

В. М. Мисюченко

**ПЕРЕРАБОТКА
ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ
И РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТОВ
ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ**





Учреждение образования
«Международный государственный экологический
институт имени А. Д. Сахарова»
Белорусского государственного университета

В. М. Мисюченко

ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ И РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Учебно-методическое пособие

Минск
«ИВЦ Минфина»
2018

УДК 338.3:[651.012:67.02](075.8)
ББК 30.604+35+60.844
М65

Р е ц е н з е н т ы:

кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры
экологических информационных систем Международного государственного
экологического института имени А. Д. Сахарова Белорусского государ-
ственного университета *В. В. Журавков*;

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры
промышленной экологии Белорусского государственного технологического
университета *О. С. Залыгина*

Мисюченко, В. М.

М65 Переработка промышленных отходов и разработка докумен-
тов для предприятия : учебно-методическое пособие /
В. М. Мисюченко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 99 с.
ISBN 978-985-7205-93-6.

Издание содержит учебно-методический материал для проведения
семинарских занятий по рециклингу наиболее распространенных промышленных
отходов и практических занятий по разработке пакета документов в области
обращения с отходами на промышленных предприятиях Республики Беларусь.

Предназначено для студентов специальности 1-33 01 07 «Природоохранная
деятельность».

*Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее ча-
сти не может быть осуществлено без разрешения Учреждения образования
«Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова
Белорусского государственного университета».*

УДК 338.3:[651.012:67.02](075.8)
ББК 30.604+35+60.844

ISBN 978-985-7205-93-6

© Мисюченко В. М., 2018
© МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
I. ОБРАЩЕНИЕ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	5
1. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ОТХОДЫ	5
2. ОТХОДЫ ПОЛИМЕРОВ.....	17
3. РЕЗИНОСОДЕРЖАЩИЕ ОТХОДЫ.....	31
4. ОТХОДЫ СТЕКЛА	50
5. ОТРАБОТАННЫЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА.....	55
6. АНАЛИЗ ОБРАЗОВАНИЯ НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ ОТХОДОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.	66
II. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ»	74
1. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА С ПОМОЩЬЮ КЛАССИФИКАТОРА ОТХОДОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	74
2. ПРОВЕДЕНИЕ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ОБРАЗУЮЩИХСЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА	78
3. РАСЧЕТ НОРМАТИВОВ ОБРАЗОВАНИЯ И ГОДОВОГО КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗУЮЩИХСЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА, ОФОРМЛЕНИЕ ЗАЯВКИ НА ХРАНЕНИЕ/ЗАХОРОНЕНИЕ ОТХОДОВ	81
4. РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ КОНКРЕТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	86
ЛИТЕРАТУРА	97

ВВЕДЕНИЕ

Безопасное и эффективное обращение с отходами производства и потребления – одна из наиболее сложных экологических задач в Республике Беларусь. Очень много внимания в последние годы уделяется вопросам раздельного сбора и извлечения вторичных материальных ресурсов. В процессе осуществления любой хозяйственной деятельности вне зависимости от формы собственности, рода деятельности, системы налогообложения организации осуществляют обращение с отходами. Обращение с отходами – это деятельность, которая связана с образованием отходов, их сбором, разделением по видам, удалением, хранением, захоронением, перевозкой, обезвреживанием и (или) использованием [20].

Поэтому перед юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную деятельность, ставятся задачи максимального снижения образующихся отходов за счет внедрения новых технологий, дальнейшей переработки отходов и снижения их опасных свойств. На эти приоритеты нацелены требования по созданию системы обращения с отходами и разработке документации промышленных предприятий в этой области.

Существует множество современных технологий рециклинга образующихся в нашей стране отходов и анализ возможных путей снижения образования отходов производства является одной из задач проведения семинарских занятий по дисциплине «Обращение с отходами».

Также законодательная база Республики Беларусь в области обращения с отходами содержит огромное количество нормативных документов, которые полностью изучить и проанализировать за лекционный курс крайне сложно. В связи с этим при проведении практических занятий по данной дисциплине необходимо останавливаться на оформлении отдельных документов в соответствии с требованиями законодательства Республики Беларусь об обращении с отходами и пояснять некоторые процедурные вопросы.

Приобрести навыки в разработке пакета документов по обращению с отходами у природопользователя – основная задача проведения практических занятий по дисциплине «Обращение с отходами».

В пособии в соответствии с программой дисциплины «Обращение с отходами» представлен материал для проведения семинарских и практических занятий и разъяснения отдельных положений законодательства в области обращения с отходами.

I. ОБРАЩЕНИЕ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

1. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ОТХОДЫ

По данным госстатотчетности по форме 1-отходы (Минприроды) в 2017 г. образовалось 3,3 млн. т строительных отходов (без учета вскрышных пород). Наибольшим объемом образования отличаются бой железобетонных изделий (759,1 тыс. т или 23 % общего объема образования строительных отходов), смешанные отходы строительства, сноса зданий и сооружений (627,6 тыс. т или 19,0 %), бой кирпича керамического (551,3 тыс. т или 16,7 %), бой бетонных изделий (424,5 тыс. т или 12,86 %), асфальтобетон от разборки асфальтовых покрытий (374,7 тыс. т или 11,4 %) (табл. 1.1).

Суммарная доля перечисленных отходов составляет 82,9 % годового объема образования строительных отходов в Беларуси. Индекс использования строительных отходов в 2017 г. составил 94,2 % в целом по республике, что значительно выше по сравнению с предыдущими годами. Около 2,0 % строительных отходов (67,2 тыс. т) в 2017 г. удалено на объекты захоронения, главным образом, в виде смешанных отходов строительства, сноса зданий и сооружений и отходов от разборки зданий [2].

Способы переработки строительных отходов

Строительные отходы образуются как в сфере производства строительных материалов, так и в процессе производства строительных работ. В связи с этим все строительные отходы условно можно разделить на две группы: промышленные строительные отходы и отходы строительного производства.

К первой группе относятся некондиционные бетонные и железобетонные изделия, силикатный и керамический кирпич, керамическая плитка, стекло, мягкие кровли (рубероид и другие).

Ко второй группе относятся получаемые в результате строительства, реконструкции или сноса зданий и сооружений бой бетонных и железобетонных изделий, отходы товарных смесей, стеновых материалов (керамзитобетонные блоки, кирпич силикатный, керамические или газосиликатные блоки с известковым или цементным раствором), бой стекла, асфальтобетон, мягкие кровли (рубероид и другие), изделия из дерева, утеплители и трудноразделимые отходы (строительный мусор). В зависимости от источника образования они разнородны по своему составу и при дальнейшей утилизации отличаются способами сбора, транспортировки и предварительной подготовки для последующей переработки.

Таблица 1.1
Структура образования, использования и захоронения строительных отходов производства в 2017 г
(без учета вскрышных пород)

Наименование отходов	Образование		Использовано		Захоронено на объектах захоронения	
	Тыс. т	% от общего объема образования строительных отходов	Тыс. т	% от объема образования (индекс использования)	Тыс. т	% от объема образования строительных отходов
1	2	3	4	5	6	7
Всего по республике, в том числе:	3300,0	100	3107,9	94,2	67,2	2,0
Древесные отходы строительства	36,0	1,1	30,4	84,4	0,59	1,6
Отходы рубероида	46,7	1,42	42,2	90,4	0,28	0,6
Бой керамической плитки	23,1	0,7	22,7	98,3	0,34	1,5
Бой кирпича керамического	551,3	16,7	526,3	95,5	1,56	0,3
Остатки асфальта и асфальтобетонной смеси без содержания дегтя	2,6	0,08	2,8*	107,7	0,0	0,0
Асфальтобетон от разборки асфальтовых покрытий	374,7	11,4	376,9*	100,6	2,5	0,7
Отходы бетона	200,7	6,08	185,8*	92,6	0,58*	0,3

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7
Строительный щебень	6,1	0,18	4,6	75,4	0,0001	0,0
Отходы керамзитобетона	29,3	0,89	28,5	97,3	0,3	1,0
Отходы мелких блоков из ячеистого бетона	15,9	0,48	15,5	97,5	0,014	0,09
Некондиционные бетонные конструкции и детали	4,1	0,12	3,9	95,1	0,177	4,3
Бой изделий из ячеистого бетона	14,3	0,43	13,9	97,2	0,106	0,7
Бой бетонных изделий	424,5	12,86	396,7	93,5	0,63	0,15
Бой железобетонных изделий	759,1	23,0	729,6	96,1	1,0	0,13
Шпалы железобетонные	7,66	0,23	6,2	80,9	0,0	0,0
Отходы плит минераловатных, минеральная вата загрязненная	10,85	0,33	7,2	66,4	2,1	19,4
Отсев камней рядовой необогащённый	11,29	0,34	9,5	84,1	0,0	0,0
Отходы предварительного грохочения	12,9	0,39	12,5	96,9	0,0	0,0
Отходы от разборки зданий	96,6	2,93	85,6	88,6	8,5	8,8
Бетонные стеновые изделия, столбы, черепица бетонная испорченные или загрязнённые	25,9	0,78	25,2	97,3	0,12	0,5
Смешанные отходы строительства, сноса зданий и сооружений	627,6	19,0	525,6	83,75	46,4	7,4
Прочие	60,6	1,8	55,964	92,3	2,0	3,3

Примечание: * – использованы ранее накопленные отходы.

В зависимости от этого их следует подразделять на две группы: I группа – отходы, образованные при реконструкции зданий и сооружений, ремонте, новом строительстве, производстве строительных материалов, деталей и конструкций; II группа – отходы, образованные при сносе и разборке зданий и сооружений.

Характерной особенностью отходов строительства является то, что большинство из них могут использоваться самой строительной индустрией в качестве вторичного сырья при производстве цемента, наполнителей для бетона, разнообразных добавок, вяжущих и т. п. Что в свою очередь может снизить затраты на новое строительство объектов в городе и одновременно позволит уменьшить нагрузку на городские полигоны, исключить образование несанкционированных свалок. Ведь только около 10 % от образующихся строительных отходов – строительные отходы, не подлежащие использованию и которые можно захоранивать. Все остальное должно распределяться по видам и идти на переработку [3; 22].

Полученные после переработки строительных отходов вторичные материальные ресурсы многообразны по физико-механическим характеристикам и применению. Например, бетон, переработанный в щебень, служит для засыпки болот и котлованов, а также для создания временных дорог.

Вторичный щебень применяют при строительстве дорог, фундаментов под складские, производственные помещения и небольшие механизмы; устройства основания или покрытия пешеходных дорожек, автостоянок, прогулочных аллей, откосов вдоль рек и каналов, в качестве сырья для строительных материалов, в том числе как наполнитель для бетонов классом до С 20/25, для замены грунта при засыпке котлованов, которые остаются после снесенного здания, в ландшафтной архитектуре.

Асфальт повторно применяют в строительстве дорог, но сначала его термически обрабатывают при очень высокой температуре. Повторно в строительстве, так же в металлургии используется арматура.

Очень большие куски железобетона разрезают на куски специальным оборудованием или разбивают с помощью экскаваторов. Затем используют дробильную установку, с помощью которой перерабатывают в щебень бетон, а остатки строительного мусора сортируются и осуществляется вывоз строительного мусора контейнерами на перерабатывающие заводы.

Существуют *статические* (раскалывание, дробление, резка и расширение) и *динамические* (ударное, вибрационное, взрывные) методы разрушения и переработки строительных материалов, при этом удельные энергетические затраты более низкие при динамических методах. В настоящее время наибольшие результаты достигнуты в совершенствовании технологии разрушения строительных конструкций ударными методами, раскалыванием, резкой, дроблением и разрушением.

Ударные методы

Наиболее широкое распространение получили гидравлические и пневматические молоты на самоходных установках, отличающиеся высокой производительностью, мобильностью и возможностью точного приложения удара. Гидравлические молоты по сравнению с пневматическими имеют меньший уровень шума, вибрации и пылеобразования.

Раскалывание

При разрушении бетонных и железобетонных конструкций методом раскалывания используют гидроклинья, позволяющие работать без вредных воздействий вибраций, шума и пылеобразования. Гидроклин состоит из гидроцилиндра и расклинивающего устройства, вставляемого в высверленное отверстие и создающего усилие до 130 т, а также насосной станции, создающей давление в гидроцилиндре. Средняя производительность гидроклиньев примерно в 510 раз выше по сравнению с ручными отбойными молотками.

Резка

При разрушении находят применение способы резки, позволяющие расчленив сооружение или конструкцию на отдельные элементы (блоки), пригодные для повторного использования. При этом используются алмазные отрезные круги и термическая резка с применением кислородного дутья, плазмы или электрической дуги. Современные машины с алмазными кругами позволяют резать железобетон на глубину до 400 мм и с механической скоростью подачи до 2 м/мин.

Дробление

Дробление осуществляется с помощью зубьев, которые устанавливаются на бетоноломе или отдельно крепятся на экскаваторе. Сменное рабочее оборудование позволяет дробить железобетонные конструкции толщиной до 700 мм и фундаментов до 1200 мм.

Разрушение

Для разрушения строительных конструкций с помощью расширения наиболее часто используют патроны жидкой углекислоты (кардокса), действие которых основано на увеличении объема в результате перехода углекислого газа из жидкого в газообразное состояние, при этом развиваемое давление изменяется от 125 до 275 МПа. В последнее время появились и другие расширяющиеся составы, действие которых основано на различных химических процессах, протекающих от нескольких часов до 30 мин. Разрушение конструкций происходит в результате расширения залитой в пробуренные шпуров смеси порошка с водой, но развиваемое в результате давление значительно ниже, чем при использовании каркаса (в пределах 3040 МПа). Как отмечалось ранее, уровень использования строительных без учета вскрышных пород составил в 2017 г. 94,2 %.

В 2017 г. образовалось свыше 374 тыс. т остатков асфальтобетона от разборки асфальтовых покрытий. Их использование отмечается на уровне 100 % с переработкой даже ранее накопленных отходов.

В Государственном Реестре по использованию отходов зарегистрировано 60 объектов по использованию отходов асфальтобетона (рис. 1.1), не включая порядка 40 полигонов и карьеров, которые используют эти отходы в качестве изолирующего слоя. Наиболее крупные объекты – асфальтобетонные заводы «Жабинка», «Нехачево», ОДО «Экология города», ПУП «Вторичный щебень», ЧСУП «Рахматстрой», ОДО «Экопромжилсервис». Все они, кроме сортировки и измельчения, производят битум строительный. Преобладающее большинство оставшихся объектов – передвижные установки для дробления битума, число которых увеличивается с каждым годом [1].

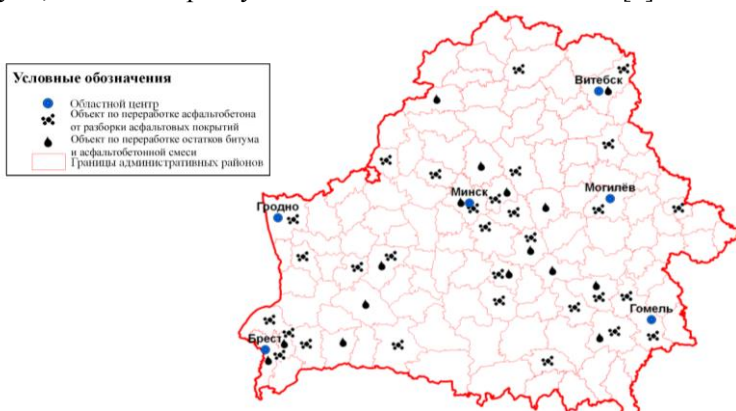


Рис. 1.1. Территориальное размещение объектов по переработке асфальтобетона, остатков битума и асфальтобетонной смеси

На заводе КПД-3 ОАО «Мавид» на технологической линии по переработке некондиционных железобетонных изделий осуществляется переработка некондиционных и бракованных изделий из бетона. Переработка заключается в разрушении отходов на установке УПН-7, извлечении арматуры и вторичном дроблении на щековой дробилке для получения щебня. Производственная мощность технологической линии составляет 13900 т/год.

Отходы железобетона, как и бетона, перерабатываются, в основном, предприятиями, на которых они образуются. В результате переработки отходов железобетона получается бетонный щебень и арматура. Арматура передается для дальнейшего использования в пункты приема металлолома. Технология переработки отходов ЖБИ аналогична той, которая применяется при переработке плотных горных пород при производстве щеб-

ня для строительных работ. Переработка железобетонного лома и получения вторичного щебня, позволяет сократить потоки ввозимых дорогостоящих нерудных материалов, а также сохранить земельные угодья, отводимые под свалки, тем самым сохраняя природную среду от загрязнения. Так, например, энергозатраты при добыче природного щебня в 8 раз выше, чем при получении щебня из бетона. Себестоимость приготовленного на вторичном щебне бетона ниже на 25 % бетона, приготовленного на природном щебне. Переработка железобетонного лома оказывает положительный экологический и экономический эффект. Бетонный щебень имеет широкое применение в строительной индустрии (фракции от 10 до 60 мм): при строительстве дорог, для замены грунта при засыпке, под фундаментное основание, в ландшафтной архитектуре, при производстве строительных материалов (для изделий класса по прочности В20, В15, например, фундаментных блоков). Переработка отходов железобетона в Республике Беларусь производится на 75 зарегистрированных объектах, не включая использование этих отходов на полигонах республики в качестве изолирующего слоя после измельчения (зарегистрировано свыше 20 полигонов) [4–5].

Технология переработки битума на комплексе по переработке битумосодержащих кровельных отходов ГП «Жилкомплект» заключается в механическом разделении их в измельчителе и последующей сортировке продуктов измельчения на вторичный органоминеральный (битумоминеральный) порошок и вторичный битумизированный картон. Подобная технология применяется в цеху по использованию битумосодержащих отходов мягкой кровли СООО «Самсонов и Кнудсен» (Гомельский район) и КУП «ЖРЭУ Ленинского района города Могилева». На дробильных установках ООО «Интегратор-600» и ООО «Новые производственные технологии» проводится лишь дробление битумных отходов [4–5].

Отходы рубероида перерабатываются на 15 зарегистрированных объектах (табл. 1.2, рис. 1.2). В 2017 г. около 42,2 тыс. т рубероида было использовано, передано и реализовано на территории республики, что составляет свыше 90 % от объема образовавшихся отходов.

Таблица 1.2

Объекты по использованию отходов рубероида

Объект использования	Наименование организации	Используемые отходы*	Получаемый продукт
1	2	3	4
Комплекс по переработке битумосодержащих кровельных отходов	ГП «Жилкомплект» г. Минск	1870500 – остатки рубероида	Картон рубероидный измельченный вторичный
Универсальный мобильный измельчитель	ОДО «Экология города» г. Минск	1870700 – отходы толи; 1870500 – остатки рубероида; 3141000 – остатки битума и асфальтобетонной смеси; 3141002 – остатки асфальта и асфальтобетонной смеси без содержания дегтя; 5492300 – отходы товарного битума; 5811000 – отходы тестильнобитумные	Битум строительный
Комплекс по сортировке и переработке отходов	ООО «ВторТехноТорг» г. Минск	1870500 – остатки рубероида	Битумный порошок
Комплект оборудования для переработки битумосодержащих кровельных материалов	ОАО «Могилевоблресурсы», г. Могилев	1870500 – остатки рубероида	Порошок органический, вторичный, картон рубероидный измельченный вторичный
Мобильная дробильная машина Peterson 5700С	Частное строительное унитарное предприятие «Линия сноса», Гомельская область	1870500 – остатки рубероида; 3141002 – остатки асфальта и асфальтобетонной смеси без содержания дегтя; 3141004 – асфальтобетон от разработки асфальтовых покрытий	Порошки органические, вторичные

Продолжение табл. 1.2

1	2	3	4
Цех по использованию битумосодержащих отходов мягкой кровли	СООО «Самсонов и Кнудсен» Гомельский р-н	1870500 – остатки рубероида	Порошок органический, битум строительный
Дробильная установка	ООО «Новые производственные технологии» Гомельская обл., г. Ветка	1870500 – остатки рубероида; 5492300 – отходы товарного битума	Порошок вяжущий из кровельных отходов старого водонепроницаемого ковра
Дробильная установка	ООО «Интегратор-600» Петриковский р-н, Гомельская обл.	1870500 – остатки рубероида 5492300 – отходы товарного битума;	Крошка битума
Производство вторичных органических отходов из кровельных материалов	КУП «ЖРЭУ Ленинского района города Могилева» г. Могилев, ул. Пионерская, 39	1870500 – остатки рубероида	Картонная основа рубероида, битумные материалы
Производство по использованию битумосодержащих кровельных отходов	ИП Полховский В.С., г. Витебск	1870500 – остатки рубероида	Порошки органические вторичные, картон рубероидный измельченный вторичный
Участок по переработке вторичного сырья	КУП «ЖРЭУ г. Бреста», г. Брест	1870500 – остатки рубероида	Битумный порошок
Полигон ОАО «ОЗАА»	ОАО «Осиповичский завод автомобильных агрегатов», г. Осиповичи, Могилевская область	1870500 – остатки рубероида	В качестве изолирующего слоя

Продолжение табл. 1.2

1	2	3	4
Мини-завод по сортировке и измельчению битумосодержащих крошечных материалов	ЧСУП «Рахмат-строй» г. Осиповичи	3411000 – остатки битума и асфальтобетонной смеси; 3141001 – остатки асфальта и асфальтобетонной смеси с содержанием дегтя; 3141002 – остатки и асфальтобетонной смеси без содержания дегтя; 3141004 – асфальтобетон от разработки асфальтовых покрытий; 1870700 – отходы толи; 1870500 – остатки рубероида; 5440700 – битумные эмульсии; 5492300 – отходы товарного битума; 5811000 – отходы тестильнобитумные	Крошка битумная вторичная, битум дробленый вторичный
Участок дробления	КПУП «Биомехзавод бытовых вторресурсов», г. Новополоцк	1870500 – остатки рубероида	Битумная крошка, технический картон
Мобильный измельчитель битумных твердых материалов	ЧТУП «БАЛСАП», г. Бобруйск, Могилевская обл.	1870500 – остатки рубероида	Битумная крошка

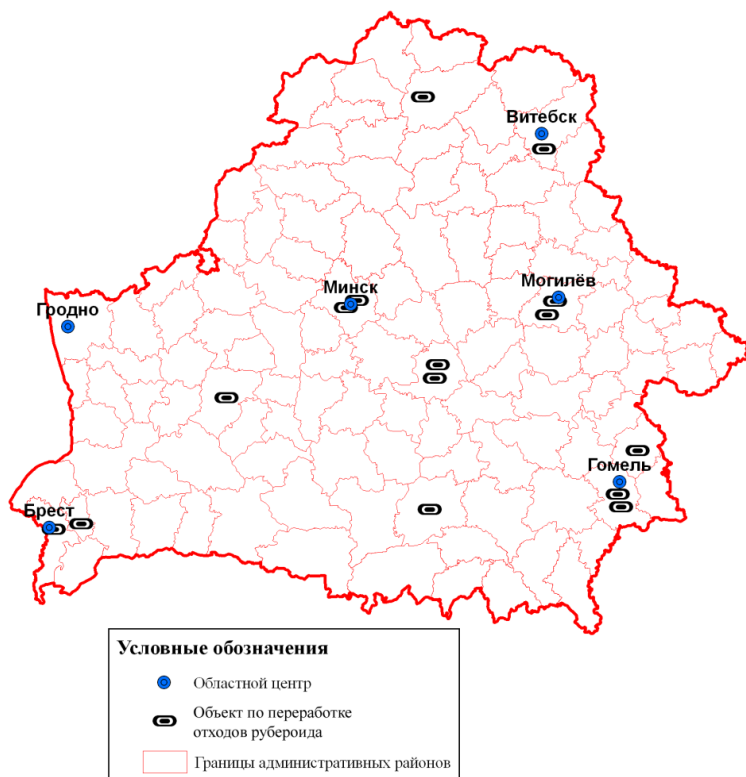


Рис. 1.2. Территориальное размещение объектов по переработке отходов рубероида

Профессором Борисом Устиновым (Брестский государственный технологический университет) разработан технологический регламент по механизированному снятию обветшавших рубероидных кровель с крыш жилых, общественных и промышленных зданий с переработкой образующихся кровельных битумных отходов в сухой порошок. Для реализации процесса предназначены специальные патентованные машины, изготавливаемые на заводе в Бресте. Переработка кровельных битумных отходов может осуществляться в стационарных условиях на специализированном пункте и в мобильном исполнении.

