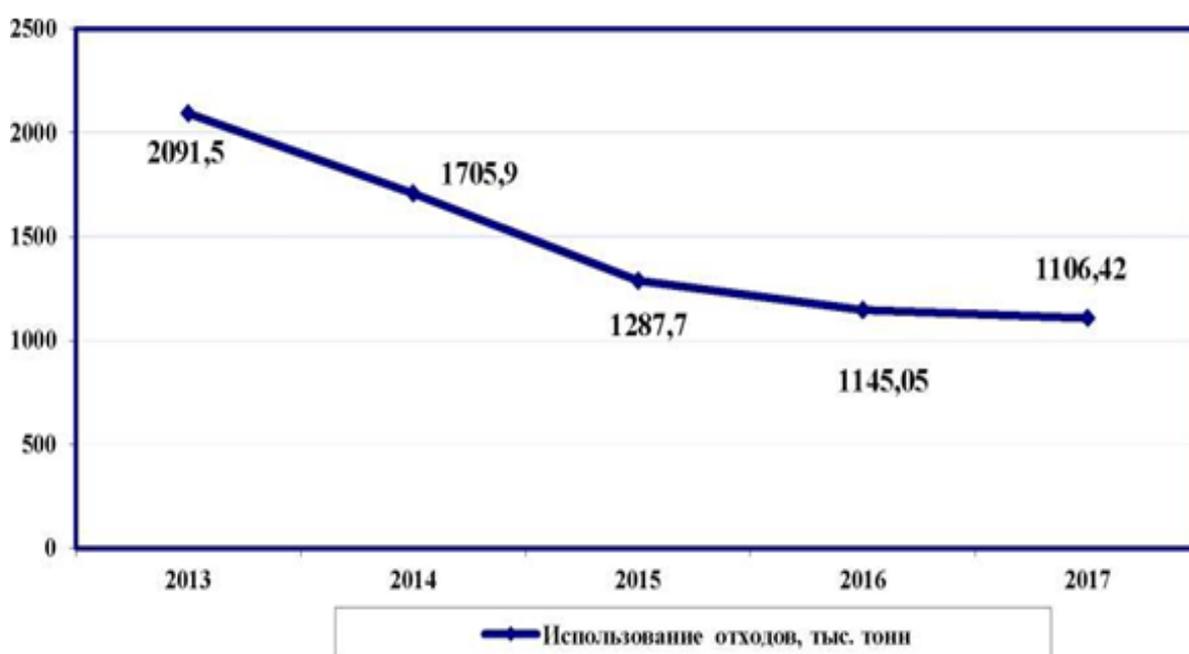


Рисунок 1.2 - Динамика использования отходов в Самарской области, тыс. тонн за 2013 - 2017 гг.

«Ряд предприятий области достиг значительных успехов в организации переработки (использования) и утилизации производственных отходов.» [2].

«Так на ООО «Новокуйбышевский завод масел и присадок» и ООО «Авиакор - Железобетон» использовано и переработано 100% всех образовавшихся на предприятии отходов «ООО «Тимашевская птицефабрика» - 95%, «ЗАО «Алкоа СМЗ» - 92%, «ПАО «АВТОВАЗ» - 69%» [2].

«В 2017 году на территории региона переработкой различных видов отходов занимались следующие специализированные организации:

- утилизацией полимеров, бумаги, картона: ООО «Производство по переработке промышленных отходов», ООО «Поволжские вторичные ресурсы»;» [2].

- переработкой металлов: ООО «АКРОН ПЛЮС», ООО «Реметалл-С», ООО «САММЕТКОМ», ООО «ВолгаВторМет», ООО «Производство по переработке промышленных отходов», ООО «Экология», ООО «Поволжские вторичные ресурсы»;

- утилизацией нефтесодержащих продуктов: АО «Самаранефтегаз», ООО Поволжские вторичные ресурсы»;

- переработкой резинотехнических отходов - ООО «Вектор»;

- обезвреживанием ртутьсодержащих отходов - ГУП Самарской области «Экология»» [2].

Вывод по главе 1. Динамика образования отходов по-видимому, связана с ужесточением учета и контроля за движением отходов производства. Из статистических данных видно, что все больше компаний Самарской области применяют на своих предприятиях переработку и утилизацию производственных отходов, что является положительной динамикой в получении вторичного сырья из производственных отходов. На данный момент в Самарской области определен Региональный оператор, основными задачами которого являются обеспечение сбора, транспортирования, обработки, утилизации, обезвреживания, захоронения ТКО в соответствии с Территориальной схемой и региональной программой в области обращения с отходами.

2 Способы утилизации отходов производства

«При проведении производственных работ образуются: отходы бетона и железобетона; отходы древесины; отходы лома чёрных металлов; стеклотбой; бой кирпича и т.д.» [4].

«Очистка города от строительных отходов предусматривает переработку части отходов во вторичное сырьё; вывоз и захоронение той части отходов, которая не может быть использована как вторичный строительный материал.» [4].

«Преимущества рециклинга строительных материалов заключаются в следующем:

- отпадает необходимость захоронения на свалках;» [4].
- «сберегаются сырьевые ресурсы;» [4].
- «уменьшается необходимость в транспортировке отдельных видов сырья и отходов на полигоны захоронения;» [4].
- «снижается нагрузка на природную среду в результате уменьшения добычи исходных материалов» [4].

2.1 Отходы бетона и кирпича

«Переработку бетонных и железобетонных изделий, полученных в результате сноса крупнопанельных жилых домов и промышленных сооружений, осуществляют на стационарных, сборно-разборных и мобильных (передвижных и самоходных) дробильно-сортировочных установках» [3-4].

«К стационарным относятся, как правило, установки, состоящие из двух или трёх модулей.» [3-4]. «В первом из них осуществляется приёмка и первичная переработка поступающих отходов.» [3-4]. «Стационарные установки имеют приёмный бункер, пластинчатый транспортёр, пост предварительной сортировки.» [3-4]. «Древесные материалы, пластмассу и прочие

включения отделяют вручную.» [3-4]. На рисунке 2.1 представлена дробильно-сортировочная установка.

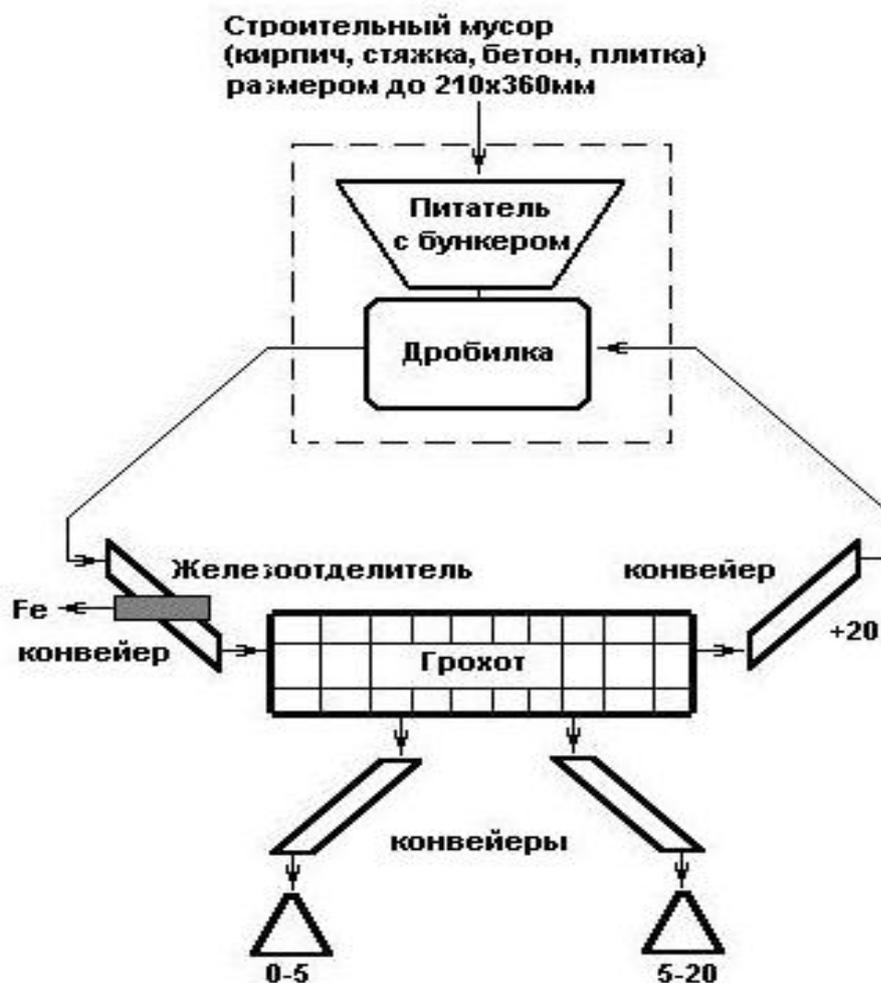


Рисунок 2.1 - Стационарная дробильно-сортировочная установка

«Сборно-разборные дробильно-сортировочные установки размещаются преимущественно в местах сосредоточения массовой переработки строительных отходов, как правило, в промышленных зонах или местах сноса микрорайонов крупнопанельных домов.» [4]. «К ним предъявляют повышенные (по сравнению со стационарными) экологические требования: минимальный уровень шума, замкнутый цикл отсоса воздуха с его очисткой от мусора и пыли, обратное водообеспечение» [4].

Мобильные (передвижные самоходные) дробильно - сортировочные установки. «Такие установки выпускаются на гусеничном и колёсном ходу» [3-4]. «Мобильные установки состоят из смонтированного на шасси силового агрегата (обычно дизель электрического), приёмного бункера, дробилки, магнитного сепаратора, поста ручной сортировки, системы транспортёров, сортировочного барабана, раздаточного транспортёра» [3-4].

«К третьему типу установок, перерабатывающих строительные отходы, относятся мобильные (передвижные самоходные) дробильно- сортировочные установки. Такие установки выпускаются на гусеничном и колёсном ходу.» [4].

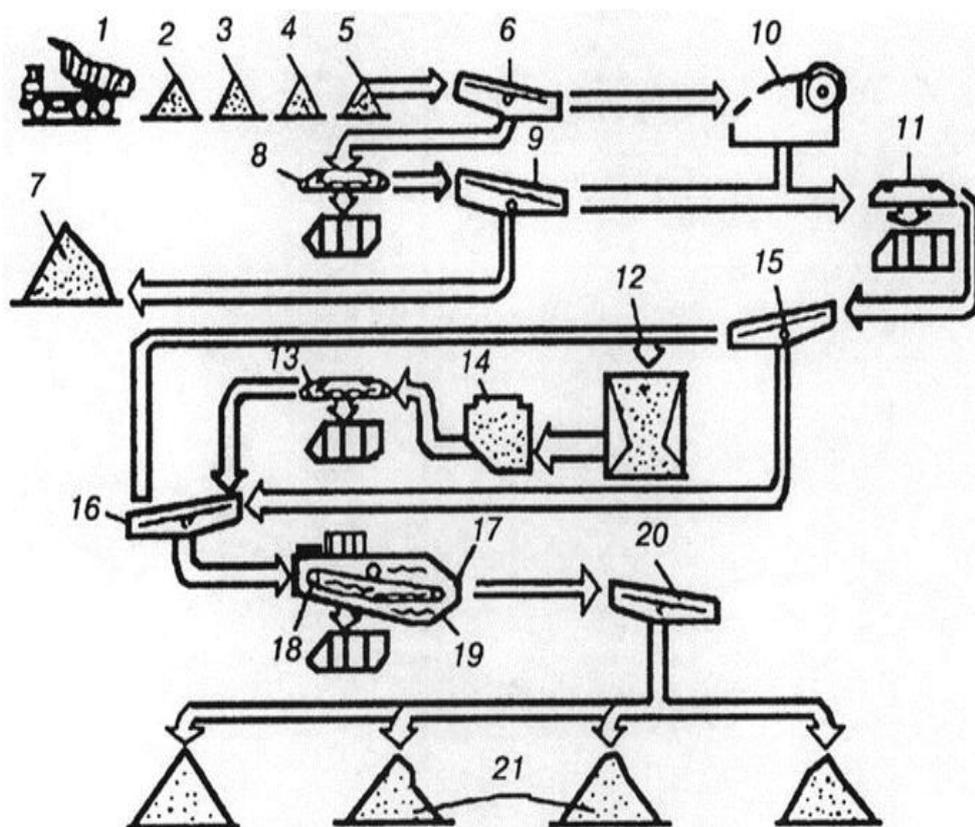
«Установка из транспортного положения переводится в рабочее состояние за 2-3 часа. Мобильные установки отличаются пониженной мощностью, малошумностью.» [4]. «Полученный после переработки мобильными установками вторичный материал используется в основном на засыпки котлованов, устройство дорог и проездов» [4].

