

2  $\frac{11-17}{16}$

Б.Б. Бобович

# УТИЛИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И АВТОКОМПОНЕНТОВ



черные металлы

неметаллы

цветные металлы

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МГИУ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

2  $\frac{11-17}{16}$

Б.Б. Бобович

УТИЛИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И АВТОКОМПОНЕНТОВ

Учебное пособие

*Допущено Учебно-методическим объединением вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190201 «Автомобиле- и тракторостроение»*

Москва 2010

УДК 504.064.45:629.33(075.8)  
ББК 30.69  
Б72



Рецензенты:

*Графкина М.В., профессор, доктор технических наук, заведующая кафедрой «Экология и безопасность жизнедеятельности» Московского автомеханического института (технического университета); Резчиков Е.А., профессор, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и промышленная экология» Московского государственного индустриального университета.*

**Бобович Б.Б.**  
Б72 Утилизация автомобилей и автокомпонентов: учебное пособие. – М.: МГИУ, 2010. – 176 с.

РОССИЙСКАЯ  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
БИБЛИОТЕКА  
2011

ISBN 978-5-2760-1830-0

В учебном пособии рассмотрен передовой зарубежный опыт организации работ по утилизации выводимых из эксплуатации автомобилей. Дана оценка отечественной нормативно-правовой базы в этой области.

Рассмотрены технологии и оборудование для мойки и разборки автомобилей и автоагрегатов, а также технологии восстановления деталей.

Приведены технологические схемы утилизации кузовов, аккумуляторов, пластмассовых деталей, автопокрышек, моторного масла, обивочных и других материалов. Рассмотрены вопросы сжигания и захоронения отходов, не подлежащих рециклингу.

Изложены вопросы защиты окружающей среды и работающего персонала от вредного воздействия процессов и продуктов утилизации автомобилей и автокомпонентов.

Пособие предназначено для студентов высших учебных заведений машиностроительного профиля, обучающихся по специальностям 190201 «Автомобиле- и тракторостроение», 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов», 280202 «Инженерная защита окружающей среды», а также для преподавателей и инженерно-технических работников.

УДК 504.064.45:629.33(075.8)  
ББК 30.69

ISBN 978-5-2760-1830-0

© Бобович Б.Б., 2010  
© МГИУ, 2010

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
1. Зарубежный опыт утилизации автомобилей.....	7
2. Нормативно-правовая база обращения с выведенными из эксплуатации автомобилями .....	14
3. Основные узлы и агрегаты автомобиля .....	19
4. Разборка и очистка агрегатов и деталей утилизируемых автомобилей .....	34
4.1. Разборка автомобиля и его агрегатов .....	34
4.2. Очистка агрегатов и деталей автомобилей .....	36
4.3. Анализ состояния и сортировка деталей, снятых с автомобилей.....	40
5. Восстановление деталей утилизируемых автомобилей.....	43
5.1. Организация работ по восстановлению деталей .....	43
5.2. Технологии восстановления деталей .....	45
6. Процессы и аппараты, используемые при утилизации металлолома .....	51
6.1. Значение использования вторичных металлов .....	51
6.2. Классификация металлических отходов .....	52
6.3. Технология и оборудование для подготовки металлолома к переплаву .....	55
6.3.1. Прессование автомобильного металлолома .....	55
6.3.2. Дробление автомобильного металлолома .....	59
6.3.3. Видовая сепарация отходов металлов .....	64
7. Технологические схемы переработки автомобильных кузовов и автоагрегатов.....	77
7.1. Утилизация автомобильных кузовов .....	77
7.2. Утилизация отработанных аккумуляторов .....	81
7.3. Утилизация моторного лома .....	84
7.4. Переработка лома радиаторов .....	85
7.5. Утилизация катализаторов дожигания выхлопных газов .....	86
8. Утилизация пластмассовых деталей автомобилей.....	90
9. Утилизация изношенных автопокрышек и резинотехнических изделий.....	108
9.1. Изготовление и применение резиновой крошки .....	110
9.2. Производство регенерата .....	115

9.3. Химические способы утилизации резиновых отходов ....	118
10. Утилизация отработанных моторных масел .....	122
10.1. Причины и виды загрязнений моторных масел.....	122
10.2. Способы регенерации отработанных масел.....	126
10.3. Промышленные установки для регенерации отработанных масел.....	134
10.4. Сжигание отработанных масел.....	139
11. Переработка текстильных отходов .....	143
11.1. Применение текстильных материалов в современных автомобилях .....	143
11.2. Технологии утилизации текстильных отходов.....	144
11.3. Производство нетканых материалов из вторичных волокон .....	149
12. Утилизация электролита.....	155
13. Сжигание и захоронение отходов утилизации автомобилей.....	157
14. Охрана окружающей среды и техника безопасности при утилизации автомобилей.....	163
14.1. Охрана окружающей среды .....	163
14.2. Техника безопасности при утилизации автомобилей ....	164
Список использованной литературы .....	174

## ВВЕДЕНИЕ

Автомобиль является крупнейшим загрязнителем окружающей среды. Несмотря на это, трудно представить жизнь современного общества без автомобильного транспорта, поскольку отказаться от тех возможностей, которые он предоставляет и обществу, и индивидуальному владельцу, мы уже никогда не сможем.

Автомобиль в наше время стал самым массовым средством транспорта, поскольку человек стремится передвигаться, по возможности, быстро, индивидуально и с комфортом. За последние полвека ежегодное расстояние, преодолеваемое человеком в развитых странах, увеличилось в несколько раз. Еще более быстрыми темпами растет объем грузоперевозок. Все это было бы невозможно без бурного развития автотранспорта, которое наблюдается в последней четверти XX века и в наши дни.

Автомобиль постоянно совершенствуется: увеличивается мощность его двигателя, улучшается дизайн, совершенствуется система безопасности, повышается комфортабельность. Вследствие технического развития изменяется материальный состав автомобиля: для его производства используются все новые и новые материалы, обладающие большой долговечностью и не способные к деградации в обычных условиях под действием воздуха, воды, солнечного света и бактерий. И самое, может быть, важное: неуклонно растет количество автомобилей, находящихся в эксплуатации. Считают, что мировой парк автомобилей приблизился к 700 млн единиц. Россия, Китай, Индия, другие страны переживают автомобильный бум. Автопарк России ежегодно увеличивается на 1,6...1,8 млн автомобилей. Только в Москве ежегодный прирост парка автомобилей составляет более 15 тыс. штук, а общая численность зарегистрированных легковых автомобилей в Москве и Московской области в 2008 г. превысила 5,7 млн.

Рост автопарка не всегда связан с объективной необходимостью. Ему способствует техническая, экономическая и рекламная политика автопроизводителей, направленная на увеличение продаж автомобилей. С этой целью производится разработка новых моделей автомобилей и автокомпонентов, проводятся их мощная реклама и кредитование потенциальных покупателей.

Результатом агрессивной рекламной политики автопроизводителей является ускорение обновления автопарка и вывод из эксплуатации автотехники, узлы и компоненты которой вполне пригодны для дальнейшей эксплуатации. В России ежегодно выводится из эксплуатации более 500 тыс. автомобилей. Однако, учитывая, что в 90-е годы прошлого века в нашу страну хлынул поток подержанных автомобилей, иногда полностью выработавших свой ресурс, следует ожидать значительного увеличения количества автомобилей, выводимых из эксплуатации.

Помимо изношенных автомобилей в отходы поступают снятые при ремонте детали и автокомпоненты. К ним относятся аккумуляторы, элементы кузова, детали двигателя и трансмиссии, узлы подвески, автопокрышки, бамперы, другие детали из пластмасс и резины.

Кроме того, в отходы поступают заменяемые рабочие жидкости: минеральное масло, антифриз, тормозная жидкость, серная кислота и др.

Ускорившееся обновление автопарка, увеличение его численности создают реальную и серьезную угрозу окружающей среде, в т.ч. путем неоправданно большого потребления материальных ресурсов. Снизить его может рациональное обращение с выводимыми из эксплуатации автомобилями, автокомпонентами и материалами путем разборки, дефектации и возвращения восстановленных узлов и агрегатов в производство и техническое обслуживание автомобилей.

Исходя из вышесказанного, утилизация автомобилей должна развиваться в двух направлениях: восстановления и повторного использования узлов, агрегатов и других автокомпонентов, сохранивших свой ресурс, и переработки узлов и агрегатов, не подлежащих восстановлению, во вторичные материальные ресурсы с целью их использования при производстве новых материалов.