Порошок из отходов вторично используется как вяжущее в различных сухих сыпучих строительных смесях для приготовления из них патентованных холодных и горячих изоляционных мастик, асфальтов, теплоизоляционных составов и другого – того, что применяется в новом и ремонтном строительстве, включая дорожное. При реализации проекта обеспечивается ресурсосбережение, снижаются затраты энергии, повы-

шается долговечность сооружений, улучшается экологическая обстановка, создаются новые рабочие места. Аналогов предлагаемой технологии ни в СНГ, ни в других странах нет [4–6].

В целом по стране на огромном количестве объектов по использованию строительных отходов перерабатывается 25 наименований отходов. Имеющихся производственных технологий по переработке строительных отходов достаточно, о чем свидетельствует индекс использования этих отходов.

Зарубежный опыт

В Европе и Америке проблема переработки отходов уже давно решается на государственном уровне. Так, в Германии на сегодняшний день функционирует более 400 заводов, перерабатывающих строительные отходы. Из 59 млн. т строительных отходов, образующихся на стройплощадках Германии, перерабатывается порядка 80 %. Гораздо выше этот процент в странах-карликах и странах, небольших по площади – в Нидерландах в повторное использование идёт 90 % строительных отходов, в Бельгии – 87 %, в Дании – 81 %, в Великобритании – 45 %. В целом же по странам ЕС средний уровень переработки строительных отходов составляет сегодня 28 %, и доля вторичного строительного сырья там неуклонно растёт.

Более тридцати лет в Европе действует Ассоциация по сносу зданий (European Demolition Association), которая объединяет фирмы из 17 стран мира. Основные задачи ассоциации – обмен опытом в области сноса строений, переработки строительного мусора и донесение проблем и возможностей технологии переработки до правительства и общественности.

Переработка отходов строительства может осуществляться в двух направлениях: это повторное использование отдельных частей здания (фундаменты, стены) или его отдельных конструкций (балки, плиты, колонны) по прямому назначению в новом строительстве или переработка этих отходов (рециклирование) для их использования в качестве вторичных (рециклированных) сырьевых материалов. Те отходы, которые не могут быть по разным причинам переработаны, идут в отвалы [5].

Во многих странах разрешают избавиться от отходов только в том случае, когда компания-утилизатор докажет, что ни одна из известных технологий не позволяет переработать этот утиль (например, в Нидерландах такое законодательство действует с 1997 г.).

В некоторых странах строительные свалки запрещены, в Америке и Канаде такие полигоны ещё существуют, но их размер значительно ограничен тем, что стоимость размещения отходов существенно превосходит стоимость их переработки.

В Японии не только перерабатывают до 80 % образующихся отходов, но и остающуюся после переработки не утилизируемую часть отходов используют для нового строительства. Так, острова Одайба и Теннозу – самые известные из искусственных островов, построенных из мусора.

Во всем мире переработку строительных отходов осуществляют либо прямо на месте возникновения (т.е. на строительной площадке), либо на специальных перерабатывающих комплексах. Второй вариант требует дополнительных затрат, однако из-за отличного качества переработки и высокой производительности комплексов он широко распространен в зарубежных странах. В Берлине, например, насчитывается более 20 подобных комплексов по переработке отходов. Накопившиеся строительные отходы с помощью специального транспорта доставляют на дробильно-сортировочные комплексы большой мощности. Все зарубежные комплексы по переработке отходов имеют очень высокую производительность, которая напрямую связана с их комплектацией и загрузкой. Фактически она составляет от 100 до 800 тысяч тонн в год. В Европе величина перерабатываемых строительных отходов за последние пять лет увеличилась более чем в 2,5 раза [5–6].

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные направления переработки строительных отходов в Республике Беларусь.
2. На какие группы по направлениям переработки подразделяются строительные отходы?
3. Какой процент от общего объема образования строительных отходов приходится на использование?
4. Назовите основные направления переработки строительных отходов в странах мира.

2. ОТХОДЫ ПОЛИМЕРОВ

Образование полимерных отходов

В соответствии с Классификатором отходов Республики Беларусь существует порядка 142 вида полимерных отходов, среди которых 79 – третьего класса опасности, 9 – 4 класса опасности и 54 – с неустановленным классом.

Распределение объемов образования полимерных отходов по видам в Республике Беларусь неравномерно. Основная масса образующихся отходов полимеров представлена термопластами и реактопластами.

Общее количество образующихся полимерных отходов увеличилось с 2011 г. к 2016 г. приблизительно на 70 т (в 2011-м образовано 68777,33 т, в 2016-м – 138562,9431 т). При этом за рассматриваемый период почти в три раза увеличилось количество полимерных отходов 3 класса опасности, незначительно увеличилось количество отходов 4 класса и в два раза снизилось количество отходов с неустановленным классом опасности.

Доля отходов с наибольшим количеством образования в 2016 г. составила:

1. Полистирол – 2539,5364 т.
2. Поливинилхлорид – 11414,2746 т.
3. Поливинилхлорид (винипласт) – 3640,966 т.
4. Полиэтилен – 5868,3742 т.
5. Полиэтилен высокого давления – 2139,463 т.
6. Полиэтилен (пленка, обрезки) – 30580,3664 т.
7. Полипропилен (пленки: разорванная пленка, брак) – 4765,7921 т.
8. ПЭТ-бутылки – 18370,5940 т.
9. Гетинакс, текстолит – 24,835 т.
10. Полиамид (брак, обрезки) – 933,061 т.

Лидирующую позицию по количеству образования занимают отходы полиэтилена (пленка, обрезки), объемы которого значительно увеличились в процентном соотношении, приблизительно в 27 раз, что связано с ростом производства полиэтиленовой пленки для применения в различных отраслях промышленности. Общее количество этого отхода увеличилось с 2011 г. на 25000 т и составило 30580,3664 т, что равно 39 % от общего объема анализируемых отходов. Вторую позицию заняли ПЭТ-бутылки, образование которых в 2011 г. занимало первое место среди отходов полимеров. Количество этих отходов к 2016 г. увеличилось на 5000 т и составило 18370,5942 т (23 %). Основной причиной такого снижения может служить рост количества организаций по приему и переработке ПЭТ-бутылок. На третьем месте расположились отходы поливинилхлорида. Их количество с 2011 г. возросло почти до 4000 т и составило 11414,2746 т (14 %) от общего объема образованных отходов пластмасс. Далее идут отходы полиэтилена (5868,3742 т, 8 %), их количество образования с 2011 г. незначительно увеличилось в процентном соотношении приблизительно на 1 %.

Далее следуют отходы полипропилена (пленки: разорванная пленка, брак) 4765,7921 т, 6 %, что по сравнению с прошлым годом ниже на 1 %.

Такое же снижение уровня образования анализируемых отходов в процентном соотношении по сравнению с 2011 годом, характерно для следующих полимеров:

1. Поливинилхлорид (винипласт) – снижено на 3 %.
2. Полиэтилен высокого давления – снижено на 5 %.
3. Полистирол – снижено на 3 %.
4. Гетинакс, текстолит – снижено на 1 %.

Отходы полиамида к 2016 г. увеличились примерно на 350 кг, и по-прежнему составляют 1 % от общего уровня анализируемых полимеров.

Процентное соотношение показано на круговой диаграмме (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Процентное соотношение образованных полимерных отходов с наибольшими показателями в 2016 г., т

Так же следует отметить уменьшение объемов образования в целом по Республике Беларусь в 2016 г. таких полимеров как полистирол, полиэтилен высокого давления, гетинакс, текстолит (рис. 2.2).

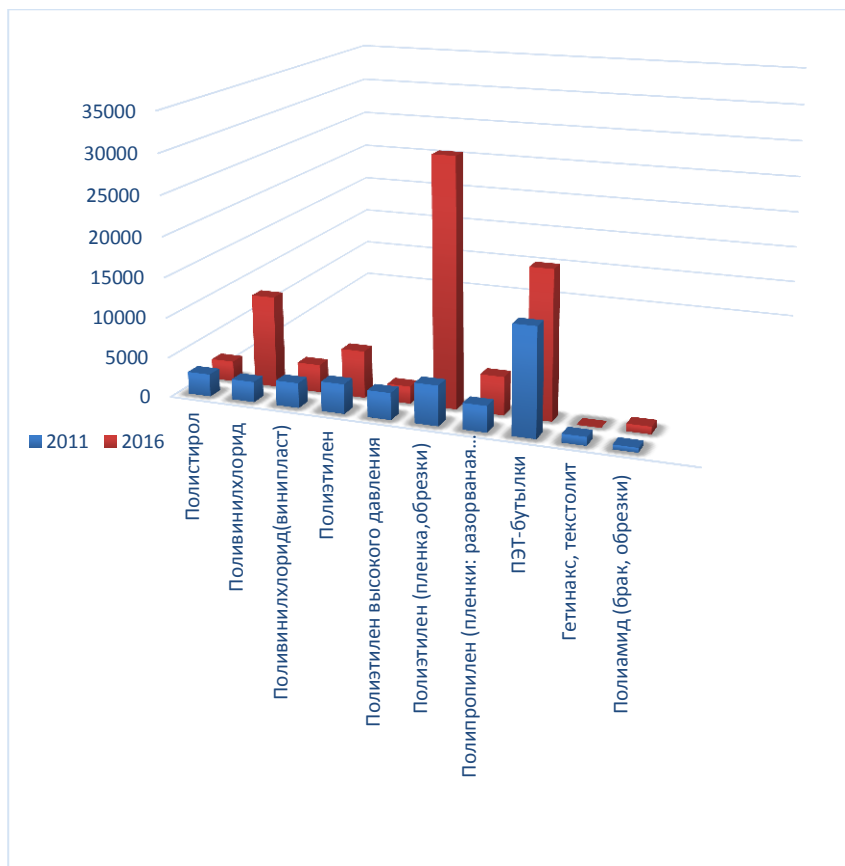


Рис. 2.2. Соотношение количества образования полимерных отходов за 2011 г. к количеству их образования в 2016 г., т

Использование полимерных отходов

Объем использованных полимерных отходов возрастает ежегодно, за исключением отходов полистирола, полиэтилена высокого давления, гетинакса. Количество использованных полимерных отходов за 2011 и 2016 г. увеличилось на 64862,78 т, а общий процент использования отходов от количества их образования увеличился за этот период с 47,5 % до 94,2 % (таб. 2.1).

Таблица 2.1

Использование полимерных отходов с наиболее высокими показателями в 2011 и 2016 гг., т

Название полимера	Год	
	2011	2016
Полистирол	2660,36	2553,5922
Поливинилхлорид	4228,41	9281,799
Поливинилхлорид (винипласт)	1892,21	3324,273
Полиэтилен	3563,11	5836,3035
Полиэтилен (пленка, обрезки)	5513,16	30871,7792
Полиэтилен высокого давления	3231,77	2161,713
Полипропилен (пленки: разорванная пленка, брак)	2825,02	4512,534
ПЭТ-бутылки	12603,02	17970,8197
Гетинакс, текстолит	0,79	0,051
Полиамид	507,98	828,93

В настоящее время, в Республике Беларусь зарегистрировано около 170 предприятий по переработке полимерных отходов. Основная доля их занимается частичным рециклингом полимеров, превращая их в гранулят и ПЭТ-хлопья. И лишь у малой части предприятий налажен полный цикл переработки отходов и производство новых изделий из пластмасс [1].

Основные направления использования полимерных отходов показаны в табл. 2.2. В республике перерабатываются в основном отходы полиэтилентерефталата (PET, ПЭТ-бутылки), полиэтилена (HDP, LDPE), а также полипропилена (PP). В республике есть мощности по переработке и других видов пластика: полистирола (PS), поливинилхлорида (PVS), АВС-пластика. Но они либо ограничены, либо позволяют перерабатывать только чистые технологические отходы пластмасс.

Одним из крупнейших предприятий-переработчиков отходов пластмасс не только в Беларуси, но и на территории СНГ является ОАО «Белвторполимер» (г. Гродно). На предприятии налажен полный цикл переработки отходов и производства новых готовых изделий из пластмасс. Здесь ежегодно может быть переработано 5000 т отходов пластмасс и выпущено 2000 т готовой продукции. Важной особенностью производства является возможность переработки сильно загрязненных бытовых отходов пластмасс. В настоящее время в ОАО «Белвторполимер» перерабатывается полиэтилен низкой и высокой плотности (пленка, мешки, тара разных видов, пробки бутылок, колодки обувные, промышленные отходы и т. п.), полипропилен (пленка, мешки тканые, тара разных видов, шприцы, промышленные отходы и т. п.).

Таблица 2.2

Направления использования полимерных
отходов в Республике Беларусь

Предприятие	Название отхода	Метод переработки и получаемый продукт
ОАО «Белвторполимер» (г. Гродно)	Полиэтилен низкой и высокой плотности, полипропилен, поливинилхлорид	Литье под давлением и экструзия. Трубы и столбики полиэтиленовые. Пленка и пакеты полиэтиленовые. Строительные изделия. Изделия для сада и огорода. Упаковка
ИП «РеПлас-М» (г. Могилев)	Полиэтилентерефталат в виде ПЭТ-тары, полиэтилен, полипропилен	Литье под давлением и экструзия. Полиэтиленовая пленка. Трубы технического назначения. Дренажные трубы. Изделия промышленно-бытового назначения
ООО «Белпласт» (г. Брест)	Полиэтилентерефталат в виде ПЭТ-тары, полиэтилен, полипропилен, полистирол	Литье под давлением. Изготовление контейнеров и городских урн. Конструкции из ПВХ профиля (окна, двери, перетородки). Мебельная фурнитура
АО «БЗПИ» (г. Борисов)	Полиэтилен, полипропилен, полипропилен, полиэтилентерефталат	Литье под давлением, экструзия, и формование. Изделия для хозяйственных нужд. Изделия санитарно-гигиенические и канцелярские
ООО «Полимерная компания» (г. Минск)	АБС-пластики, полистирол, полиэтилен, полипропилен, стрейч-пленка	Литье под давлением. Корпуса и комплектующие аккумуляторов. Листы из сотового полипропилена. Пакеты-майка, фасовочные пакеты, мусорные пакеты
ЧПУП «Самел» (г. Пинск)	ПЭТ-тара	Литье под давлением. Швейно-трикотажная фурнитура
СООО «БелГуРа»	Полипропилен	Литье под давлением. Полипропиленовая лента и клейкая упаковочная лента (скотч)
ОДО «Полиэфир» (г. Минск)	Полиэтилен низкой и высокой плотности, АБС-пластики, полипропилен, полистирол, полиэтилентерефталат	Литье под давлением и формование. Изделия медицинского назначения. Полипропиленовая тара для упаковки, транспортировки и хранения пищевых продуктов. Электротехническая продукция и т. д.

Процесс переработки отходов включает в себя несколько этапов:

- сортировка отходов по видам пластмасс;
- измельчение однородных отходов до размеров достаточных для дальнейшей переработки;
- отмывка дробленого материала от загрязнений и примесей водой;
- сушка дробленого материала;
- гранулирование материала в экструдере.

Готовые изделия из пластмасс изготавливаются методами литья под давлением и экструзией. Применяемое технологическое оборудование производства Италии, Германии, России, Китая, Польши. Продукция, выпускаемая ОАО «Белвторполимер» – это гранулы полиэтилена и полипропилена, а также готовые изделия из гранул: трубы; пленки, пакеты; ведра, ящики и другая тара; мебельная фурнитура и другие разнообразные товары. Предприятие постоянно работает над расширением.

Из всех бытовых полимерных отходов в республике наиболее успешно налажен сбор отходов полиэтилентерефталата в виде ПЭТ-тары. Из-за особых свойств полиэтилентерефталат очень активно применяется в изготовлении упаковки. К тому же ПЭТ считается одним из самых простых материалов для переработки.

Крупнейшим в Беларуси переработчиком отходов ПЭТ-тары является Иностранное предприятие «РеПлас-М» (г. Могилев). Здесь производят сортированные по цветам ПЭТ-хлопья, которые являются вторичным сырьем для производства новых изделий. Поступающие на производство отходы ПЭТ-бутылки в спрессованном виде дополнительно сортируются и измельчаются, после чего поступают на линию мойки. Отмытый материал высушивается и проходит через машину оптической сортировки, где отделяются любые нежелательные примеси. При необходимости производится до сортировка полученных ПЭТ-хлопьев по цвету. Годовой объем производства ПЭТ-хлопьев на ИП «РеПлас-М» – 7200 тонн. Полученные в результате переработки ПЭТ-хлопья высокого качества в дальнейшем идут на производство упаковочной ПЭТ-пленки обвязочной ленты. ПЭТ-хлопья среднего качества используются для производства полиэфирного волокна. На предприятии «РеПлас-М» перерабатывается не только сама ПЭТ-бутылка, но и крышки от бутылок, которые сделаны из другого вида пластика – полиэтилена, а также этикетки из полипропилена. Полиэтилен и полипропилен (крышки, этикетки) отделяются от основного сырья на этапе мойки. Из отсортированных полиэтилена и полипропилена ИП «РеПлас-М» изготавливает гранулят. Потребители гранулята используют его для производства новых изделий (труб, литевых изделий и т. д.) Также, стоит отметить предприятие как «Гомельский завод «Импульс» более 20 лет осуществляет свою деятельность и за-

нимается переработкой и производством листового пластика: полиэтилена (ПЭ) высокого и низкого давления (ПВД и ПНД), полипропилена (ПП), полистирола (ПС), пластика АБС, изделий из пластика по индивидуальным чертежам заказчика [8; 9].

Хранение полимерных отходов на территории предприятий

Количество полимерных отходов хранящихся на территории предприятий с 2011 по 2016 г. увеличилось на 67,6 %. В первую очередь, значительно увеличилось количество накопленных отходов полипропилена, по-прежнему хранятся отходы поливинилхлорида, прочие отходы полимеров (рис. 2.3).

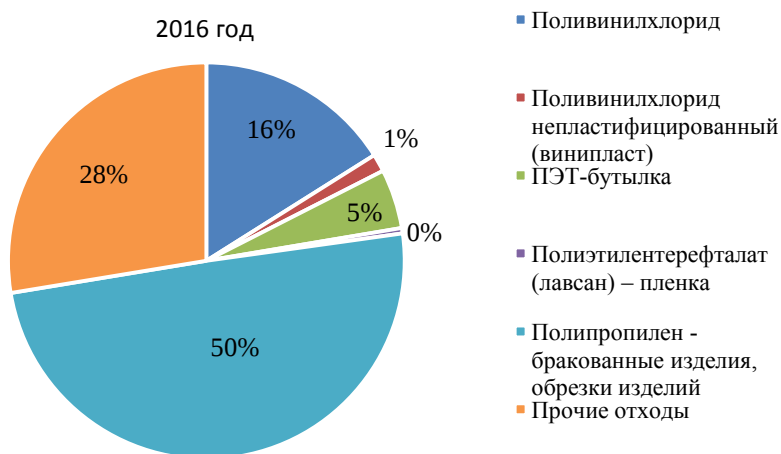


Рис. 2.3. Процентное соотношение полимерных отходов, хранящихся на территории предприятия в целом по Беларуси за 2016 г.

Обезвреживание полимерных отходов

Количество отходов, поступивших на обезвреживание в 2016 г. по сравнению с 2011 г. увеличилось в три раза. Если в 2011 г. на объем поступавших на обезвреживание отходов был незначительным (главным образом, затвердевшие отходы пластмасс и полиэтиленовые мешки из-под сырья), то в составе обезвреживаемых отходов в 2016 г. появились пластмассовые отходы в виде тары из-под моющих, чистящих и других аналогичных средств и пластмассовая упаковка, образование которых связано с деятельностью медицинских организаций. Также появились установки по обезвреживанию собственных отходов пластиков, например, «Могилевхимволокно» (г. Могилев), которая сжигает прочие отходы полиуретана, пенополиуретана (1,32 т).

Захоронение полимерных отходов

Количество полимерных отходов, поступающих на захоронение, снизилось с 9 % в 2011 году до 6 % в 2016 году (таб. 2.3).

Таблица 2.3

Объем полимерных отходов, поступающих
на захоронение в 2011 и 2016 гг., т

Название полимера	Год	
	2011	2016
Полистирол	4,08	0,575
Поливинилхлорид	225,86	19,07
Поливинилхлорид (винипласт)	63,73	154,27
Полиэтилен	27,21	7,11
Полиэтилен (пленка, обрезки)	68,61	210,22
Полиэтилен высокого давления	0,00	0,034
Полипропилен (пленки: разорванная пленка, брак)	385,70	182,41
ПЭТ-бутылки	51,51	0
Гетинакс, текстолит	1074,62	25,66
Полиамид	29,39	0
Итого, тонн:	1930,71	599,35

Наблюдается тенденция уменьшения захоронения полистирола, поливинилхлорида, полиэтилена, полипропилена. В связи со снижением образования некоторых видов отходов пластиков (гетинакс, текстолит) снизилось их поступление на захоронение.

Способы переработки отходов пластика зависят от вида (марки) пластика и происхождения отходов. Наиболее просто перерабатываются технологические отходы – отходы производства, которые не подверглись интенсивному воздействию в процессе эксплуатации. При переработке бытовых загрязненных отходов пластика важным является качественная сортировка отходов по видам (маркам) пластика. В этом должна помочь специальная маркировка, которая по тех регламенту Таможенного союза ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки» должна наноситься на упаковку, а также их очистка. Чем более разнообразны отходы и чем более загрязнены, тем сложнее их перерабатывать. Технологически переработка отходов пластика на предприятиях Республики Беларусь происходит двумя способами:

1 – дробление отходов, после чего измельченный пластик используется как добавка при производстве новых полимерных изделий (механический способ);

2 – дробление отходов с последующим получением физико-химическим способом гранул (таблеток), которые являются вторичным сырьем для производства новых изделий из пластика.

Механическая переработка с помощью соответствующих установок обеспечивает простое вторичное использование тех же самых материалов с учетом некоторых потерь в их свойствах. Восстановление материалов посредством физико-химической переработки выдает продукт в виде мономеров, из которых получается новое полимерное сырье, а также химические вещества и топливо. Однако этот метод требует привлечения значительных энергетических ресурсов и специального оборудования.

В настоящее время в Республике Беларусь основная доля перерабатывающихся полимерных материалов приходится на:

- полиэтилентерефталат (ПЭТ-бутылки, тара от продуктов питания, косметических средств, бытовой химии);
- полиэтилен высокого и низкого давления (пакеты, пленка, пробки бутылок, упаковка от продуктов питания, косметических средств, бытовой химии);
- полипропилен (тканые мешки из-под сахара, шприцы, бытовые изделия – ведра, тазики, горшки из-под цветов и др.) [1].

Основные технологии переработки термопластов

На сегодняшний день существуют различные технологии переработки термопластов для получения готового изделия из пластика. К основным методам необходимо отнести литье под давлением, формование, получение заготовок или готовых изделий методом экструзии, изготовление изделий из пластика при помощи ручной экструзионной сварки (обычно крупногабаритных изделий, емкостей и резервуаров), сварка оборудования из пластика на автоматах.

Литье под давлением

Осуществляется на термопласт автоматах с различными пресс-формами. Суть процесса в доведении полимерного сырья до вязкотекучего состояния и его заполнения под давлением в форму, где происходит затвердевание и окончательное оформление изделия, затем форма размыкается и изделие извлекается из нее. Это наиболее распространённый способ переработки термопластов и изготовления пластиковых изделий.

Существует также несколько разновидностей литья под давлением:

- литье с газом, которое позволяет производить толстостенные и полые изделия, а также изделия со значительными перепадами по толщине;
- литье с декорированием в литьевой форме, которое позволяет получать изделия разных цветовых комбинаций с поверхностью, формируемой пленкой;
- многокомпонентное литье, применяется для производства изделий из нескольких термопластов внутри литьевой формы, что исключает дальнейшую сборку деталей и снижает затраты на себестоимость.

Формование

Формование изделий осуществляется на внутренней поверхности формы. Существуют следующие виды формования:

- термоформование (подразделяется на вакуум и пневмо-формование);
- ротационное формование;
- выдувное формованием предварительно экструдированной заготовки (экструзионно-выдувное формование);
- штамповка.

При вакуум-формовании изделие формуется из пленки или листа под давлением, которое создается за счет разности давлений между наружным атмосферным давлением и разрежением, создаваемым в полости между пленкой или листом и поверхностью формы (до 0,07–0,085 МПа). Таким способом изготавливают обычно тонкостенные изделия с одинаковой толщиной стенок: одноразовая посуда, подложки для упаковки конфет в пищевой промышленности, упаковки для таблеток в медицинской промышленности.