«Дробление является самым дорогим по стоимости процессом в связи с необходимостью замены быстроизнашивающихся частей, а также по расходу энергии.» [4]. «Поэтому основной принцип переработки строительных отходов - не дробить ничего лишнего.» [4]. «Кроме того, при дроблении однородных по размерам кусков получается наименьшее количество пыли, всегда нежелательной и невыгодной во всех отношениях: техническом, гигиеническом и экологическом.» [4]. «Отсюда вытекает второй принцип: разделение отходов по крупности с последующим дроблением.» [4].

«Вышесказанное обуславливает следующую схему главных процессов переработки строительных отходов: подготовка материалов к первичному дроблению; первичное дробление; отделение металла; отсев мелкой фракции, удаление дерева и пластмассы; вторичное дробление; сортировка по фракциям.»

Также был рассмотрен патент на установку утилизации бетона: пат. 2503730 Рос. Федерация: МПК⁷ С22В7/00, В03В9/06, В09В3/00 / Кочетов

О.С.; заявитель и патентообладатель Кочетов О.С., Стареева М.О., Стареева М. М.-№ 2012121442/02; заявл. 25.05.12; опубл. 10.01.14, Бюл. № 1. Установка утилизации бетона представлена на рисунке 2.2.

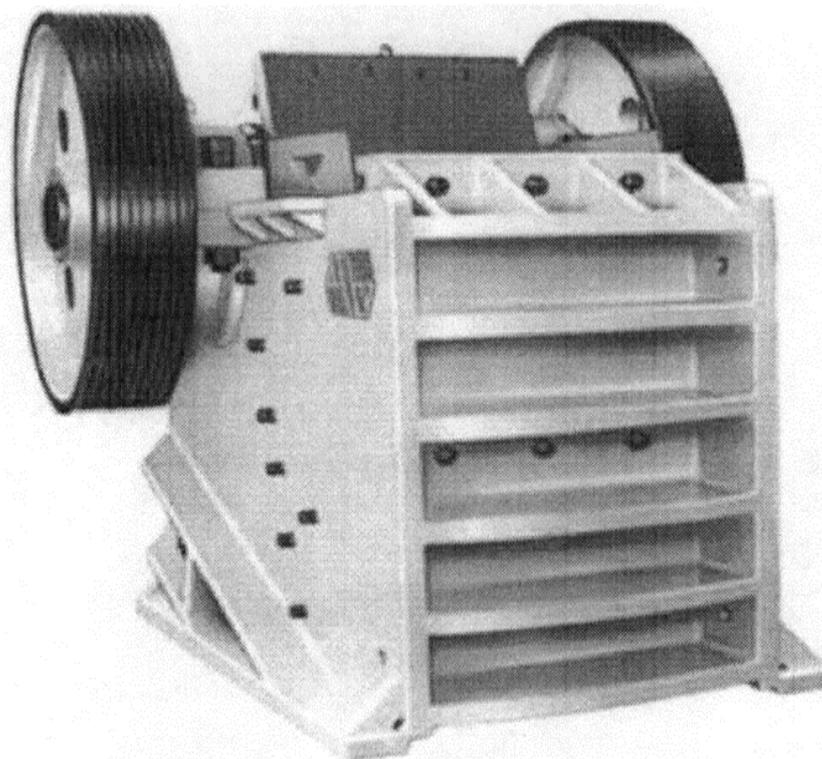


Фиг.1

Рисунок 2.2 - Схема установки утилизации бетона

«Принцип работы дробилки. При работе, электродвигатель путем шкива приводит во вращение эксцентрик, чтобы подвижная щека с периодичностью приближалась к неподвижной щеке и отходила от неподвижной щеки, тем самым материалы выдавливаются, измельчаются, пока не будут вытеснены из выгрузочного окна» [5]. Производительность и конфигурации агрегата зависят от объемов образуемых отходов производств и плотности сырья.

В каждом рассматриваемом случае подбор конструкции индивидуален и должен быть охарактеризован потребностями предприятия. Общий вид дробилки представлен на рисунке 2.3.



Фиг.2

Рисунок 2.3 - Общий вид дробилки

2.2 Отходы древесных материалов

В процессе подготовки к дальнейшему использованию отход древесины может подвергаться воздействиям различного типа, включая биологическую, механическую и химическую переработку [6].

Под биологической переработкой древесины принято понимать процесс, в результате которого из сырья низкого качества производятся продукты, используемые в различных отраслях народного хозяйства. Это кормовые белковые дрожжи и другие ценные продукты микробиологического синтеза. Действие, в котором в конечном итоге из недоброкачествен-

ного материала создаются продукты, которые применяются людьми, работающими в сельскохозяйственных областях, называется биологической переработкой древесины.

Механическая переработка представляет собой комплекс операций, направленных на изменение формы и объема исходного сырья без трансформации ее содержания. Чаще всего этот процесс сопровождается разрывом связей между волокнами в результате ее пиления, строгания, фрезерования и других операций. Совокупностью действий, которые изменяют объем и форму данного материала без изменения его структуры, является механическая переработка. Обычно протекание данной переработки влечет за собой разрыв связей между волокнистым веществом, который создается в результате её строгания, пиления и других похожих действий.

Влияние на древесный материал химическими соединениями происходит от химической переработки.

Представлены несколько основных производств, которые входят в её структуру:

- канифольно-скипидарное производство,
- гидролиз,
- целлюлозно-бумажное (изготовление картона и бумаги),
- пиролиз (или сухую перегонку).

2.2.1 Пиролиз

Под термином «пиролиз» принято понимать процесс «сухой перегонки», разложения древесины при ее нагревании до 450 °С в безвоздушном пространстве, с получением жидких, газообразных продуктов и твердого остатка - древесного угля. Технология пиролиза древесины заключается в последовательном выполнении следующих этапов: 1) Разбивку используемого сырья на куски; 2) Сушку древесины, подвергшейся разделке; 3) Сам процесс пиролиза 4) Охлаждение и стабилизацию угольной массы с целью

предотвращения ее воспламенения; 5) Конденсацию паров образовавшихся летучих соединений.

В промышленных масштабах этот способ переработки древесины стал практиковаться в 19 веке, причем, для получения конечного продукта, которым в этом случае являлась уксусная кислота, использовалось сырье лиственных пород дерева.

И сегодня пиролиз древесины осуществляется, преимущественно, с использованием древесины лиственных деревьев (например, березы). Гораздо реже, при комплексной переработке, для этого используется сырье хвойных пород. При этом в результате пиролиза березы с влажностью 10-15 %, образуется около 25 % древесного угля, 50 % жидких (так называемая жижка) и около 23 % газообразных.

Схематичное изображение процесса показано на рисунке 2.4.

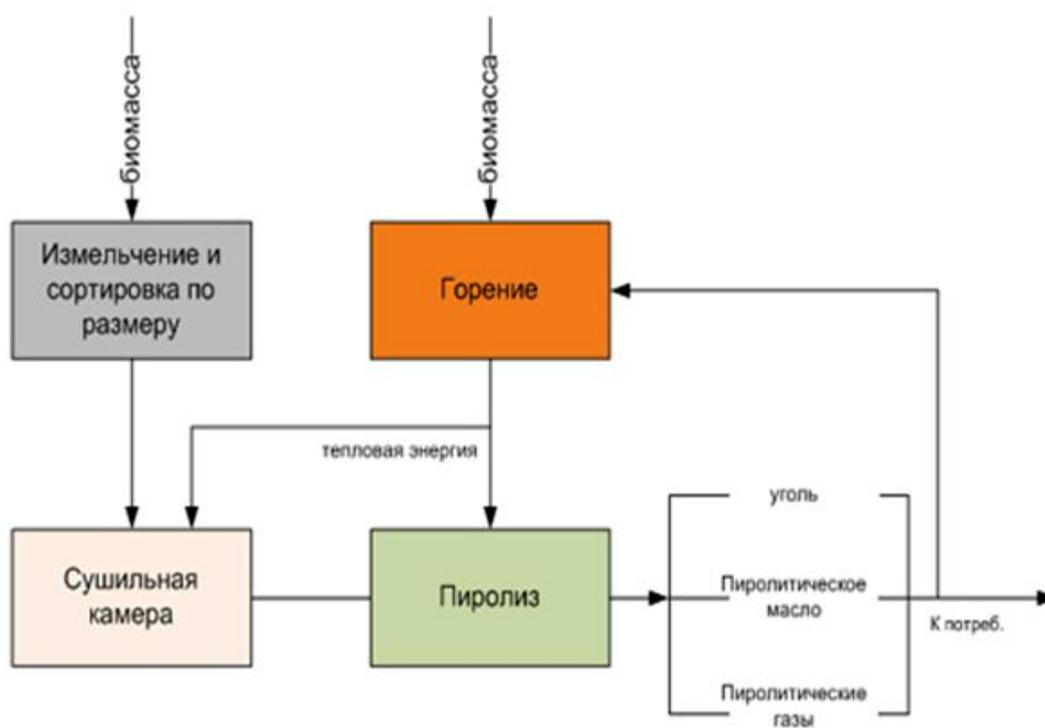
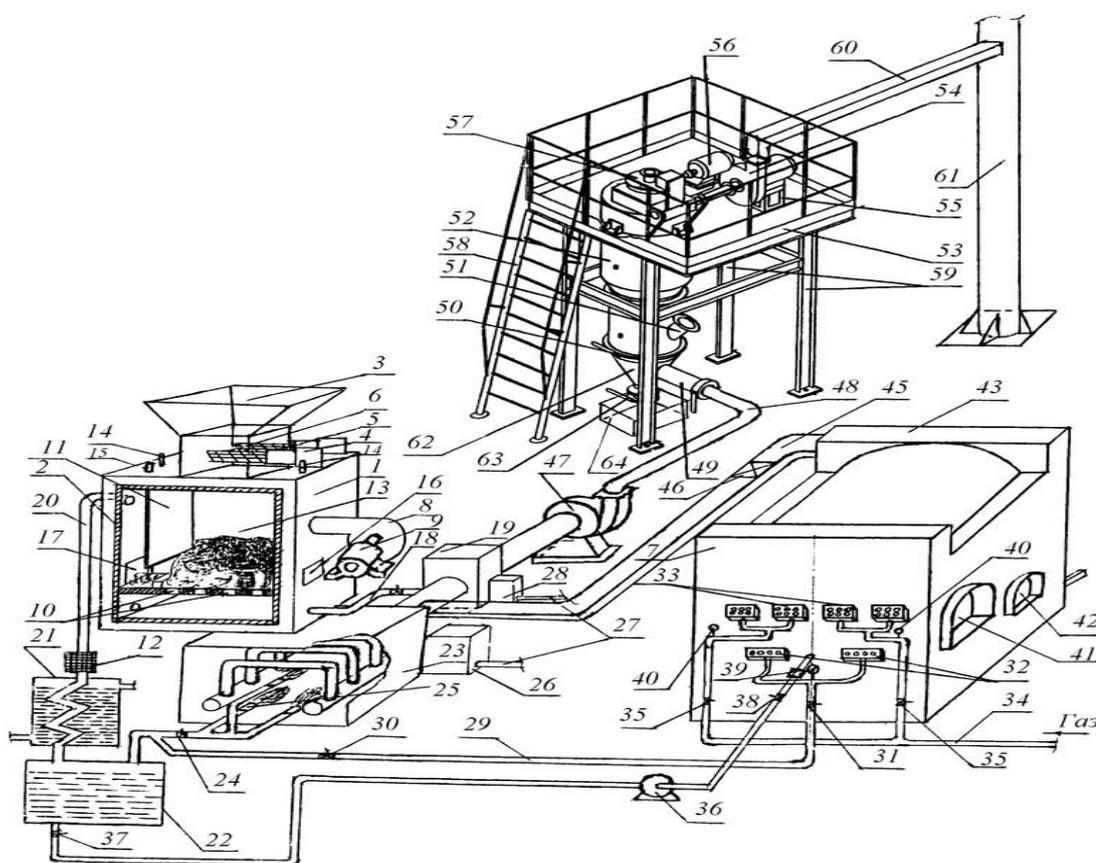


Рисунок 2.4 - Схематичное изображение процесса пиролиза древесины

Полученный древесный уголь сортируется в зависимости от размеров его фракций и отправляется непосредственно к заказчику или идет в дальнейшую переработку. В результате отстаивания жидкого остатка получается смола, из которой вырабатывается большое количество ценных продуктов, в том числе уксусная кислота, метанол, альдегиды, кетоны, сложные эфиры и т.д.