## 1. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

За прошедшее столетие после начала массового производства автомобилей стала ясна цена, которую приходится платить обществу за удобства, предоставляемые колесным транспортом. Раньше других это поняли страны с высоким уровнем производства и потребления автотранспортных средств – США, Япония, Германия, другие страны европейского сообщества.

Особенно отчетливо это проявилось в конце прошлого века, когда резко увеличились темпы автомобилизации многих стран и ускорилось обновление модельных рядов автомобилей. Это привело к общему увеличению численности автомобилей и сокращению периода их эксплуатации и, как следствие, резко увеличило нагрузку на окружающую среду и в части токсичных выбросов, образующихся при эксплуатации автомобиля, и в части избыточного потребления материальных и энергетических ресурсов.

Такая ситуация потребовала от общества разработки жестких требований к производителям и потребителям автотехники, позволяющих ограничить ее пагубное воздействие на окружающую среду. Разработанные нормы касаются всех стадий жизненного цикла автомобиля: от его проектирования до завершения эксплуатации.

Целями ЕС, США, Японии и других стран при обращении с автомобилями, выработавшими свой ресурс, являются:

- уменьшение загрязнения окружающей среды (почвы, воды, атмосферного воздуха) продуктами деградации автомобилей;
- сокращение потребления материальных и энергетических ресурсов;
- уменьшение затрат на производство материалов за счет использования вторичных материальных ресурсов;
- сокращение нагрузки на окружающую среду за счет уменьшения добычи природных ресурсов.

Расчеты специалистов показывают, что утилизация среднестатистического легкового автомобиля массой 1050 кг позволяет сэкономить 3300 кг природных материальных ресурсов, снизить расход энергии на 56 000 МДж, уменьшить выбросы вредных веществ на 1950 кг. Затраты на утилизацию такого автомобиля составляют 3000 рублей.

Оценка воздействия автомобиля на окружающую среду, в том числе по потреблению природных ресурсов, производится по стандартам ИСО 14040–ИСО 14043. С целью обеспечения выполнения требований этих стандартов в ЕС разработан ряд директивных документов, обязательных для исполнения всеми странами сообщества.

Среди других мер эти документы предписывают:

- резкое сокращение образования не утилизируемых отходов при завершении жизненного цикла автомобиля;
- повторное использование деталей и автокомпонентов;
- необходимость производства из изношенных частей автомобиля вторичных материальных ресурсов;
- необходимость производства энергии путем сжигания отходов, не подлежащих рециклингу.

К принятым директивным документам относятся:

– Директива 2000/53/ЕС «Транспортные средства, вышедшие из эксплуатации», вступившая в действие в июле 2007 г. Она определяет требования по уменьшению образования отходов при выведении автомобиля из эксплуатации и устанавливает ответственность производителей автотранспортной техники за ее утилизацию.

– Директива 2005/64/ЕС «Об одобрении типа автотранспортных средств в части пригодности к утилизации, рециклированию материалов и повторному использованию узлов и деталей».

– Решение 2003/128/ЕС о маркировке пластмассовых деталей автомобилей, облегчающей их идентификацию и рациональную утилизацию.

– Решение 2005/673/ЕС о запрете использования в автомобильных компонентах и материалах тяжелых металлов: свинца (за исключением аккумуляторов), ртути, кадмия, шестивалентного хрома.

Директива 2000/53/ЕС предписывает всем странам, входящим в содружество, до 2006 года обеспечить утилизацию автомобилей, включая сжигание с получением энергии, на 85 %, а рециклирование, т.е. возврат в производственный цикл в виде вторичных материальных ресурсов, на 80 % их массы. К 2015 году все страны должны добиться утилизации автомобилей на 95 %, а рециклирования на 85 %.

Некоторые послабления директива допускает для автотехники, произведенной до 01 января 1980 г., поскольку ее проектирование осуществлялось без учета необходимости экономически эффективной утилизации. При уничтожении этой техники в производство должно возвращаться не менее 70 %, а всего утилизироваться – не менее 75 % ее массы.

Директива 2005/64/ЕС требует от автопроизводителей с 15.12.2008 г. для одобрения транспортных средств в части их утилизации предоставлять следующие документы:

- перечень всех использованных в составе автомобиля материалов;
- расчет согласно предписаниям стандарта ИСО 22628 возможных объемов повторного использования и утилизации материалов, подтверждающий выполнение установленных норм по этим показателям;
- подтверждение выполнения ранее принятых норм по исключению использования токсичных тяжелых металлов;
- подтверждение выполнения ранее принятого решения о маркировке изделий из полимерных материалов;
- технологию проведения утилизации автомобилей;
- доказательства контроля за использованием вторичных материальных ресурсов поставщиками автокомпонентов и применяемых материалов.

На базе этих директивных документов страны ЕС разработали национальные нормативно-правовые акты, а производители автотранспортных средств – стандарты предприятий. Автомобили, не соответствующие требованиям директивных документов ЕС, не могут продаваться в странах содружества. Контроль за выполнением директив осуществляет Европейская комиссия по охране окружающей среды.

Учитывая сложность конструкции современных автотранспортных средств, целесообразность повторного использования автокомпонентов, снятых с утилизируемых автомобилей, в странах Евросоюза считают, что ответственность за утилизацию выведенных из эксплуатации автомобилей должна лежать на предприятиях-производителях автотехники.

Предприятие, ответственное за разработку новой продукции, обязано разработать и технологию утилизации по окончании ее

использования, включая и создание для этих целей специализированных производственных мощностей.

Такой подход к обращению с выводимыми из эксплуатации автомобилями и другими сложными отходами реализуется в странах ЕС наряду с льготным кредитованием и налогообложением, снижением транспортных тарифов и другими мерами экономической помощи предприятиям, занятым их сбором и утилизацией.

В развитых странах утилизацией автомобилей занимается специализированная отрасль промышленности со своей инфраструктурой и государственным регулированием обращения с выводимыми из эксплуатации автомобилями.

В мире утилизацией автомобилей занимаются более 1,5 млн человек. На заводах, перерабатывающих утилизируемые автомобили, работает свыше 700 средних установок (дробилок). Стоимость продукции, производимой из вторичных ресурсов, получаемых при утилизации автомобилей, оценивается в сотни миллиардов долларов.

В США перерабатывается до 95 % изношенных автомобилей, в странах ЕС – более 70 %. Доходы предприятий, занятых переработкой изношенных автотранспортных средств, составляют в США более 25 млрд долларов ежегодно. В этой отрасли действуют более 7000 предприятий с числом работающих около 46 000 человек. Эти предприятия ежегодно утилизируют 14...15 млн автомобилей общей массой более 20 млн тонн. Сбор и подготовку изношенных автомобилей к утилизации производят 20 тыс. малых предприятий. На этих предприятиях происходит выбор годных к эксплуатации или восстановлению автокомпонентов, и только после этого кузов автомобиля передается на средерные заводы, на которых осуществляются измельчение и видовая сепарация продуктов дробления кузова. Количество средних заводов в США – более 200, в Германии – 47, в Англии – 37, во Франции – 40.

Стратегия обращения с утилизируемыми автомобилями в развитых странах основана на экологической и экономической эффективности принимаемых организационных и технических решений. Она включает:

– проектирование автомобилей и автокомпонентов с учетом обеспечения доступной и эффективной их утилизации;

– повторное использование автокомпонентов, снятых с автомобилей и пригодных для дальнейшей эксплуатации;

– восстановление автокомпонентов, снятых с автомобилей и незначительно отличающихся от новых;

– переработку деталей и узлов автомобилей, не подлежащих экономически эффективному восстановлению, во вторичные материальные ресурсы;

– получение энергии от сжигания горючих отходов, не подлежащих переработке;

– захоронение не подлежащих переработке негорючих отходов.

Технология утилизации закладывается в конструкцию автомобиля при его разработке. При проектировании автомобиля учитывается пригодность используемых материалов к рециклингу, отдается предпочтение легкоразъемным соединениям, облегчающим разборку утилизируемого автомобиля, используются маркировка и кодирование узлов и агрегатов, обеспечивающие их идентификацию и последующее использование.

Так, при выборе конструкции соединения деталей автомобиля устанавливается следующая приоритетность:

– быстроразъемные соединения с использованием защелок, зажимов, клипс и др.;

– резьбовые соединения, винты, болты, шпильки, доступные для электро- и пневмоинструмента;

– легкоразъемные клеевые соединения.