При пневмоформовании получают изделия с помощью сжатого воздуха под давлением до 2,5 МПа из заготовок в виде пленки или листа при температуре, соответствующей высокоэластической деформации полимера, далее уже изделие отвердевает в результате моментального охлаждения при соприкосновении с холодной формой материала. Данным методом получают коробки, емкости, детали бытовой техники, ручки, дверцы, панели и остекление в автомобилестроении и авиастроении.

Ротационным формованием получают полые изделия с различной толщиной стенок во вращающейся форме. Закрытая металлическая форма заполняется гранулированным или порошкообразным полимерным сырьем, далее вращается при одновременном нагреве вокруг двух и более пересекающихся осей, в результате расплавленный полимер распределяется равномерно внутри данной формы, затем в охлаждающей камере получается требуемое изделие. Таким способом получают различные резервуары и емкости с толщиной стенок от 6 до 20 мм, объемом до 10 м³, контейнеры, дорожные разделители.

Также емкости, баки, канистры получают экструзионно-выдувным формованием, при котором с помощью экструдера сначала получают трубную заготовку или рукав, потом эту заготовку раздувают в форме сжатым воздухом и происходит формование изделия, далее изделие охлаждается и удаляется из формы.

При экструзионно-выдувном формовании следует выделить еще литьевой способ, при котором сначала получают саму заготовку литьевым методом, далее уже эту заготовку раздувают в форме. Но в последнее время широкое распространение получила технология, при котором

разделены процессы отливки заготовки и ее раздува, что позволяет увеличить производительность труда при изготовлении конечной продукции. Специальная заготовка-пресс-форма изготавливается литьевым способом в много гнездовой форме на термопласт автомате и затем охлаждается. Далее уже на другом агрегате пресс-форма разогревается и раздувается сжатым воздухом с последующим охлаждением в форме. Таким образом изготавливаются обычно небольшие емкости и бутылки для различных безалкогольных напитков, соков, минеральной воды.

Экструзия

Это процесс переработки расплавленных термопластов при помощи продавливания через специальную формующую головку. Профиль изделия соответствует геометрии выходного отверстия формующей головки. Методом экструзии производят листы, сварочные прутки, рукавные пленки, полимерные трубы, строительные погонажные изделия, различные профили, изоляцию для проводки. Данному способу переработки поддаются практически все полимеры: полиэтилен, полипропилен, полистирол, поликарбонат, поливинилхлорид и другие термопласты и их производные. Оборудованием производственного процесса служат обычно экструдеры: одночервячные, двухчервячные, бесшнековые (дисковые) экструдеры. Существуют также червячно-дисковые экструдеры, которые используют в качестве рабочего органа как шнек, так и специальный диск, которые применяются для переработки композитных полимеров с низкой вязкостью и высокой эластичностью.

Часто используют ручную и автоматическую экструзионную сварку.

С помощью ручной экструзионной сварки изготавливаются различные резервуары и емкости любых форм и размеров, часто крупногабаритных, из полипропилена и полиэтилена, которые востребованы как на крупных предприятиях, так и у частных лиц. Такие резервуары из пластика обычно выпускаются в наземном и подземном исполнениях. Емкости из пластика могут изготавливаться также по месту на строительных площадках. Методом ручной экструзионной сварки производятся чаши бассейнов и купелей, пластиковые кессоны и колодцы, жирословители, корпуса канализационных насосных станций (КНС), пластиковые воздуховоды, разнообразное оборудование и различные нестандартные изделия из пластика под заказ, например, пластиковая мебель для медицинских учреждений и лабораторий, пластиковые поилки в животноводческой и птицеводческой отраслях, емкости из пластика для гидропоники в растениеводстве и другое оборудование.

Автоматическая (полифузионная) сварка осуществляется соединением предварительно нагретых торцов деталей изделия под большим давлением и отличается высоким качеством сварного шва. Данная сварка выполняется на специальных стыковых станках, которые также осу-

ществляют и гибку деталей. Применяется обычно в серийном производстве крупногабаритных изделий [7; 8].

Технологии переработки реактопластов

Использование отходов реактопластов затруднено, т. к. в процессе переработки они утрачивают способность к размягчению и растворению. Поэтому отходы реактопластов, зачастую уже размягченные, используются в качестве добавок или наполнителей.

К основным видам реактопластов относят пресс-порошки, волокниты, стекловолкниты. Их перерабатывают в изделия методом прессования, заключающимся в пластической деформации материала при одновременном воздействии на него теплоты и давления с последующей фиксацией формы изделия.

При прессовании материал превращается в расплав, уплотняется, заполняет формующую полость пресс-формы и затвердевает. В процессе уплотнения происходит сближение частиц до такого состояния, что между ними возникают силы межмолекулярного взаимодействия, в результате чего образуется компактное тело, которое затем подвергается объемному сжатию.

Различают прямое (компрессионное), литьевое и штранг-прессование.

Прямое прессование осуществляют в открытых, закрытых и полузакрытых пресс-формах (рис. 2.4). Открытые пресс-формы (рис. 2.4, а) состоят из трех деталей: матрицы 1, пуансона 2 и выталкивателя 4. Эти пресс-формы просты, имеют небольшую массу и стоимость. Их используют для изделий несложной формы из реактопластов, для формовки резины, а также некоторых деталей из слоистых пластмасс. Изделия, отформованные в открытых пресс-формах, имеют невысокую точность размеров. Такие пресс-формы требуют применения предварительно уплотненного материала, например, таблетированного.

Пресс-формы закрытого типа (рис. 2.4, б) имеют загрузочную камеру, и вытекание материала из формующей полости исключено. Пресс-формы требуют точной подгонки пуансона и матрицы с минимальными зазорами, поэтому они быстро изнашиваются. Их используют для изготовления глубоких тонкостенных изделий из трудноформуемых волокнистых или слоистых материалов.

Пресс-формы полузакрытого типа (рис. 2.1, в) имеют большую площадь загрузочной камеры, чем площадь горизонтальной проекции формуемого изделия, что препятствует вытеканию материала из незамкнутой пресс-формы. Кроме того, между пуансоном и матрицей имеется гарантированный зазор для вытекания избытка материала, который

значительно меньше, чем при использовании пресс-форм открытого типа. Эти пресс-формы нашли наибольшее распространение.

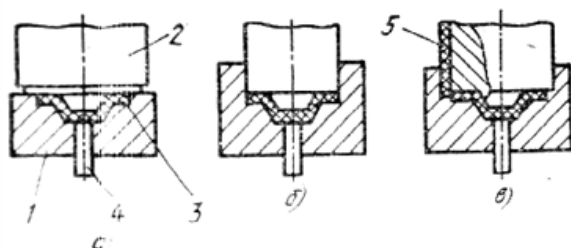


Рис. 2.4. Схемы пресс-форм прямого прессования: а – открытая пресс-форма; б – закрытая; в – полузакрытая: 1 – матрица; 2 – пуансон; 3 – изделие; 4 – выталкиватель; 5 – избыточный материал

Литьевое прессование

Применяется для деталей сложной конфигурации с металлической арматурой и небольшой толщиной стенок. При литьевом прессовании (рис. 2.5) материал пластифицируется в загрузочной камере и по литниковому каналу поступает в формирующую часть пресс-формы. Высокая стоимость пресс-форм и повышенный расход материала являются недостатками такого прессования. Для повышения производительности используют многогнездные пресс-формы, автоматические роторные машины и др.

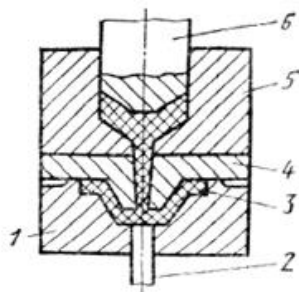


Рис. 2.5. Схема пресс-формы литьевого прессования: 1 – матрица; 2 – выталкиватель; 3 – изделие; 4 – пуансон; 5 – загрузочная камера; 6 – пуансон загрузочной камеры

Для изготовления профильных изделий из пресс-порошков и асбо-волокнита применяют штранг-прессование, которое заключается в выдавливании материала через пресс-форму с открытым входным и выходным отверстиями. Уплотнение материала при этом способе достигается за счет разницы в площадях пуансона и выходного отверстия матрицы, например, для реактопластов площадь пуансона в 3,5–5 раз больше площади выходного отверстия матрицы [7; 8].

Использование отходов реактопластов затруднено, т. к. в процессе переработки они утрачивают способность к размягчению и растворению. Поэтому размягченные отходы реактопластов используются в качестве добавок или наполнителей.

Вопросы для самоконтроля

1. Как изменилась структура образования полимерных отходов за последние годы в Республике Беларусь?
2. На какие группы по направлениям переработки подразделяются отходы полимеров?
3. В чем отличие литья под давлением от экструзионных методов?
4. Перечислите ведущие предприятия-переработчики полимерных отходов Республики Беларусь?

3. РЕЗИНОСОДЕРЖАЩИЕ ОТХОДЫ

Резиносодержащие отходы – это отходы, образующиеся в процессе изготовления пневматических шин и резиновых технических изделий и в ходе их эксплуатации.

Источники появления резиновых отходов бывают 2 видов. К первым можно отнести источники, представляющие собой различные функционирующие предприятия и производства. В Беларуси такими предприятиями, образующими наибольшее количество резиносодержащих отходов, являются ОАО «Белшина», ЧУП «Регенератный завод», РУП «Гранит» и ОАО «Беларусьрезинотехника». К другим источникам резиновых отходов относятся обычные бытовые отходы. В составе твердых коммунальных отходов (ТКО) резина составляет менее 1,5 % [1].

Классификация отходов резиновой промышленности

1. По виду производства:
 - шинного;
 - шиноремонтного и регенератного;
 - резинотехнического;
 - резинообувного;
 - асботехнического.
2. По степени вулканизации:
 - вулканизированные;
 - невулканизированные.
3. По номенклатуре:
 - резиновые;
 - резинотекстильные;

- текстильные;
- металлические и резинометаллические.

Резиновые невулканизованные отходы – это резиновые смеси, не пригодные для использования по прямому назначению. К ним относятся подвулканизованные резиновые смеси (в виде бесформенных кусков), образующиеся как брак при изготовлении и обработке (вальцевании, каландровании, профилировании) резиновых смесей, обрезки и остатки резиновых смесей после раскроя и вырубки заготовок изделий.

Резиновые вулканизованные отходы образуются, как правило, при вулканизации и отделке готовой продукции в виде выпрессовок, шлифовальной пыли и обрезков. В процессе *вулканизации* происходит взаимодействие каучука с вулканизирующим агентом при нагреве резиновой смеси, в результате чего получается твердая и прочная резина. Некоторое количество вулканизованных отходов образуется в производстве резинотехнических изделий и резиновой обуви при раскрое и заготовке изделий. К этой же группе относятся шероховатая кромка и стружка, являющиеся отходами шинвосстановительного производства. Кроме того, сюда следует отнести отходы в виде бракованных изделий.

Резинотекстильные отходы – обрезки и остатки обрезаемого корда и прорезиненных тканей, образующиеся при изготовлении готовых изделий. Они представляют собой обработанные различными латексно-смоляными и резиновыми составами кордные, корд-тканевые, тканевые материалы на основе природных и химических волокон, таких как вискозное, хлопковое, полиамидное, полиэфирное и др. К этой же группе относится кордное волокно из изношенных шин, образующееся при их переработке на регенератных заводах.

Резинометаллические отходы образуются при обрезке металлокорда и проволоки и изготовлении из них заготовок для сборки покрышек в шинном производстве. Они содержат компоненты резиновых смесей и соответствующую металлическую часть в виде различных по длине остатков стального латунированного троса диаметром до 1,45 мм и стальной латунированной или омедненной проволоки диаметром 1 мм. Это также бракованные резинометаллические детали, обрезки рукавов с металлооплеткой, металлонавивкой, конвейерных лент с металлотросом.

Текстильные отходы представляют собой использованные прокладочные холсты и бинты из различных видов текстиля, короткометражные куски различных тканей и некондиционного текстиля, остатки нитей, образующихся при пропитке и термообработке корда, трощении нитей и раскрое тканей.

К каучуксодержащим отходам относятся и **отходы производства асбестотехнических изделий (АТИ)**. Основные виды отходов производства АТИ – шлифовальная пыль и паронит. Шлифовальная пыль образуется при механической обработке (шлифовке) фрикционных изделий и представляет собой вулканизированные мелкозернистые отходы с малой объемной массой. В составе отходов паронита, как и в самом пароните, кроме асбеста, содержатся синтетические каучуки.

Образование резиносодержащих отходов

Основная масса образующихся резиносодержащих отходов в Республике Беларусь отходов представлена автомобильными изношенными шинами с металлокордом и с текстильным кордом. Количество образованных отходов с 2011 года по 2016 увеличилось на 4560,68 т (на 8,02 %), в первую очередь, за счет образования изношенных шин с металлокордом и невулканизированных резиновых смесей.

На первом месте по количеству образования стоят изношенные шины с металлокордом, на втором – с текстильным кордом.

На третьем месте оказались резинотканевые отходы (обрезинивание и раскрой текстильных кордов и тканей, сборка покрышек). Их число с 2011 по 2016 напротив сократилось почти в два раза и составило 5156,61 (9,1 %). Основной причиной такого снижения может быть уменьшение объема выпускаемой продукции на ОАО «Белшина» в г. Бобруйске.

Дальше идут отходы невулканизированных резиновых смесей (3930,71 т, 6,9 %), количество их образования значительно увеличилось за последние годы в процентном соотношении (приблизительно в 33 раза), что связано со значительным увеличением производства невулканизированных смесей для применения в различных отраслях промышленности.

Процентное соотношение показано на круговой диаграмме (рис. 3.1).

Использование резиносодержащих отходов

Количество использованных резиносодержащих отходов с 2011 по 2016 г. увеличилось на 10942,81 т, а общий процент использования отходов от количества их образования увеличился за этот период с 85,8 % до 98,2 %.

В сумме процент использованных и удаленных отходов за 2011 и 2016 г. выше 100 %. Этот показатель свидетельствует, что помимо образованных отходов реализуются еще и накопленные на территории предприятия на начало года.

Поступают на использование, прежде всего, изношенные шины с металлокордом, изношенные шины с текстильным кордом, резинотканевые отходы, отходы невулканизированных резиновых смесей, отходы покрышек с металлокордом, забракованные после анализа и испытаний, и выпрессовки от вулканизированных резиновых изделий. В то время

как отходы конвейерной ленты практически перестали образовываться и, соответственно, поступать на использование. Перечень организаций по переработке резиносодержащих отходов и основные технологии переработки приведены в табл. 3.1.

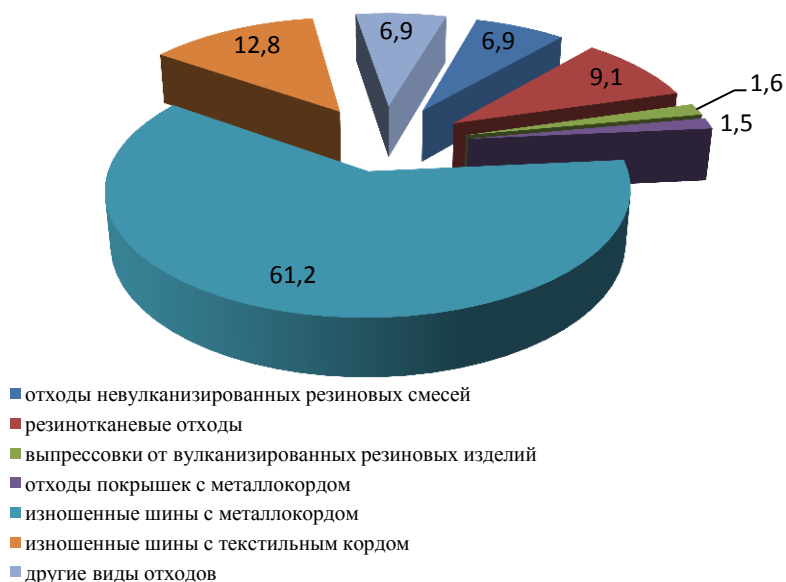


Рис. 3.1. Процентное соотношение образования резиносодержащих отходов в целом по Республике Беларусь за 2016 год

Таблица 3.1
Направления использования резиносодержащих отходов в Республике Беларусь [1]

Предприятие	Название отхода	Метод переработки и получаемый продукт
1	2	3
ОАО «Белорусский цементный завод», ОАО «Кричевцементношифер»	Изношенные шины с металлокордом, изношенные шины с текстильным кордом	Термический метод переработки – сжигание с получением энергии
ОДО «ВССМ»	Отходы технической пластины, отходы пропитанного корда, отходы обрезиненного металлокорда, отходы покрышек с металло- и текстильным кордом (забракованные, после анализа и испытаний), изношенные шины с металлокордом, изношенные шины с текстильным кордом и др.	Термический метод переработки – пиролиз в вакууме с получением энергии
ОАО «Гомельхимторг», ОАО «Эжовер ПРО»	Выпрессовки от вулканизованных резиновых изделий, отработанные вулканизованные бутилкаучуковые диафрагмы, отходы покрышек с металлокордом (забракованные, после анализа и испытаний), изношенные шины с металлокордом, изношенные шины с текстильным кордом и др.	Физические методы переработки – дробление с получением резиновой муки (крошки); производство резиновых покрытий
ОДО «Технотрейд», Государственное предприятие «Минский областной технопарк»	Изношенные шины с металлокордом, изношенные шины с текстильным кордом	Физические методы переработки – дробление с получением резиновой муки (крошки)
ЧТУП «Торговый Дом «Тройка-Маркет»	Резинотканевые отходы (обрезинивание и раскрой текстильных кордов и тканей, сборка покрышек), выпрессовки от вулканизованных резиновых изделий, изношенные шины с металлокордом, изношенные шины с текстильным кордом и др.	Термический метод переработки – пиролиз с получением энергии и технического углерода (пирокарбона)

1	2	3
СООО «Научно-производственная группа «Экологическая альтернатива»; ООО «Данотон»	Отходы труб, шлангов из вулканизированной резины, уплотнительные прокладки, манжеты, втулки и т. п. обработанные, резинотканевые отходы, отходы ободных лент, обрезиненного металлокорда, диафрагмы, кольца бортовые, отходы покрышек с металло- и текстильным кордом	Физические методы переработки – дробление с получением резиновой крошки и порошка
ОАО «Белшина»	Резинотканевые отходы (обрезинивание и раскрой текстильных кордов и тканей, сборка покрышек), отходы невулканизированных резиновых смесей на основе каучука общего назначения, отходы пропитанного корда, выпрессовки от вулканизованных резиновых изделий	Участок переработки полимеров, участок формовой техники автокамерного цеха завода крупногабаритных шин ОАО «Белшина»
ОАО «Красносельскстрой-материалы»	Изношенные шины с металлокордом, изношенные шины с текстильным кордом	Термический метод переработки – сжигание с получением энергии
ООО «Белретред», ЗАО «Нордлис», Общество с дополнительной ответственностью «Ольга-1»	Изношенные шины с металлокордом	Восстановление шин методом наварки нового протектора
ОАО «Управляющая компания холдинга «Лидсельмаш»	Изношенные шины с металлокордом	Производство резиновых пластин для ковшей экскаваторов

Из таблицы можно сделать вывод, что основными переработчиками резиносодержащих отходов в Республике Беларусь являются ОАО «Белорусский цементный завод», ОАО «Красносельскстройматериалы», ОАО «Кричевцементношифер», ЧТУП «Торговый Дом «Тройка-Маркет» и ОДО «ВССМ». Основной упор делается на получение резиновой крошки, получение энергии. Также в последние годы распространение получило холодное восстановление шин.

Захоронение резиносодержащих отходов

В 2016 г. наибольшим количеством отходов, отправленных на захоронение, характеризовались тормозные композиционные колодки отработанные (367,88 т, 35,8 %), отходы пропитанного корда (131,42 т, 12,8 %) и отходы паронита (65,49 т, 6,4 %). Почти 100 % из образованных тормозных композиционных колодок отработанных, паронита пошло на захоронение. Общая картина обращения с резиносодержащими отходами в сравнении 2011 и 2016 гг. представлена на рис. 3.2.

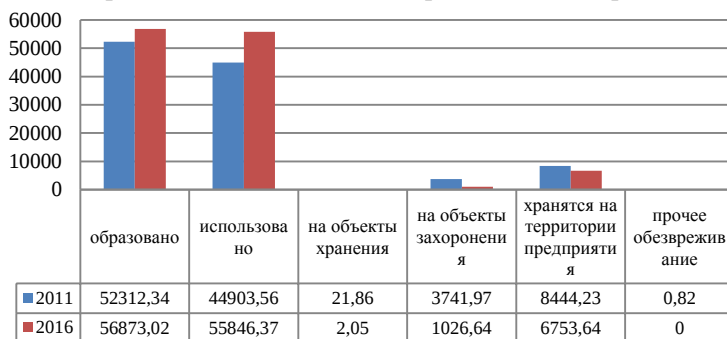


Рис. 3.2. Соотношение количества образования резиносодержащих отходов к количеству их использования, хранения/захоронения и обезвреживания в целом по Республике Беларусь за 2011 и 2016 гг.

Методы переработки резиносодержащих отходов

Методы переработки отходов разделяют на группы, различающиеся характером изменения структуры каучуковых и других полимерных составляющих:

1. Химические методы (сжигание, пиролиз);
2. Физико-химические методы (регенерация, девулканизация);
3. Физические методы (грубое и тонкое измельчение) [9].

Химические методы переработки отходов

К первой группе относятся методы, приводящие к глубоким необратимым изменениям структуры полимеров. Как правило, эти методы осуществляются при высоких температурах и заключаются в термическом разложении (деструкции) полимеров в той или иной среде.

Сжигание отходов

Высокая теплотворная способность резины (8600 Ккал/кг) используется для получения тепловой энергии. Известны промышленные установки для сжигания изношенных покрышек, работающие в разных странах Европы [8]. В Японии с целью получения тепловой энергии сжигают 200 тыс. т шин ежегодно) [9].

Установки для использования резины в качестве топлива могут иметь тип циклонных или цилиндрических печей, вращающихся и неподвижных. Загрузка материала может быть периодической или непрерывной. Как правило, предусмотрен специальный резервуар с охлаждающей водой для сбора металла. Сжигание изношенных шин может производиться в печах для производства цемента, где они используются в качестве альтернативного топлива. Использование автопокрышек в количестве до 25 % от массы основного топлива позволяет организовать процесс горения практически без выделения угарного газа и обеспечить полное сгорание шин. Содержащийся в покрышках металлокорд оплавляется, окисляется и переходит в виде оксидов в вырабатываемый клинкер (полуфабрикат цемента), что улучшает свойства конечного продукта.

В Великобритании для сжигания покрышек используется вертикальная циклонная печь с непрерывной подачей шин в неподвижную топку с высокой температурой сжигания (1900–2100 °С) и грануляцией жидкого шлака. Производительность такой печи не менее 1 т/ч.

И все же, несмотря на некоторую экономическую обоснованность сжигания отходов резины с целью получения тепловой энергии, одним из главных его недостатков остается тот факт, что при сжигании уничтожаются резиновые и резинотекстильные материалы, которые после необходимой дополнительной обработки могли быть возвращены в сырьевой баланс резиновой промышленности.

Помимо этого, в процессе сжигания автомобильных шин в цементных печах всегда образуются такие органические соединения как бенз(а)пирен (класс опасности 1, опасен при поступлении через кожу), фенантрен (класс опасности 2, обнаружена канцерогенность в отношении животных), антрацен (канцероген), флуорантен. Кроме того, в зависимости от условий сгорания, может образовываться также ряд других органических соединений того же класса – канцерогены нафталин (мутагенное действие), 2-метилнафталин, бифенил, аценафтилен, флуорен, аце-нафтен, бензапирен, дибензантрацен.

Пиролиз

Это наиболее известный из термических методов переработки. Пиролиз – термическое разложение вещества при отсутствии или недостатке кислорода.

Различают 3 вида пиролиза:

1. *Низкотемпературный* (450–550 °С) – характеризуется минимальным выходом смол, масел и твердых остатков;
2. *Среднетемпературный* (до 800 °С) – увеличивается выход газа, уменьшается количество смол и масел;
3. *Высокотемпературный* (свыше 800 °С) – максимальный выход газов и минимальное количество смолообразных продуктов.