В состав газообразных продуктов, образующихся в результате пиролиза древесины, входят диоксид (45-55% от общей массы), оксид углерода (28-32%), метан (8-21%) и другие углеводороды.

В ходе работы была рассмотрена пиролизная установка: пат. 2427760 Рос. Федерация: МПК⁷ F23G5/00 / Трусов В.А.; заявитель и патентообладатель Трусов В.А. - № 2010108838/03; заявл. 09.03.10; опубл. 27.08.11, Бюл. № 24. Пиролизная установка представлена на рисунке 2.5.



Фиг. 1

Рисунок 2.5 - Пиролизная установка

«Пиролизная установка, содержащая терморектор с косвенным обогревом, систему отвода пиролизных газов, включающую конденсатор, отстойник жидких осадков, а также систему отвода дымовых газов с системой очистки, отличающаяся тем, что пиролизная установка является передвижной, позволяющей вести процессы переработки опилок, отходов нефти, загрязненной нефтепродуктами земли» [7], «терморектор имеет огнеупорную футеровку, сверху загрузочный бункер, который снабжен системой непрерывной загрузки в терморектор продуктов для переработки, в нижней части имеется решетка, на которую загружают продукты для переработки и через отверстия которой подается вентилятором воздух для горения, кроме того, вентилятор включается в автоматическом режиме и поддерживает необходимую температуру пиролизного процесса» [7], «далее в состав пиролизной установки вводится котел, оборудованный тремя горелками, в которых используется пиролизный газ, экономайзер, газовая плавильная печь для переплава алюминиевого лома, в которой в качестве топлива используется образующийся в установке пиролиза пиролизный газ» [7], «жидкий осадок, а для увеличения мощности печи подается природный газ, и которая снабжена установкой пылегазоочистки с дымососом для ведения экологически чистого процесса пиролиза и процесса плавки, причем очистка дымовых газов происходит на поворотной решетке в «кипящем слое», а очистка от пыли осуществляется в восьми вращающихся рукавных фильтрах» [7].

«2. Пиролизная установка по п.1, отличающаяся тем, что в верхний ряд горелок газовой плавильной печи для переплава алюминиевого лома подается природный газ, в нижние горелки подается пиролизный газ, а в форсунку насосом жидкий осадок» [7].

2.2.2 Газификация древесины

Одним из вариантов переработки древесины является ее газификация - процесс, заключающийся в превращении твердого сырья в газообразное топливо. В отличие от сгорания, данная технологическая операция произ-

водится при ограниченном поступлении воздуха в газогенераторную установку, достаточном только для образования оксида углерода.

При газификации происходит полное превращение органической части древесины в горючий газ и жидкие продукты. Газификация осуществляется в вертикальных шахтах, называемых газогенераторами, в которых протекает три основных процесса, условно разделяемых по зонам.

Рассмотрен патент на газогенератор общественного процесса газификации: пат. 75854 Рос. Федерация: МПК С10J3/20/ Каморов В.П., Ульянов А.Н., Шаповалов Ю.Н., Куфа Э.Н., Андреев В.А., Панов С.Ю.; заявитель и патентообладатель Ульянов А.Н. - № 2008116439; заявл. 29.04.2008 опубл. 27.08.08, Бюл. № 24. Схематически изображен продольный разрез газогенератора обращенного процесса газификации на рисунке 2.6.

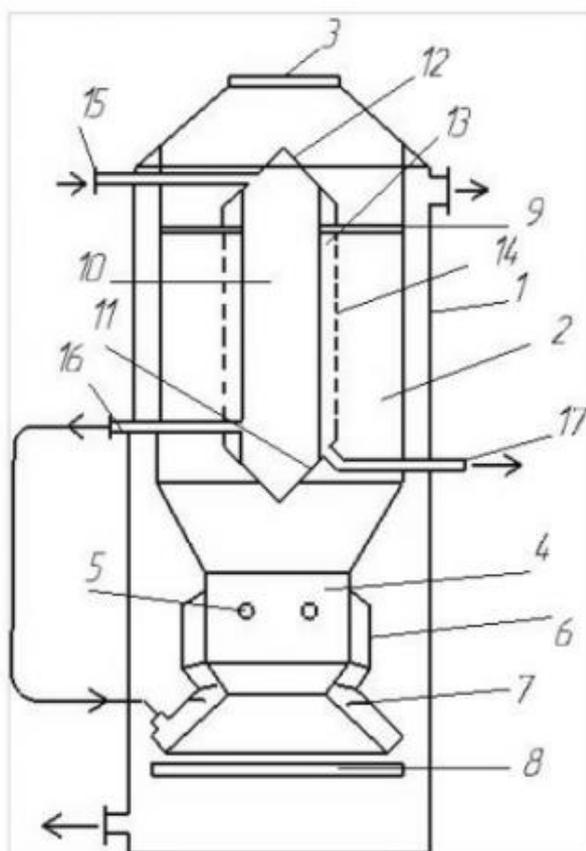


Рисунок 2.6 - Газогенератор обратного процесса газификации

«В корпусе 1 газогенератора с зазором расположены топливный бункер 2 с загрузочным люком 3 и прикрепленная к нему снизу камера газификации 4 с фурмами подачи воздуха 5, снабженная рубашкой воздушного охлаждения 6, внешняя стенка которой эквидистантна поверхности кожуха камеры газификации 4, которая выполнена из теплопроводного материала.» [8]

«Внутри рубашки охлаждения 6 расположен набор выравнивающих пластин 7. Ниже камеры газификации 4 расположена колосниковая решетка 8.» [8]

«Внутри топливного бункера 2 по его оси (коаксиально) на кронштейнах 9 установлена цилиндрическая камера прокачки воздуха 10 с выпуклым днищем 11 и крышкой 12, рубашкой 13 с перфорированной наружной стенкой 14 и патрубками подвода воздуха 15 и отвода воздуха 16.» [8]

«В нижней части рубашки 13 установлен сифонный патрубок отвода конденсата 17, сифон которого выведен за пределы корпуса 1. Патрубок отвода воздуха 16 камеры прокачки 10 соединен с рубашкой воздушного охлаждения 6 камеры газификации 4.» [8]

«Через загрузочный люк 3 твердое топливо подают в топливный бункер 2, в кольцевом зазоре которого посредством конической крышки 12 слой топлива равномерно распределяется, а затем под действием собственного веса топливо опускается в камеру газификации 4.» [8]. «В камеру прокачки воздуха 10 через патрубок подвода воздуха 15 подают» [8]. «подают (например, вентилятором - на чертеже не показан) исходный воздух I, который, проходя через камеру 10, нагревается от ее стенки, выводится из камеры по патрубку отвода воздуха 16» [8]. «и уже нагретый воздух II направляется в рубашку воздушного охлаждения камеры газификации 4, где продолжает подогреваться от стенки камеры газификации» [8]. «Подогретый воздух II, подают через фурмы 5 внутрь камеры газификации 4, где он взаимодействует с твердым топливом - происходит процесс газификации топлива» [8].

«Получившийся генераторный газ III выходит из камеры газификации 4, проходит через колосниковую решетку 8, разворачивается на 180° и поднимается вверх по зазору между стенками корпуса 1 и топливного бункера 2,»

[8]. через стенку которого отдает часть теплоты твердому топливу, находящемуся в топливном бункере 2, нагревая его, и выходит из корпуса 1.» [8].

«При нагревании сырья (твердого топлива), особенно влажного, выделяются пары влаги, которые проникают через отверстия перфорированной стенки 11 рубашки 13 камеры прокачки воздуха 10, где, соприкасаясь с ее сплошной стенкой, охлаждаемой исходным воздухом I,» [8]. «конденсируются.» [8]. «Получаемый конденсат IV собирается в рубашке 13 и выводится из нее через сифонный патрубок 17.» [8]. «Воздух, прошедший через камеру 10, поступает в рубашку воздушного охлаждения, где дополнительно подогревается как от стенки камеры газификации 4, так и от стенки рубашки охлаждения 6, которая нагревается отходящим генераторным газом III» [8].

«Воздух, проходя в рубашке воздушного охлаждения 6, продолжает отбирать теплоту от стенки камеры газификации, выравнивая и снижая в ней температурные напряжения, сам дополнительно нагревается и в таком состоянии поступает в фурмы 5.» [8].

2.2.3 Гидролиз

Одним из распространенных методов переработки древесины является ее гидролиз, специфический процесс, в ходе которого древесное сырье подвергается воздействию слабыми кислотами. На промышленном производстве реакции гидролиза протекают в специальных устройствах - автоклавах, куда помещается исходное сырье, серная кислота и пар [9].

В автоклаве создаются определенные условия (повышенная температура и уровень давления), в результате сочетания которых с воздействием кислоты происходит разложение целлюлозы и гемицеллюлозы, являющихся основными компонентами древесины. При протекании этого процесса образуются растворы простых сахаров, в твердом состоянии содержащие лигнин и летучие вещества.

Твердая часть древесины, лигнин, является побочным продуктом данного вида переработки. Она отделяется от массы общего раствора, который направляется в испаритель, где из него выделяются фурфурол, пары уксусной и муравьиной кислот и метилового спирта.

После этого в оставшуюся часть раствора вводится гашеная известь, нейтрализующая серную кислоту, в результате чего происходит образование гипсового шлама и очищенных сахаристых веществ. Данные вещества отправляются на дальнейшую переработку, подвергаясь брожению, после чего из них выделяется этиловый спирт 1,2-1,6%.

2.3 Отходы стекла

Стеклобой успешно применяется как добавка при изготовлении кирпичей без предъявления к его качеству особых требований. При замене 50% глины стеклобоем температуру обжига кирпича можно понизить с 11700 до 9000 °С. При этом производительность печи возрастает ~ на 30. Наиболее целесообразным способом утилизации стеклового боя является производство тепло- и звукоизоляционных и композиционных строительных материалов, в частности различных видов пеностекла [11].

«Из стеклобоя можно получать гранулированное пеностекло с оплавленной поверхностью» [37]. «В этом случае стеклобой измельчают до прохождения через сито 200 меш., увлажняют, гранулируют, опудривают золой и спекают.» [37].

«Пеностекольный гранулят прочностью при сжатии 4-12 МПа, предназначенный для использования в качестве заполнителя легких бетонов и изготовления формованных облегченных строительных материалов» [37].

«Ее смешивают с 500 мм стеклянной муки и формируют на грануляторе сырые гранулы размером около 1 мм.» [37].

«Размер гранул 0,2-3,0 мм, содержание газовых пор см⁻³, насыпная объемная масса г/л, наибольший размер пор 0,1 мм.» [37]. «Японские исследователи считают, что введение стеклобоя улучшает свойства шлакова-

ты.» [37]. «При замещении доменного шлака отходами стекла (например, боем стеклотары) склонность расплава к расстекловыванию уменьшается и расширяется область температур выработки шлаковаты.» [37]. «Щелочестойчивость материала, содержащих до 60% стеклобоя, удовлетворительное» [37], [13].

На Борском стекольном комбинате разработан состав и технология производства эффективного теплоизоляционного материала «Кремнепор», в состав которого в виде наполнителя входит молотое стекло. Этот материал прошел успешное испытание на нескольких атомных электростанциях в виде утеплителя на кровлях машинных залов [14].

«В ОАО «Институт стекла» (Москва) разработана и внедрена технология производства долговечного и экологически чистого теплоизоляционного материала пеностекла, в виде плит,» [37]. «блоков и гранул, включая базу стекловарения, а также разработаны и синтезированы стекла для производства высококачественного пеностекла на основе различных видов исходного природного сырья, стеклобоя и отходов промышленных производств» [37]. Он представляет собой двухслойный композиционный материал, получаемый путем термообработки при температуре 930 - 9600 °С измельченной смеси стекла и глины. Новый материал по своим декоративным свойствам аналогичен выпускавшемуся ранее стеклокремнезиту, а по физико-механическим и технико-экономическим показателям существенно превосходит его [15].

2.4 Отходы полимеров

Промышленные синтетические полимеры являются весьма устойчивыми химическими соединениями и могут сохраняться в окружающей среде в течение многих десятков лет без заметного химического разрушения [16], [17].

Для рециклинга или утилизации отходов полимерных материалов применяется много методов, которые можно разделить на неdestructивные и destructивные превращения.

«Для превращения полимерных отходов в сырье, пригодное для дальнейшей переработки в изделия, необходимо его предварительно обработать» [18]. «Выбор способа предварительной обработки в первую очередь зависит от степени загрязненности отходов и источника их образования» [18]. «Так, однородные отходы производства обычно перерабатывают прямо на месте их образования, поскольку в данном случае требуется незначительная предварительная обработка - всего лишь измельчение и грануляция» [18].