Неразъемные соединения (сварка, пайка, прессовая и горячая посадка, склеивание высокопрочными клеями) используются только там, где это требуется для обеспечения конструктивной прочности автомобиля.

При выборе пластмасс предпочтение отдается термопластичным, легко поддающимся повторной переработке материалам: полипропилену, полиэтилену, АБС-пластику, полистиролу, полиметилметакрилату, полиэтилентерефталату, полибутилентерефталату, поликарбонату и др. Термореактивные пластмассы, которые не могут быть расплавлены или переведены в вязкотекучее состояние путем нагревания, в настоящее время в серийном производстве автомобилей не используются.

Начиная с 2000 г., в странах ЕС введена обязательная единая маркировка деталей и узлов автомобилей, облегчающая видовую сепарацию и рациональное использование отходов. При выпуске новых марок автомобилей разрабатываются технологические инструкции по их разборке и возможным направлениям утилизации автокомпонентов, т.к. и законодатели, и производители автомобилей отчетливо понимают, что без четкой маркировки, понятных и доступных технологий разборки невозможно обеспечить к 2015 г. возврат в производство 85 % массы выпускаемых автомобилей.

Следуя предписанным нормативным требованиям, автопроизводители вырабатывают собственную техническую политику, которая должна обеспечить безусловное выполнение принятых норм.

В Японии закон об утилизации автомобилей вступил в действие с 01.01.2005 г. Он регламентирует разборку автомобилей, использование снятых узлов и агрегатов, дробление кузова, рециклинг материалов, сжигание и захоронение нерезицилируемых отходов. Объем рециклируемых автокомпонентов и материалов в Японии в 2005 г. достиг 88 % массы автомобиля. Японские автопроизводители стремятся увеличить его в 2010 и 2015 гг. до 92 и 95 % соответственно.

Некоторые японские фирмы, например, Тойота, планируют в 2010 г. увеличить в 10 раз по сравнению с 2002 г. продажу восстановленных узлов и деталей. При этом стоимость демонтированных автокомпонентов, пригодных к повторному использованию, вдвое ниже стоимости новых деталей и агрегатов. Для облегчения разборки утилизируемых автомобилей Тойота создает специальное технологическое оборудование и оснастку.

Согласно законодательству Германии автопроизводители должны принимать свои автомобили на утилизацию. Крупные автомобилестроительные фирмы строят специальные заводы для разборки и утилизации вышедших из эксплуатации автомобилей. Такие заводы по масштабам сопоставимы с автосборочными производствами. Сбор подлежащих утилизации автомобилей осуществляют 1180 фирм.

Наряду с крупными предприятиями в стране существуют и мелкие фирмы, занятые утилизацией автомобилей. Для проведения таких работ требуется лицензия и наличие технической документации.

Принятая в развитых странах технология утилизации автомобилей включает следующие обязательные стадии:

- сбор автотранспортных средств с выдачей их владельцам документа о проведении утилизации;
- слив из различных систем автомобиля всех рабочих жидкостей с последующей их регенерацией;
- демонтаж опасных и токсичных автокомпонентов, включая аккумуляторные батареи, масляные фильтры, топливные баки, подушки безопасности и др.;
- демонтаж автокомпонентов и деталей, пригодных для дальнейшей эксплуатации без доработки;
- дефектацию и восстановление для дальнейшей эксплуатации автокомпонентов и деталей, требующих ремонта;
- переработку дроблением и видовую сепарацию остатков утилизируемого автомобиля;
- отдельную переработку отходов из различных материалов с целью производства вторичных материальных ресурсов;
- сжигание горючих нерезицилируемых отходов с получением энергии;
- захоронение не утилизируемых негорючих отходов.

Таким образом, в индустриально развитых странах накоплен значительный опыт в области обращения с выводимыми из эксплуатации автомобилями. Существующие в странах ЕС, США, Японии законы рассматривают утилизируемый автомобиль как крупный источник вторичных автокомпонентов и материальных ресурсов.

Действующие механизмы обращения с утилизируемыми автомобилями жестко предписывают нормы повторного использования узлов, агрегатов и материалов. Для решения поставленных задач разработаны технические регламенты на проектирование автомобиля и порядок его разборки и утилизации.

#### **Контрольные вопросы**

1. Расскажите о директивах ЕС в области утилизации автомобилей.
2. Каковы цели и стратегия ЕС при утилизации автомобилей и способы их реализации?
3. Расскажите о стадиях процесса утилизации автомобилей в странах ЕС.

## 2. НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ОБРАЩЕНИЯ С ВЫВЕДЕННЫМИ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯМИ

В России обращение с отходами производства и потребления, в т.ч. такими сложными, как выведенные из эксплуатации автотранспортные средства, регулируется следующими федеральными законами:

- «Об отходах производства и потребления» (от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ, ред. от 18.12.2006 г.);
- «Об охране окружающей среды» (от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ);
- «О санитарно-гигиеническом благополучии населения» (от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ, ред. от 31.12.2005 г.);
- «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» (от 06.10.2003 г. № 131-ФЗ).

Эти законы направлены, прежде всего, на снижение загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления и практически не регулируют обращение с ними как с источниками вторичных материальных и энергетических ресурсов.

Наряду с федеральными законами, в ряде регионов страны приняты местные нормативные документы, направленные на регулирование обращения с выводимым из эксплуатации автотранспортом.

Так, в Москве принят ряд постановлений московского правительства и распоряжений мэра города. Среди них:

- Постановление правительства Москвы от 07.12.1999 г. № 1125 (ред. 31.07.2001 г.) «О создании общегородской системы сбора и переработки автотранспортных средств, подлежащих утилизации»;
  - Распоряжение мэра Москвы от 03.11.1997 г. № 858-РМ «О состоянии и мерах по совершенствованию системы сбора, переработки и утилизации брошенных и разукomплектованных транспортных средств»;
  - Распоряжение первого заместителя премьера правительства Москвы от 17.02.1999 г. № 104-РЗП «О создании производственно-комлекса по переработке отходов городского автотранспорта».
- Кроме того, некоторые решения правительства города касаются утилизации автокомпонентов (аккумуляторов, автошин, изделий из цветных металлов, пластмасс) и расходных материалов (отработанных масел и др.).

Так же как и федеральные законы, они направлены на защиту окружающей среды, а не на рациональное использование содержащихся в выводимых из эксплуатации автомобилях ценных вторичных материальных ресурсов. Однако такой подход принципиально не изменяет отношение к изношенному автотранспорту.

В то же время выведенный из эксплуатации автотранспорт относится к отходам потребления, на обращение с которыми распространяется действие межгосударственного стандарта ГОСТ 30773-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла. Основные положения», введенного в действие с 01.07.2002 г. Стандарт гармонизирован с международной и отечественной нормативной документацией и рассматривает ликвидацию отходов как последнюю стадию жизненного цикла изделия, выводимого из эксплуатации.

Согласно стандарту на этой стадии должны быть определены:

- пригодность отхода к утилизации;
- способ подготовки объекта и возможные направления утилизации;
- безопасность процесса утилизации;
- ресурсосберегающий эффект от утилизации.

Стандарт предусматривает следующие способы обращения с утилизируемыми отходами:

- использование объекта без доработки по прямому назначению повторно, но в другой сфере применения;
- использование объекта с доработкой по прямому назначению;
- демонтаж и использование составных частей утилизируемого объекта в исходном виде;
- демонтаж и использование составных частей утилизируемого объекта в доработанном виде;
- переработку утилизируемого отхода с целью получения вторичных материальных и энергетических ресурсов.

Стандартом предусмотрено, что при невозможности реализации ни одного из вышеперечисленных способов обращения с отходами они подлежат захоронению. В стандарте указывается, что важными аспектами обращения с отходами являются:

- оценка воздействия отходов и продуктов их переработки на здоровье людей и окружающую природную среду;
- создание современной инфраструктуры обращения с отходами, включая стандартизацию, паспортизацию, сертификацию,

лицензирование, экспертизу, информационное и технологическое обеспечение;

– создание производственных мощностей по транспортировке, переработке и захоронению отходов.

Стандарт подробно рассматривает производственно-технологические, ресурсные стороны проблемы обращения с отходами, а также обеспечения безопасности и рисков, связанных с их переработкой и захоронением.