При обычном пиролизе изношенных шин образуется твердый углеродный остаток, жидкость, в состав которой входят органические кислоты, деготь, ароматические углеводороды, газовая фаза, содержащая водород, летучие углеводороды и оксиды углерода. Из 1 тонны резиновых отходов при пиролизе можно получить 10,2 м³ пиролизного газа, 450–600 л пиролизного масла и 250–320 кг пиролизной сажи.

Недостатком метода является то, что перед пиролизом резину нужно предварительно измельчить.

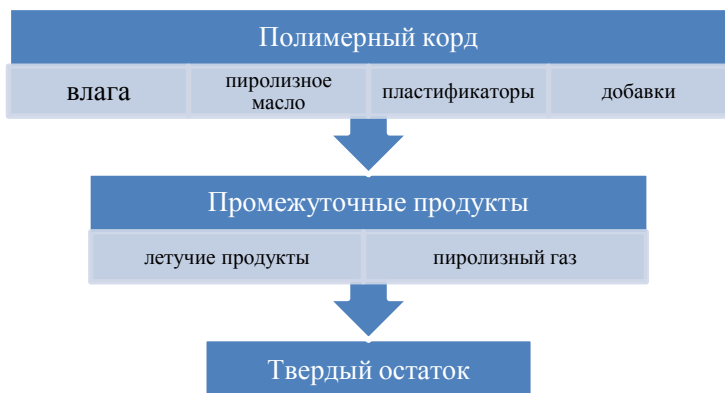


Рис. 3.3. Схема процесса термодеструкции полимерного корда

С помощью пиролиза можно утилизировать значительное количество любых видов отходов резины. Существующие промышленные установки для утилизации шин способом пиролиза имеют высокую производительность (30–50 тыс. т отходов в год). Полученные продукты используются в различных отраслях промышленности как сырье при производстве асфальта, мастики, антикоррозийных покрытий и топлива.

Увеличению интереса к пиролизу резины способствовала установленная исследованиями возможность получения технического углерода, использованного в качестве наполнителя резины [9].

Но так как большая часть установок по пиролизу изношенных шин работала в циклическом режиме, а получаемые продукты пиролиза требовали дополнительной очистки перед последующим использованием,

а главное – затраты не восполняли стоимость получаемых материалов, пиролиз старых шин практически не применяют.

Наиболее экономически эффективной в современных условиях нашей страны является технология переработки резиновой крошки, получаемой при утилизации старых автопокрышек, путем **термолиза ее в органическом теплоносителе**. Важным преимуществом данной технологии является не только уничтожение вредных и практически не разлагающихся отходов, но и получение на конечной стадии процесса переработки высоколиквидных продуктов, таких как технический углерод и синтетическая нефть.

Синтетическая нефть не уступает по своим свойствам природной нефти, а также имеет преимущества благодаря полному отсутствию парафинов, низкому содержанию серы и отсутствию воды. Синтетическая нефть принимается нефтеперерабатывающими заводами.

Технический углерод может использоваться для производства лакокрасочных покрытий, резинотехнических изделий и автошин, в металлургии и во многих других отраслях промышленности.

Стоит отметить, что процесс строится на переработке резиновой крошки, производство которой хорошо освоено, из нее легко удаляются и самостоятельно утилизируются корды. При резке автопокрышек вначале получают широкую фракцию резиновой крошки. Мелкая фракция (до 1 мм) имеет хороший сбыт, а более крупная (до 5 мм) сырье для термолиза.

Физико-химические методы переработки отходов

Несмотря на то, что химические методы переработки отходов дают продукты, имеющие определенную ценность, их главный недостаток состоит в том, что не сохраняются исходные полимерные материалы – каучуки и волокна, т.е. ценность полученных продуктов значительно ниже ценности исходных материалов. В связи с этим большой интерес представляют методы переработки, позволяющие как можно полнее сохранить структуру и свойства полимерных составляющих с тем, чтобы вернуть их в сферу производства. Частично это удастся при регенерации и девулканизации резины.

Регенерация – один из наиболее старых промышленных методов переработки изношенных шин и других отходов. Это процесс разрушения пространственной вулканизационной сетки резины за счет теплового, механического и химического воздействия на нее. В результате получается пластичный продукт, способный вновь обрабатываться и частично заменить каучук.

Процесс регенерации включает следующие технологические операции: сортировку и измельчение резины, освобождение ее от текстильного волокна и металла, девулканизацию и механическую обработку девулка-

низата. Разные способы регенерации отличаются главным образом техническим оформлением процесса девулканизации. К устаревшим методам регенерации относятся щелочной, кислотный, термический, паровой, а также метод растворения.

При *растворении сырья в горячем битуме* производится сырье для дорожного строительства в виде модифицированного битума, металлолом и сырье для получения технического углерода. Технология достаточно энергоемкая. Модифицированный битум в силу его высокой стоимости по сравнению с аналогами, полученными обычным способом, не имеет пока шансов заменить их в производстве асфальтобетонных смесей. Кроме того, требуется извлечение и переработка углеродсодержащего остатка, что делает данное производство неэкологичным.

В настоящее время применение находят несколько способов получения регенерата: паровым способом, водонейтральным, термомеханическим, дисперсионным и др.

Регенерация, по своему механизму и результатам молекулярных превращений каучука не является процессом, обратным вулканизации. Большая часть каучукового вещества сохраняет остатки неразрушенной вулканизационной сетки. Другая часть состоит из частиц, свободных от поперечных связей, но отличных от исходного каучука по длине и форме молекулярных цепей. Состав регенерата отличается от состава исходных материалов, так как при регенерации к резине добавляют вспомогательные вещества: мягчители и активаторы регенерации, модификаторы, эмульгаторы и т. д. В связи с этим технический эффект от применения регенерата ограничен: улучшается только обрабатываемость резиновых смесей [9].

В качестве мягчителей используются продукты переработки нефти, угля, сланцев и лесохимического производства. Содержание мягчителей зависит от способа получения регенерата.

Активаторы позволяют сократить продолжительность и снизить температуру процесса, улучшить свойства конечного продукта. В качестве активаторов наибольшее применение нашли серосодержащие органические соединения.

Модификаторы позволяют придать регенерату и резине на его основе некоторые специальные свойства – прочность, масло-, бензостойкость, блеск и др. Для модификации регенерата используются как мономер (малеиновый ангидрид, малеиновая и олеиновая кислоты и др.), так и полимер (полистирол, полиметилметакрилат, поливинилхлорид и др.).

Эмульгаторы используются в технологических целях – для стабилизации дисперсий измельченных резиновых отходов.

К недостаткам *водонейтрального метода* относятся периодичность процесса и низкое качество регенерата вследствие больших дозировок мягчителя.

Наиболее широкое распространение получил *непрерывный термо-механический метод* вследствие полной его механизации и автоматизации, а также непродолжительности цикла. Процесс девулканизации в данном случае осуществляется в непрерывном шнековом девулканизаторе в присутствии мягчителя и активатора деструкции. При этом способе не образуются сточные воды, что также весьма существенно снижает стоимость продукта.

Методом *диспергирования* получается регенерат наиболее высокого качества. Технология получения регенерата вторичных резин в жидких средах с последующей сушкой дисперсии позволяет лучше сохранить структуру и свойства каучука и механические показатели вулканизатов, содержащих реагент. Однако данный процесс не получил пока широкого распространения вследствие сложностей, связанных с распылительной сушкой водной дисперсии резины [9].

В резинотехнической промышленности регенерат применяют в составе резиновых смесей для частичной замены каучуков при изготовлении рукавных изделий, прокладок, ремней, обуви и другой продукции. На основе регенерата получают резиновые клеи с высоким сопротивлением старению и адгезией к различным материалам.

В настоящее время производство и потребление регенерата почти во всех странах снижается в связи с повышением требований к качеству резин, расширением производства новых типов дешевых синтетических каучуков, а также разработкой более эффективных способов переработки отходов резины. Применение регенерата в резиновой промышленности ограничивается главным образом использованием его как технологической добавки, улучшающей обрабатываемость резиновых смесей, и как сырья для неответственных изделий.

Девулканизация резин

Большой интерес представляют способы переработки вторичных резин с целью восстановления у них пластических свойств путем избирательного воздействия на межмолекулярные поперечные связи, в результате чего разрушается пространственная сетка вулканизата вплоть до получения линейных молекул каучука.

Разработан способ девулканизации, основанный на диэлектрическом нагревании резиновой крошки размером 6–10 мм посредством микроволновой энергии. Полученный таким способом порошок (при содержании до 20 %) практически не ухудшает свойства резин.

Порошок со свойствами, близкими к регенерату, предлагают получить путем кратковременного нагрева поверхности открытым пламенем, высокочастотной радиацией.

Способ девулканизации резиновой крошки с получением девулканизата – заменителя резины – технологически сложен, энергоёмок, а получаемый продукт – дорог и низкого качества.

Физические методы переработки отходов

Наиболее полно первоначальная структура и свойства каучука и других полимеров, содержащихся в отходах, сохраняются при механическом измельчении.

Измельчение (или дробление) – это процесс разделения твердого тела на куски все уменьшающихся размеров под действием внешних сил. Эффективность измельчения определяется степенью измельчения, то есть отношением размера кусков до и после измельчения.

Классификация способов измельчения вторичных резин

1. По температуре измельчения:
 - при отрицательных температурах;
 - при положительных температурах.
2. По механическому воздействию:
 - ударом;
 - истиранием;
 - сжатием;
 - сжатием со сдвигом;
 - резанием.

В настоящее время разработаны различные виды оборудования для измельчения резиновых покрышек, которые различаются по характеру и скорости нагружения, конструкции рабочих органов и т.п. Для этих целей применяют абразивные ленты и круги, гильотины, борторезки, дисковые ножи, прессы, вальцы, роторно-ножевые дробилки и другое оборудование.

Традиционно применяемое в России оборудование для дробления резиновых отходов – вальцы. За рубежом чаще применяют дисковые и роторные измельчители. Однако схема, основанная на применении вальцов, является более производительной и менее энергоемкой [9].

Измельчение при отрицательных температурах (криогенное измельчение) заключается в охлаждении резины ниже температуры стеклования и последующем механическом воздействии (ударом, истиранием, сжатием).

Резиновый порошок, полученный криогенным измельчением, имеет, как правило, гладкую поверхность, что способствует хорошей сыпучести и смешиваемости при введении его в резиновые смеси. К преиму-

ществам криогенного способа измельчения относится и отсутствие термической или окислительной деструкции порошка, пожаро- и взрывобезопасность процесса, уменьшение энергозатрат (затраты энергии на разрушение покрышки в охрупченном виде в 1,8 раза меньше, чем в эластичном), уменьшение загрязнения окружающей среды, возможность получения мелкодисперсного порошка резины с размером частиц до 0,15 мм. Данный метод в последнее время получил распространение в зарубежных странах.

Недостатки криогенного способа – большой расход хладагента, особенно для получения резиновых порошков с частицами и размером менее 0,25 мм, а также необходимость тщательного отделения перед измельчением текстила и металла. Стоимость жидкого азота составляет 2/3 от всех затрат на криогенное дробление.

Предпочтительнее способы измельчения отходов резины при положительных температурах. Одним из необходимых условий, определяющих возможность измельчения полимеров при положительных температурах, является создание температурного режима, нижний предел которого был бы равен 80–100°C. Именно в этой области наблюдается минимальное значение работы разрушения эластомеров.

Установлено, что измельчение эластомерных материалов при положительных температурах сопровождается протеканием сложных механо-химических процессов. Направление и скорость их зависит от величины, продолжительности механического воздействия, среды, в которой осуществляется измельчение, а также от характера нагружения. Степень механо-химических изменений в измельченных полимерах возрастает с увеличением дисперсности получаемого продукта.

Изменения, происходящие при механическом измельчении полимерных материалов, вызывают изменения физико-механических свойств и сказываются на последующей обработке и свойствах получаемых из них изделий.

Механическое воздействие при измельчении в условиях положительных температур может осуществляться ударом, истиранием, сжатием, сдвигом, резанием.

Измельчение ударом

Материал под действием механического удара (стесненного или свободного) разрушается за счет полного или частичного перехода кинетической энергии движущихся тел в энергию деформации разрушения.

При стесненном ударе материал разрушается между двумя соударяющимися поверхностями, а разрушающий эффект зависит от массы ударяющего тела и скорости его движения в момент удара.

При свободном ударе частицы материала разрушаются в полете при столкновении с ударяющими телами или друг с другом, а возникающие

при этом разрушающие усилия определяются силами инерции массы куска измельчаемого материала.

Отходы резины перерабатываются при отрицательных и положительных температурах в измельчителях ударного действия. Их используют для получения кусков из крупногабаритных отходов и дальнейшей их переработки с целью получения крошки и тонкодисперсных порошков.

Достоинства измельчителей ударного действия – простота их изготовления и эксплуатации, а также высокая долговечность рабочих органов. Ударные нагрузки, необходимые для разрушения и измельчения материала создаются стальным блоком или молотом, лопастями, билами или штифтами, жестко закрепленными на вращающемся с большой скоростью массивном роторе.

Общие недостатки измельчителей ударного действия – большое шумовыделение при работе и необходимость аппаратного оформления охлаждения измельчаемого материала из-за его большого разогрева, а также низкая дисперсность получаемых продуктов.

Для получения тонкодисперсных порошков рекомендуют применять струйные мельницы различной конструкции. Исходный материал в виде крошки размером в несколько миллиметров необходимо охлаждать перед измельчением.

Измельчение истиранием

Может осуществляться при отрицательных и положительных температурах. Оно заключается в том, что предварительно подготовленные материалы принудительно подают к абразивному инструменту в виде ленты или круга. Для предотвращения залипания измельчаемого материала в инструменте и обеспечения интенсивного охлаждения зоны обработки с изделием подают воду для уменьшения температуры в зоне контакта инструмента.

На параметры процесса измельчения (производительность, дисперсность получаемого продукта) в основном влияют частота вращения инструмента и скорость подачи резины.

Несмотря на очевидное преимущество, заключающееся в возможности измельчения (например, изношенной покрышки) без предварительного разрезания, этот способ не находит промышленного применения из-за большой неоднородности по размерам частиц получаемого продукта и необходимости его сушки.

Измельчение истиранием может происходить между двумя дисками (или плитами), расположенными горизонтально или вертикально. Внутреннюю поверхность дисков рекомендуют покрывать пластинами с острой насечкой, зубьями или иглами для повышения эффективности измельчения, которое осуществляется при вращении одного или обоих

дисков. Образование частицы могут удаляться распыляемой через форсунку жидкостью.

Этот способ предлагается лишь для доизмельчения резиновой крошки. Получить тонкодисперсный порошок непосредственно из крупных кусков не представляется возможным.

Опыт эксплуатации дисковых измельчителей показал, что их можно использовать для переработки лишь высоконаполненных малопрочных резин.

Измельчение сжатием заключается в разрушении материала под действием высоких давлений и осуществляется за счет раздавливания его между двумя рабочими поверхностями.

Одной из разновидностей этого способа является измельчение материала в зазоре между двумя валками, вращающимися с одинаковой скоростью. Измельчение резин на валковых измельчителях сопряжено со значительными энергозатратами. Для минимизации энергозатрат и обоснованного выбора режимов измельчения необходим анализ напряженного состояния материала в области деформации между валками.

К устройствам для измельчения сжатием можно отнести и установку из вращающегося вала с гладкой или профилированной поверхностью и основания, толщина которого увеличивается в направлении линейного перемещения вала при одновременном снижении глубины рифлений.

Существуют способы и установки для предварительного измельчения сжатием резиновых отходов разной степени вулканизации, в том числе и армированных текстилем и металлом (например, изношенных шин). Сущность процесса – продавливание измельчаемого материала с помощью гидравлического пресса через решетку камеры.

Измельчение сжатием со сдвигом

Традиционным способом резину измельчают на дробильных и разламывающих вальцах, работающих в замкнутом цикле с классификатором. Недостатки этого способа – низкая эффективность использования поверхности рабочих органов, что вызывает необходимость многократного пропуска измельчаемого материала через зазор, а также невысокая производительность и большие энергозатраты.

Полученная измельчением крошка подлежит захоронению либо применяется в качестве наполнителя резиносодержащих изделий типа спортивных матов, груш, а также плит, ковриков, наливных напольных покрытий и кровельных материалов, засыпки футбольных полей и т.п.

При использовании резиновой крошки в дорожном строительстве: значительно повышается износостойкость и снижается шумообра-

зование, повышается морозостойкость, в три раза увеличивается срок службы, сокращается тормозной путь [9].

Однако попытки применения резиновой крошки в качестве наполнителя для производства резиносодержащих асфальтобетонных дорожных покрытий показали экологическую опасность такого покрытия. Резиновый наполнитель выкрашивается из дорожного полотна и рассеивается, загрязняя окружающую среду. Таким образом, этот способ не ликвидирует экологическую опасность такого вида отходов, а только откладывает решение данной проблемы и усложняет её.

Восстановление шин

Известно, что внутри слоя резины скрывается каркас шины, который представлен множеством слоёв металлического корда и нейлоновой (либо иной синтетической) ткани. Он крайне редко подвергается сильному износу, поскольку с дорогой контактирует только верхний слой протектора, который стирается с каждым километром движения. Поэтому, когда колёса окончательно стираются, можно провести восстановление протектора шин.

Наварка шин – это современный метод восстановления шин, который позволит модернизировать старые шины. Сущность операции достаточно проста – изношенный протектор шины заменяют новым, используя для этого различные способы. Колёса становятся вновь пригодными к эксплуатации и обеспечивают превосходный уровень безопасности даже на скользкой или мокрой трассе.

Преимущества наварки грузовых шин:

- позволяет устранить механические повреждения – порезы, проколы, стертый протектор;
- стоимость восстановленной покрышки практически в половину дешевле новой, при этом новая и отреставрированная шины не отличаются своими эксплуатационными характеристиками;
- наварка шин позволяет транспортным компаниям существенно экономить в бюджете;
- благодаря современным технологиям производства шинных каркасов, наварка может производиться многократно;
- благодаря современному оборудованию, наварка шин применима для всех типоразмеров.

Технологии восстановления изношенных шин

Нарезка. Эта методика увеличения срока службы автомобильных шин применима исключительно к резине для грузового транспорта. При этом далеко не каждая грузовая шина может подвергаться нарезке – чтобы убедиться, что ваша резина пригодна для такого восстановления, стоит найти на ней надпись «Regroovable».

Сущность методики очень проста – шины «Regroovable» имеют достаточно большой защитный слой резины, расположенной под протектором. Её химический состав полностью идентичен верхнему слою, поэтому новый протектор не отличается по характеристикам от использовавшегося ранее. Специалист использует термонож, разогретый до высокой температуры и подключенный к высокочастотному генератору колебаний. Когда он прорежет защитный слой шины, резина сразу запаивается, что предотвращает её ускоренный износ. Для восстановления одной грузовой шины методом нарезки требуется примерно час, после чего она должна остывать ещё столько же перед установкой на транспортное средство.

Горячая вулканизация

Отличие *горячего метода наварки* – в температурном режиме и способе проведения вулканизации.

Даже если дополнительный слой, предназначенный для нарезки протектора, отсутствует, можно нарастить протектор, или, как говорили ранее, «наварить». Вначале шину обрабатывают абразивным инструментом, производя так называемую шероховку. На колесе остаётся только 1,5 мм резины поверх корда – минимальный безопасный слой. После этого становятся видны все повреждения, полученные шиной при эксплуатации – последствия ударов, порезов и прочих негативных внешних воздействий. Их обрабатывают «пластырями» из сырой резины.

После проведения подготовительных работ на шину наносится новая резина, которая вулканизируется в автоклаве при температуре в 160–175 °С. Новый рисунок протектора получается под воздействием специальных дорогостоящих прессов. Такой метод наварки применяется для шин ограниченного типоразмера и подходит больше для покрышек легковых авто.

Процедура получается быстрой и эффективной – шина становится очень прочной и долговечной. Однако существует и ряд недостатков горячего восстановления:

- повышенный износ резины при высокотемпературной обработке;
- повреждение верхнего слоя протектора, которое приводит к уменьшению допустимого пробега;
- высокая вероятность разрушения нейлонового или металлического слоя корда.

Холодная вулканизация

Минусы горячего способа привели к тому, что многие компании нашли способ уменьшить температуру, при которой выполняется вулканизация. Наварка грузовых шин в Беларуси, как и других европейских странах, проводится преимущественно *холодным методом*. Описание процесса принципиально не отличается от горячей вулканизации:

1. Резина тщательно проверяется на наличие различных механических повреждений, после чего снимается ее верхний слой;

2. На подготовленную поверхность наносится слой клея и лента с новым протектором;

3. Шина упаковывается в специальный конверт и помещается в автоклав, где под температурой в 100 °С выдерживается не менее 4 часов, при этом используется состав, который разработчики держат в секрете – именно особый материал позволяет проводить восстановление при относительно низких температурах.

Ремонт холодным способом хорошо подходит для колёс, ранее проходивших восстановление – он считается щадящим благодаря температуре в 100 °С, не изменяющей физические свойства резины. Кроме того, корд сохраняет максимальную прочность и эластичность, что позволяет сохранить идеальные параметры, влияющие на управляемость и безопасность. Однако не все шины могут подходить для восстановления холодной вулканизацией.

Рентабельность восстановления изношенных шин

Стоит понимать, что перечисленные способы восстановления изначально разрабатывались для грузового транспорта. Если говорить о нарезке протектора в дополнительном слое резины, то для шин легковых автомобилей такая опция недоступна – это связано с малыми размерами колёс и высокими требованиями к комфортабельности ходовой части.

Следовательно, владельцы легковых машин могут воспользоваться только вулканизацией – холодной и горячей. Однако и в этом случае есть ограничения. Сразу же стоит исключить восстановление шин с малой прочностью корда – то есть, бюджетных моделей российских, китайских, турецких и корейских производителей. Кроме того, не стоит восстанавливать шины скоростных моделей, поскольку поведение мощного автомобиля с такой резиной будет попросту непредсказуемым.

Остаётся лишь несколько категорий шин среднего класса – да и они после восстановления проходят лишь 20–40 % первоначального ресурса. Такие шины уступают новым – их срок эксплуатации снижен вдвое, а характеристики, влияющие на управляемость, зачастую далеки от эталонных.

Можно сделать вывод, что восстановление легковых покрышек практически не имеет смысла.

Не так давно исследователи из Гарварда разработали новый тип резины, которая настолько же прочна, как и натуральный каучук, но вдобавок обладает свойствами самовосстановления.

Самовосстанавливающиеся материалы не являются новшеством для ученых. Однако реализация технических свойств самовосстановления в сухих материалах, таких как резина, достаточно сложная операция.

Резина изготавливается из полимеров, связанных в основном постоянными ковалентными связями. Хотя эти связи невероятно прочны, в случае их разрыва, они никогда не возобновятся снова.

Чтобы гарантировать функцию самовосстановления, команде необходимо было создать обратимые связи, соединяющие полимеры, чтобы эти соединения могли разрушаться и восстанавливаться заново.

Исследователи разработали молекулярную нить гибридного каучука, чтобы соединить ковалентные и обратимые связи вместе. Эта нить, называемая случайно разветвленным полимером, позволяет смешивать две ранее несмешивающиеся связи гомогенно в молекулярном масштабе. При этом ученые смогли создать прозрачную жесткую самовосстанавливающуюся резину.

Типичная резина обладает тенденцией к разрывам в определенной точке напряжения при приложении силы. При растяжении гибридный каучук развивает так называемые волосные трещины по всему материалу. Эти трещины перераспределяют напряжение, поэтому нет локализованной точки напряжения, которая могла бы стать причиной полного разрушения материала. Когда напряжение уходит, материал возвращается в исходную форму и восстанавливает трещины [9].

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные виды резиносодержащих отходов в Республике Беларусь?
2. В чем основные преимущества девулканизации резин?
3. Направления переработки резиносодержащих отходов в нашей стране?
4. В чем недостатки процесса пиролиза резиносодержащих отходов?

4. ОТХОДЫ СТЕКЛА

Стеклобой – это наиболее трудно утилизируемый отход, наносящий, в случае попадания в природную среду, серьезный вред окружающей среде в течение столетий. Вместе с тем, это ценный материал, на получение которого уже затрачено не только природное сырье, но и значительные энергетические ресурсы. В последние два десятилетия в странах СНГ наблюдается увеличение объемов образования стеклобоя, также увеличилось количество стеклобоя в нашей стране [10].