«Однако отходы в виде изделий, вышедших из употребления, требуют куда более основательной подготовки» [18]. «Итак, предварительная обработка полимерных отходов обычно включает в себя следующие этапы:

- «Грубая сортировка и идентификация для отходов смешанного типа.» [19].

- «Измельчение отходов.» [19].

- «Разделение смешанных отходов.» [19].

- «Мойка отходов.» [19].

- «Сушка» [19].

- «Грануляция» [19].

«Предварительная сортировка предусматривает собой грубое разделение полимерных отходов по различным признакам: виду пластмассы, цвету, форме и габаритам.» [19]. «Предварительная сортировка производится, как правило, вручную на ленточных конвейерах или столах» [19]. «Также технология переработки полимеров подразумевает, что при сортировке из отходов удаляются различные посторонние включения» [19].

«Вышедшие из употребления и попавшие на завод по переработке мусора полимерные ПО отходы, в которых содержание посторонних примесей не превышает 5 %, поступают на сортировочный узел,» [19]. «где из

них удаляют случайные инородные включения» [19]. «Отходы, прошедшие сортировку, измельчаются в ножевых дробилках до получения рыхлой массы, размер частиц которой составляет 2...9 мм» [19].

«Измельчение - один из важнейших этапов подготовки отходов к переработке, поскольку степень измельчения определяет сыпучесть, размеры частиц и объемную плотность получаемого продукта» [19]. «А регулирование степени измельчения позволяет повысить качество материала, благодаря усреднению его технологических характеристик.» [19]. «Таким образом, упрощается переработка полимеров» [19].

«Весьма перспективным методом измельчения отходов полимеров является криогенный, благодаря которому можно получать порошки из полимерных отходов со степенью дисперсности от 0,5 до 2 мм» [19]. «Использование данной технологии имеет ряд преимуществ перед традиционным механическим измельчением, поскольку благодаря нему можно добиться снижения продолжительности смешения и лучшего распределение компонентов в смеси» [19].

Еще одним из рассмотренных способов - способ утилизации отходов полимеров: пат. 2430121 Рос. Федерация: МПК C08J11/04, C08L101/00/ Анискин В. И.; заявитель и патентообладатель Сибирское отделение Российской Академии наук ин-т катализа им. Г.К. Борескова - № 2009138096/05; заявл. 14.10.09; опубл. 27.09.11, Бюл. № 27.

«Утилизации подвергают отходы следующих классов полимеров: полисульфоны, полифениленсульфиды, полиэфирсульфоны, полиэфиримиды, полифенилсульфоны, полиацетали» [21].

«Изобретение относится к области химической технологии, экологии, в частности к способу утилизации отходов полимеров. Способ утилизации отходов полимеров осуществляют в низших спиртах-растворителях, находящихся в сверхкритическом состоянии, в реакторах закрытого типа, при температуре и давлении, превышающих критические значения для исходной реакционной смеси» [21]. «В качестве низшего спирта используют ме-

тиловый спирт, этиловый спирт, пропиловый спирт, изопропиловый спирт. Процесс осуществляют в области давления 100-270 атм и при 200-260°C в реакторе-автоклаве с перемешиванием» [21]. «Способ позволяет провести деполимеризацию и превращение полимерных материалов в гомогенные жидкие соединения с высокой степенью конверсии за малые времена контакта» [21].

«Преимущества предложенного способа утилизации отходов полимеров заключаются в следующем. Термическим превращениям в сверхкритических низших спиртах могут быть подвергнуты практически все полимеры, независимо от их состава, наполнителей и примесей, а также характера и вида отходов без специальной обработки» [21]. «Не возникает в этом случае и необходимости предварительной сортировки отходов, их промывки или очистки от других органических веществ» [21].

2.4.1 Переработка отходов полиэтилена

«Относительно безопасными при переработке и утилизации считаются такие пластики, как полиэтилен (PEТ) и полипропилен (PP)».

«Основной же недостаток этих двух материалов носит «глобальный» ресурсный характер: их получают из нефти и природного газа, расходуя ценнейшее сырье и обедняя природные невозобновляемые ресурсы планеты» [19].

Для более детального понимания принципа получения вторичной полиэтиленовой пленки, рассмотрим схему. Схема получения вторичной полиэтиленовой пленки представлена на рисунке 2.7.

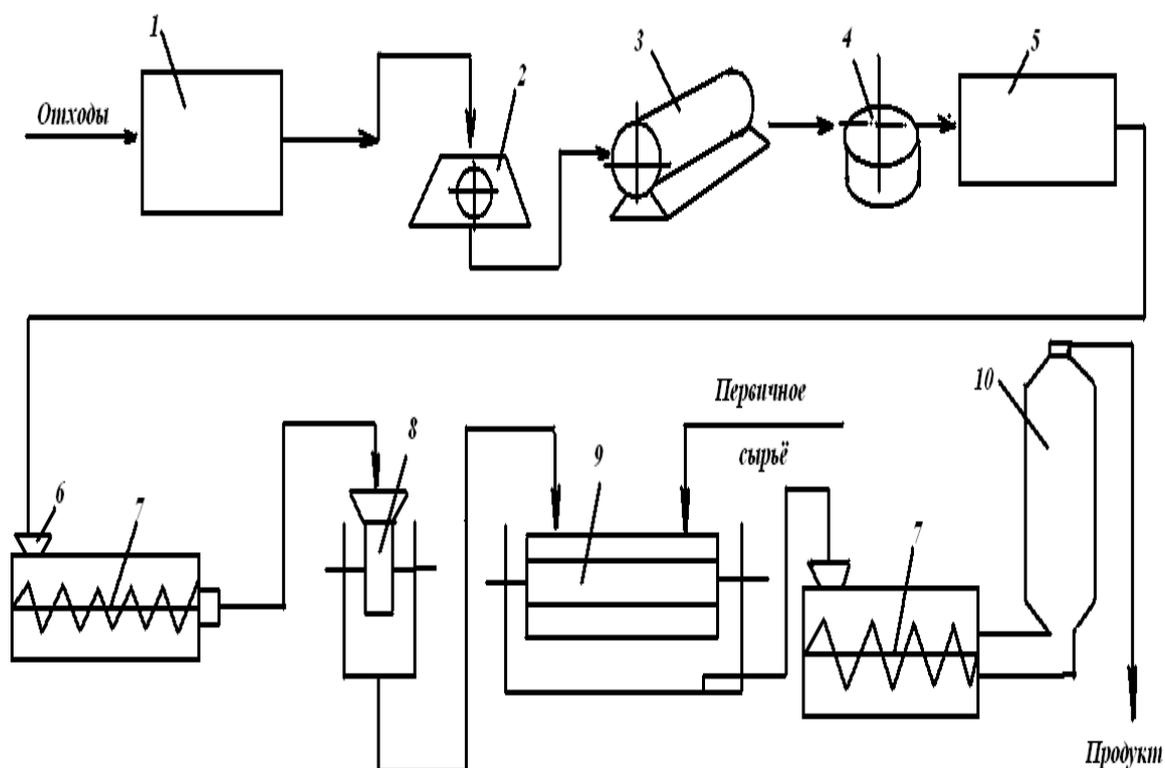


Рисунок 2.7 - Технологическая схема получения вторичной полиэтиленовой пленки

«После сортировки и дробления отходы моются в моечной машине, после чего отделяются от воды в центрифуге и высушиваются в сушилке» [20]. «Далее через питатель попадает в экструзионные прессы, где смесь плавится и перемешивается, затем измельчается в грануляторе,» [19]. «в смесителе смешивается с первичным сырьем в заданных пропорциях и плавится в прессах» [20]. «Конечным процессом является получение пленки из пленочного аппарата» [20].

2.4.2 Переработка отходов полиэтилентерефталата

«Переработка лавсановых волокон и изношенных изделий из ПЭТФ аналогична вторичной переработке полиамидных отходов, поэтому в данном разделе рассматривается вторичная переработка ПЭТФ бутылок.» [24].

«Оптимальным объектом для переработки является спрессованная кипа из бесцветных ПЭТ-бутылок (окрашенные бутылки должны быть отсортированы и переработаны отдельно).» [24].

«Легкие частицы (этикетки, пленка, пыль и т.д.) уносятся вверх потоком воздуха и собираются в специальном пылесборнике под циклоном.» [24].

Остатки этикеток и пыль ПЭТФ удаляются с воздушным потоком.» [24]. «Конечный продукт - чистые ПЭТФ хлопья засыпаются в бочки» [24].

Переработки отходов полиэтилентерефталата в порошкообразный продукт: пат. 2384592 Рос. Федерация: МПК C08J11/04, C08J11/10, C08G63/183, B29B17/00/ Панасюк Г. П., Ворошилов И. Л., Азарова Л. А., Першиков А. В., Ермаков В.А., Савостьянов А. П.; заявитель и патентообладатель Учреждение Российской академии наук ин-т общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН - № 2008146612/04; заявл. 27.11.08; опубл. 20.03.10, Бюл. № 8 [22].

«Способ переработки отходов полиэтилентерефталата в порошкообразный продукт, характеризующийся повышенной растворимостью в неконцентрированном водном щелочном растворе, включающий термообработку отходов в среде,» [22]. «содержащей паровой компонент, и измельчение термообработанных отходов, отличающийся тем, что термообработку отходов проводят в замкнутом герметизированном объеме,» [22]. «в качестве среды используют смесь парового компонента, выделяющегося из отходов полиэтилентерефталата при термообработке, и содержащегося в объеме атмосферного воздуха, а термообработку осуществляют посредством выдержки при постоянной температуре «t»,» [22]. «удовлетворяющей условиям 160°C способ переработки отходов полиэтилентерефталата в порошкообразный продукт, патент № 2384592 t <200°C» [22]. «и при избыточном давлении парового компонента и воздуха, равном 1,5-4,5 кгс/см², в течение 20-40 ч» [22].

«Предложенный способ позволяет получать порошкообразный продукт переработки отходов полиэтилентерефталата, обладающий повышенной растворимостью в щелочном растворе и низкой степенью термодеструкции, что

расширяет арсенал технических средств переработки отходов полиэтилентерефталата» [22].

2.5 Термическое обезвреживание отходов

Среди различных методов утилизации отходов наиболее распространенным является сжигание мусора. Термическое обезвреживание отходов - лучший способ уничтожения горючей фракции, которая в больших количествах содержится в строительном мусоре. Впервые мусор начали сжигать в предместье Лондона еще в 1870 году. Такие мусоросжигательные установки сразу стали популярны в странах, где при малой площади наблюдается высокая плотность населения. Япония, Швеция, Германия, Франция - страны, которые предпочли мусоросжигание. Экономически термическое обезвреживание отходов - выгодный процесс. При сжигании выделяется тепло, которое можно использовать в качестве энергетического сырья. Постепенно из горючей фракции ТБО стали производить специальные брикеты, которые стали использовать в сочетании с углем для работы электростанций.

Таким образом, можно обеспечить энергопотребности завода, а излишки энергии продать потребителям.

В 1996 году во всем мире уже было почти 2500 заводов, где термическое обезвреживание отходов использовалось для образования тепловой энергии.

Восьмидесятые годы ознаменовались появлением котлоагрегатов с топками. Позже изобрели печи с циркулирующим кипящим слоем, которые отвечали требованиям экологов.

«Пиролиз - процесс термического разложения отходов, содержащих органические вещества, при недостатке или отсутствии окислителя, в результате чего образуются твердый углеродобный остаток и пиролизный газ, содержащий высококипящие смолообразные вещества.» [34].

«Газификация - процесс термической обработки отходов, содержащих органические вещества, окислителем (воздухом, кислородом, водяным

паром, углекислым газом или их смесью)» с расходом ниже стехиометрического, с получением генераторного газа (синтез-газа) и твердого или расплавленного минерального продукта.» [34]. «Переработка отходов газификацией имеет следующие преимущества по сравнению с методом сжигания:» [34].

«1) получаемые горючие газы могут быть использованы в качестве энергетического и технологического топлива, в то время как при сжигании практически возможно только энергетическое использование теплоты отходов (получение водяного пара или горячей воды);» [34].

«2) получаемая смола может быть использована как жидкое топливо и как химическое сырье;» [34]. «3) сокращаются выбросы золы и сернистых соединений в атмосферу» [34], [28, 29].