Несмотря на существующие федеральные и региональные законы, а также наличие государственного стандарта, определяющего порядок обращения с отходами, сложные, многокомпонентные отходы, к которым следует отнести и автомобиль, у нас в стране перерабатываются незначительно. Это объясняется высокой стоимостью работ по их сбору и видовой сепарации. Доступность первичного сырья и его относительно низкая стоимость также делают использование отходов нерентабельным, а существующие в стране нормативно-правовые механизмы, регулирующие обращение с отходами производства и потребления, не способствуют их вовлечению в хозяйственный оборот.

Постановление Правительства Российской Федерации от 31.12.2009 г. № 1194 предусматривает проведение эксперимента по стимулированию приобретения новых автомобилей взамен сдаваемых на утилизацию. По-видимому, оно окажет некоторую поддержку автопроизводителям, но также не будет способствовать решению проблемы рационального использования утилизируемых автомобилей, являющихся источником ценных вторичных материальных ресурсов.

Увеличить объемы рециклинга в России автомобильной техники можно лишь при условии создания благоприятных нормативно-правовых, экономических и социально-политических механизмов. Эти механизмы должны учитывать интересы и обязанности производителей автотехники, ее потребителей и переработчиков выведенных из эксплуатации автомобилей.

Решение проблемы может быть достигнуто только на федеральном уровне с учетом того, что автомобиль, даже изношенный и неэксплуатируемый, является объектом частной собственности.

Кроме того, для создания отрасли, занятой утилизацией изношенных автомобилей, необходима государственная экономическая поддержка бизнеса, включая субсидирование процентных ставок по банковским кредитам, налоговые льготы, льготные та-

рифы на транспортные перевозки и пользование водными и энергетическими ресурсами.

При создании федерального законодательства о регулировании обращения с выводимым из эксплуатации автотранспортом необходимо предусмотреть порядок, при котором его соблюдение станет экономически выгодным для всех участников: от владельца автомобиля до завода-производителя.

Из вышесказанного следует, что Россия нуждается в срочной разработке Федерального закона об обращении с выводимым из эксплуатации автотранспортом и автокомпонентами. В этом законе автотранспортные средства должны рассматриваться как предметы частной собственности с вытекающими отсюда последствиями для объектов правового регулирования.

Закон должен устанавливать нормы правовой и экономической ответственности производителей, продавцов и владельцев автотехники за ее сбор и утилизацию.

Кроме того, закон должен предусмотреть меры финансовой поддержки бизнеса, занятого сбором и утилизацией автомобилей.

Помимо принятия такого Федерального закона для энергичного развития отрасли, занимающейся утилизацией выведенных из эксплуатации автотранспортных средств (АТС), необходимо разработать технический регламент. Основными разделами регламента должны быть:

- требования к конструкции АТС, соответствующие наиболее рациональному их рециклингу;
- требования к предприятиям, отвечающим за сбор, транспортировку и рециклинг АТС и их компонентов;
- порядок государственного учета в ГИБДД и федеральной налоговой службе снятых с эксплуатации автомобилей.

Таким образом, существующее в стране законодательство в области обращения с отходами производства и потребления рассматривает их как важнейший загрязнитель окружающей среды, но не способствует рациональному использованию выводимых из эксплуатации автотранспортных средств. Для развития отрасли утилизации изношенных автомобилей необходимы создание благоприятного законодательства, организация государственного регулирования и финансовая поддержка предприятий, занимающихся рециклингом, а также разработка технического регламента, устанавливающего требования к конструкции АТС и порядок обращения с выведенными из эксплуатации автомобилями.

#### Контрольные вопросы

1. Расскажите о нормативно-правовой базе России в области обращения с выводимыми из эксплуатации автомобилями.
2. Расскажите о требованиях ГОСТ 30773-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла. Основные положения».
3. Расскажите о направлениях совершенствования нормативно-правовой базы России в области обращения с утилизируемыми автомобилями.

### 3. ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И АГРЕГАТЫ АВТОМОБИЛЯ

За прошедшее столетие после создания автомобиля проделана огромная работа по совершенствованию его конструкции. В результате этого современный автомобиль очень мало похож на «самоходные» экипажи конца XIX века.

Важнейшие элементы автомобиля, такие как кузов, несущая рама, ходовая часть, двигатель, трансмиссия и рулевое управление, сохранились и по сей день. Однако конструкция современного автомобиля отличается наличием многочисленных систем, назначение которых – повысить его безопасность и комфортабельность, облегчить управление им и уменьшить загрязнение окружающей среды.

В соответствии с назначением к автомобилю предъявляют различные технические, экономические и экологические требования. Эти требования можно разделить на три большие группы: функциональные, потребительские и требования к безопасности автомобиля.

Важнейшим требованием в последние годы становится приспособленность автомобиля, его узлов и агрегатов к рациональному использованию при утилизации после выведения из эксплуатации.

При изготовлении автомобиля применяются все классы современных материалов: сплавы на основе железа, меди, алюминия, свинца, цинка, магния, а также пластмассы, резины, клеи, герметики, лакокрасочные и текстильные материалы, керамики, стекла, драгоценные металлы и др. Укрупненный материальный состав современного автомобиля представлен в табл. 3.1.

Таблица 3.1

**Материальный состав автомобиля «Лада Калина»**

Материал	Содержание, %
Черные металлы	67
Пластмассы	10
Цветные сплавы	7
Резина	6
Шумо-, вибропоглощающие материалы	5
Стекло	4
Текстильные материалы	1

В стремлении удовлетворить требования различных групп потребителей автопроизводители постоянно расширяют модельные ряды автотехники, совершенствуют конструкцию и повышают качество автомобилей. Все выпускаемые транспортные средства можно разделить на легковые автомобили, грузовые автомобили, автобусы, троллейбусы, прицепы и полуприцепы. Среди 50 млн автомобилей, ежегодно выпускаемых мировым автопромом, есть транспортные средства самого разного назначения, но львиную долю их составляют легковые автомобили (более 42 млн штук).

Несмотря на серьезные различия между автомобилями, производимыми разными фирмами, все они состоят из следующих блоков: несущей конструкции, кузова (или кабины), двигателя, движителя (колес или гусениц), трансмиссии, подвески, систем управления.

**Несущая конструкция** служит для установки и крепления на ней всех узлов и агрегатов автомобиля. В качестве последней используется рама автомобиля или кузов. В автомобилях с рамой кузов также устанавливается на нее. Рама выполняет не только функцию соединения всех систем и агрегатов автомобиля, она придает ему необходимую прочность и жесткость. Рама автомобиля может иметь различную конструкцию, но чаще она состоит из лонжеронов, соединенных между собой поперечинами. Рамы изготавливаются из стальных профилей, соединяемых между собой заклепками, болтами и сваркой.

**Кузов** (рис. 3.1) служит для размещения пассажиров и груза, установки сидений, панели приборов, световых приборов, климатических установок, аудиосистем, компьютера и др. Кузова большинства современных легковых автомобилей являются несущими, т.е. на них крепятся все другие узлы и агрегаты.

К кузовам предъявляют ряд технических требований, которые определяются стремлением снизить их стоимость, повысить топливную экономичность автомобиля и безопасность водителя и пассажиров.

Кузов современного автомобиля имеет стандартный набор различных элементов, назначение которых – удовлетворение технических требований к автомобилю. Он состоит из корпуса, капота, крышки багажника, дверей, крыльев, облицовки радиа-

тора, бамперов, панели приборов, подвижных и неподвижных стекол, сидений, облицовки крыши, пола и др.

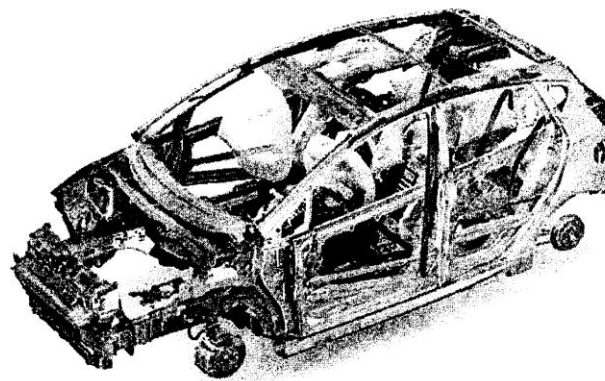


Рис. 3.1. Каркас кузова автомобиля типа «хэтчбэк»

В конструкциях, в которых кузов является несущим, установка всех систем производится на нем, и, помимо соединительной функции, он определяет жесткость и прочность автомобиля. Несущий кузов воспринимает все нагрузки, действующие на автомобиль: массу пассажиров, груза и различных систем и агрегатов, ударные, вибрационные, изгибающие нагрузки, возникающие при движении автомобиля и т.д. В нем размещаются водитель и пассажиры и, следовательно, на него возлагаются функции защиты их от воздействия внешней среды и от травматизма при аварии. Важной функцией кузова является обеспечение необходимого эстетического восприятия автомобиля, что достигается дизайнерской разработкой. Наконец, от формы кузова зависит аэродинамическое сопротивление при движении автомобиля, поэтому современные кузова имеют обтекаемую форму. Это не только улучшает скоростные характеристики автомобиля, но и повышает его топливную экономичность.