Классификатор отходов Республики Беларусь включает порядка 40 видов отходов стекла, основное количество которых является неопасными и небольшой процент представлен отходами четвертого класса опасности (стеклобой загрязненный и стеклобой термически стойкого стекла).

В настоящее время из-за рубежа в Россию, Беларусь, Украину и другие страны СНГ ввозится большое количество продуктов в стеклотаре различных форм, габаритов, изготовленной по стандартам стран-экспортеров. Такая тара не всегда пригодна для вторичного использования в стране-импортере. Стеклотара, изготовленная по стандартам стран-экспортеров и несоответствующая национальным ГОСТам, может быть рассмотрена только как стеклобой.

Несколько лет в Минске работает новое предприятие по переработке смешанного стеклобоя. Сырьём для сортировочного производства служит тара стеклянная из-под пищевых продуктов, утратившая свои потребительские свойства. Продуктом переработки стеклосортировочного производства является стеклобой тарный смешанный разных цветов [11].

В соответствии с Реестром объектов по использованию отходов в Республике Беларусь на начало 2018 года стекольная отрасль представлена 18 предприятиями в разных областях, из которых наиболее крупные: ЗАО «Стеклозавод Елизово», ОАО «Гродненский стеклозавод», ЧТПУП «Техстеклоресурсы», ОАО «Гомельстекло», ОАО «Стеклозавод «Неман», ПУП «Белстеклопром», ЧСУП «Линия сноса», ООО «БелРесайклинг», ООО «Утилизатор», ООО «Стеглосфера», ОДО «Экология города» [1].

Технологии переработки стеклобоя

Разделение стеклобоя по цвету

Стеклянная масса сканируется оптической системой с высоким разрешением для удаления кусков, например, коричневого стекла, составляющего в общем потоке около 30 %. Для анализа и оценки полученных данных используется технология на основе быстрых параллельных процессоров. [10].

Отделение стекла из стеклянных отходов смешанного состава

Процесс включает дифференциальный нагрев стеклянных частиц заранее выбранного цвета или нескольких цветов за счет поглощения этими частицами света и контактирование этих частиц с органическим термопластичным материалом, частицы могут быть отделены от остальной массы флотационными или адгезионными методами. По одной из разновидностей этого процесса смесь частиц окрашенного, например: коричневого, стекла и оптического стекла покрывают 1-тетрадеканолом; под действием излучения коричневое стекло нагревается до температуры более 38 °С, в результате чего происходит плавление тетрадеканола.

Измельченное стекло в определенных пропорциях тщательно перемешивается с кальцинированной содой, песком и известняком. Полученный состав варится в печи, нагретой до 1200–1550 °С. Расплавленная стекломасса нарезается на кусочки, из которых формовочные автоматы создают готовые бутылки или банки. После формования изделия проходят дополнительную термическую обработку в печах отжига. После чего

новая стеклянная тара охлаждается, проходит необходимый контроль качества и дальше готовится к отправке потребителям.

Введение стеклобоя в состав шихты сокращает потребление энергии при производстве стеклянных изделий. Это связано с тем, что шихта с добавкой стеклобоя плавится при более низкой температуре, чем шихта, которая полностью изготовлена из исходного сырья. Кроме того, добавка в шихту стеклобоя способствует повышению экологичности стекольного производства за счет снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Для изготовления стекольной продукции высокого качества используется, в первую очередь, бесцветный, полубелый стеклобой. Однако объемы сбора такого стеклобоя в нашей республике не обеспечивают потребности организаций стекольной промышленности. Поэтому недостающие объемы стеклобоя закупаются за границей. Стеклобой идет не только в производство стеклотары. Он также используется при изготовлении других видов стекла, при производстве стекловолокна, пеностекла. В Беларуси в ОАО «Гомельстекло» (пос. Костюковка, Гомельский район) стеклобой применяется при изготовлении полированного стекла, а также пеностекла [13].

Образование стеклобоя в Республике Беларусь

За последнее десятилетие наблюдается резкий рост образования отходов стеклобоя. В 2007 г. стеклобой тарный составлял только 10 % от всего объема отходов стекла, а уже в 2017 г. – 54 %, увеличившись более чем в 5 раз. Это связано с расширением системы раздельного сбора стеклобоя в Республике Беларусь, установкой отдельных контейнеров для сбора стекла в крупных городах республики.

В отличие от отходов стеклобоя тарного, стеклобой бутылочный заметно уменьшил объемы образования отходов. В 2007 г. в соответствии с материалами госстатотчетности стеклобой бутылочный составлял 20 % от всех объемов образования стекла. К 2017 г. его объем составил 0,33 %. Это связано с тем, что некоторые крупные производители в огромных количествах начали выпуск одноразовых стеклянных бутылок. А в нынешних условиях одноразовая бутылка не перерабатывается и поступает на захоронение. Некоторые предприятия просто отказываются от стеклянных бутылок, заменяя их ПЭТ-упаковками.

Некоторые отходы стекла не перерабатываются, не используются и не обезвреживаются, а просто идут на захоронение. Это, в частности, стеклобой прочий, стеклобой загрязненный, стеклобой от кинескопов, стекло от переработки ртутных ламп, стеклобой загрязненный жиром, стекло с примесями специфическими для данных производств. В про-

центном выражении количество стеклобоя, поступающего на захоронение, не изменяется и колеблется в пределах 2,5 %.

В 2017 г. образовалось 351,4 тыс. т отходов стекла от юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, что практически в два раза выше по сравнению с 2007 г. В первую очередь, это связано с увеличением раздельного сбора и выделением таких позиций на предприятиях, как стеклобой загрязненный, стеклобой прочий и др. 99,6 % от общего образования в 2017 г. пошло на использование (были использованы ранее накопленные отходы), менее 0,5 % – поступило на обезвреживание (главным образом, стеклобой ампульный загрязненный, образовавшийся в медицинских организациях) (рис. 4.1).

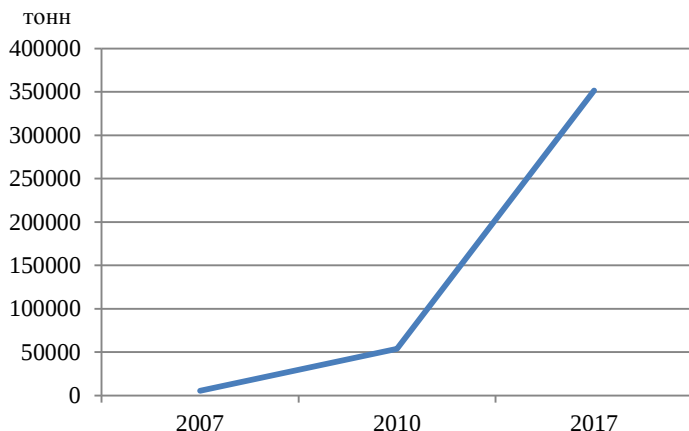


Рис. 4.1. Образование отходов стекла за период 2007 – 2010 – 2017

Предприятия по переработке стеклобоя в Республике Беларусь

Основные переработчики стеклобоя используют, в первую очередь, стеклобой тарный, который, в основном, идет на получение новой стеклянной тары. Реже он используется на получение гранулята (ОАО «Борисовдрев»). Такие организации как СООО «Стеглосфера» и ОАО «Стеглосавод «Неман» используют стеклобой тарный и некоторые другие виды стеклобоя для производства световозвращающих шариков и производство стекловаты (табл. 4.1.).

Отдельные виды отходов стекла поступают полностью на захоронение (стеклобой ампульный загрязнённый, стеклобой от кинескопов, отходы производства зеркал/фотостекла/производства зеркал).

Таблица 4.1

Основные предприятия по переработке стеклобоя в Республике Беларусь

Название отхода	Предприятие-переработчик	Получаемый продукт
Стеклобой тарный (4 вида)	ОАО «Гомельагрокомплект», ОАО «Стеклозавод «Неман», ОАО «Борисовдрев», ОАО «Гродненский стеклозавод», СЗАО «Стеклозавод Елизово», ОАО «Гомельстекло», СООО «Стеклосфера», ПУП «Белстеклопром», ООО «Утилизатор», Гомель	Производство новой стеклянной тары, гранулята, световозвращающих шариков, стекловаты, добавка в шихту при производстве плитки
Стеклобой при затаривании напитков (11 видов)	СЗАО «Стеклозавод Елизово», ОАО «Стеклозавод «Неман»	Производство новой стеклянной тары
Стеклобой: • с металлическими включениями; • из термически стойкого стекла; • армированного/неармированного стекла; • загрязненный; • при остеклении мебели	ЧСУП «Линия сноса», Гомельская область, ООО «Утилизатор», Гомель, СООО «Стеклосфера», Брест, ОАО «Стеклозавод «Неман», СЗАО «Стеклозавод Елизово», ОАО «Гродненский стеклозавод»	Производство гранулята, световозвращающих шариков и стекловаты
Стеклобой полубелый листовой	ОАО «Гомельстекло», ПУП «Белстеклопром», ОАО «Гродненский стеклозавод», СЗАО «Стеклозавод Елизово»	Производство новой стеклянной тары
Отходы стекла «Триплекс»	ОДО «Экология города», ПУП «Вторичный щебень», Минск, ОАО «Гомельстекло», ООО «Утилизатор»	В качестве добавок в новые продукты, Производство новой стеклянной тары
Стеклобой ампульный незагрязненный	ОАО «Стеклозавод «Неман», ООО «БелРесайклинг», ПРУП «Борисовский хрустальный завод им. Ф.Э. Дзержинского», ЧСУП «Линия сноса»	Производство стекловаты, добавки в новые продукты

Название отхода	Предприятие-переработчик	Получаемый продукт
Стеклобой при использовании стекла в строительстве	ОДО «Экология города», ООО «БелРесайклинг», СЗАО «Стеклозавод Елизово», ЧСУП «Линия сноса», ООО «Стеклосфера»	Производство новой стеклянной тары и световозвращающих шариков

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные виды стекольных отходов в нашей стране.
2. Применяется ли технология разделения по цвету отходов стеклобоя в Республике Беларусь?
3. Перечислите современные направления переработки отходов стекла и основные предприятия-переработчики стеклобоя в нашей стране.
4. С помощью каких технологий перерабатывается ампульный стеклобой?

5. ОТРАБОТАННЫЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА

Отработанные масла – углеводородосодержащие отходы, образующиеся в результате использования и утраты потребительских свойств различными видами промышленных масел.

При работе масла соприкасаются с металлами, подвергаются воздействию окружающего воздуха, температуры, давления и других факторов. Под их влиянием происходит разложение, окисление, полимеризация и конденсация углеводородов, обугливание (неполное сгорание), разжижение горючим, загрязнение посторонними веществами и обводнение масел. В результате старения образуются такие продукты, как органические кислоты, жиры, сажа, шлам, продукты распада присадок.

При эксплуатации автомобилей в маслах накапливаются асфальтосмолистые соединения, коллоидальные кокс и сажа, различные соли, кислоты, а также металлическая пыль и стружка, минеральная пыль, волокнистые вещества, вода и т. д.

В соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, отработанные машинные масла относятся к блоку 5 «Отходы химических производств и производств, связанных с ними» к отдельной подгруппе «Отходы синтетических и минеральных масел». Эта подгруппа включает порядка 25 видов отходов масел.

Технологии переработки моторных масел в Республике Беларусь

Для восстановления отработанных масел применяются разнообразные технологические операции, основанные на физических, физико-химических и химических процессах. Они заключаются в обработке масел с целью удаления из них продуктов старения и загрязнения. В качестве технологических процессов обычно соблюдается следующая последовательность методов:

- механический: для удаления из масла свободной воды и твердых загрязнений;
- теплофизический: выпаривание, вакуумная перегонка;
- физико-химический: коагуляция, адсорбция.

Если этого недостаточно, используются химические способы регенерации масел, связанные с применением более сложного оборудования и, соответственно, большими затратами [16].

Физические методы позволяют удалять из масел твердые частицы загрязнений, микрокапли воды и, частично, смолистые и коксообразные вещества, выпаривание – легкокипящие примеси. Масла обрабатываются в силовом поле с использованием гравитационных, центробежных, электрических, магнитных и вибрационных сил, производится фильтрование, водная промывка и вакуумная дистилляция. К физическим методам очистки отработанных масел относятся также различные массо- и теплообменные процессы, которые применяются для удаления из масла продуктов окисления углеводородов, воды и легкокипящих фракций [15].

Отстаивание является наиболее простым методом, основанным на процессе естественного осаждения механических частиц и воды под действием гравитационных сил. Оно основано на осаждении частиц, находящихся в жидкости во взвешенном состоянии. Под действием силы тяжести вода и механические примеси, имеющие большую плотность, чем масло, при спокойном стоянии его с течением времени осаждаются, образуя осадок. Отстаивание значительно упрощает дальнейшие процессы регенерации, хотя при нем не удаляются полностью все загрязнения и вода. В зависимости от степени загрязнения топлива или масла и времени, отведенного на очистку, отстаивание применяется как самостоятельный метод или предварительный, предшествующий фильтрации или центробежной очистке. Основным недостатком этого метода является большая продолжительность процесса оседания частиц до полной очистки, удаление только наиболее крупных частиц размером 50–100 мкм. Преимуществом отстаивания является его крайняя простота, дешевизна и безвредность для масла. Скорость отстаивания зависит от удельного веса и размера частиц, плотности и вязкости масла. Чем больше удельный вес и размер частиц и чем меньше плотность и вязкость масла, тем

больше скорость осаждения примесей. Так как вязкость масла зависит от температуры, то отстаивание следует вести при повышенной температуре. Оптимальная температура отстаивания трансформаторных масел 35–40 °С. При более низкой температуре отстаивание замедляется, а при более высокой ему мешают конвекционные токи и взмучивание масла пузырьками испаряющейся воды.

Продолжительность отстаивания зависит от высоты слоя масла в отстойнике: чем толще слой, тем больше требуется времени на отстаивание. Установлено, что наибольшая эффективность процесса достигается при соотношении между диаметром отстойника и его высотой 1,5:1 или 2:1. Однако на практике применяются в основном отстойники с соотношением диаметра и высоты примерно 1:1.

Для отстаивания сильно загрязненных масел применяют подземные стальные или железобетонные резервуары, куда сливают поступающее для регенерации масло. Дно резервуара имеет уклон в сторону грязевика, в котором скапливаются все загрязнения и вода. Время от времени резервуар освобождают от масла и очищают от скопившихся осадков и воды [14].

Фильтрация – это процесс удаления частиц механических примесей и смолистых соединений путем пропускания масла через сетчатые или пористые перегородки фильтров. Все средства, используемые для очистки, делят на два основных класса. К первому относятся различные гидравлические фильтры: щелевые (проволочные и пластинчатые), сетчатые, металлокерамические, керамические, бумажные, картонные, фетровые, войлочные, тканевые, стеклотканевые и стекловатные, а также фильтры из волокнистых прессованных материалов и разнообразных пластмасс. Во второй класс входят средства, в которых очистка жидкостей от нерастворимых загрязнений осуществляется за счет применения силовых полей – магнитного, электрического, гравитационного, центробежных сил и др. Во многих организациях, в целях повышения качества очистки моторных масел увеличивается количество фильтров грубой очистки и в технологический процесс вводится еще один этап – тонкая очистка масла. По способу удерживания загрязняющих примесей фильтры делятся на поверхностные и объемные [16].

Поверхностные фильтры удерживают твердые частицы на поверхности фильтрующих элементов, для изготовления которых используются всевозможные сетки, а также ткани, бумага и картон. Такие фильтры удерживают только те частицы, линейные размеры которых превосходят размеры пор фильтрующего материала или ячеек сетки.

Объемные фильтры имеют фильтрующие элементы значительной толщины и удерживают частицы не только на поверхности, но и в толще фильтрующего материала. Фильтрующими материалами в таких фильтрах являются картон, металлокерамика, керамика, войлок и т. п. Объемные

фильтры могут удерживать твердые частицы различных размеров, так как фильтрующие материалы имеют множество поровых каналов, размеры и проходные сечения которых различны. Для очистки трансформаторных масел от механических примесей наибольшее распространение получили поверхностные фильтры (фильтрпрессы и т. п.).

Фильтрование – процесс отделения загрязняющих примесей от масла при прохождении его через поры фильтрующей среды. Фильтрующая среда, если не учитывать незначительного начального периода процесса, состоит из двух слоев: исходного фильтрующего материала и образующегося на нем в начальный момент и непрерывно нарастающего слоя осадка. В практике очистку свежих и отработанных, а также регенерированных масел от загрязняющих примесей часто сочетают с сушкой масла. Следует иметь в виду, что вообще для сушки масла более эффективна сепарация или сушка в вакууме, однако для удаления следов влаги и достижения высокой электрической прочности трансформаторных масел фильтрование через сухую бумагу (картон) имеет явные преимущества перед сепарацией. В таких случаях, когда хотят получить практически сухое масло, следует пропустить его через фильтрпресс, заряженный последовательно высокопористым и плотным картонами. Относительно толстые листы рыхлого картона (типа сульфатноцеллюлозного) вследствие своей высокой гигроскопичности жадно поглощают остатки влаги из масла. Так как большое количество волокон увлекается потоком масла, то для окончательной очистки от примесей и волокон в каждом из фильтрующих элементов после мягкого картона должен быть установлен лист фильтровального технического картона по ГОСТ 6722-65. Таким образом, удастся полностью освободить масло от мельчайших следов влаги, а также от шлама и других тонкодисперсных примесей.

Важно соблюдать ряд условий, обеспечивающих высокий эффект очистки: в частности, не следует допускать нагревания масла перед фильтром выше 40–45 °С, так как с повышением температуры поглощение влаги фильтровальным картоном ухудшается. Картон перед зарядкой фильтра должен быть тщательно просушен (до влажности 2–3 %). Если непосредственно после сушки картон не идет в работу, его сохраняют в сухом чистом трансформаторном масле. В начальный период фильтрования масла сквозь бумагу, картон и т. п. отфильтрованное масло (фильтрат) может содержать механические примеси и некоторое количество волокон, вследствие того что средние размеры частиц загрязнений меньше размеров пор большинства фильтрующих сред. Образующийся на поверхности фильтрующего материала слой загрязнений (осадка), являющийся дополнительной фильтрующей средой, устраняет проникание примесей в фильтр.

Метод фильтрации для очистки отработанных масел получил широкое применение на очистных и маслорегенерационных установках. Промышленные фильтры делят по режиму работы на фильтры периодического и непрерывного действия, а по величине рабочего давления – на вакуум-фильтры и фильтры, работающие под давлением. Для фильтрации трансформаторных масел распространены фильтры периодического действия, работающие под давлением [16].

Центробежная очистка, осуществляемая с помощью центрифуг, является наиболее эффективным и высокопроизводительным методом удаления механических примесей и воды. Этот метод основан на разделении различных фракций неоднородных смесей под действием центробежной силы. Центробежные очистители могут применяться для очистки только тех жидкостей, плотность которых значительно отличается от плотности твердых или жидких загрязняющих примесей. По величине угловой скорости различают центрифуги низкооборотные (5000–10 000 об/лшн), высокооборотные (10 000–20 000 об/мин) и ультрацентрифуги (более 20 000 об/мин).

Эффективность центрифуги определяется не только величиной угловой скорости очищаемой жидкости, но и характером потока в роторе. Исходя из этого, центрифуги делят на очистители с полым ротором и очистители с ротором, имеющим вставку (тарелки). Наиболее распространены тарельчатые очистители, в которых процесс центрифугирования осуществляется путем разделения потока жидкости на тонкие слои без увеличения ее скорости. В тарельчатых сепараторах разделившиеся жидкости (масло – легкий компонент и сгущенная суспензия – тяжелый компонент) больше не соприкасаются и потому не могут вновь смешиваться. Вследствие этого создаются благоприятные условия для осветления жидкостей с малым содержанием твердой фазы (до 0,1 %) и для разделения эмульсий.

Результаты очистки масла от воды и механических примесей зависят не только от величины центробежной силы, но также и от вязкости масла. Чем меньше вязкость масла, тем скорее при прочих равных условиях отделяются от него загрязняющие примеси. Поэтому трансформаторное масло перед центрифугированием подогревают до 45–55 °С. Во избежание дополнительных окислительных процессов при центробежной очистке, при которой масло интенсивно смешивается с воздухом, нагрев до более высокой температуры не рекомендуется. Эффективность работы центрифуги в значительной степени зависит от количества воды, находящейся в масле, и снижается по мере уменьшения содержания влаги. Приходится прибегать к многократной сепарации, чтобы извлечь из масла последние следы воды.

Широкое применение нашли *физико-химические методы регенерации масел*. К ним относятся коагуляция, адсорбция и селективное растворение содержащихся в масле загрязнений. Разновидностью адсорбционной очистки является ионно-обменная очистка [16].

Коагуляция, т. е. укрупнение частиц загрязнений, находящихся в масле в коллоидном или мелкодисперсном состоянии, осуществляется с помощью специальных веществ – коагулянтов. Коагуляция – явление слипания и укрупнения частиц коллоидной системы с образованием рыхлых агрегатов. Коагуляцию могут вызвать: введение в коллоидную систему различных по своей природе агентов (добавление электролитов и неэлектролитов); механическое воздействие (перемешивание или встряхивание); нагревание или, наоборот, сильное охлаждение, пропускание электрического тока и, наконец, действие лучевой энергии. Во всех случаях причиной коагуляции является уменьшение связи частиц с окружающей их дисперсионной средой.

Для переработки масел, особенно нефилтрующихся, в качестве коагуляторов используют различные синтетические моющие средства, поверхностно-активные вещества (далее ПАВ).

Вещества, применяемые для коагуляции, можно разделить на четыре типа:

1. Электролиты - кальцинированная сода, тринатрийфосфат и т. п.; их действие основано на создании двойного электрического слоя на поверхности частиц.

2. Ионогенные ПАВ с активным органическим катионом или анионом (органические электролиты).

3. Неионогенные ПАВ (неэлектролиты).

4. Поверхностно-активные коллоиды и гидрофильные высокомолекулярные соединения.

Эффективными коагуляторами являются:

- 1) серная кислота;
- 2) кальцинированная сода;
- 3) тринатрийфосфат;
- 4) моющее вещество НП-5;
- 5) моющие препараты.

Процесс коагуляции зависит от количества вводимого коагулянта, продолжительности его контакта с маслом, температуры, эффективности перемешивания и т.д. Продолжительность коагуляции загрязнений в отработанном масле составляет, как правило, 20–30 мин., после чего проводится очистка масла от укрупнившихся загрязнений с помощью отстаивания, центробежной очистки или фильтрования [16].

Адсорбционная очистка отработанных масел заключается в использовании способности веществ, служащих адсорбентами, удержи-

вать загрязняющие масло продукты на наружной поверхности гранул и на внутренней поверхности пронизывающих гранулы капилляров. Применение адсорбентов для очистки масла основано на их способности удерживать на своей поверхности значительные количества асфальт-смолистых веществ, кислотных соединений, эфиров и других продуктов старения. При обработке адсорбентами может происходить и химическое взаимодействие между различными кислородсодержащими соединениями продуктов старения масла и адсорбентом.

Характер и величина поверхности пор адсорбента являются решающим фактором, определяющим интенсивность (эффективность) процесса адсорбции: чем больше поверхность пор, тем выше степень адсорбции. Большое значение имеет также величина адсорбируемых молекул. Крупно- и мелкопористые адсорбенты при прочих равных условиях одинаково адсорбируют вещества, состоящие из молекул малых размеров, и по-разному – вещества с крупными молекулами. При превышении адсорбируемыми молекулами размера пор адсорбента эффективность процесса снижается. Для регенерации трансформаторных масел в основном применяются крупнопористые адсорбенты. Высокий эффект очистки при умелом использовании адсорбентов и сравнительная простота всех операций дают возможность использовать этот метод для переработки большинства отработанных масел.

В качестве адсорбентов применяют вещества природного происхождения (отбеливающие глины, бокситы, природные цеолиты) и полученные искусственным путем (силикагель, окись алюминия, алюмосиликатные соединения, синтетические цеолиты). Эффективность адсорбции зависит и от природы адсорбента. Например, адсорбенты основного характера (окись алюминия и др.) лучше поглощают и нейтрализуют органические кислоты, особенно низкомолекулярные, и несколько хуже действуют на смолистые вещества. Силикагель же лучше поглощает асфальто-смолистые вещества и несколько хуже – органические кислоты.