Таким образом, рассмотренные способы утилизации отходов характеризуют разнообразие выбора природопользователя в подборе методов для достижения максимального рециклинга отходов на предприятиях с значительным годовым образованием крупнотоннажных отходов 4 класса опасности. На основе проведенного анализа для ООО «Нова» определены оптимальные методы и способы дробления, измельчения и термической обработки, рассмотрен компонентный состав отхода, что позволит рекомендовать оборудование для внедрения технологий утилизации отходов. Данные рекомендации подойдут широкому кругу природопользователей.

3 Оценка объемов образования отходов на предприятии ООО «Нова»

3.1 Информация о предприятии ООО «Нова»

«ООО «Нова» - строительно-монтажная организация по обустройству месторождений нефти и газа.» [30].

«Предприятие выполняет монтаж технологических установок, магистральных и технологических трубопроводов, автоматизированных газораспределительных станции, линии связи.» [30]. «Электромонтажные работы, монтаж ЭХЗ, строительство ЛЭП. Строительство мостов, межпромысловых автодорог.» [30].

««ООО «Нова» - одна из крупнейших строительных компаний в нефтегазовой и дорожно-строительной отраслях, обладает 62-летним опытом сооружения нефти и газопроводов.» [30].

«Основной офис, общежитие для работников, производственная база ООО «Нова» находятся в городе Новокуйбышевске Самарской области.» [30]. «В состав производственной базы входят участок механизации с ремонтно-механическими мастерскими, автобаза, участок по ремонту электротехнического и сварочного оборудования, база материально-технического снабжения со складскими помещениями и производством металлоконструкций.» [30]. «В распоряжении участка по ремонту электротехнического и сварочного оборудования имеется стационарно-передвижная лаборатория.» [30]. «На территории Самарской области предприятие эксплуатирует и обслуживает два причальных сооружений и базу отдыха.» [30].

3.2 Отходы, образующиеся на предприятии

Производственные отходы организации включают в себя не только строительные, а также другие отходы - при эксплуатации, техническом ре-

монте и обслуживании строительно-дорожной техники, оборудования - нефтесодержащие отходы, мусор от бытовых помещений.

На ООО «Нова» образуется 333 тонны отходов 4 класса опасности, а 302 тонны отправляются на полигон для захоронения. Практически все отходы компании, которые подвергаются захоронению на полигонах, относятся к 4 классу опасности, одна вторая от всех отходов идет на захоронение. Для уменьшения количества отходов, подлежащих захоронению, необходимо предложить методы утилизации отдельных компонентов отхода.

Для оценки объемов образования отходов на предприятии ООО «Нова» и для наглядной картины захораниваемых отходов по объемам и по классам опасности, способу утилизации составлена информация в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Объем образования отходов ООО «Нова» по классам опасности и способам операционного движения

Отходы															
Использование								Обезвреживание				Захоронение			
На самом предприятии				На другом предприятии				На самом предприятии							
Наименование отхода	Класс опасности	Количество отходов, т/год	Наименование организации	Наименование отходов	Класс опасности	Количество отходов, т/год	Наименование организации	Наименование отхода	Класс опасности	Количество отходов, т/год	Наименование организации	Наименование отхода	Класс опасности	Количество отходов, т/год	Наименование организации
Отходы текстиля	4	0,154	ООО «Нова»	Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные	2	30,949	Гарантийное письмо	Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак	1	0,033 3	ГУП "Экология" 443110, г. Самара, ул. Мичурина, 74	Отработанные автомобильные топливные фильтры	3	0,050	ООО "Чистый город" 446100, г. Чапаевск, ул. Сазонова, 3
-	-	-	-	Масла моторные отработанные	3	217,696	ООО "РОСА-1" 115093, г. Москва, 1-ый Щипковский пер., 30	-	-	-	-	Отработанные автомобильные масляные фильтры	3	0,130	
-	-	-	-	Масла трансмиссионные отработанные	3	31,074	Щипковский пер., 30	-	-	-	-	Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел менее 15%)	4	3,106	ОАО "ЭКОЛОГИЯ" 446206, г. Новокуйбышевск, ул. Миронова, 11

Продолжение таблицы 3.1

-	-	-	-	Масла гидравлические отработанные, не содержащие галогены	3	1,671		-	-	-	-	Отработанные автомобильные воздушные фильтры	4	0,130	-
-	-	-	-	Остатки дизельного топлива, потерявшего потребительские свойства	3	1,160		-	-	-	-	Тара из-под ЛКМ	4	0,637	-
-	-	-	-	Масла промышленные отработанные	3	0,265		-	-	-	-	Отходы полиэтиленовой тары из-под ЛКМ	4	0,051	-
-	-	-	-	Отходы офисной техники (отработанные клавиатуры и	4	0,050	Гарантийное письмо	-	-	-	-	Отходы металлической тары из-под масла	4	44,689	-
-	-	-	-	Отходы офисной техники (отработанные принтеры)	4	0,100	Гарантийное письмо	-	-	-	-	Отходы полиэтиленовой тары из-под масла	4	18,147	-

Продолжение таблицы 3.1

-	-	-	-	Отходы офисной техники (от- работанные картриджи)	4	0,090	Гаран- тийное письмо	-	-	-	-	Отходы кухонь и предприя- тий обще- ственного питания	4	6,000	-
-	-	-	-	Отходы офисной техники	4	14,625	Гаран- тийное письмо	-	-	-	-	Отходы из жилищ несортиро- ванные (исключая крупнога- баритные)	4	13,299	-
-	-	-	-	Подтоварные воды	4	0,010	ОАО "Порт Самара" 443099, г. Самара, стрелка рек Волги и Самары	-	-	-	-	Пыль (или порошок) от шлифо- вания чер- ных метал- лов с со- держанием металла 50 % и более	4	2,269	-
-	-	-	-	Покрышки с металличе- ским кордом отработан- ные	4	15,912	ООО "Новая Концеп- ция- Повол- жье" Са- марская обл., Волжс- кий р-он, п. Стро- милово	-	-	-	-	Мусор от бытовых помещений организа- ций несо- ртирован- ный (ис- ключая крупнога- баритный)	4	80,674	-
-	-	-	-	Отработан- ный фиксаж	4	0,310	ОАО "Щелков- ский за- вод ВДМ"	-	-	-	-	Песок, за- грязненный нефтепро- дуктами	4	0,993	-

Продолжение таблицы 3.1

-	-	-	-	Отходы фото- и киноплёнки, рентгеновской плёнки	4	0,016		-	-	-	-	Отходы изоляционных материалов	4	0,120	-
-	-	-	-	Лом черных металлов несортированный	5	8,620	ООО "Самаравтормет" 443017, г. Самара, ул. Гродненская, 17	-	-	-	-	Обрезь деревьев, кустарников	4	35,800	-
-	-	-	-	Остатки и огарки стальных сварочных электродов	5	0,241		-	-	-	-	Мусор строительный	4	125,000	-
-	-	-	-	Стружка черных металлов незагрязненная	5	12,546		-	-	-	-	Резино-асбестовые отходы (в том числе изделия отработанные и брак)	4	0,324	-
-	-	-	-	Отходы делопроизводства	5	0,300		Гарантийное письмо	-	-	-	-	Текстиль, загрязненный ЛКМ	4	0,355

Продолжение таблицы 3.1

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Отработанные малярные кисти	4	0,600	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Изношенная обувь	4	0,446	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Изношенная спецодежда	4	3,705	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Смет с территории	4	330,885	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Абразивные круги отработанные, лом отработанных абразивных кругов	5	2,282	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные	5	2,000	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Древесные отходы из натуральной чистой древесины несортированные	5	4,130	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Мусор от бытовых помещений организаций крупногабаритный	5	1,500	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-
Всего (т/год):		0,154				335,635				0,0333				312,332	-

3.3 Объем образования отходов по классам и способам движения

В таблице 3.2 представлена информация по общему количеству отходов (т/год) по способу утилизации и классам опасности. Из 698,5 тонн отходов IV класса опасности 667,3 тонн отправляются на полигон для захоронения.

Таблица 3.2 - Общее количество отходов по способу утилизации и классам опасности.

Способ утилизации отхода	Количество отходов, т/год					
	Класс опасности					Всего по способу утилизации
	I	II	III	IV	V	
Использование на предприятии	-	-	-	0,2	-	0,2
Использование на другом предприятии	-	30,9	251,9	31,1	21,7	335,6
Обезвреживание на предприятии	0,03	-	-	-	-	0,03
Захоронение на полигонах	-	-	0,2	302,2	9,9	312,3
Всего по классам опасности	0,03	30,9	252,0	333,5	31,6	648,13

Используются на предприятии отходы текстиля для обтирки и бытовых нужд предприятия, то есть очень незначительная часть отходов всего - 0,2 т/год. Значительный объем отходов 3 класса опасности таких как: аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, масла моторные отработанные, масла трансмиссионные отработанные передается на использование - 251,9 т/год. Отходы 4 класса которые являются ценном сырьем для вторичного использования направляется на захоронение, такие как обрезь деревьев, кустарников, мусор строительный, мусор от бытовых помещений организации - 302 т/год. На диаграмме наглядно представлена информация об общем

количестве отходов в %, с учетом методов операционного движения данные представлены на рисунке 3.1.

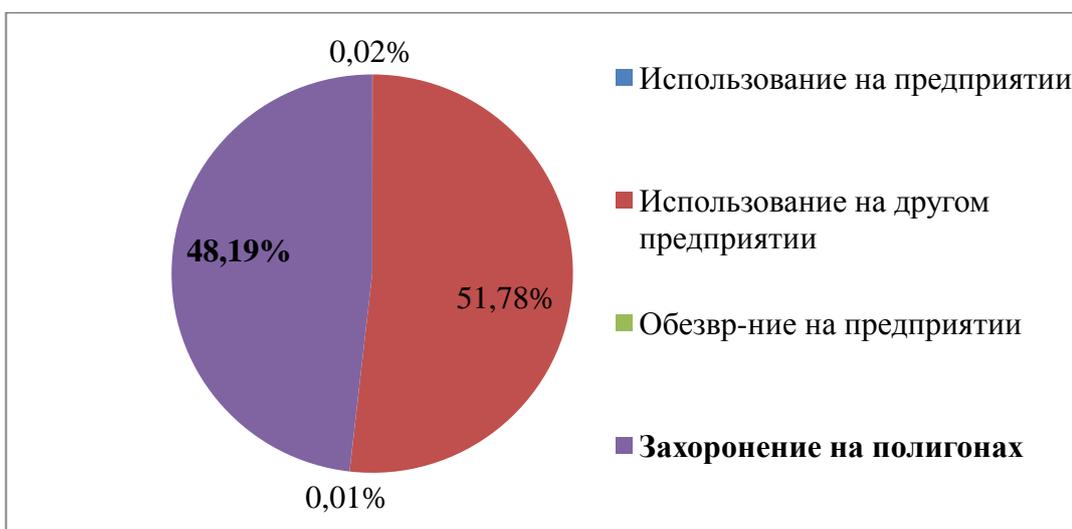


Рисунок 3.1 – Общее количество отходов, %

Использование отходов компании на других предприятиях преимущественно относится к отходам III класса опасности показано на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Использование отходов компании на других предприятиях

На диаграмме показано количество отходов, которые подвергаются захоронению на полигонах. 302,230 из 312,322 тонн отходов IV класса опасности захоранивается.

К крупнотоннажным отходам производства относятся:

- строительный мусор,
- мусор от бытовых помещений организации,
- отходы жилищ не крупногабаритные,
- обрезь деревьев, кустарников.

Количество отходов, подвергающихся захоронению на полигонах представлено на рисунке 3.3.

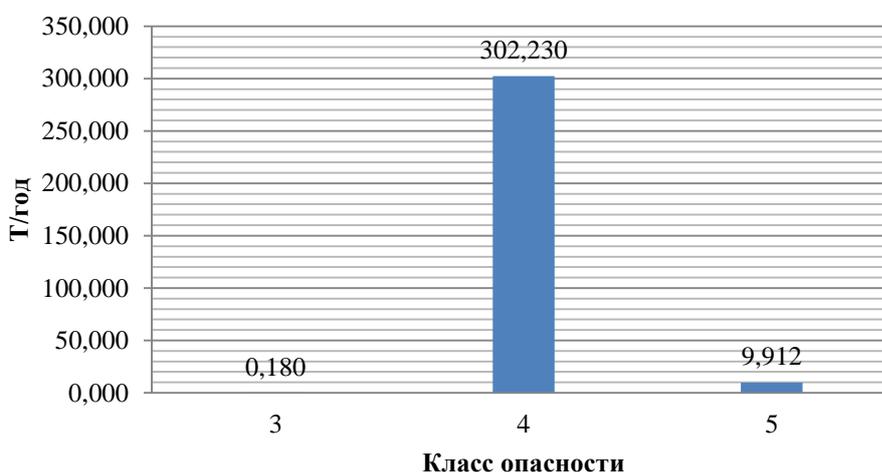


Рисунок 3.3 - Количество отходов, подвергающихся захоронению на полигонах

Вывод: Из выше перечисленного перечня отходов, выявлено значительное образование строительного мусора - 125 тонн/год, мусора от бытовых помещений организации - 80,674 тонн/год, обрезь деревьев кустарников - 35,8 тонн/год. Для уменьшения количества отходов, подлежащих захоронению, необходимо предложить методы утилизации отдельных компонентов крупнотоннажных отходов, образующихся в результате деятельности предприятия.