Корпус кузова автомобиля изготавливается чаще всего из штампованных стальных деталей, соединенных точечной сваркой. В последние годы расширяется использование пластмасс для изготовления элементов кузова: капотов, крыльев, дверей,

крыши и др. Для этого применяют полиамид, поликарбонат, полиуретан, полипропилен и др.

С целью снижения уровня шума автомобиля детали кузова с большой поверхностью покрываются шумо- и вибропоглощающими полимерными материалами.

Еще одним материалом для производства кузова автомобиля являются алюминиевые сплавы. Использование пластмасс и алюминиевых сплавов является следствием стремления снизить массу автомобиля и повысить коррозионную стойкость кузова. Снижение массы позволяет улучшить топливную экономичность, а повышение коррозионной стойкости увеличивает его долговечность.

Важнейшими элементами кузова являются системы, обеспечивающие комфортабельность, безопасность и информационное обеспечение водителя и пассажиров. К ним относятся сиденья, панель приборов, системы обогрева и кондиционирования, ремни и подушки безопасности и др.

При изготовлении этих изделий широко используются пластмассы и текстильные материалы из полимерных нитей и волокон.

Кузова классифицируются по назначению, конструкции, компоновке и нагруженности. Конструкция кузова и его компоновка зависят от назначения автомобиля.

В грузовом автомобиле несущей является рама; на ней устанавливается кабина, в которой размещаются сиденья, панель приборов, система управления и др.

Кроме того, на раме устанавливается грузовой кузов, который в зависимости от назначения автомобиля может быть изготовлен в виде бортовой платформы, фургона, цистерны и др. У специальных грузовых автомобилей на платформу может устанавливаться технологическое оборудование, военная техника и др.

Кузова и кабины легковых и грузовых автомобилей окрашиваются современными лакокрасочными материалами, назначение которых – защитить их от коррозии и придать необходимый эстетический вид.

Кузова легковых автомобилей и кабины грузовых автомобилей оснащаются различными системами, облегчающими управление автомобилем и повышающими комфортабельность и безопасность. К ним относятся система освещения, система очи-

стки переднего и заднего стекол, различные контрольно-измерительные приборы на панели приборов и рулевом колесе, система кондиционирования, система регулирования положения рулевого колеса, система пассивной безопасности нового поколения (ремни с преднатяжением, надувные мешки и др.), акустические системы и т.д. Все эти системы имеют сложную конструкцию, их работа обеспечивается многочисленными датчиками и электронными приборами.

*Двигатель* (рис. 3.2) приводит в движение автомобиль с помощью движителя. Энергия двигателя возникает либо вследствие сжигания углеводородного топлива (бензина, дизельного топлива, газа, биотоплива и др.), либо за счет питания от электрической сети или электроаккумуляторов. Принципиально возможно создание автомобилей, работающих от других источников энергии, но в настоящее время такие двигатели широкого применения не находят.

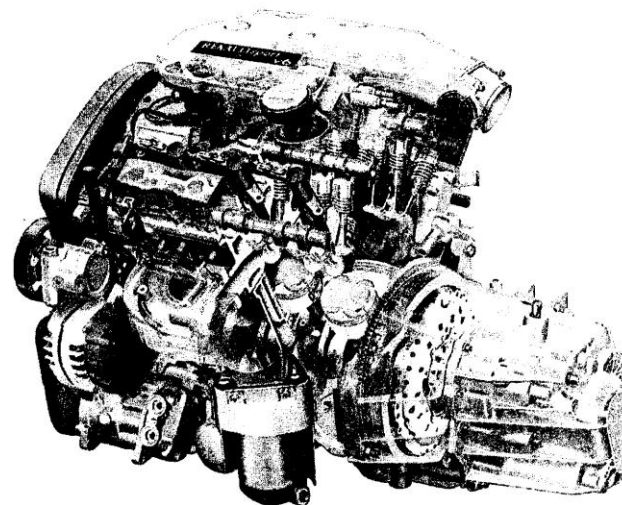


Рис. 3.2. Двигатель LTX автомобиля Clio V6 фирмы Renault

Наибольшее распространение среди двигателей наземных транспортных средств имеют двигатели внутреннего сгорания (ДВС), которые могут быть поршневыми и роторными.

Самая массивная часть двигателя внутреннего сгорания – блок цилиндров с головкой (рис. 3.3). Именно в цилиндрах происходит сжатие и сгорание топливно-воздушной смеси и превращение энергии расширяющихся газов в механическую энергию поршней двигателя, которая затем с помощью шатуна преобразуется во вращательное движение коленчатого вала.

Блок цилиндров двигателя изготавливается из чугуна или алюминиевого сплава. Поршни изготавливаются из алюминиевого сплава, но некоторые элементы поршня делают из стали и чугуна. Шатун изготавливают чаще всего из стали, но в некоторых двигателях используют шатуны из алюминиевых и титановых сплавов.

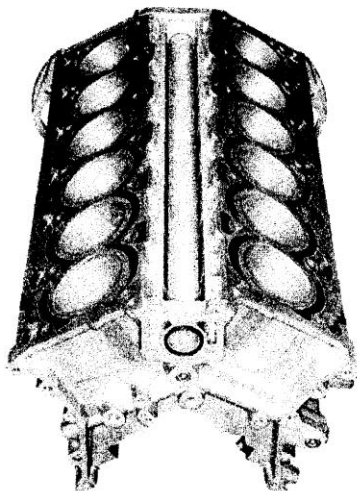


Рис. 3.3. Блок цилиндров двигателя V12 фирмы BMW

Важной частью двигателя является газораспределительная система, состоящая из клапанных механизмов, с помощью которых обеспечивается поочередная подача в цилиндры топливно-воздушной смеси и выпуск из них продуктов сгорания.

Необходимыми составными частями ДВС являются системы питания, зажигания, смазки, охлаждения, выпуска отработавших газов.

Важным элементом современного ДВС является катализатор дожигания выхлопных газов. Его разработка и использование на

всех современных автомобилях связаны с ухудшением экологической обстановки в крупных городах с большими потоками автотранспорта. Загрязнение атмосферного воздуха потребовало введения жестких норм по содержанию токсичных продуктов в выхлопных газах. В индустриально развитых странах действуют нормы Евро-5, в России с 2010 г. вводятся нормы Евро-4. Требования этих стандартов могут быть выполнены только с использованием в системе выпуска отработанных газов катализатора дожигания.

Катализатор предназначен, как это следует из его названия, для дожигания полностью сгоревших продуктов, содержащихся в отработавших газах, до безвредных компонентов, какими считаются вода и углекислый газ. Применение катализаторов дожигания позволило резко снизить загрязнение окружающей среды токсичными продуктами неполного сгорания топлива ( $\text{CH}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ). Происходит это благодаря тому, что в конструкции катализаторов имеются слои драгоценных металлов – платины, палладия, родия, которые обеспечивают активное взаимодействие продуктов неполного сгорания топлива с кислородом, а также восстановление образовавшихся оксидов азота  $\text{NO}_x$  до исходного нейтрального продукта – азота. Эти слои имеют высококоразвитую поверхность благодаря тому, что они нанесены на пористый керамический носитель или блок-носитель из металлической гофрированной фольги.

Катализатор дожигания устанавливается в систему выпуска отработавших газов перед глушителем, за выпускным коллектором двигателя (рис. 3.4).

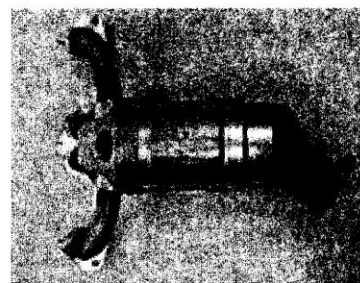


Рис. 3.4. Катализатор автомобиля «Лада Калина»

Наконец, работа двигателя внутреннего сгорания невозможна без источников электрического тока, от которых поступает питание на стартер при пуске, а затем происходит зажигание топливно-воздушной смеси в цилиндрах двигателя. Для этого используются кислотные-свинцовые аккумуляторные батареи, состоящие из пластмассового корпуса и свинцовых пластин, погруженных в раствор серной кислоты заданной плотности (концентрации). Кроме аккумуляторной батареи в автомобиле имеется еще один источник электрического тока – генератор, от которого происходит зарядка аккумулятора во время работы двигателя.