Адсорбционная очистка может осуществляться контактным методом – в этом случае масло перемешивается с измельченным адсорбентом, перколяционным методом – тогда очищаемое масло пропускается через адсорбент, или методом противотока – когда масло и адсорбент движутся навстречу друг другу. К недостаткам контактной очистки следует отнести необходимость утилизации большого количества адсорбента, загрязняющего окружающую среду. При перколяционной очистке в качестве адсорбента чаще всего применяется силикагель, что делает этот метод дорогостоящим. Наиболее перспективным методом является адсорбентная очистка масла в движущемся слое адсорбента,

при котором процесс протекает непрерывно, без остановки для периодической замены, регенерации или отфильтрования адсорбента, однако применение этого метода связано с использованием довольно сложного оборудования, что сдерживает его широкое распространение [16].

Ионнообменная очистка основана на способности ионитов (ионно-обменных смол) задерживать загрязнения, диссоциирующие в растворенном состоянии на ионы. Иониты представляют собой твердые гигроскопические гели, получаемые путем полимеризации и поликонденсации органических веществ и не растворяющиеся в воде и углеводородах. Процесс очистки осуществляется контактным методом при перемешивании отработанного масла с зернами ионита размером 0,3–2,0 мм или преколяционным методом при пропускании масла через заполненную ионитом колонну. В результате ионообмена подвижные ионы в пространственной решетке ионита заменяются ионами загрязнений. Восстановление свойств ионитов осуществляется путем их промывки растворителем, сушки и активации 5 %-ным раствором едкого натра. Ионно-обменная очистка позволяет удалять из масла кислотные загрязнения, но не обеспечивает задержки смолистых веществ воды [14].

Селективная очистка отработанных масел основана на избирательном растворении отдельных веществ, загрязняющих масло: кислородных, сернистых и азотных соединений, а также, при необходимости, полициклических углеводородов с короткими боковыми цепями, ухудшающих вязкостно-температурные свойства масел. В качестве селективных растворителей применяются фурфурол, фенол и его смесь с крезолом, нитробензол, различные спирты, ацетон, метил этиловый кетон и другие жидкости. Селективная очистка может проводиться в аппаратах типа «смеситель-отстойник» в сочетании с испарителями для отгона растворителя (ступенчатая экстракция) или в двух колоннах экстракционной для удаления из масла загрязнений и ректификационной для отгона растворителя (непрерывная экстракция). Второй способ экономичнее, поэтому применяется более широко.

Разновидностью селективной очистки является обработка отработанного масла пропаном – при этом углеводороды масла растворяются в нем, а асфальтосмолистые вещества, находящиеся в масле в коллоидном состоянии, выпадают в осадок воды [14].

Химические методы очистки основаны на взаимодействии веществ, загрязняющих отработанные масла, и вводимых в эти масла реагентов. В результате химических реакций образуются соединения, легко удаляемые из масла. К химическим методам очистки относятся кислотная и щелочная, окисление кислородом, гидрогенизация, а также осушка и очистка от загрязнений с помощью окислов, карбидов и гидридов металлов. Наиболее часто используются сернокислотная очистка,

гидроочистка, а также различные процессы с применением натрия и его соединений [15].

По числу установок и объему перерабатываемого сырья на первом месте в мире находятся процессы с применением серной кислоты. Однако в результате сернокислотной очистки образуется большое количество кислого гудрона – трудно утилизируемого и экологически опасного отхода. Кроме того, сернокислотная очистка не обеспечивает удаление из отработанных масел полициклических аренов и высокотоксичных соединений хлора. Таким образом, при очистке отработанных масел серная кислота удаляет из них непредельные углеводороды, асфальто-смолистые соединения и некоторые другие продукты старения.

Все вредные вещества, за исключением органических кислот, удаляются из отработанного масла с кислым гудроном, основная же часть углеводов масла остается почти без изменения.

При очистке масел серной кислотой температура обработки имеет первостепенное значение. Для каждой группы отработанного масла экспериментально должна быть подобрана оптимальная температура очистки. При температуре выше оптимальной увеличиваются скорости реакций серной кислоты с углеводородами и смолами, повышается растворимость кислых и полимерных соединений кислого гудрона в масле. Все это резко ухудшает цвет очищенных смазочных масел и увеличивает выход кислого гудрона.

При температуре очистки ниже оптимальной вязкость масел повышается, осложняются процессы перемешивания и контактирования масла с кислотой, осаждения частиц кислого гудрона и резко удлиняется цикл очистки. В результате резко ухудшается качество масел и увеличивается расход отбеливающей глины (или щелочи), идущей на нейтрализацию кислого масла [14].

Щелочная очистка. Может быть завершающим этапом после сернокислотной очистки, первоначальным этапом щелочно-земельной очистки, а также самостоятельным процессом при переработке отработанных масел, для щелочной очистки обычно применяют каустическую соду, кальцинированную соду и тринатрийфосфат. Следует отметить, что водные растворы щелочных реагентов (NaOH , Na_2CO_3 , Na_3PO_4) могут применяться в том случае, когда технологическое оборудование, на котором проводится регенерация, снабжено мешалкой с перемешивающим устройством (воздушным или механическим) и устройством для обезвоживания (сепараторы или испарители установок с вакуумным отсосом водяных паров).

Применение водных растворов щелочных реагентов для регенерации масел, особенно с высокими кислотными числами, предпочтительнее сернокислотной очистки. Кроме того, щелочная очистка в комплек-

се с контактной дает возможность получать более стабильные регенерированные масла, так как при этом из них полностью не извлекаются оставшиеся присадки.

Щелочные реагенты (Na_2CO_3 и Na_3PO_4) применяются и как эффективные коагуляторы при регенерации «нефильтрующихся» отработанных масел.

В результате щелочной очистки образуются натриевые соли (мыла), которые легко переходят в водный щелочной раствор. Мыла хорошо растворяются в воде, особенно горячей. Отстой масла после щелочной очистки является обязательной операцией. При этом спускают отстоявшиеся щелочные отбросы, а оставшиеся в масле (в основном во взвешенном состоянии) мыла удаляют путем промывки горячей водой [14].

Комбинированные методы. Из всего вышесказанного ясно, что очистка отработанных масел в большинстве случаев не может быть сведена к применению отдельно того или иного основного метода; на практике часто приходится прибегать к различным комбинациям способов, чтобы обеспечить достижение более высокого эффекта. При выборе какого-либо метода или комбинации методов необходимо учитывать характер и природу продуктов старения отработанных масел и требования, предъявляемые к конечной продукции, а также количество собираемых масел. Необходимо также отдавать себе отчет в экологических последствиях тех или иных процессов переработки и выбирать наиболее приемлемые в данных условиях методы. Определив, какие физико-химические свойства масла требуют исправления, можно выбрать соответствующий способ его восстановления [15].

Все шире при переработке отработанных масел используются гидрогенизационные процессы (гидроочистка). Это связано как с широкими возможностями получения высококачественных масел и увеличения их выхода, так и с большей экологической чистотой этого процесса по сравнению с сернокислотной и адсорбационной очистками. Недостатком процесса гидроочистки является потребность в больших количествах водорода, при том что порог экономически целесообразной производительности (по зарубежным данным) составляет 30–50 тыс. т/год. Установка с использованием гидроочистки масел, как правило, блокируется с соответствующим нефтеперерабатывающим производством, имеющим излишек водорода и возможность его рециркуляции.

Обращение с отходами отработанных масел в Республике Беларусь. В соответствии с Реестром объектов по использованию отходов производства в Республике Беларусь использованием отработанных масел занимается свыше 80 организаций, расположенных по всей территории страны. Используют они как собственные отрабо-

танные масла, так и принимают от других. Основная масса организаций использует масла для получения энергии (сжигают в котельных) и лишь единичные предприятия – на получение нового товарного продукта (пластификаторы, реагенты) или с целью регенерации масел [1].

Например, ЗАО «Мотовело Эко» – получение реагентов, ОДО «Аксо», ООО «РосБелЕвроОйл» – получение масел и смазок, ООО «ПСВ Трэйдинг» – пластификаторы, РДУП «БелДорНИИ», ТРУП «Витебское отделение Белорусской железной дороги», ООО «ЭкоУтилизацияСервис» – регенерация масел. Одним из основных предприятий по переработке является ИООО «ДВЧ-менеджмент», которое выпускает на основе отработанных моторных масел широкую номенклатуру индустриальных смазок, компонентов для обеспыливающих и антислеживающих составов, сырье для изготовления базовых масел и других товаров. За 2017 г. эта организация переработала свыше 2,7 тыс. т отработанных масел [18].

Большое количество предприятий по всей республике по-прежнему использует собственные отработанные машинные масла в виде топочного материала для воздушных отопительных агрегатов, водогрейных и других котлов, нагревателей на универсальном масле, отопительных установок и многих других аппаратов. Тем не менее, сравнительная характеристика на основании статистических данных Республики Беларусь показала увеличение направления регенерации отработанных машинных масел и получение нового товарного продукта и уменьшение сжигания в котельных для получения энергии в период с 2010 по 2017 гг. (рис. 5.1).

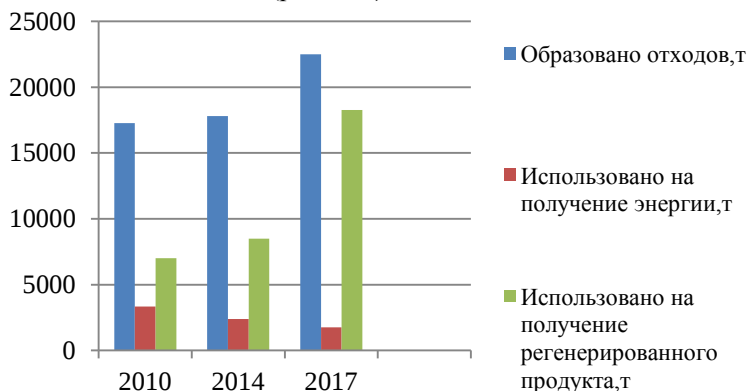


Рис. 5.1. Соотношение количества образования отработанных машинных масел к количеству их использования на получение энергии и на получение исходного продукта в период с 2010 по 2017 гг.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные проблемы переработки отработанных машинных масел в нашей стране.
2. В чем преимущества метода фильтрации машинных масел?
3. Перечислите современные направления переработки отходов машинных масел и основные предприятия в нашей стране.
4. Какой процент от общего объема отработанных машинных масел идет на получение энергии?

6. АНАЛИЗ ОБРАЗОВАНИЯ НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ ОТХОДОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Из общего объема образованных отходов в нашей стране (порядка 49 млн. т) свыше 77 % (38,61 млн. т) приходится на обрабатывающую промышленность, далее следует горнодобывающая промышленность – более 8 % (4,16 млн. т), остальные 15 % (7,09 млн. т) приходится на производство и распределение электроэнергии, газа и воды, строительство и сельское хозяйство.

В общем объеме образования отходов значительную часть составляют крупнотоннажные отходы: галитовые отходы и шламы галитовые глинисто-солевые – 33,69 млн. т (68 %) и фосфогипс – 660,1 тыс. т (1,3 %). По сравнению с 2010 г. объем образования галитовых отходов увеличился в 1,2 раза к 2016 г., что связано с увеличением производственных мощностей [18].

Из общего числа образовавшихся отходов 99,2 тыс. т не используются (без учета галитовых отходов и фосфогипса).

На конец 2015 г. на территории предприятий и ведомственных объектах хранения отходов хранилось 1020,64 тыс. т неиспользуемых отходов (рис. 6.1). Данные представлены без учета галитовых отходов и глинисто-солевых шламов, фосфогипса.

В настоящее время в Беларуси ежегодно образуется порядка 150 видов неиспользуемых отходов с широким спектром морфологических и химических свойств. Структура градации отходов (без учета крупнотоннажных) следующая: в общей массе неиспользуемых отходов (99,2 тыс. т) доля отходов минерального происхождения составляет 44 %, отходов растительного и животного происхождения – 20 %, отходов жизнедеятельности населения и подобных им отходов – 4 %, отходов химических производств и производств, связанных с ними – 24 %, отходов (осадков) водоподготовки котельно-теплового хозяйства и питьевой воды, очистки сточных, дождевых вод и использования воды на электростанциях – 11 %.[1; 3].

Процентное соотношение показано на круговой диаграмме (рис. 6.2).

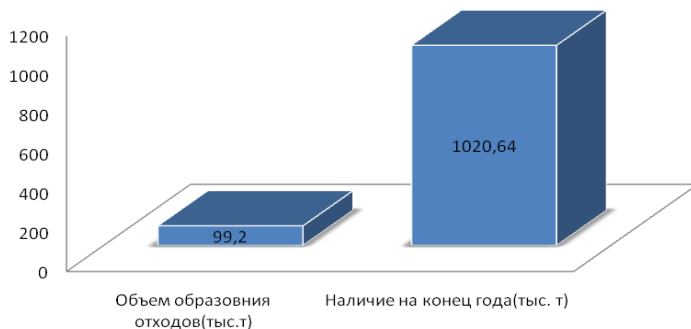


Рис. 6.1. Образование и наличие на конец 2015 г. неиспользуемых отходов в Республике Беларусь (без учета галитовых отходов, глинисто-солевых шламов и фосфогипса)

Объем образования отходов

- Отходы растительного и животного происхождения
- Отходы минерального происхождения
- Отходы химических производств и производств, связанных с ними
- Отходы (осадки) водоподготовки котельно-теплового хозяйства и питьевой воды, очистки сточных, дождевых вод и использования воды на электростанциях.
- Отходы жизнедеятельности населения и подобные им отходы

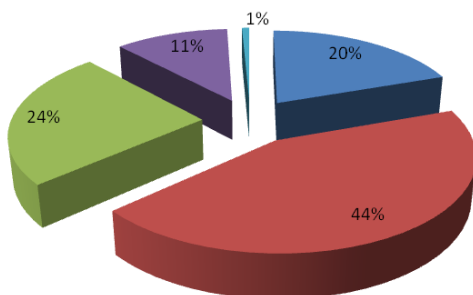


Рис. 6.2. Структура образования неиспользуемых отходов в 2016 г., % (без учета крупнотоннажных отходов)

Из числа неиспользуемых отходов, которые хранятся на территории предприятий и ведомственных объектах хранения отходов 46 % составляют отходы минерального происхождения, 26 % – отходы (осадки) водоподготовки котельно-теплого хозяйства и питьевой воды, очистки сточных, дождевых вод и использования воды на электростанциях, 14 % – отходы растительного и животного происхождения, 14 % – отходы химических производств и производств, связанных с ними, 0 % – отходы жизнедеятельности населения и подобных им отходы, так как полностью поступали на захоронение.

Процентное соотношение показано на круговой диаграмме (рис. 6.3.).



Рис. 6.3. Структура наличия неиспользуемых отходов в 2015 г., % (без учета крупнотоннажных отходов)

По классам опасности на конец 2015 г. было образовано 1,7 тыс. т неопасных отходов; 31,8 тыс. т 4-го класса опасности; 23,7 тыс. т 3-го класса; 1,19 тонн 2 класса; 274,76 т 1-го класса. Класс опасности для 29,8 тыс. т отходов определен не был.

Процентное соотношение показано рис. 6.4.

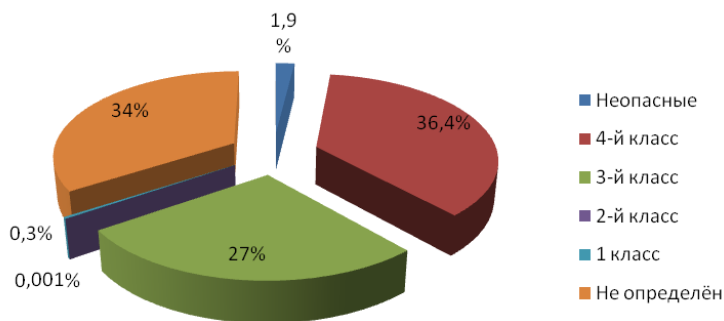


Рис. 6.4. Процентное соотношение количества образования отдельных видов неиспользуемых отходов по классам опасности на конец 2015 г.

Из общего объема неиспользуемых отходов, которые хранятся на территории предприятий и ведомственных объектах хранения отходов доля неопасных отходов составляет 0,01 %, 4 класса опасности – 25,9 %, 3 класса – 30 %, 2 класса – 0,03 %, 1 класса – 0,023 %. Для 44 % неиспользуемых отходов класс опасности не определен.

Процентное соотношение показано рис. 6.5.

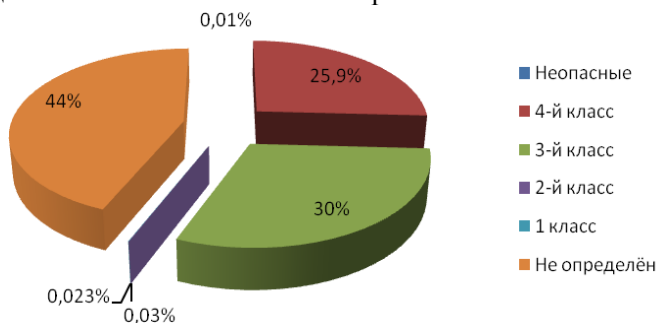


Рис. 6.5. Процентное соотношение наличия отдельных видов неиспользуемых отходов по классам опасности на конец 2015 г.

В разрезе отдельных блоков Классификатора отходов основные неиспользуемые отходы представлены в следующих блоках:

- Блок 1 «Отходы растительного и животного происхождения».
- Блок 3 «Отходы минерального происхождения».
- Блок 5 «Отходы химических производств и производств, связанных с ними».
- Блок 8 «Отходы (осадки) водоподготовки котельно-теплового хозяйства и питьевой воды, очистки сточных, дождевых вод и использования воды на электростанциях».

● Блок 9 «Отходы жизнедеятельности населения и подобные им отходы».

Анализ образования и накопления неиспользуемых отходов растительного и животного происхождения

Общий объем образования отходов растительного и животного происхождения на начало 2016 г. составил 17,1 тыс. т. Данные по образованию и наличию неиспользуемых отходов отображены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Распределение неиспользуемых отходов 1 блока
Классификатора по классам опасности

Класс опасности	Объем образования отходов, т	Наличие отходов на конец года, т
Неопасные	487,79	0,73
3-й класс	105,76	4,47
4-й класс	15967,89	139542,6
Не определен	586,6	22,23

Из них 2,9 % неопасных отходов, 93,1 % отходов 4-го класса опасности, 3,4 % – 3-го класса опасности, и класс опасности не определен для 0,6 % отходов. Наибольшими объемами образования в этом блоке характеризуются следующие виды отходов: ил активный очистных сооружений кожевенного производства (осадок сточных вод), мицелий глубинного способа производства лимонной кислоты, шлам, образующийся при использовании магнезильного сырья, отбеливающая глина (маслосодержащая), смесь табачной пыли, табачной мелочи, жилки табачного листа.

Наибольший объем наличия отходов на начало 2016 г. также у отходов 4-го класса опасности и составляет 99,9 %.

Анализ образования и накопления неиспользуемых отходов минерального происхождения

К отходам минерального происхождения с низким уровнем использования либо неиспользуемым следует отнести землю формовочную горелую, золы и шлаки сжигания отходов и топочных установок, отходы фасонно-литейных цехов, шлифовальных и полировальных материалов, металлические шламы, минеральные остатки от газоочистки, отходы изделий теплоизоляционных асбестосодержащих, песок загрязненный органическими и неорганическими веществами, бой шифера и иное.

Образование неиспользуемых отходов минерального происхождения занимает 1 место в Республике Беларусь на конец 2015 г. и составляет 44 % (без учёта фосфогипса) от общего объема неиспользуемых отходов. Данный блок включает в себя отходы всех классов опасности.

По процентному соотношению преобладают отходы, у которых класс опасности не определен – 75 %. Неопасных отходов на конец 2015 г. образовалось 1,2 %, 3-го класса опасности – 20,6 %, 4-го класса – 2,3 % и 2-го класса опасности 0,003 %.

Отходов 1-го класса, представляющих наибольшую угрозу в 2015 г. образовалось 274,76 т. Это уголь-поглотитель, загрязнённый ртутью и оборудование, и материалы, содержащие полихлорированные бифенилы (ПХБ). Образование шлама ванадийсодержащего (2 класс опасности) невелико и составляет 1,19 тонн.

На территории предприятий и ведомственных объектах хранения на конец 2015 г. располагалось 45,6 тыс. т отходов минерального происхождения. В том числе отходы 1-го и 2-го классов опасности. Объем равен 281,48 и 315,66 т соответственно. Наибольший объем представлен отходами без определённого класса опасности, находящихся на хранении на территории предприятий – 43,3 тыс. т, которые запрещено отправлять на захоронение в соответствии с законодательством нашей страны. Объем образования и наличия неиспользуемых отходов представлен в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Распределение отходов неиспользуемых 3 блока
Классификатора по классам опасности (без учёта фосфогипса)

Класс опасности	Объем образования отходов, т	Наличие отходов на конец года, т
Неопасные	462,89	113,23
4-й класс	893,79	66,63
3-й класс	7889,39	17013,25
2-й класс	1,19	315,66
1 класс	274,76	281,28
Не определен	28 706,66	432 971,99

Анализ образования и накопления неиспользуемых отходов химических производств и производств, связанных с ними

Объем образования неиспользуемых отходов химических производств (5 блок Классификатора отходов Минприроды) на начало 2016 г. равен 21,4 тыс. т (без учета галитовых и глинисто-солевых шламов). Из них 67,4 % приходится на 4-й класс опасности, 27,8 % на 3-й класс опасности, 0,05 % образуется неопасных отходов, и для 4,8 % отходов класс опасности не определен.

Из общего количества неиспользуемых отходов, малая их часть идет на захоронение. На территории предприятий и ведомственных объектах хранения на начало 2016 г. располагалось 137 939,11 т отхо-

дов химических производств и производств, связанных с ними (главным образом, отходы 4-го класса опасности – 89,3 %).

Данные по образованию и наличию отходов представлены в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Распределение неиспользуемых отходов 5 блока
Классификатора по классам опасности

Класс опасности	Объем образования отходов, т	Наличие отходов на конец года, т
Неопасные	12,81	0,15
4-й класс	14420,07	123270,92
3-й класс	5964,43	410,55
Не определен	1023,05	14257,49

Наибольшим количеством накопления характеризуются следующие виды отходов: адсорбенты, кек хромовый, водный раствор формальдегидной смолы, отработанные травильные растворы и т.д.

Анализ образования и накопления неиспользуемых отходов (осадков) водоподготовки котельно-теплового хозяйства и питьевой воды, очистки сточных, дождевых вод и использования воды на электростанциях

В 2015 г. в Республике Беларусь образовалось 9842,52 т отходов (осадков) водоподготовки котельно-теплового хозяйства и питьевой воды, очистки сточных, дождевых вод и использования воды на электростанциях.

По результатам анализа 93 % данных отходов составляют отходы 3-го класса, 0,3 % – 4-го класса и 6,7 % неопасные отходы. Наибольший объем образования имеют: осадки при умягчении воды химподготовки, осадки с отстойников, сухой осадок. На начало 2016 г. на территории предприятий и ведомственных объектах хранения 99 % отходов составляли отходы 3-го класса опасности.

Объем образования и наличия неиспользуемых отходов представлен в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Распределение неиспользуемых отходов 8 блока
Классификатора по классам опасности

Класс опасности	Объем образования отходов, т	Наличие отходов на конец года, т
Неопасные	683,39	0,56
4-й класс	28,68	466,96
3-й класс	9130,45	251 258,78

Анализ образования и накопления неиспользуемых отходов жизнедеятельности населения и подобных им отходов

Объем образования и наличия неиспользуемых отходов представлен в табл. 6.5.

Таблица 6.5

Распределение неиспользуемых отходов 9 блока
Классификатора по классам опасности

Класс опасности	Объем образования отходов, т	Наличие отходов на конец года, т
Неопасные	56,68	0
4-й класс	480,90	0
3-й класс	92,71	0

Практически не используются отходы жизнедеятельности населения и подобные им отходы. Неиспользованные отходы вывозятся на объекты захоронения или накапливаются на территории предприятий. Среди вывозимых на захоронение преобладают отходы производства, подобные отходам жизнедеятельности населения, отходы от уборки территорий промышленных предприятий, а также отходы твердых солесодержащих остатков из дымоулавливающих устройств, различных строительных отходов, отходов сухой уборки гаражей, автостоянок, мест парковки транспорта и др.