4 Предлагаемые способы утилизации крупнотоннажных отходов предприятия

Все приведенные отходы относятся к 4 классу опасности. Мусор бытовых помещений относится к ТКО. Вывоз отходов производится непосредственно на Новокуйбышевский полигон ОАО «Экология», имеющий лицензию на размещение ТКО и ПО № 63-00130 от 18.04.2012.

Строительный мусор по объему образования находится на первом месте. В соответствии с Постановлением Администрации городского округа Самара от 26 июля 2011 года N 832 «Об утверждении Порядка обращения с отходами строительства и сноса на территории городского округа Самара» (с изменениями на 26 мая 2016 года) основной состав строительных отходов приоритетно использовать как вторичный ресурс [31].

Для уменьшения количества отходов, подлежащих захоронению, необходимо предложить методы утилизации отдельных компонентов отхода.

Для отделения компонентов отходов, способных подвергаться утилизации, необходимо произвести сортировку. Сортировка организовывается путем установки дополнительных контейнеров с соответствующими маркировками (пластик, бумага, металл) на всех производственных участках [32], [33].

Отделенные компоненты отхода (бумага, металл) идут на дальнейшую утилизацию. Металл сдается ООО «Самаравтормет» совместно с отходом лома черного металла. Отсортированная бумага сдается вместе с отходом бумаги и картона от канцелярской деятельности, и делопроизводства ООО «Втормаркет».

Сортировка строительных отходов организовывается на участке административно-хозяйственного отдела вручную. Кирпич и цемент (бетон) идет на дробление в дробильной установке молоткового типа. Раздробленный материал пригоден для использования на самом предприятии (для отсыпки до-

рог и др.). Полимерные отходы бытовых помещений и жилищ подвергаются измельчению в дробилке.

Подходящий тип дробилки - ножевая. Получаемый материал – полимерная крошка, которая подлежит сдаче организациям, принимающим сырье вторичной утилизации. Также необходима покупка установки. Рассчитаем необходимую производительность ножевой дробилки для подбора установки.

4.1 Расчет производительности ножевой дробилки для измельчения полимеров

«Производительность ножевой дробилки определяется по формуле:»

$$G = 3600 \cdot v \cdot S \cdot \varphi \cdot \gamma, \text{ кг/ч}, \quad (1)$$

«где v - скорость движения крошки через сечение отверстий сита, м/с;» [23].

« S - суммарная площадь отверстий сита, м²;» [23].

« $\varphi = 0,5 \dots 0,8$ - коэффициент полноты заполнения отверстий сита крошкой;» [23].

« γ - насыпная плотность крошки, кг/м³» [23].

$$S=0,002 \text{ м}^2;$$

$$\gamma=500 \text{ кг/м}^3;$$

$$v = Q_v / (3600 \cdot S \cdot \varphi), \quad (2)$$

«где Q_v – объемная производительность, м³/ч» [23].

$$Q_v=0,005 \text{ м}^3/\text{ч} \text{ (из исходных данных)}$$

$$v=0,005/(3600 \cdot 0,002 \cdot 0,8)=0,1562 \text{ м/с} \quad (3)$$

$$G=3600 \cdot 0,1562 \cdot 0,002 \cdot 0,8 \cdot 500=449 \text{ кг/ч}. \quad (4)$$

Связавшись с заводом-изготовителем дробилок ООО «Астрон-С групп» «Глобал-Маш» через электронную почту с просьбой предложить подходящую установку, получили ответ, в котором была рекомендована дробилка модели HSS-500A. Ее производительность 350-580 кг/ч. Установка универсальна, подходит для измельчения полимеров разной плотности, мобильна, что допускает ее транспортировку. Габаритные размеры составляют 1530×1170×1530 мм. Ножевая дробилка HSS-500A представлена на рисунке 5.1 [20], [34].



Рисунок 5.1 - Ножевая дробилка HSS-500A

4.2 Расчет молотковой дробилки для измельчения цемента

Рассчитаем основные параметры рабочих частей, производительность, мощность двигателя.

Исходные данные для расчета:

Материал: цемент

средний диаметр частиц измельчаемого материала 0,1 м;

плотность частиц материала 3100 кг/м^3 ;

насыпная плотность 1300 кг/м^3 ;

продолжительность удара молотка по частице материала 0,3 с;

сила сопротивления частицы разрушению 120 Н.

Примем начальную скорость движения частиц материала равной нулю.

Учитывая все необходимые данные, применяя необходимые формулы, получаем необходимые параметры для подбора молотковой дробилки.

В результате выполненного расчета, молотковая дробилка при измельчении материала от 0,05 м, обеспечивающая степень измельчения 3, должна иметь следующую техническую характеристику: производительность $5 \text{ м}^3/\text{ч}$; диаметр ротора 0,346 м; длина ротора 0,5 м; частота вращения ротора 21 об/с; мощность двигателя 5 кВт.

Учитывая все характеристики, подбираем подходящую молотковую дробилку модели РСф600×400. Эта дробилка применяется для дробления хрупкого материала (известняк, кокс, уголь, цемент). Ее габаритные размеры составляют 1000мм×980мм×1120мм, вес 1445кг. Установка мобильная, подходит для транспортировки на другие участки образования отходов.

Производительность от 5 до 20 т/ч. Цены на рынке варьируются от \$1500 до \$2000. Дробилка молотковая модели РСф600×400 иллюстрирована на рисунке 5.2.



Рисунок 5.2 - Дробилка молотковая модели РСф600×400

4.3 Сжигание отходов

«Деятельность человека характеризуется массой негативных последствий: истощение запасов полезных ископаемых, воды, уничтожение видов животных и растений, но наибольший урон мы наносим планете, загрязняя окружающую среду.» [39].

«Рост достатка населения приводит к неизбежному росту отходов. Решение проблемы с мусором волнует все экономически развитые страны, в том числе и Россию.» [39]. «Проблема с мусором возникла не на пустом месте, ведь он накапливается в быту и на производстве, в офисах и торговых точках, то есть везде, где проявляет свою деятельность человек» [39].

«Решение проблемы с мусором в разное время осуществлялось по-разному, но сейчас мировое сообщество пришло к выводу, что сжигать отходы - это достаточно эффективный выход из сложившейся ситуации.» [39].

«Сжигание отходов - это многоступенчатый технологический процесс, направленный на управление отходами, который позволяет:

- сократить первоначальный объем мусора на 95%;» [39].

- «привести к полному обезвреживанию микроорганизмов, накопленных в нем;» [39].

- «получить тепловую энергию от сжигания отходов.» [39].

«Процессу сжигания может подвергаться любой мусор:

- твердые бытовые отходы;

- промышленные отходы, в том числе и нефтезагрязненные, токсичные, ядовитые;» [39].

- «медицинские отходы, в том числе инфицированные;

- биоорганические отходы, в том числе трупы инфицированных животных.» [39].

«Современные установки по сжиганию мусора полностью автоматизированы и требуют минимального участия персонала.» [39]. «Они характеризуются полным сжиганием отходов без образования вредных выбросов в атмосферу.» [39]. «Это происходит за счет того, что в камерах создается очень высокая температура (до 12000 С), а специальные добавки к мусору, не допускают образования вредных выбросов, к тому же дымовые газы проходят целую систему очистки для полного поглощения примесей из него.» [39].

«Сейчас производят стандартные топки и топки, которые могут сжигать как твердые, так и жидкие отходы, а, также, ярусные топки (круглой формы, разделены на этажи и загружаются сверху) и печи, работающие по принципу кипящего слоя.» [39].

Источником энергии, для работы установок по сжиганию отходов, являются эти же отходы, то есть энергия, полученная в процессе их горения, а излишки энергии передаются в городские электросети. При сортировке от-

ходов, фактически идущих на захоронение, из общего тоннажа образуется 83 тонны бумаги и картона в год, не подлежащих сдаче как макулатуры, древесины и текстиля. Для этих компонентов отходов как способ утилизации применительно сжигание [34-38].

«В отечественной и зарубежной практике для высокотемпературного обезвреживания твердых и пастообразных отходов, содержащих органические вещества, наиболее широко используются слоевые печи.» [3]. В информационно-техническом справочнике по НДТ по обезвреживанию отходов термическим способом от 01.07.2016 рекомендована установка «Форсаж-2М». Она надежна в эксплуатации, проста при обслуживании и имеет длительный ресурс рабочей кампании.

Согласно заключению экспертной комиссии государственной экологической экспертизы материалов «Установка по утилизации (сжиганию) отходов «Форсаж-2М», эта установка предназначена для термической утилизации твердых бытовых и промышленных отходов с калорийностью до 5500 ккал/кг следующих видов: отработанные фильтры и сорбенты, промасленные опилки и ветошь, бумажные изделия.

««Форсаж-2» конструктивно состоит из пяти основных частей: камеры сжигания, фиксируемой на камере сжигания крышки с камерой дожигания, передвижного пульта управления и воздухопроводных рукавов. Общая масса устройства для сжигания установки составляет 495 кг (в том числе крышки с камерой дожигания - 72 кг), пульта управления - 150 кг. В транспортном состоянии габариты камеры сжигания с опорной платформой составляют 1500×1500×1950 мм, трубы - 1700×540×540 мм, пульта управления - 790×1810×1130 мм.» [3].

Зольные остатки в зависимости от состава сожженных отходов составляют 3-5 % от загруженной массы соответствующих отходов. Анализируя протокол испытаний химического состава единичного образца золы от 02.08.2004г., проведенный Аналитическим сертификационным испытательным центром, где представлен расчет выбросов загрязняющих веществ в

атмосферу при сжигании максимальной загрузки отходов (отработанных фильтров, промасленных ветоши и древесных опилок, бумажных изделий, содержащих 10% масел по массе) на установке по утилизации отходов «Форсаж-2М».

Общий вид установки «Форсаж-2» в сборе показан на рисунке 5.3.

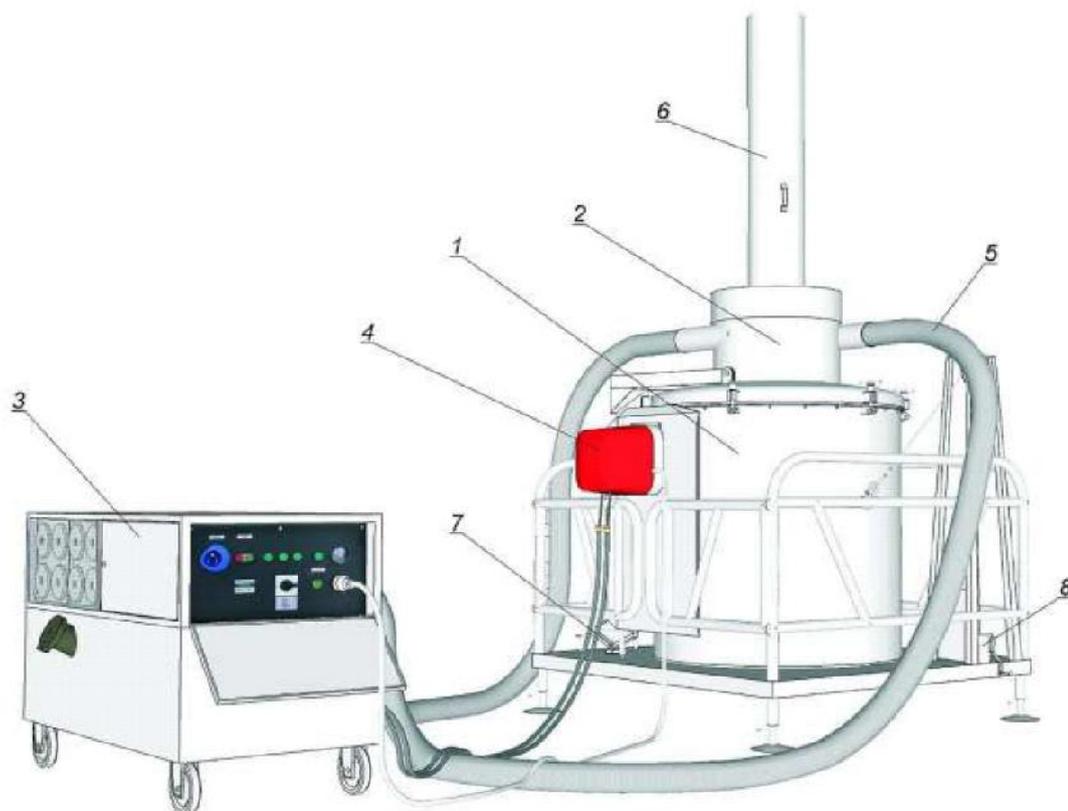


Рисунок 5.3 - Общий вид установки «Форсаж-2» в сборе

Можно сделать вывод, что загрязнение атмосферного воздуха летучей золой минимально и составляет $0,381 \text{ мг/м}^3$, сернистого ангидрида $0,032 \text{ мг/м}^3$, диоксида азота $0,020 \text{ мг/м}^3$. А ПДК составляет $0,761$, $0,063$ и $0,236 \text{ мг/м}^3$ соответственно. Это позволяет констатировать возможность экологически безопасного использования установки «Форсаж-2» для сжигания нефтесодержащих отходов - промасленных ветоши, опилок, отработанных фильтров и бумажных изделий.