**Двигатель** преобразует энергию двигателя в движение автомобиля. Существуют различные конструкции двигателей, но в подавляющем большинстве автомобилей движение осуществляется с помощью колес, которые могут быть ведущими и ведомыми. Ведущие колеса приводятся в движение с помощью трансмиссии. Это они создают автомобилю тяговое усилие благодаря контакту колеса с дорогой и возникающей силе трения. Если сила трения недостаточна, вращающееся колесо пробуксовывает, и автомобиль не движется. Колесо автомобиля имеет важное значение: от него зависит не только возможность движения автомобиля, но и управление, топливная экономичность, комфортабельность и безопасность пассажиров и водителя.

Колесо – это конструкция, объединяющая пневматическую резиновую шину (как правило, с камерой), металлические обод, соединительный диск и ступицу. Обод, на который надевается шина, жестко соединяется с диском, который крепится к ступице болтами или гайками. Конструкция колеса предусматривает охват им ступицы (рис. 3.5).

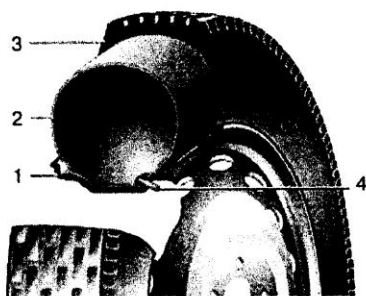


Рис. 3.5. Конструкция колеса автомобиля:  
1 – обод; 2 – камера; 3 – шина; 4 – вентиль

Для разборки и последующего использования автокомпонентов изношенных автомобилей важно, что на ободья колес, так же как и на пневматические шины, наносится маркировка, указывающая важнейшие размеры колеса.

Пневматическая шина состоит из покрышки и камеры. Покрышка изготавливается из износостойкой резины и армирующего корда. Основой резины является каучук, который смешивается с различными ингредиентами (современные высококачественные резины состоят из 18...20 ингредиентов). Для превращения пластичной резиновой смеси в эластичную, прочную резину ее вулканизуют под давлением при повышенной температуре в специальных пресс-формах.

Покрышка неоднородна по конструкции и материалному составу, что позволяет обеспечить различным ее участкам разные свойства в соответствии с испытываемыми при эксплуатации нагрузками. Она состоит из борта, бортовой проволоки, каркаса, брекера, боковины и протектора (рис. 3.6).

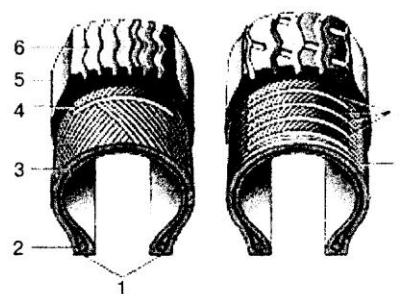


Рис. 3.6. Конструкция автопокрышки:  
1 – борт; 2 – бортовая проволока; 3 – каркас; 4 – брекер;  
5 – боковина; 6 – протектор

Каркас шины изготавливают из прорезиненного корда, в качестве которого используют полимерные нити или стальную проволоку. Именно корд обеспечивает высокую прочность и эксплуатационную долговечность покрышки.

Борта шины предназначены для плотной и жесткой посадки на обод колеса, для чего внутрь бортов вставлена и прочно соединена с резиновой массой стальная проволока.

Внутри покрышки имеется резиновая эластичная камера, она не имеет каркаса и способна растягиваться. Для создания в

камере повышенного давления воздуха у нее имеется вентиль с клапаном.

В ряде случаев используют бескамерные шины. Такая покрышка герметично соединена с ободом колеса благодаря специальным слоям эластичной резины, нанесенной на внутреннюю и внешнюю стороны шины.

**Трансмиссия** автомобиля (рис. 3.7) предназначена для передачи крутящего момента от двигателя к движителю, т.е. к ведущим колесам. Кроме того, с ее помощью можно изменить величину крутящего момента и его направление.

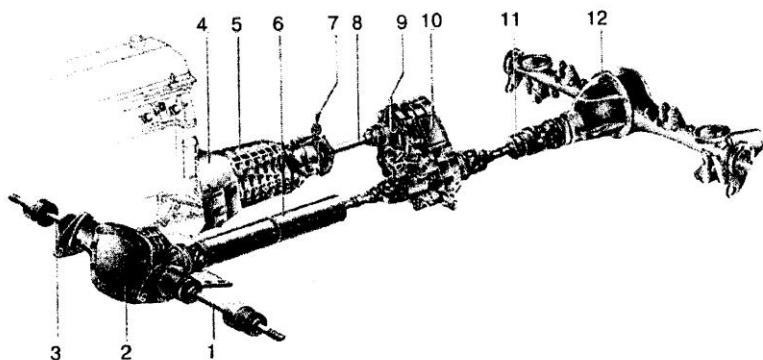


Рис. 3.7. Трансмиссия автомобиля «Шевроле-Нива»:

- 1, 3 – приводы передних колес; 2 – редуктор переднего моста; 4 – сцепление;  
5 – коробка передач; 6 – передний карданный вал; 7 – рычаг переключения передач;  
8 – промежуточный вал; 9 – рычаг управления раздаточной коробкой;  
10 – раздаточная коробка; 11 – задний карданный вал; 12 – задний мост

Работа трансмиссии осуществляется путем изменения передаточного числа. Ее конструкция влияет на массу и компоновку автомобиля, его безопасность и топливную экономичность.

В трансмиссию входят сцепление, привод сцепления, коробка передач, карданная передача, карданные шарниры, главная передача, дифференциал. В современных автомобилях широко используются автоматические трансмиссии и автоматические коробки передач, существенно облегчающие управление автомобилем.

Движитель (колеса) автомобиля связан с кузовом через подвеску, которая гасит колебания и воспринимает силы, действующие на него.

**Подвеска** (рис. 3.8) служит для снижения вертикальных нагрузок на кузов от неровностей дороги и обеспечения плавности движения и комфорта водителя и пассажиров. От подвески зависит не только комфортабельность автомобиля, но и долговечность кузова, т.к. она гасит возможные ударные нагрузки, возникающие при движении автомобиля по неровной дороге.

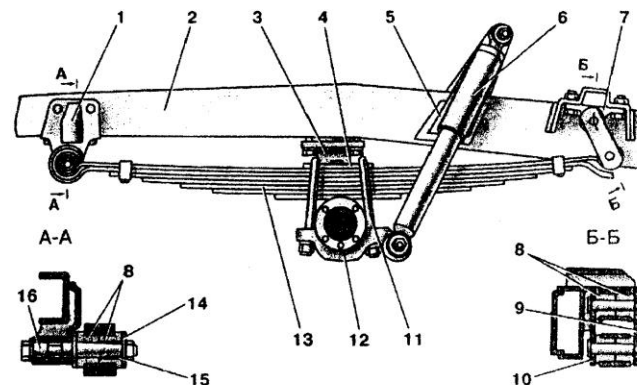


Рис. 3.8. Передняя подвеска автомобилей семейства УАЗ-31512:

- 1 – передний кронштейн; 2 – рама; 3 – буфер; 4 – накладка;  
5 – кронштейн амортизатора; 6 – амортизатор; 7 – задний кронштейн;  
8 – резиновые втулки; 9 – наружная щека серьги; 10 – внутренняя щека серьги;  
11 – стремянка; 12 – подкладка; 13 – рессора; 14 – шайба;  
15 – втулка рессоры; 16 – ось рессоры

Подвеска автомобиля включает направляющее, упругое и гасящее устройства, а также элементы крепления к кузову. В качестве упругих элементов широко используются пружины, листовые рессоры и торсионы, изготавливаемые из стали. В последние годы предпринимаются попытки устанавливать на некоторых автомобилях рессоры из углепластика, однако сколь угодно широкого распространения в серийном производстве такие материалы пока не нашли.

Торсионы представляют собой упругие металлические стержни круглого сечения, работающие на скручивание.