Объем образования отходов жизнедеятельности населения и подобных им отходам равен 630,29 т. Из общего числа отходов 76,3 % составляют отходы 4-го класса, 14,7 – 3-го класса, а также 9 % неопасные отходы. Данные отходы полностью поступают на захоронение.

Вопросы для самоконтроля

1. Какой процент от общего объема образующихся отходов составляют неиспользуемые отходы в нашей стране?
2. Отходы какого блока Классификатора составляют наибольший процент в общем объеме неиспользуемых отходов в нашей стране?
3. Перечислите основные виды неиспользуемых отходов 5 блока Классификатора?

II. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ»

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА С ПОМОЩЬЮ КЛАССИФИКАТОРА ОТХОДОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А) Найдите в Классификаторе отходов производства соответствующий код для нижеперечисленных отходов (утвержден постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды 8.11.2007 №85).

1. Упаковка от продуктов питания сотрудников загрязненная.
2. Перегоревшие светодиодные лампы.
3. Бой шифера.
4. Песок с отстойников литейного производства.
5. Дезинфицирующие средства обезвреженные.
6. Масляные фильтры отработанные.
7. Отходы резиновые при производстве галош.
8. Остатки ароматизаторов просроченные.
9. Мешки бумажные из-под цемента.
10. Лигнин гидролизный.
11. Отработанные катализаторы с ванадием.
12. Сивушные масла.
13. Пыль известковая и доломитовая.
14. Антисептические растворы отработанные просроченные.
15. Брак от производства деревянных ящиков.
16. Пыль газоочистных установок при производстве стали.
17. Мусор (смет) с территории предприятия.
18. Дефекат при производстве вкусовых продуктов.
19. Тара стеклянная от проведения анализов в медорганизации.
20. Полиуретан.
21. Песок.
22. Растворы цианидов отработанные.
23. Фосфогипс.
24. Остатки чугуна и стали в машиностроении при выпуске металлических дуг.
25. Рыба некондиционная замороженная.
26. Твердые галитовые отходы при производстве хлористого калия флотационным способом.
27. Карбамидоформальдегидные отвердевшие клеи.
28. Старые лаки и краски, засохшие остатки в бочках.
29. Отходы от уборки парка.
30. Отходы пера и пуха.
31. Глина.
32. Осадки виноделия.
33. Отходы полиэфирных смол с наполнителем.

34. Лампы накаливания перегоревшие.
35. Системы переливания крови из полиэтиленовых материалов.
36. Формовочная глина.
37. Бахилы полиэтиленовые в больнице.
38. Фильтры картонные пропитанные нефтепродуктами.
39. Отходы клея эпоксидного.
40. Бумажные мешки из-под соды.
41. Отходы лакокрасочные смешанные.
42. Пенополиуретан (облой, полосы, брак).
43. Термометры ртутные испорченные.
44. Остатки битума и асфальтобетонной смеси.
45. Щетина и шерсть с кератинами (от убоя животных).
46. Лампы ртутные отработанные.
47. Пыль шлифовальная при производстве паркетных изделий.
48. Бумага, загрязненная смолами.
49. Зола от сжигания древесины.
50. Кофейная шелуха.
51. Краски некондиционные.
52. Лекарства просроченные.
53. Толуол.
54. Шлам газоочистки.
55. Грунт, загрязненный ртутью.
56. Пресс-материал на основе эпоксидной смолы.
57. Кислота щавелевая.
58. Изношенные шины с металлокордом.
59. Стеклобой от кинескопов.
60. Эмульсия битума отработанная.
61. Остатки медицинских перчаток.
62. Кукурузные обертки.
63. Сорбенты очистки углеводородов.
64. Прогорклые растительные масла.
65. Песок, загрязненный маслами (15 % и более).
66. Просроченные пищевые консервы в металлической таре.
67. Деревянная мебель в разобранном виде.
68. Растворители красок и эмалей.
69. Стекло от переработки ламп ртутных обезвреженное.
70. Отходы цветных металлов (алюминий, бронза).
71. Яичная скорлупа.
72. Куски металла при изготовлении деталей методом гибки.
73. Древесный уголь отработанный.
74. Разбитые фужеры в ресторане.
75. Исползованные шприцы.
76. Порошок цемента испорченный и его остатки.
77. Отходы от уборки улицы.
78. Опилки при распиловке древесины.
79. Карбидный шлам.
80. Остатки еды в столовой.
81. Списанные предметы из текстиля.
82. Шлам при производстве серной кислоты.
83. Осадки мыловарения.
84. Смазочно-охлаждающие жидкости с галогенами.
85. Шлам мокрого пылеулавливания при очистке вентвыбросов.
86. Брак при производстве гвоздей.
87. Шламы гальванические кобальтсодержащие.
88. Ватные тампоны, перевязочный материал.

89. Смолы затвердевшие (остатки).
90. Остатки испорченной рыбы.
91. Стружка электродная.
92. Куски оргстекла.
93. Песок с отстойников литейного производства.
94. Проволока не обрезиненная.
95. Кусковые отходы при производстве деревянных ящиков.
96. Шлак ваграночный.
97. Барда послеспиртовая зерновая.
98. Оборудование и материалы, содержащие полихлорированные бифенилы (ПХБ).
99. Куски металла при изготовлении деталей на прессах.
100. Древесные отходы, образующиеся при строительстве.
101. Земля (песок) формовочная горелая.
102. Грунты, загрязненные нефтью.
103. Металлическая тара чистая.
104. Мездра (отходы кожевенного предприятия).
105. Металлическая стружка от обработки металла на токарном станке.
106. Ботва корнеплодов.
107. Шламы гальванические никельсодержащие.
108. Спички некондиционные.
109. Опилки алюминиевые незагрязненные.
110. Картон фильтровальный при изготовлении настоек.
111. Отходы кабелей.
112. Части тела и внутренних органов человека.
113. Отходы органического стекла.
114. Отходы от переработки макулатуры.
115. Бой керамического кирпича.
116. Отходы растительного жира.
117. Отходы полиэтиленовой пленки.
118. Пни и корни при раскряжевке леса.
119. Керамические изделия, потерявшие потребительские свойства.
120. Шлаки электросталеплавильные.
121. Обрезь хромовая в кожевенном производстве.
122. Медицинская одежда списанная.
123. Бой зеркал при остеклении.
124. Остатки замороженных грибов.
125. Отходы печатной продукции цветной печати.
126. Шлам отстойников локальных очистных сооружений гидролизного производства.
127. Отходы производства зеркал.
128. Горбыли и рейки древесные незагрязненные.
129. Отходы строительства, сноса зданий и сооружений.
130. Лом оцинкованной стали несортированный.
131. Карбамидоформальдегидные смолы.
132. Стеклобой в строительстве.
133. Лоскут шелковых тканей.
134. Пыль цинковая.
135. Жмых рапса в масло-жировом производстве.
136. Отходы от разборки зданий.
137. Салфетки с органическими загрязнителями.
138. Плодовые косточки.
139. Стеклобой от кинескопов.
140. Фольга алюминиевая (отходы).
141. Отходы рубероида.

142. Отходы лакокрасочных материалов от покраски автомобилей.
143. Отходы кожаных материалов при проведении обойных работ для автобусов.
144. Медицинские зеркала и ершики использованные.
145. Сучья, ветви, вершины при лесозаготовке.
146. Отходы кухонь.
147. Отходы стеклопластиков.
148. Биологически активные добавки к пище.
149. Поддоны деревянные.
150. Упаковочный гофрокартон незагрязненный.
151. Пыль свинецсодержащая.
152. Стеклобой при остеклении мебели.
153. Силовые трансформаторы с охлаждающей жидкостью на основе ПХБ.
154. При работе салона красоты образуются отработанные одноразовые пеленки из нетканых материалов, загрязненные косметическими препаратами.
155. У юридического лица образуются бумажные мешки от биологического препарата для обезвреживания. На этот препарат получено заключение Министерства здравоохранения Республики Беларусь, что он неопасен.
156. При работе металлообрабатывающих станков используется охлаждающая жидкость, которая затем становится отходом.
157. У юридического лица образуются пластмассовые канистры из-под органических растворителей.
158. У медицинского учреждения образуются отходы от списания растительного сырья при проведении фитолечения.
159. В стоматологическом кабинете образуются слюноотсосы.
160. Замасленная ветошь от обслуживания автомобилей.
161. Иголки от одноразовых шприцов.
162. Шлам первичных отстойников системы очистки промстоков производства керамической плитки.
163. Резиновые пробки от стеклянной медицинской посуды.
164. Отходы, образующиеся при разделке туш.
165. При производстве заготовок для токарных работ образуются обрезки металла различного диаметра (концевые отходы).
166. При выплавке чугуна в печи образуются твердые отходы в плавильной печи.

Б) Идентификация образующихся отходов отдельных технологических процессов. Выявите возможные образующиеся отходы на перечисленных ниже технологических процессах.

1. Снос старых зданий и сооружений.
2. Участок пресс-формовки полипропилена.
3. Столовая университета.
4. Гальванический цех.
5. Автоматно-термический цех.

6. Химическая лаборатория университета.
7. Литейный цех.
8. Проведение ремонта здания.
9. Транспортный цех.
10. Замена электросетей.
11. Предприятие легкой промышленности (пошив одежды).
12. Предприятие пищевой промышленности (производство консервированных овощей и фруктов).
13. Разборка вышедших из употребления металлорежущих станков.
14. Производство керамической плитки.
15. Производство печатных плат (куски текстолита, припой, радиоэлементы).
16. Полиграфический цех.
17. Деятельность ресторана.
18. Стоматологический кабинет.
19. Деревообрабатывающий цех.
20. Центр пластической хирургии.
21. Оказание косметических услуг.
22. Производство косметических препаратов.
23. Замена электросетей.
24. Предприятие легкой промышленности (пошив одежды).
25. Предприятие пищевой промышленности (производство консервированных овощей и фруктов).
26. Разборка вышедших из употребления металлорежущих станков.
27. Гальванический цех.
28. Производство керамической плитки.
29. Производство печатных плат (куски текстолита, припой, радиоэлементы).
30. Полиграфический цех.
31. Деятельность ресторана.
32. Стоматологический кабинет.
33. Деревообрабатывающий цех.
34. Центр пластической хирургии.
35. Оказание косметических услуг.
36. Производство косметических препаратов.

2. ПРОВЕДЕНИЕ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ОБРАЗУЮЩИХСЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

До разработки инструкции по обращению с отходами производства в организации должна быть проведена инвентаризация отходов производства.

Инвентаризация отходов производства (далее – инвентаризация) – деятельность по определению количественных и качественных показателей отходов производства в целях учета отходов и установления нормативов их образования. Порядок проведения инвентаризации установлен Инструкцией о порядке инвентаризации отходов производства, утвержденной постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 29.02.2008 № 17 (далее – Инструкция о порядке инвентаризации) [20; 23; 24].

За период проведения инвентаризации выявляются все образующиеся отходы производства и определяется – надо ли вносить изменения в действующее разрешение на хранение и захоронение для того, чтобы не допустить превышения годового количества образующихся отходов, определенное до настоящего времени. Случаи и основные этапы проведения плановой и досрочной инвентаризации подробно определены в Инструкции о порядке инвентаризации отходов производства.

Может произойти, что за данный период отходов вообще не образовывалось. В таком случае в формах согласно приложениям к Инструкции о порядке инвентаризации заполняются нулевые показатели образования отходов за период проведения инвентаризации. Данные в графу «Расчетное количество образующихся отходов производства за год» заносятся из собственных теоретических расчетов ожидаемого количества образования.

Можно выделить две формы акта инвентаризации: упрощенную и общую. Упрощенная форма заполняется организациями, осуществляющими обращение с коммунальными отходами (приложение 4 к Инструкции о порядке инвентаризации отходов производства), у которых отходы 1-го класса опасности представлены только ртутными лампами или люминесцентными трубками. Общая – организациями, осуществляющими обращение с иными отходами, не входящими в перечень коммунальных отходов. В первом случае один акт инвентаризации без дополнительных приложений заполняется в килограммах и в нем отсутствует разделение отходов по классам опасности.

В случае обращения с опасными отходами и иными отходами производства, не входящими в перечень коммунальных отходов Министерства жилищно-коммунального хозяйства, на этапе инвентаризационного обследования, в первую очередь, оформляются все полученные сведения согласно приложениям 1 и 2 к Инструкции о порядке инвентаризации.

Приложение 1 «Источники образования отходов производства» должно включать количество образующихся отходов по каждому структурному подразделению в килограммах, технологический процесс, при котором образовался тот или иной отход. Примерами технологических процессов могут быть: уборка территории, распаковка сырья и материалов, освещение помещений, обслуживание автотранспорта, списание изношенной спецодежды, канцелярская деятельность, жизнедеятельность сотрудников и пр. Если источник образования один цех и в нем несколько участков, то необходимо в графе «Корпус, цех, участок» отметить на каком участке конкретно образовался тот или иной отход.

Приложение 2 «Сведения о количестве образующихся отходов производства в сроки проведения инвентаризации» представляет обобщенную форму в целом по организации и включает такие показатели, как

определение норматива образования отходов по результатам инвентаризации, определение годового количества образующихся отходов в целом, физико-химическую характеристику отходов. Последний показатель не требует проведения лабораторных исследований по установлению процентного содержания каждого отхода. Здесь необходимо лишь поставить код физического состояния в соответствии с Указаниями по заполнению формы государственной статистической отчетности 1-отходы (Минприроды) «Отчет об обращении с отходами производства», утвержденными постановлением Национального статистического комитета Республики Беларусь от 19 сентября 2013 г. № 208. Название каждого компонента отхода и его процентное содержание определяется ориентировочно. Например, изношенная спецодежда хлопчатобумажная и другая – 90 % хлопчатобумажная ткань и 10 % искусственные ткани, люминесцентные трубки отработанные – стекло – 70 % и 30 % металл, угольные электроды отработанные – 100 % прессованный уголь и т. д. Опасные свойства указываются в соответствии с постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерства здравоохранения Республики Беларусь и Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 17 января 2008 г. № 3/13/2 «Об утверждении Инструкции о порядке установления степени опасности отходов производства и класса опасности опасных отходов производства». Необходимо помнить при этом, что у некоторых отходов может быть два или три опасных свойства, например, одновременно пожароопасность и экотоксичность или реакционная способность и взрывоопасность.

Приложение 3 к Инструкции о порядке инвентаризации отходов производства представляется в территориальные органы Минприроды при получении разрешения на хранение и захоронение отходов производства и включает акт инвентаризации и приложение к акту инвентаризации с полным перечнем образующихся за период инвентаризации отходов производства по классам опасности. При этом отходы с неустановленным классом показывают в акте после неопасных отходов. Основная специфика этой формы – это разделение отходов по классам и представление организации, в которую будут переданы образующиеся отходы. Эта форма требует также подведения итогового количества образующихся отходов по каждому классу опасности. Норматив в данном приложении проставляется в обязательном порядке только для отходов, подлежащих захоронению или долговременному хранению. Для оформления приложения № 3 надо предварительно в соответствии с Реестрами объектов по использованию, обезвреживанию, хранению и захоронению отходов Минприроды определить, куда конкретно будет передаваться тот или иной отход и в каком количестве принимающая организация может его принять. Этим, в том числе, будет в дальнейшем определяться установ-

ление транспортной единицы по каждому виду образующегося отхода при разработке инструкции по обращению с отходами.

Акт инвентаризации должен быть утвержден руководителем организации и подписан всеми членами комиссии.

3. РАСЧЕТ НОРМАТИВОВ ОБРАЗОВАНИЯ И ГОДОВОГО КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗУЮЩИХСЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА, ОФОРМЛЕНИЕ ЗАЯВКИ НА ХРАНЕНИЕ/ЗАХОРОНЕНИЕ ОТХОДОВ

Норматив образования отходов производства – предельно допустимое количество отходов, образуемое при переработке единицы сырья, производстве единицы продукции или энергии, а также при выполнении работы, оказании услуги (п. 11 ст. 1 Закона Республики Беларусь «Об обращении с отходами»). Нормативы образования отходов производства устанавливаются для отходов производства, подлежащих хранению на объектах хранения отходов или захоронению на объектах захоронения отходов, в целях определения количественных показателей образования отходов производства, лимитов хранения и лимитов захоронения отходов производства. Нормативы образования отходов производства утверждаются производителями этих отходов (п. 1 ст. 33 Закона об обращении с отходами).

Нормативы утверждает руководитель организации согласно форме, приведенной в приложении 10 к постановлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 22.10.2010 № 44 «О некоторых мерах по реализации постановления Совета Министров Республики Беларусь от 23 июля 2010 г. № 1104» (далее – постановление № 44) [20; 23; 24].

Нормативы образования отходов утверждаются в организации только для отходов, подлежащих захоронению на объектах захоронения отходов и хранению на объектах хранения отходов. На все отходы, образующиеся у субъекта хозяйствования, нормативы рассчитываются и показываются только в формах инвентаризации отходов производства. Этот показатель называется «норматив образования отходов производства по результатам инвентаризации отходов».

Нормативы образования отходов производства разрабатываются на основе сведений, полученных при инвентаризации, технологических регламентов, удельных норм расходов сырья и материалов, материально-сырьевого баланса и иной нормативно-технической и технологической документации, а также технических нормативных правовых актов, регламентирующих производство продукции, тепловой и (или) электрической энергии, выполнение работ или оказание услуг. В случае изменения режимов работы технологического оборудования или изменения техно-

логических процессов, связанных с образованием отходов производства, изменения качества и (или) вида применяемого сырья, топлива или материалов, повлекшего изменения наименований и (или) количества образования отходов производства, а также в случае изменения наименования юридического лица нормативы подлежат разработке и утверждению.

В настоящее время существуют отдельные разработки по расчету нормативов образования отходов производства, выполненные, например, Белорусским государственным университетом транспорта для образующихся отходов на железнодорожных участках. Часто ссылаются на показатели нормативов образования отходов производства некоторых технологических процессов (приложения к приказу Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 11.05.2011 № 200-ОД). Этот документ можно использовать для сравнения с рассчитанными в организации нормативами.

В соответствии с принятыми подходами к расчету нормативов образования отходов производства, могут использоваться: расчетно-аналитический, опытный и статистический методы.

Расчетно-аналитический метод применяется при наличии конструкторско-технологической документации на производство продукции, применения технологических регламентов, карт потребления сырья и материалов. Исходя из объема и состава материалов определяется норматив образования отходов:

$$H_o = N - (P + P_N),$$

где N – норматив потребления сырья; P – полезный расход сырья на единицу производства продукции; P_N – безвозвратные потери; H_o – норматив образования отходов на единицу продукции.

Если меняется состав сырья значительно, то нормативы рассчитываются на единицу перерабатываемого сырья:

$$H_o = 1 - K_{исп} - K_N,$$

где $K_{исп}$ – коэффициент использования, K_N – коэффициент неизбежных потерь (все рассчитывается в процентах).

Может применяться опытный метод, если используются замеры (взвешивание отходов и отнесение их к объему перерабатываемого сырья или к объему получаемой продукции). Этот метод используется большинством предприятий для тех видов отходов, которые образуются периодически и их объемы могут колебаться (например, промасленная ветошь).

Статистический метод может использоваться, например, медицинскими организациями, в которых в течение года меняется количество

пациентов, материалов и инструментов. В таком случае делают анализ за последние 3–5 лет с учетом возможных эпидемий и значительного периодического повышения количества обращений.

На основании разработанных нормативов образования отходов производства рассчитывают годовое количество образующихся отходов производства. Годовое количество следует показывать как норматив образования отхода, умноженный на расчетную единицу. Результаты расчета могут быть оформлены в произвольной форме. Приведем пример оформления расчета годового количества образующихся отходов (табл. 1).

Таблица 1

Расчет годового количества отходов производства на основании нормативов образования отходов производства предприятия X

Наименование и код отхода производства	Норматив образования отхода производства, тонн	Образование отходов за год, т	Обоснование расчета годового количества отходов производства
Угольные электроды отработанные 3145200	0,001 т/1 единицу техники	0,025	Расчет выполнен следующим образом: $0,001 \text{ т/1 единицу техники} \times 25 \text{ единиц техники в год} = 0,025 \text{ т}$
Отработанные масляные фильтры 5492800	0,0003 т/ 10000 км пробега	0,006	Расчет выполнен следующим образом: $0,0003 \text{ т на } 10000 \text{ км пробега} \times 200 \text{ 000 км пробега в год} = 0,006 \text{ т}$
Остатки латекса 5750500	0,0002 т/1 сотрудника в месяц	0,024	Расчет выполнен следующим образом: $0,0002 \text{ т/1 сотрудника в месяц} \times 10 \text{ сотрудников} \times 12 \text{ месяцев} = 0,024 \text{ т}$
Тормозные композиционные колодки отработанные 5750905	0,0013 т/30 000 км пробега	0,009	Расчет выполнен следующим образом: $0,0013 \text{ т на } 30 \text{ 000 км пробега} \times 200 \text{ 000 км} = 0,009 \text{ т}$
Отработанные фильтр-полотна 5820111	0,0005 т/10 000 км пробега	0,01	Расчет выполнен следующим образом: $0,0005 \text{ т на } 10000 \text{ км пробега} \times 200 \text{ 000 км пробега в год} = 0,01 \text{ т}$

Наименование и код отхода производства	Норматив образования отхода производства, тонн	Образование отходов за год, т	Обоснование расчета годового количества отходов производства
Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел 15 % и более) 5820602	0,0002 т/10 000 км пробега	0,004	Расчет выполнен следующим образом: 0,0002 т на 10 000 км пробега × 200 000 км пробега в год = 0,004 т
Отходы производства подобные жизнедеятельности населения 9120400	0,054 т /год/ 1 сотрудника	0,594	Расчет выполнен следующим образом: 0,054 т в год на 1 сотрудника × 11 сотрудников в офисе = 0,594 т

Заявка на хранение и (или) захоронение отходов производства необходима при получении собственниками отходов разрешений на их хранение и захоронение. Форма заявки на захоронение отходов производства установлена постановлением Минприроды № 44 от 22.10.2010 «О некоторых мерах по реализации постановления Совета министров Республики Беларусь от 23.07.2010 № 1104».

Пример заполненной заявки на захоронение отходов производства приведен ниже.

ЗАЯВКА
на захоронение отходов производства
от 1 марта 2016 г.

ООО «Триада»

(наименование юридического лица, подразделение (филиал, цех),

фамилия, собственное имя, отчество индивидуального предпринимателя)

г. Минск, ул. Тимирязева, 1А, офис 1, пом.1 тел. (17) 2222222,

факс (17) 2222222

(юридический адрес, место жительства, телефон, факс

191025077

учетный номер плательщика)

г. Минск, ул. Зеленая, 1А, офис 1

(место фактического нахождения)

Директор ООО «Триада»

Д.Н. Свитич

М.П.

Наименование собственника отходов	Отходы производства		Объект захоронения отходов		Количество отходов пр-ва, которое план-ся направить на захоронение, т/год
	Наименование	Код	Степень и класс опасности	Наименование	Местонахождение
1	2	3	4	5	6
	Угольные электроды отработанные	3145200	4 класс	УП «Экорес»	г. Минск, ул. Селицкого, 35
	Отработанные масляные фильтры	5492800	3 класс	УП «Экорес»	г. Минск, ул. Селицкого, 35
	Остатки латекса	5750500	3 класс	УП «Экорес»	г. Минск, ул. Селицкого, 35
	Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел 15% и более)	5820602	3 класс	УП «Экорес»	г. Минск, ул. Селицкого, 35
					0,025
					0,006
					0,024
					0,004
					7

Обращаем внимание, что все реквизиты заявки обязательны для заполнения. Наименование и код отхода указываются согласно классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь. Наименование и адрес объекта захоронения отходов производства устанавливается на основании реестра объектов хранения и захоронения отходов производства Минприроды. Количество отходов, которое планируется направить на захоронение определяется на основании проведенного расчета годового количества отходов производства, описанного выше. Наименование собственника отходов производства заполняется в случае получения разрешения на хранение и захоронение отходов производства лицом, уполномоченным собственником отходов производства на получение такого разрешения.

Выдача разрешений регламентируется Положением о порядке выдачи и аннулирования разрешений на хранение и захоронение отходов производства, а также приостановления их действия, утвержденным постановлением № 1104, и осуществляется территориальными органами Минприроды. Разрешение на хранение и захоронение отходов производства необходимо получать только на отходы, подлежащие хранению на объектах хранения либо захоронению на объектах захоронения отходов.