4.3.1 Возможность утилизации нефтесодержащих отходов предприятия

Обращаясь к таблице 3.1, можно заметить, что на предприятии в малых количествах, по сравнению с крупнотоннажными, образуются нефтесодержащие отходы, а именно: отработанные автомобильные топливные фильтры, отработанные автомобильные масляные фильтры, обтирочный материал, загрязненный маслами, отработанные автомобильные воздушные фильтры. Всего их образование составляет 3,416 т/год. Как видно из предыдущего подраздела УУО «Форсаж-2М» может сжигать отработанные фильтры и сорбенты, промасленные опилки и ветошь. Соответственно, образующиеся нефтесодержащие отходы предприятия можно утилизировать на установке «Форсаж-2М» вместе с отходами бумаги, картона, древесины и текстиля. Исключениями являются: галогенсодержащие, фтор, хлорсодержащие, легковоспламеняющиеся вещества (растворители, бензин, лакокрасочные изделия и т.п.), отходы, содержащие тяжелые металлы, но данные виды отходов не образуются или образуются в небольших объемах, не критичных для предприятия.

Таким образом, определены оптимальные методы утилизации отходов для ООО «Нова»: отделения компонентов отходов, способных подвергаться утилизации. Сортировка организовывается путем установки дополнительных контейнеров. Сортировка строительных отходов организовывается на участке административно-хозяйственного отдела вручную. Кирпич и цемент (бетон) идет на дробление в дробильной установке молоткового типа. Раздробленный материал пригоден для использования на самом предприятии (для отсыпки дорог и др.). Полимерные отходы бытовых помещений и жилищ подвергаются измельчению в дробилке. Подходящий тип дробилки - ножевая дробилка HSS-500A. Получаемый материал - полимерная крошка, которая подлежит сдаче организациям, принимающим сырье вторичной утилизации. Для измельчения цемента на основании расчета необходимых параметров

предложена дробилка молотковая модели РСф600×400. При сортировке отходов, фактически идущих на захоронение, из общего тоннажа образуется 83 тонны бумаги и картона в год, не подлежащих сдаче как макулатуры, древесины и текстиля. Для этих компонентов отходов как способ утилизации применительно сжигание рекомендована установка «Форсаж-2М», эта установка предназначена для термической утилизации твердых бытовых и промышленных отходов.

На предприятии в малых количествах, по сравнению с крупнотоннажными, образуются нефтесодержащие отходы, а именно: отработанные автомобильные топливные фильтры, отработанные автомобильные масляные фильтры, обтирочный материал, загрязненный маслами, отработанные автомобильные воздушные фильтры, которые также рекомендовано подвергать термической утилизации, вместе с отходами бумаги, картона, древесины и текстиля.

В результате внедрения вышеперечисленных методов утилизации отходов, значительно снизится негативное воздействие от деятельности предприятия на окружающую природную среду, а также снизится нагрузка на полигон, уменьшатся затраты на захоронение отходов.

5 Разработанная схема операционного движения отходов ООО «Нова»

Разработана схема операционного движения отходов ООО «Нова», для наглядности представлена таблица 5, из которой видно уменьшение объемов образования отходов на предприятии, за счет внедрения предлагаемого оборудования и технологий утилизации отходов, рассмотренных в данной работе, а именно: дробление, измельчение и термическая обработка, сократится количество захороняемых крупнотоннажных отходов в несколько раз и позволит использовать отходы производства как вторичный ресурс.

Целесообразность внедрения отделения компонентов отходов, способных подвергаться утилизации осуществляется при помощи сортировки, путем установки дополнительных контейнеров с соответствующими маркировками (ПЭ, бумага, металл) на всех производственных участках. Крупнотоннажные отходы бетона и кирпича от производственной деятельности предприятия, в соответствии с предложенными способами, подвергаются дроблению, и реализуются для отсыпки дорог, используются повторно в строительных работах.

По общему количеству образующихся отходов ООО «Нова» по способу утилизации и классам опасности. Из 333 тонн отходов IV класса опасности только 58,649 тонны отправляются на полигон для захоронения. Сократить количество захороняемых отходов IV класса и уменьшить их образование в 6 раз, а также снизить негативное воздействие на окружающую природную среду в результате хозяйственной деятельности предприятия, удалось достичь путем фракционной переработки компонентов отходов производства.

Таблица 5 - Схема операционного движения отходов ООО «Новая»

Отходы													
Использование							Обезвреживание			Захоронение			
На самом предприятии			На другом предприятии				На самом предприятии			Наим. отхода	Класс опасности	Кол-во отходов в год, т	Наименование организации
Наим. отхода	Класс опасности	Кол-во отходов в год, т	Наим. отхода	Класс опасности	Кол-во отходов в год, т	Наименование организации	Наим. отхода	Класс опасности	Кол-во отходов в год, т				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Отходы текстиля	4	0,154	Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с не слитым электролитом	2	30,949	Гарант. письмо б/н	Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак	1	0,033	Тара из-под ЛКМ	4	0,637	ООО "Чистый город" 446100, г. Чапаевск, ул. Сазонова, 3
Мусор строительный	4	98,412	Масла моторные отработанные	3	217,696	ООО "РОСА-1"11509 3, г. Москва, 1-ый Щипковский пер., 30	Отработанные автомобильные топливные фильтры	3	0,050	Отходы металлической тары из-под масла	4	9,689	
Мусор от бытовых помещений организаций несортированный	4	33,465	Масла трансмиссионные отработанные	3	31,074		Отработанные автомобильные масляные фильтры	3	0,130	Отходы полиэтиленовой тары из-под масла	4	5,147	ОАО "ЭКОЛОГИЯ" 446206, г. Новокуйбышевск, ул. Миронова, 11

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			Масла гидравлические отработанные, не содержащие галогены	3	1,671		Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел менее 15%)	4	3,106	Отходы кухонь и предприятий общественного питания	4	6,000	
			Остатки дизельного топлива, потерявшего потребительские свойства	3	1,160		Отработанные автомобильные воздушные фильтры	4	0,130	Пыль (или порошок) от шлифования черных металлов с содержанием металла 50 % и более	4	2,269	
			Масла промышленные отработанные	3	0,265		Отходы из жилищ несORTированные (исключая крупногабаритные)	4	13,299	Песок, загрязненный нефтепродуктами	4	0,993	
			Отходы офисной техники (отработанные клавиатуры и манипуляторы типа	4	0,050	Гарант. письмо б/н	Мусор от бытовых помещений организаций несORTированный)	4	47,209	Отходы изоляционных материалов	4	0,120	

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			Отходы офисной техники (отработанные принтеры)	4	0,100	Гарант. письмо б/н	Обрезь деревьев, кустарников	4	35,800	Резино-асбестовые отходы	4	0,324	
			Отходы офисной техники (отработанные картриджи)	4	0,090	Гарант. письмо б/н	Мусор строительный	4	26,580	Текстиль, загрязненный ЛКМ	4	0,355	
			Отходы из выгребных ям, хозяйственно-бытовые стоки	4	14,625	Гарант. письмо б/н	Древесные отходы из натуральной чистой древесины несортированные	5	4,130	Отработанные малярные кисти	4	0,600	
			Подтоварные воды	4	0,010	ОАО "Порт Самара" 443099, г. Самара, стрелка рек Волги и Самары				Изношенная обувь	4	0,446	

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			Покрышки с металлическим кордом отработанные	4	15,912	ООО "Новая Концепция-Поволжье" Самарская обл.. Волжский р-он, п. Стромилово				Изношенная спецодежда	4	3,705	
			Отработанный фиксаж	4	0,310	ОАО "Щелковский завод ВДМ"				Смет с территории	4	13,885	
			Отходы фото- и кино- пленки, рентгеновской пленки	4	0,016					Резиноасбестовые отходы	5	2,282	
			Отработанный фиксаж	5	8,620	ООО "Самаравтормет" 443017, г. Самара, ул. Гродненская, 17				Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные	5	2,000	

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			Остатки и огарки стальных сварочных электродов	5	0,241	ООО "Самаравтормет" 443017, г. Самара, ул. Гродненская, 17				Мусор от бытовых помещений организаций крупногабаритный	5	1,500	
			Стружка черных металлов незагрязненная	5	12,546					Зола	5	4,324	
			Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности	5	0,300	Гарант. письмо б/н							
Всего (т/год):		132,031			335,635					132,031		58,649	

5.1 Оценка снижения платы за негативное воздействие на окружающую среду при захоронении отходов 4 класса опасности на полигоне, после разработанной схемы операционного движения отходов

Для оценки снижения платы за негативное воздействие отходов производства и сравнительного анализа, произведен расчет платы за негативное воздействие при захоронении отходов до внедрения на предприятии рециклинга отходов, и после подобранных методов и оборудования для утилизации отходов предприятия. Для расчета применены ставки платы в соответствии с действующим законодательством. Из расчета наглядно видно значительное годовое снижение объемов захоронения отходов 4 класса опасности и как следствие снижение суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду при захоронении отходов на полигоне. Стоит отметить, что в представленном расчете не учтены денежные средства необходимые на организацию временного хранения отходов на территории предприятия, до момента их передачи, также на покупку талонов на вывоз, оплату автотранспорта для погрузки и транспортировки на полигон. Данные по сумме платы за негативное воздействие для отходов производства подлежащим захоронению сформированы в таблице 6.

Таким образом, из расчета наглядно видно, что годовое снижение объемов захоронения отходов 4 класса опасности составляет 243,551 тонн/год. Как следствие регистрируется снижение суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду при захоронении отходов на полигоне на 161590 рублей.

Таблица 6 - Расчет суммы платы за негативное воздействие для отходов производства подлежащим захоронению.

Наименование класса опасности отхода производства	Единица измерения	Фактическая масса отходов в пределах лимита	Установленный лимит на отход	Образовалось в собственном производстве в пределах лимита	Поступления отходов из других организаций	Передано другим предприятиям с переходом права собственности	Передано другим предприятиям с переходом права собственности	В пределах установленного лимита	Сверх установленного лимита	Норматив платы в пределах установленного лимита	Коэффициент к расчету платы	Коэффициент экологической значимости	Коэффициент объема размещения отходов (0,3 или 1)	Сумма платы: За размещение отходов в пределах размещения	Сумма платы: Сверх установленного лимита	Сумма платы, всего, руб.
Отходы IV класса опасности до внедрения рециклинга	т	302,2	400,0	302,2	0,00	302,2	302,2	302,2	0	663,2	5	1	1	200 419	0,00	200 419
Отходы IV класса опасности после внедрения рециклинга	т	58,6	400,0	58,6	0,00	58,6	58,6	58,6	0	663,2	5	1	1	38 829	0,00	38 829

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного анализа деятельности ООО «Нова» выявлено высокое образование крупнотоннажных отходов, отсутствие рециклинга и разработанной схемы операционного движения отходов.

Даны рекомендации по применению способов и методов, а именно: термическая утилизация, дробление и измельчение отходов. Также рекомендовано использование вторичного ресурса, полученного после дробления отходов бетона и кирпича для отсыпки дорог и повторно использовать его в строительных работах предприятия.

Определена целесообразность внедрения отделения компонентов отходов, способных подвергаться утилизации осуществляется при помощи сортировки, путем установки дополнительных контейнеров с соответствующими маркировками (ПЭ, бумага, металл) на всех производственных участках.