Кроме стальных упругих элементов в конструкции автомобилей используются ограничители хода колес в вертикальном направлении, сделанные из полимерных материалов – резины и полиуретана. В некоторых автомобилях используются пневма-

тические упругие элементы, представляющие собой баллоны из армированной резины, наполненные сжатым воздухом. Для создания в баллонах давления предусмотрено использование компрессоров, являющихся элементом конструкции таких автомобилей.

Еще одним неизменным элементом подвески современных автомобилей являются телескопические гидравлические амортизаторы, состоящие из герметичного цилиндра, внутри которого перемещается шток с поршнем. Цилиндр заполнен вязкой жидкостью и имеет перепускные клапаны для перемещения жидкости. Амортизатор работает упруго как на сжатие, так и на растяжение.

Соединение подвески с кузовом производится с помощью эластичных втулок из резины. Их назначение – гасить вибрационные колебания и снижать уровень шума в салоне, а также защищать подвеску от ударных нагрузок.

Важными узлами автомобиля, тесно связанными в прямом и переносном смысле с подвесками, являются **мосты**, на которых крепятся ступицы колес, упругие элементы и др. Мосты поддерживают кузов и передают нагрузку от него на колеса и обратно от колес на кузов. Существуют различные признаки классификации мостов, но основным является их назначение. По этому признаку мосты делятся на ведущие, управляемые, поддерживающие и комбинированные. Последние одновременно являются ведущими и управляемыми.

**Системы управления** включают рулевое управление, тормозную систему, управление двигателем, трансмиссией, уровнем комфорта в салоне и т.д.

**Рулевое управление** (рис. 3.9) – важнейшая система автомобиля, от ее конструкции и надежности зависит безопасность водителя и пассажиров, возможность сохранять или изменять направление движения; она влияет на маневренность автомобиля, гасит ударные нагрузки, воспринимаемые ходовой частью.

Наиболее широко в современных автомобилях используется рулевое управление с колесами, способными поворачиваться в горизонтальной плоскости. Синхронизация поворота левого и правого колес обеспечивается рулевой трапецией.

Элементами рулевого управления являются: рулевая колонка с рулевым колесом, рулевой механизм, рулевой привод с усилителем.

Рулевое колесо находится в кабине водителя в постоянном контакте с ним. Путем его вращения собственно и осуществля-

ется управление движением автомобиля по заданной траектории. Рулевой механизм предназначен для увеличения приложенных к рулевому колесу усилий рук водителя для поворота колес автомобиля. Он представляет собой механический редуктор.

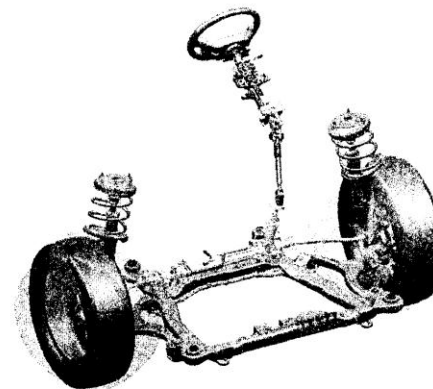


Рис. 3.9. Рулевое управление автомобиля

Рулевое колесо соединяется с рулевым механизмом с помощью рулевого вала, часто выполняемого многозвенным с шарнирными соединениями, что повышает безопасность водителя в аварийных ситуациях и упрощает компоновку автомобиля.

Рулевой привод – это система тяг и шарниров, передающих усилие от рулевого механизма к управляемым колесам.

Практически на всех современных автомобилях устанавливаются гидравлические усилители рулевого управления, облегчающие управление автомобилем.

Очень важной системой автомобиля является **система тормозного управления**, от которой зависит безопасность автомобиля и других участников движения. Система тормозного управления предназначена для замедления и остановки автомобиля при движении, а также для его удержания на стоянке.

Существуют различные способы торможения автомобиля, но наиболее широко используется создание тормозной силы между колесом и дорогой путем замедления его вращения при движении и полной блокировки на стоянке. Создаваемая тормозная сила зависит не только от величины усилия, препятствующего вращению колеса, но и от сцепления его с дорогой. На

скользкой дороге колесо при торможении блокируется, но автомобиль продолжает движение за счет скольжения колес, а не их качения. Поэтому современные автомобили оснащаются антиблокировочной системой (АБС) тормозов.

Система тормозного управления автомобиля включает основную (или рабочую), запасную и стояночную системы торможения. Основная и запасная системы предназначены для замедления движения автомобиля, при этом запасная система срабатывает при выходе из строя основной, а стояночная предназначена для удержания автомобиля на стоянке.

Все тормозные системы состоят из тормозных механизмов и приводов. Привод основной и запасной систем осуществляется с помощью педали тормоза ногой (ножной тормоз). Для облегчения торможения в современных автомобилях используется усилитель тормозов. У большинства современных легковых автомобилей используется гидравлический привод основной и запасной систем торможения. Передача усилия при нажатии на педаль тормоза происходит с помощью герметичной гидравлической системы, заполненной тормозной жидкостью, к которой предъявляются специальные требования. Гидравлическая система состоит из главного и колесных тормозных цилиндров и трубопроводов.

Привод стояночной системы торможения, как правило, осуществляется с помощью рычага, приводимого в действие рукой (ручной тормоз). Удержание автомобиля на стоянке производится путем блокировки задних колес механическим, реже электрическим или пневматическим приводами.

Тормозные механизмы создают усилия, замедляющие вращение колес автомобиля. В большинстве автомобилей их действие основано на создании большой силы трения между тормозными колодками и элементами колеса. Тормозные механизмы размещаются внутри колеса и подразделяются на дисковые и барабанные. В первом случае сила трения возникает при создании контакта между плоскими фрикционными накладками, установленными на тормозные колодки, и вращающимся тормозным диском колеса. В барабанном тормозном механизме сила трения создается между тормозным барабаном, вращающимся вместе с колесом, и раздвигающимися при торможении тормозными ко-

лодками с фрикционными накладками. Их внешний радиус равен внутреннему радиусу барабана, поэтому площадь контакта в момент торможения равна площади фрикционных накладок. Тормозные барабаны и диски отливают из серого чугуна.

На всех современных легковых автомобилях на передних колесах устанавливают дисковые тормоза, а на задних могут быть барабанные или дисковые.

Фрикционные накладки изготавливают из специальных композиционных материалов на полимерной основе. К ним предъявляют высокие требования: они должны быть теплостойкими, износостойкими и иметь высокий коэффициент трения по чугуну. До недавнего времени их изготавливали из асбестокаучуковой композиции. В последние годы в связи с запретом на использование асбеста фрикционные накладки изготавливают из композитов на полимерной основе с углеродными волокнами и из других материалов.

Таким образом, современный автомобиль представляет собой сложную инженерную конструкцию, состоящую из множества блоков, агрегатов и систем управления. Количество деталей на одном автомобиле составляет 4...6 тыс. штук. Автомобиль насыщен многочисленными электрическими, электронными, гидравлическими и пневматическими системами.

Узлы и агрегаты выводимых из эксплуатации автомобилей, а также материалы, из которых они изготовлены, являются ценными вторичными ресурсами и могут быть повторно использованы при сборке и ремонте автомобилей, либо при изготовлении новых материалов. Утилизация автомобилей позволяет рационально использовать вторичные материальные ресурсы, содержащиеся в снятом с эксплуатации автомобиле.

#### Контрольные вопросы

1. Каковы основные узлы и агрегаты автомобиля?
2. Что такое несущая конструкция автомобиля?
3. Каковы основные узлы и системы двигателя внутреннего сгорания?
4. Что такое движитель? Виды и устройство движителей.
5. Расскажите о назначении трансмиссии и подвески автомобиля.
6. Расскажите о системах управления автомобилем.

#### 4. РАЗБОРКА И ОЧИСТКА АГРЕГАТОВ И ДЕТАЛЕЙ УТИЛИЗИРУЕМЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Автомобиль, поступающий на утилизацию, как правило, сильно загрязнен, поэтому вначале он должен быть очищен от грязи, что облегчает разборку, позволяет правильно оценить пригодность снятых узлов и агрегатов к повторному использованию и восстановлению. Считают, что очистка позволяет на 20...30 % повысить ресурс восстанавливаемых деталей и агрегатов и на 15...20 % поднять производительность труда при разборке автомобиля.

##### 4.1. Разборка автомобиля и его агрегатов

Разборка автомобиля заключается в разъеме различных сопряжений агрегатов и узлов. Как уже отмечалось выше, в современных конструкциях автомобилей предпочтение (там, где это возможно по конструктивным соображениям) отдается легко-разъемным соединениям.