Основания, условия, порядок выдачи, приостановления действия и аннулирования разрешений на хранение и захоронение отходов производства, а также порядок выдачи комплексных природоохранных разрешений определяются Советом Министров Республики Беларусь (п. 2 ст. 25 Закона).

Выдача или отказ в выдаче разрешения осуществляется органом выдачи разрешения в 30-дневный срок. Срок действия разрешения составляет 5 лет и начинается с момента выдачи.

4. РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ КОНКРЕТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Порядок разработки и утверждения инструкций по обращению с отходами производства установлен Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды № 45 от 22.10.2010 г. (далее – постановление № 45) [19].

В общем случае инструкция по обращению с отходами производства юридического лица – это локальный нормативный правовой акт, детально определяющий порядок обращения с отходами производства, образующимися у природопользователя. В силу ст. 17 Закона Республики Беларусь «Об обращении с отходами» субъекты хозяйствования

обязаны разрабатывать и утверждать Инструкции и обеспечивать их соблюдение.

Значение инструкции:

- установить фактические требования к обращению (сбору, хранению и др.) с отходами в организации;
- санкционировать временное хранение отходов в организации;
- является основанием не уплачивать экологический налог за хранение отходов производства при накоплении отходов до одной транспортной единицы. Отсутствие инструкции, также как несоблюдение требований, установленных в инструкции, влечет административную ответственность по ст. 15. 63 Кодекса об административных правонарушениях на юридическое лицо до 1 000 базовых величин

Инструкция по обращению с отходами разрабатывается и утверждается юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими обращение с отходами производства. Инструкция по обращению с отходами разрабатывается и утверждается для юридического лица в целом и (или) для каждого обособленного подразделения юридического лица, осуществляющего обращение с отходами производства (далее - юридическое лицо). Разработанная инструкция по обращению с отходами утверждается руководителем юридического лица или индивидуальным предпринимателем. В соответствии с постановлением № 45 Инструкция по обращению с отходами должна быть пронумерована. Разработанная и утвержденная инструкция по обращению с отходами согласовывается соответствующим территориальным органом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Для согласования инструкции заявителем направляется заявление (фактически – сопроводительное письмо в орган согласования в виде заявления) и текст инструкции. После согласования инструкции необходимо издать приказ о назначении работников, ответственных за обращение с отходами.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «Об обращении с отходами» если собственник здания, в котором расположены различные организации, взял на себя право собственности на образующиеся у арендаторов отходы производства в соответствии с договором аренды помещений, то он разрабатывает инструкцию по обращению с отходами и определяет весь порядок сбора, учета, хранения, использования, обезвреживания, захоронения, перевозки отходов.

До написания инструкции по обращению с отходами производства должна быть проведена инвентаризация отходов производства, выявлены отходы, которые будут указаны в инструкции, установлено их дальнейшее движение, а также определяется круг лиц, ответственных за организацию обращения с отходами и их обязанности.

Состав разделов инструкции и требования к содержанию разделов определены в постановлении № 45.

Разработка раздела инструкции «Общие сведения»

Кроме обязательных требований о представлении наименования юридического лица, учетного номера плательщика, места осуществления деятельности (часто фактический и юридический адрес не совпадают), связанной с обращением с отходами производства и даты государственной регистрации, должна быть также представлена в этом разделе структура юридического лица (количество цехов, административных подразделений, вспомогательных помещений и пр.) для определения в последующих разделах инструкции количества необходимых для ведения книг учета отходов. Если инструкция разрабатывается только для одного филиала юридического лица и не затрагивает структурные подразделения в других городах, районах и т.д., то об этом должно быть сказано в этом разделе инструкции. Также необходимо упомянуть нормативные документы из действующего законодательства в области обращения с отходами, на основании которых разрабатывается инструкция.

Разработка раздела инструкции «Ответственные за организацию обращения с отходами»

В соответствии с постановлением № 45 в данном разделе должен быть представлен перечень должностных лиц, ответственных за организацию обращения с отходами производства и их конкретные обязанности. При наличии двух и более должностных лиц, ответственных за организацию обращения с отходами производства, назначается одно должностное лицо по координации обращения с отходами производства. При распределении ответственности необходимо помнить, что должны быть охвачены все аспекты деятельности в области обращения с отходами –получение разрешение на хранение и захоронение отходов производства, ведение учета, ответственность за разработку инструкции, представление госстатотчетности и все этапы обращения с отходами производства в организации – сбор, учет, хранение, экологически безопасная перевозка и пр. К данному этапу нужно подходить крайне серьезно, так как неправильный выбор работников, отвечающих за отходы, может привести к недочетам в работе, а ошибки, выявленные при проверках и аудитах, повлекут доплату налогов и уплату штрафов.

Разработка раздела инструкции «Образование отходов производства»

В соответствии с постановлением № 45 в данном разделе должен быть определен порядок разработки нормативов образования отходов производства (указаны способы, исходная информация, на основании которой разрабатываются нормативы образования отходов производства). обязательное нормирование осуществляется в отношении отходов, передаваемых на захоронение и подлежащих так называемому «долговременному» хранению на объектах хранения.

При разработке этого раздела обязательно необходимо представить таблицу с указанием расчетных единиц, которые приняты для установления нормативов образования отходов производства. Может быть дана следующая таблица (таблица 2):

Таблица 2

Расчетные показатели для установления нормативов образования отходов в организации «Х»

Код отхода	Наименование отхода	Расчетный показатель	Норматив образования, т/расчетную единицу
1721102	Опилки древесные, загрязненные минеральными маслами (содержание масел 15% и более)	1 станок	0,03 т/1 станок
1721300	Древесные отходы и деревянные емкости, загрязненные органическими химикатами (минеральные масла, лаки)	По факту списания	100% по факту списания
3142413	Отходы сухой уборки гаражей, автостоянок, мест парковки транспорта	1 м ² помещения гаража	0,015 т/год/1м ²
5492800	Отработанные масляные фильтры	Пробег автомашин	0,0003 т/ 10000 км пробега
5750500	Остатки латекса	1 сотрудник	0,00004 т/1 сотрудника в год
5820602	Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел - 15% и более)	1 сотрудник	0,0006 т/1 сотрудника/год
9120400	Отходы производства подобные жизнедеятельности населения	1 сотрудник	0,054 т /год/ 1 сотрудника
9120800	Отходы (смет) от уборки территорий промышленных предприятий и организаций	1 м ² территории	0,005 т/год/1м ²

И далее под таблицей необходимо дать пояснения по каждому из приведенных расчетных показателей. Более подробно возможные методические подходы к данному расчету были приведены в разделе пособия «Расчет нормативов образования отходов производства».

Разработка раздела инструкции «Учет отходов производства»

В соответствии с постановлением № 45 раздел «Учет отходов производства» инструкции по обращению с отходами должен содержать:

- порядок ведения учета отходов производства в местах образования (поступления) отходов производства (книги по форме ПОД-9) в соответствии с ТКП 17.02-12-2014 «Порядок ведения учета в области охраны окружающей среды и заполнения форм учетной документации в области охраны окружающей среды», в том числе количество, места ведения книг учета отходов, срок внесения записей в книги учета отходов, способы определения фактического количества отходов (взвешивание, замер, расчетный метод и иной способ);

- порядок ведения общего учета (книги ПОД-10) образования (поступления) отходов производства в целом от всех источников образования отходов производства у юридического лица и индивидуального предпринимателя и поступления отходов от других юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, в том числе дата внесения сведений в книгу общего учета, которая ведется в соответствии с ТКП 17.02-12-2014;

- порядок сбора данных для представления государственной статистической отчетности в области обращения с отходами производства 1-отходы (Минприроды);

- порядок проведения инвентаризации отходов производства.

Основным требованием при определении порядка ведения книг по форме ПОД-9 является выбор количества книг (на каждом производственном участке или в целом по конкретному структурному подразделению, технологическому процессу, административному зданию и т.д.). Причем должна быть сделана ссылка на структуру юридического лица, указанную в разделе 1 инструкции по обращению с отходами и тем самым объяснено, почему выбрано именно такое количество книг. Также должно быть указано на основании чего заполняются книги по форме ПОД-9 (например, на основании факта образования отходов или на основании отгрузки в другое подразделение или другому юридическому лицу). Нужно иметь в виду, что для некоторых отходов существуют нормы списания. Так, например, для изношенных шин должно соблюдаться равенство принятых на учет и снятых с учета шин.

При определении порядка ведения книги по форме ПОД-10 необходимо помнить, что должна быть указана точная дата внесения ежеме-

сячных записей, которая определяется каждой организацией на основании выполненных договоров о передаче отходов на использование, обезвреживание, захоронение.

При определении порядка сбора данных для представления государственной статистической отчетности в области обращения с отходами производства 1-отходы (Минприроды) необходимо установить, кто конкретно в данной организации собирает и представляет ежегодно эту форму в БелНИЦ «Экология» и четко прописать в данном разделе инструкции сроки представления.

Порядок проведения инвентаризации отходов производства подробно описан в предыдущих разделах пособия. При разработке инструкции должны быть четко определены конкретные для специфики данной организации случаи проведения досрочной инвентаризации и обязательно отмечено, на каком этапе инвентаризации должны быть оформлены приложения 1,2 и 3 к Инструкции «О порядке инвентаризации отходов производства» (постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды № 17 от 29.02.2008).

Разработка раздела инструкции «Сбор и хранение отходов производства»

При описании системы сбора в разделе «Сбор и хранение отходов производства» необходимо помнить требования статей 15 и 24 Закона Республики Беларусь «Об обращении с отходами» (далее – Закон) о классификации отходов и раздельном сборе отходов, а также руководствоваться Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь (постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 08.11.2007 № 85).

В соответствии со статьей 25 Закона:

хранение отходов допускается только в санкционированных местах хранения отходов, и при временном хранении отходов в целях накопления количества отходов, необходимого для перевозки, такие места указываются в инструкциях;

превышение допустимого количества накопления отходов производства при временном хранении не допускается.

Согласно вышеуказанным требованиям в данном разделе обязательно должны быть указаны:

места временного хранения отходов (если место временного хранения отходов не указано в инструкции, то такое хранение отходов считается несанкционированным и за него могут быть применены штрафные санкции);

допустимое количество накопления отходов производства с учетом мощности объекта хранения отходов, требований принимающих организаций, требований законодательства Республики Беларусь к

накоплению и временному хранению отдельных видов отходов (например, шины, свинцовые аккумуляторы, отходы кухонь, отходы жизнедеятельности и пр.), места временного хранения отходов.

Если у субъекта хозяйствования образуются отходы, требующие длительного хранения, то есть для которых на сегодняшний день в республике отсутствуют объекты по использованию, объекты обезвреживания, захоронения отходов, то в данном разделе должен быть приведен перечень таких отходов, а также указываются объекты, на которых хранятся (предполагается хранить) такие отходы (например, отработанные элементы питания или ПХБ-содержащие отходы). Кроме того, отражаются вопросы, связанные с необходимостью получения разрешения на хранение и захоронение отходов, выдача которого регламентирована постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23.07.2010 № 1104 «О некоторых вопросах в области обращения с отходами» (далее – постановление № 1104).

Разработка раздела инструкции «Использование и обезвреживание отходов производства»

В первую очередь, для определения дальнейшего движения отходов с целью передачи на использование, обезвреживание, захоронение надо определить в соответствии с реестрами объектов с сайта Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, куда может быть направлен тот или иной отход производства. Если в реестрах объектов по использованию и обезвреживанию отходов есть технология и соответствующие объекты, то данный вид отходов необходимо отправлять на переработку или обезвреживание.

В данном разделе необходимо отразить вопросы передачи образующихся отходов напрямую переработчикам или отчуждение сторонней организации, которая занимается вывозом отходов на использование, обезвреживание, захоронение. Эти позиции должны быть показаны с учетом требований постановления № 45 об отражении передачи права собственности на отходы от производителя отходов к принимающей организации. Основное внимание при разработке данного раздела должно быть уделено изучению порядка регистрации сделок об отчуждении в соответствии с постановлением совета Министров от 17.01.2008 № 61 «Об утверждении Положения о порядке регистрации сделок о передаче опасных отходов на определенный срок (кроме договора перевозки), а также об отчуждении опасных отходов другому юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю, осуществляющему обращение с отходами». Необходимо четко определить, кто и в каком случае будет регистрировать сделки в конкретной организации.

Если у природопользователя есть объект по использованию, объект по обезвреживанию, объект по хранению/захоронению отходов производства, то в соответствии с постановлением № 45 в этом разделе должно быть определено:

- перечень отходов, которые могут использоваться, обезвреживаться, храниться или захораниваться на таких объектах в соответствии с техническими нормативными правовыми актами;
- перечень отходов, принимаемых от сторонних организаций для хранения, использования, обезвреживания или захоронения;
- краткую характеристику объектов;
- необходимость получения лицензии на деятельность, связанную с воздействием на окружающую среду (при использовании отходов 1-го - 3-го класса опасности, обезвреживании, захоронении отходов);
- зарегистрированы ли такие объекты в соответствующих реестрах.

Получение лицензии на деятельность, связанную с воздействием на окружающую среду, регулируется Указом Президента Республики Беларусь от 01.09.2010 №450 «О лицензировании отдельных видов деятельности».

Регистрация объектов в соответствующих реестрах осуществляется в порядке, определенном постановлением № 1104.

Разработка раздела инструкции «Захоронение отходов производства»

Если в настоящее время не существует технологии по переработке или обезвреживанию данного вида отхода и при этом отход определен в Классификаторе как неопасный или четвертого класса опасности (или ограниченное количество отходов 3 класса опасности), то можно включать его в заявку на получение разрешения на захоронение.

В данном разделе должно быть четко отражено – в каком территориальном органе Минприроды рассматриваемая организация получает разрешение на захоронение отходов производства, перечень отходов, подлежащих захоронению и на каком полигоне конкретно будет производиться захоронение. Для определения полигона твердых коммунальных отходов необходимо проанализировать данные реестра объектов хранения и захоронения, размещенного на сайте Минприроды.

Разработка раздела инструкции «Перевозка отходов производства»

В данном разделе в соответствии с постановлением № 45 следует отразить порядок перевозки отходов, осуществляемой в соответствии с требованиями законодательства Республики Беларусь об обращении с отходами, гражданским законодательством, законодательством о

транспорте, а для перевозки опасных отходов, классифицированных как опасные грузы, порядок, осуществляемый в соответствии с законодательством о перевозке опасных грузов.

Кроме того, в этом разделе также должен быть определен порядок ведения и учета сопроводительных паспортов перевозки отходов производства. Сопроводительный паспорт перевозки отходов производства оформляется в соответствии с постановлением Минприроды от 09.04.2013 № 17 «О внесении изменений в постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 9 декабря 2008 г. № 112». [20,24].

Необходимо рассмотреть по каждому виду образующихся отходов, кто (ответственное лицо) и каким образом (на машине организации, с помощью перевозчика или транспортом принимающей организации в случае отчуждения) будет доставлять отходы на объекты использования, обезвреживания или захоронения и, соответственно, какое количество сопроводительных паспортов перевозки потребуется в каждом случае. Один паспорт заполняется в случае доставки вторичных материальных ресурсов своим транспортом в организацию по переработке или обезвреживанию. Два паспорта заполняются в случае, например, доставки своим транспортом отходов на захоронение на полигон коммунальных отходов. В данном случае второй экземпляр остается на полигоне. И, наконец, три экземпляра заполняются в случае перевозки отходов сторонней организацией-перевозчиком. В этом случае третий экземпляр будет оставаться у организации-перевозчика.

Разработка приложений к инструкции по обращению с отходами производства

В соответствии с постановлением № 45 должны быть приведены обязательные приложения к инструкции: «Образующиеся отходы производства», «Расчет-обоснование количества отходов производства для временного хранения», «Карта-схема источников образования отходов производства» и «Карта-схема хранения отходов производства».

Состав и требования к содержанию этих разделов приведены в постановлении № 45. В первом приложении вопросы могут вызвать две позиции: физическое состояние отходов и сведения о необходимости регистрации сделок. Физическое состояние отходов должно быть указано на основании Приложения 1 постановления Национального статистического комитета Республики Беларусь от 19.09.2013 № 208 «Об утверждении формы государственной статистической отчетности 1-отходы (Минприроды) «Отчет об обращении с отходами производства» и указаний по ее заполнению». Приложение 1 «Перечень кодов и наименований физического состояния отходов» включает 32 кода, из которых не следует делать весь упор только на физическое состояние «твердые». Многие

виды отходов, например, стеклобой, лом стальной несортированный должны иметь код 11 – лом, бой, куски, обломки или дезсредства – код 20 (раствор) и т. д.

В отношении указания сведений о необходимости регистрации сделок в приложении нужно лишь проверить все образующиеся в данной организации отходы на предмет необходимости регистрации сделок в соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23.10.2009 № 1391 «Об утверждении перечня опасных отходов, сделки о передаче которых на определенный срок (кроме договора перевозки), а также об отчуждении которых другому юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю, осуществляющему обращение с отходами, подлежат регистрации». В рассматриваемом приложении к инструкции должно быть указано, кто должен регистрировать сделку по отчуждению того или иного опасного отхода, включенного в перечень Совета Министров Республики Беларусь.

Некоторую трудность представляет приложение № 2 инструкции по обращению с отходами производства – «Расчет-обоснование количества отходов производства для временного хранения». Один из обязательных расчетов, выполняемых при инвентаризации отходов, – определение расчетного годового количества образования отходов, о котором говорилось в предыдущих разделах пособия. С использованием этого показателя несложно рассчитать и обосновать одну транспортную единицу и периодичность вывоза отходов. Одна транспортная единица – допустимое количество накопления отходов производства, необходимое для перевозки на объекты захоронения, обезвреживания отходов и (или) на объекты по использованию отходов. При накоплении отходов до одной транспортной единицы организации не нужно уплачивать экологический налог. Одна транспортная единица может быть 1 вагон или 100 т какого-либо отхода. Она определяется мощностью помещения для временного хранения, требованиями принимающей организации к отдельным видам отходов (отходы масел принимаются в емкостях по 50 л или 100 л, металлолом заготовители принимают от 10 кг, люминесцентные трубки – от 50 шт.), требованиями законодательства (отходы жизнедеятельности и уличный смет не могут накапливаться на территории организации больше одной недели). Кроме того, для некоторых жидких отходов (остатки лабораторных химических препаратов, антисептические растворы и пр.) транспортная единица не указывается и в пояснении записывается, что отходы не накапливаются и сбрасываются в городскую канализацию непосредственно после отработки. Транспортная единица может быть указана в тоннах, метрах кубических, штуках, литрах. Но надо помнить, что вся документация предпри-

ятия по обращению с отходами в нашей стране ведется в тоннах либо в штуках (для ртутьсодержащих отходов).

В данном приложении № 2 также необходимо обосновать расчет такого количества отходов, указать и обосновать периодичность вывоза отходов производства, нарушение которой согласно статье 25 Закона Республики Беларусь «Об обращении с отходами» не допускается.

При разработке приложений к инструкции «Карта-схема источников образования отходов производства» и «Карта-схема хранения отходов производства» необходимо связать места временного хранения с подъездными дорогами и ближайшими объектами инфраструктуры и показать возможность подъезда к контейнерным площадкам. Источники образования отходов и места временного хранения, как правило, различаются для основной массы отходов. В легенде к картам-схемам должны быть показаны все виды отходов, образующиеся в данной организации. Для отходов, которые не хранятся, а отчуждаются сторонней организации непосредственно после образования (например, ртутьсодержащие отходы у некоторых организаций) места хранения не отражаются на карте-схеме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Реестры объектов // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей страны Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/isp-27-11-17-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10.pdf>. – Дата доступа: 02.03.2018.
2. ПРУП «Вторичный щебень» [Электронный ресурс] / Виды отходов и их классификация. – Режим доступа: <http://vtor.by/informatsiya/vidy-othodov>. – Дата доступа: 29.03.2018.
3. Астапенко Д. В. О некоторых вопросах обращения со строительными отходами. / Д.В. Астапенко // Экология на предприятии. – 2012. – № 3. – С. 82-86.
4. Технология и оборудование для переработки и вторичного применения кровельных битумных отходов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.bstu.by/ru/nauka-i-innovatsii/razrabotki/stroitelstvo-2/tehnologiya-i-oborudovanie-dlya-pererabotki-i-vtorichnogo-primeneniya-krovelnyh-bitumnyh-othodov>. – Дата доступа: 15.03.18
5. Утилизация строительных отходов [Электронный ресурс] / Строительные отходы. – Режим доступа: <https://www.intexpress.by/2017/07/05/utilizatsiya-stroitelnyh-othodov/> – Дата доступа: 10.03.2018.
6. Научно-производственная корпорация «МЕХАНОБР ТЕХНИКА» [Электронный ресурс] / Конусная дробилка (инерционная). – Режим доступа: http://mtspb.com/drobilki_konusnye_inercionnye. – Дата доступа: 10.03.2018.
7. Технологии и оборудование [Электронный ресурс] / Технологии и оборудование для переработки полимерных отходов в изделия. – Режим доступа: http://lartagroup.com/articles/tehnologii_i_oborudovanie.html. Дата доступа: 06.05.2018.
8. Давыдова Л.Н., Лукасик В.А., Соловьева Ю.В. Рециклинг термопластов и реактопластов: учебное пособие. - Волгоград 2014 г. Дата доступа: 06.05.2018.
9. Утилизация резиносодержащих отходов // Экология. Справочник [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: <http://ru-ecology.info/post/100909100030037/>. – Дата доступа: 09.10.2017.
10. Цель 99 [Электронный ресурс] /Переработка. – Режим доступа: <http://target99.by/filesite/glass%20recycling.pdf> – Дата доступа: 13.11.2016
11. ГО «Белресурсы»[Электронный ресурс] /Стеклобой. – Режим доступа: <http://belres.by/stekloboi.html>- Дата доступа: 05.03.2018
12. Второтходы [Электронный ресурс] / Переработка стекла. – Режим доступа: <http://vtorothodi.ru/vse-ob-otxodax/vidy-vtorsyrya> - Дата доступа: 04.05.2018

13. Дробление-прессование [Электронный ресурс] / Стеклобой. – Режим доступа: drobienie-pressovanie.ru/stekloboj-i-ego-vidy/ - Дата доступа: 04.05.2018

14. Коваленко В. П. Загрязнение и очистка нефтяных масел / В.П. Коваленко. – М.: Химия, 1978. – 304 с.

15. Хафизов А. Р., Сайфуллин Н. Р., Ишмаков Р. М, Абызгильдин А. Ю., Утилизация отработанных масел / А. Р. Хафизов, Н. Р. Сайфуллин, Р. М. Ишмаков, А. Ю. Абызгильдин. – Уфа: Государственное издательство научно-технической литературы «Реактив», 1996. – 260 с.

16. Коваленко В. П., Турчанинов В. Е. Очистка нефтепродуктов от загрязнений. М.: Недра, 1990. - С. 72-86.

17. Сбор масел [Электронный ресурс] / Режим доступа: [<http://mdd-bel.com/mdd-bel/novosti/v-minske-za-6-mesyaczev-sobrano-okolo-300-t-otrabotannyix-technicheskix-masel.html>] / Дата доступа 05.03.18.

18. Экологический бюллетень // Официальный сайт БелНИЦ Экология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minpriroda.gov.by/ru/reestr-ru/>. – Дата доступа: 02.03.2018.

19. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 22.10.2010 № 45 «Об утверждении Инструкции о порядке разработки и утверждения инструкции по обращению с отходами производства».

20. Закон РБ «Об обращении с отходами» от 20.07.2007 г. № 271-3.

21. Указ Президента Республики Беларусь № 313 от 11.07.2012 г. «О некоторых вопросах обращения с отходами потребления»

22. Национальная стратегия по обращению с твердыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами в Республике Беларусь на период до 2035 года, утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28.07.2017 № 567

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.minpriroda.by>

2. <http://www.tnpa.by>

3. <http://www.target99.by>

Учебное издание

Мисюченко Виктория Мечеславовна

ПЕРЕРАБОТКА
ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ
И РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТОВ
ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Компьютерная верстка *З. Ф. Кафарова*
Техническое редактирование *А. В. Красуцкая*

Подписано в печать 26.12.2018. Формат 60×90 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 6,5. Уч.-изд. л. 4,74.

Тираж 100 экз. Заказ № 16.

Республиканское унитарное предприятие «Информационно-
вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий

№ 1/161 от 27.01.2014, № 2/41 от 29.01.2014.

ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.