Разработаны предложения по увеличению эффективности утилизации отходов:

1. Отходы полимеров могут подвергаться измельчению в дробилке и дальнейшей передаче на переработку в дробленном виде.

2. Особо крупнотоннажные отходы бетона и кирпича также подвергаются дроблению, и реализуются для отсыпки дорог, используются повторно в строительных работах.

На основании расчета основных параметров рабочих частей оборудования с учетом производительности и мощности двигателя, необходимых для измельчения, дробления, сжигания отходов производства были предложены конкретные модели оборудования для предприятия ООО «Нова». Для измельчения полимерных отходов бытовых помещений и жилищ рекомендуется тип дробилки - ножевая, дробилка модели HSS-500A. Ее производительность 350-580 кг/ч. Установка универсальна, подходит для измельчения полимеров разной плотности, мобильна, что допускает ее транспортировку.

Для дробления хрупкого материала (известняк, кокс, уголь, цемент) рекомендована молотковая дробилка модели РСФ600 × 400. Ее габаритные размеры составляют 1000мм × 980мм × 1120мм, вес 1445кг. Установка мобильная, подходит для транспортировки на другие участки образования отходов. Производительность от 5 до 20 т/ч.

Для осуществления термической утилизации планируется для внедрения на предприятие установки по утилизации (сжиганию) отходов «Форсаж-2М». При помощи этой установки осуществляется высокотемпературное обезвреживание твердых бытовых и промышленных отходов с калорийностью до 5500 ккал/кг следующих видов: отработанные фильтры и сорбенты, промасленные опилки и ветошь, бумажные изделия. В данной установке есть возможность утилизации нефтесодержащих отходов предприятия, что очень удобно т.к. утилизация нефтесодержащих отходов может осуществляться с отходами бумаги, картона, древесины и текстиля.

Показано, что применение вышеперечисленных методы утилизации отходов и оборудования, на предприятии ООО «Нова» увеличится количество перерабатываемых отходов на 243,551 тонн в год. При этом количество захороняемых отходов 4 класса опасности уменьшается в 6 раз.

Предприятие снижает негативное воздействие на ОПС, нагрузку на полигон, уменьшает затраты на захоронение отходов, что является основной целью любого природоохранного мероприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». [Электронный ресурс]. – URL: http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_srdy_rossiyskoy_federatsii/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_2017/ (дата обращения: 13.02.2019).

2. Министерство России. Государственный доклад [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mnr.gov.ru/upload/medialibrary/259-330.pdf> (дата обращения: 13.01.2019).

3. Костина, Т. А. Оценка внедрения способов переработки отходов на предприятиях [Электронный ресурс]. : Экологический сборник 7: Труды молодых ученых. Всероссийская (с международным участием) молодежная научная конференция. / Т. А. Костина 2019. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vnedreniya-sposobov-pererabotki-otходov-na-predpriyatiyah> (дата обращения: 13.04.2019).

4. Соколов, Э. М. Утилизация отходов производства и потребления [Электронный ресурс]. : учеб. пособие / Ю.А. Москвичев, Е.А. Фролова, Н.С. Яманина, О.П. Филиппова, Н.И. Володин, В.М. Макаров. Ярославль: Изд-во ЯрГТУ. 2006. – 388 с. URL: http://nashaucheba.ru/v46225/соколов_э.м.,_москвичев_ю.а._утилизация_отход_ов_производства_и_потребления?page=4 (дата обращения: 23.01.2019).

5. Установка утилизации бетона: пат. 2503730 Рос. Федерация: МПК⁷ С22В7/00, В03В9/06, В09В3/00 / Кочетов О.С.; заявитель и патентообладатель Кочетов О.С., Стареева М.О., Стареева М. М.-№ 2012121442/02; заявл. 25.05.12; опубл. 10.01.14, Бюл. № 1 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.freepatent.ru/images/patents/23/2437722/patent-2437722.pdf> (дата обращения: 10.01.2019).

6. Стородубцева, Т. Н. Использование древесных отходов и местного техногенного сырья в составах композитов: Монография /Т.Н. Стородубцева, А.А. Аксомитный – Воронеж. : ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, 2016. – 196 с.: ISBN 978-5-7994-0752-0.

7. Пиролизная установка: пат. 2427760 Рос. Федерация: МПК⁷ F23G5/00 / Трусов В.А.; заявитель и патентообладатель Трусов В.А. - № 2010108838/03; заявл. 09.03.10; опубл. 27.08.11, Бюл. № 24. - 2 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2427760> (дата обращения: 5.01. 2019).

8. Газогенератор общественного процесса газификации: пат. 75854 Рос. Федерация: МПК C10J3/20/ Каморов В.П., Ульянов А.Н., Шаповалов Ю.Н., Куфа Э.Н., Андреев В.А., Панов С.Ю.; заявитель и патентообладатель Ульянов А.Н. - № 2008116439; заявл. 29.04.2008 опубл. 27.08.08, Бюл. № 24 [Электронный ресурс]. – URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU75854U1_20080827 (дата обращения: 01.01. 2019).

9. Утилизация отходов производства: методические указания / Ю.Ф. Абакумов [и др.]. - Электрон. дан. – М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 110 с. [Электронный ресурс]. – URL:<https://e.lanbook.com/book/103274> (дата обращения: 02.01. 2019).

10. ria.ru. Окислительный пиролиз. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ria.ru/20100611/245050638.html> (дата обращения: 11.01. 2019).

11. Шихта для получения пеностекла: пат. 2540719 Рос. Федерация: МПК: C03C11/00 / Благоев А.В., Федяева Л. Г., Федосеев А.В. заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное объединение «Диатомит» - № 2013144838/03; заявл. 07.10.2013 опубл. 10.02.15, Бюл. № 4. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2540719> (дата обращения: 01.01. 2019).

12. Moser, H. A complete plant. / H. A Moser// Glass. – 1979. Vol. 56. No5. P. 152–157.

13. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. [Электронный ресурс]. – URL: http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/905/21905/5118?p_page=6 (дата обращения: 10.01. 2019)

14. Жималов, А.Б. Разработка состава и технологии теплоизоляционного материала кремнепор: Автореферат дисс. канд. техн. наук. / А.Б. Жималов - М. : – 1988. – 4 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docplayer.ru/27465669-Ispolzovanie-stekolnogo-boya-v-proizvodstve-stroitelnyh-materialov.html> (дата обращения: 01.01. 2019).

15. Зезин, А.Б. Полимеры и окружающая среда. / А.Б. Зезин // Соросовский образовательный журнал. – 1996. № 2. – С.57 – 64.

16. Humes, E. Garbology: Our Dirty Love Affair with Trash / E. Garbology. Humes // Avery – 2012. – 336 p. – ISBN 978-1-101-580037-0. [Электронный ресурс]. – URL: https://books.google.ru/books?id=IjmxL_Ri77gC&printsec=frontcover&hl=r u&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true (дата обращения: 13.01. 2019).

17. М.Л. Кербер [и др.] Физические и химические процессы при переработке полимеров СПб.: Научные основы и технологии, 2013. – 318 с. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/46803.html>. – ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 01.01. 2019).

18. Способы сортировки полимерных отходов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://moluch.ru/archive/108/26100/> (дата обращения: 09.01. 2019).

19. Переработка пластиковых отходов [Электронный ресурс]. – URL: <https://ztbo.ru/o-tbo/stati/plastik/vtorichnaya-pererabotka-otxodov-polimerov-technologie-oborudovanie> . (дата обращения: 13.01. 2019).

20. Процесс получения гранул полиэтилена [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ecolocate.ru/locats-981-2.html> (дата обращения: 14.03. 2019).

21. Способ утилизации отходов полимеров: пат. 2430121 Рос. Федерация: МПК С08J11/04, С08L101/00/ Аникеев В. И.; заявитель и патентообла-

датель Сибирское отделение Российской Академии наук ин-т катализа им. Г.К. Борескова- № 2009138096/05; заявл. 14.10.09; опубл. 27.09.11, Бюл. № 27. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2430121> (дата обращения: 01.02. 2019).

22. Способ переработки отходов полиэтилентерефталата в порошкообразный продукт: пат. 2384592 Рос. Федерация: МПК C08J11/04, C08J11/10, C08G63/183, B29B17/00/ Панасюк Г. П., Ворошилов И. Л., Азарова Л. А., Першиков А. В., Ермаков В.А., Савостьянов А. П.; заявитель и патентообладатель Учреждение Российской академии наук ин-т общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН - № 2008146612/04; заявл. 27.11.08; опубл. 20.03.10, Бюл. № 8. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.igic.ras.ru/docs/patent/2384592.htm> (дата обращения: 14.03. 2019).

23 Вторичная переработка [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kar-met.su/utilizatsiya-i-vtorichnaya-pererabotka-tary-i-upakovki-iz-polimernykh-materialov/utilizatsiya-i-vtorichnaya-pererabotka-tary-i-upakovki-iz-polimernykh-materialov-str15.html> (дата обращения: 02.02. 2019).

24. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Утилизация и вторичная переработка тары и упаковки из полимерных материалов. [Электронный ресурс]. – URL: http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/120/73120/51433?p_page=5 (дата обращения: 18.02. 2019).

25 Примеров О. С., Макеев П. В., Клинков А. С. Обзор методов переработки отходов полимерных материалов и анализ рынка вторичного сырья // Молодой ученый. — 2013. — №6. — С. 121-123. [Электронный ресурс]. – URL:<https://moluch.ru/archive/53/7103/> (дата обращения: 01.01. 2019).

26. Дмитренко, В.П. Экологическая безопасность в техносфере [Электронный ресурс]. : учеб. пособие / В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, Д.А. Кривошеин. СПб. : Лань. – 2016. – 524 с. URL:<https://e.lanbook.com/book/76266/> (дата обращения: 23.01. 2019).

27. Ветошкин, А.Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления [Электронный ресурс] : учеб. пособие/ А.Г. Ветошкин СПб. : Лань. – 2016. – 304 с. URL:<https://e.lanbook.com/book/72577/> (дата обращения 23.01. 2019).
28. Переработка (другие термины: вторичная переработка, рециклинг (отходов) [Электронный ресурс]. – URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1121190> (дата обращения: 01.02. 2017).
29. Ветошкин, А.Г. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. В 2-х частях. Ч. 2. Переработка и утилизация промышленных отходов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Ветошкин. Вологда : "Инфра-Инженерия", 2018. – 380 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/108687/> (дата обращения: 13.01. 2019).
30. bitops.ru информация о ООО «НОВА» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bitops.ru/clients/72/> (дата обращения: 11.01. 2019).
31. Постановление Администрации городского округа Самара от 26 июля 2011 года N 832 «Об утверждении Порядка обращения с отходами строительства и сноса на территории городского округа Самара» (с изменениями на 26 мая 2016 года) [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/945032915> (дата обращения: 23.01. 2019).
32. ГОСТ 30772-2001. Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения. (введен Постановлением Госстандарта России от 28.12.2001 N 607-ст) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_135735/ (дата обращения: 13.04. 2018).
33. Pellow, D. N. Urban Recycling and the Search for Sustainable Community Development: Princeton/ D. N. Pellow, A. Weinberg, A. Schnaiberg // Princeton University Press, 2000. – 232 p.
34. ИТС 9-2015. Информационно - технический справочник по наилучшим доступным технологиям обезвреживание отходов термическим

способом (сжигание отходов) [Электронный ресурс]. – URL: <http://burondt.ru/NDT/docs/ndt-9/index.html> . (дата обращения: 23.01. 2019).

35. Pellow, D. N. The Struggle for Environmental Justice in Chicago/ D. N. Pellow, L.S.-H.// Garbage Wars:. – MIT Press. 2004. – P. 256.

36. Royte, E. Garbage Land: On the Secret Trail of Trash. / E. Royte// NY and Boston: Little, Brown and Company 2005. – P. 311. – ISBN 0-316-73826-3.

37. Павлушкин, Т.К. Использование стекольного боя в производстве строительного материала: Павлушкин, Т.К., канд. техн. наук; Кисиленко Н.Г., канд. техн. Наук ОАО «Институт стекла», РФ, М.: [Электронный ресурс]. – URL: <https://docplayer.ru/27465669-Ispolzovanie-stekolnogo-boya-v-proizvodstve-stroitelnyh-materialov.html> (дата обращения: 09.01. 2019).

38. La Mantia, F.P. in Frontiers in the Science and Technology of Polymer Recycling, Ed./ F.P. La Mantia, Akovali G., // Kluwer Academic Publishers. Amsterdam. 1998 – P.385.

39. Сжигание отходов. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.tp-bioenergy.ru/szhiganie_othodov/ (дата обращения: 09.01. 2019).