Правильная разборка автомобиля позволяет вернуть в сборочное и авторемонтное производство до 70...80 % снятых узлов, деталей и агрегатов, в том числе 40...60 % после восстановления.

Этапы разборки автомобиля и его агрегатов чередуются с этапами мойки и очистки. Утилизируемый автомобиль после мойки поступает на общую разборку, где с него снимают колеса, из его систем сливают все рабочие жидкости (топливо, масло, тормозную, охлаждающую и др.), снимают потенциально опасные системы (подушки безопасности с пиропатроном, преднатяжители ремней безопасности, кондиционер, аккумуляторную батарею и т.д.). Затем с автомобиля снимают электрооборудование, панель приборов, передний и задний бамперы, радиаторы, топливный бак, передний и задний мосты, карданный вал, тормозную и топливную системы, коробку передач, двигатель и т.д. Снятые агрегаты и системы автомобиля поступают на дальнейшую очистку и узловую разборку, которая выполняется на специализированных участках.

Кузова после снятия узлов и агрегатов пакетируются и складываются для последующей утилизации путем дробления и видовой сепарации дробленого продукта с целью выделения черных и цветных сплавов и неметаллических материалов.

На рис. 4.1 показан склад подготовленных к дроблению автомобильных кузовов.



Рис. 4.1. Склад автомобильных кузовов, подготовленных к дроблению

При разборке используют специальное оборудование и оснастку, а процесс проводится по технологическому регламенту, устанавливающему последовательность операций и правила их выполнения.

Основные работы, осуществляемые при разборке автомобиля, связаны с разъемом резьбовых и прессовых сопряжений. Кроме того, при разборке производится значительная работа по перемещению узлов и агрегатов.

Разборка производится на конвейере, эстакаде и стендах, оборудованных специальной оснасткой. Разъем резьбовых соединений осуществляется с помощью пневмо- и электрогайковертов. Специализированные стенды оснащают подвесными многошпindelными гайковертами.

Разборку теплопрессовых соединений производят с помощью винтовых, пневматических и гидравлических прессов.

Перемещение узлов и агрегатов по цеху осуществляют с помощью ленточных и подвесных конвейеров, электрокар и другого оборудования.

## 4.2. Очистка агрегатов и деталей автомобилей

Загрязнение автомобиля и его агрегатов может быть наружным и внутренним. Снаружи автомобиль загрязнен дорожно-почвенными и масляно-грязевыми отложениями, герметизирующими и лакокрасочными покрытиями, продуктами коррозии.

Внутри агрегатов автомобиля имеются загрязнения, возникающие в результате старения смазок, износа трущихся деталей, а также накипь, нагар, продукты коррозии, асфальто-смолистые отложения.

Загрязнения автомобиля и его агрегатов имеют сложный химический состав, и для их удаления используются механические, физико-химические и физические процессы, в основе которых лежат те или иные способы разрушения загрязнений и удаления их с очищаемой поверхности.

Для удаления масляно-грязевых, дорожно-почвенных и асфальто-смолистых отложений и отслоившихся лакокрасочных покрытий используют пароводоструйный способ очистки с применением моющих средств или без них.

Нагар и накипь снимают термомеханическим, гидроабразивным способами и ванно-струйной обработкой щелочным раствором. Такие отложения удаляют также с помощью механического дробления струей мелких твердых частиц (стеклянных шариков, косточковой крошки, полимерных гранул и др.).

Продукты коррозии удаляют гидровиброабразивным способом, погружением в кислотный раствор и другими приемами.

Для очистки автомобильных узлов и агрегатов используют очистные средства, действие которых основано на растворении, адсорбции, эмульгировании, диспергировании и других процессах.

Наибольшее распространение нашли очистные средства на основе органических растворителей и специальные технические моющие средства. Использование нефтепродуктов (бензина, керосина и др.) в качестве моющих средств является устаревшей технологией, приводящей к загрязнению окружающей среды и нерациональному использованию ресурсов. Более эффективно использовать для этих целей специальные моющие растворы.

Все моющие средства имеют в своем составе поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые снижают поверхностное на-

тяжение моющего средства и облегчают смачивание загрязненных поверхностей.

Для ускорения процесса очистки используют нагревание очищающих сред, подачу их под высоким давлением, создание вибрационных колебаний сред и другие приемы.

Очистка автомобилей и их агрегатов осуществляется в струйных и погружных моечных машинах, ультразвуковых и дробеструйных установках. Такие аппараты могут работать в периодическом и непрерывном режимах. Последние работают на крупных авторазборочных и авторемонтных предприятиях. Для мойки автомобиля с применением синтетических моющих средств предназначена струйная моечная машина ОМ-4267.

Очистка погружением осуществляется в роторной машине АКТЬ-227 и конвейерной моечной машине КМ-4 (рис. 4.2).

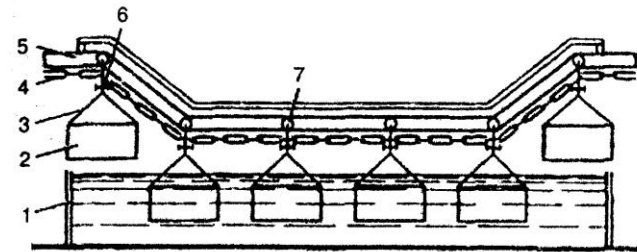


Рис. 4.2. Моечная машина КМ-4 конвейерного типа:  
1 – ванна; 2 – контейнер; 3 – растяжка; 4 – цепной конвейер;  
5 – балка; 6 – шестерня; 7 – каретка

Многостадийную комбинированную очистку деталей и агрегатов производят в установках ОМ-4244 и ОМ-5458. Установки состоят из четырех ванн с различными составами, в которые поочередно загружают контейнеры с очищаемыми узлами и деталями.

Туннельные моечные машины выпускаются с подвесным и ленточным конвейерами. Их используют для мойки и очистки деталей сложной формы: фланцевых деталей с отверстиями, головок блоков цилиндров, поршней, валов, роторных корпусов, зубчатых колес и др.

В туннельных машинах последнего поколения горячий моющий раствор под высоким давлением подается на детали че-

рез распылительные форсунки. Длина зоны очистки и скорость движения конвейера могут устанавливаться с учетом вида очищаемых деталей, степени их загрязнения и необходимой производительности. На рис. 4.3 показана туннельная моечная машина фирмы Sampo-Rosenlew для очистки узлов трансмиссии.

Некоторые особенности имеет процесс удаления с деталей двигателя нагара, представляющего собой продукт неполного сгорания топлива и масла. При восстановлении деталей удаление нагара является обязательной операцией. Для этого используют химическую, механическую и ультразвуковую очистку.

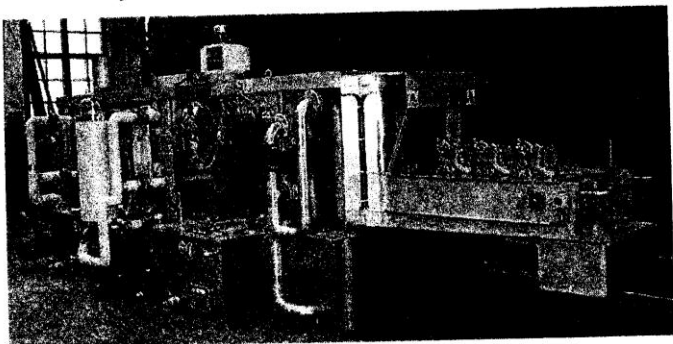


Рис. 4.3. Туннельная моечная машина для очистки узлов трансмиссии

При химическом способе детали погружают на 40...60 мин в щелочной раствор, подогретый до 80...90 °С, после чего их промывают в ванне. Химический способ очистки деталей от нагара недостаточно эффективен.

Механическая очистка деталей от нагара производится с помощью струйной обработки абразивными частицами, которые под воздействием разницы давлений воздуха с большой скоростью подаются на загрязненную поверхность. Удаление нагара производится косточковой крошкой, которая под давлением 0,4...0,5 МПа по шлангу направляется на обрабатываемую деталь. Частицы крошки, ударяясь о поверхность детали, разрушают слой нагара. При этом поверхность детали очищается, и на ней не образуются риски и царапины. Для очистки от нагара мелких деталей в качестве дисперсных чистящих частиц используют металлический песок.

На рис. 4.4 показана комплектная линия Euroblast 10 с циклоном-рециркулятором и пылевой камерой для пескоструйной обработки больших деталей, выпускаемая фирмой Guyson (Англия).

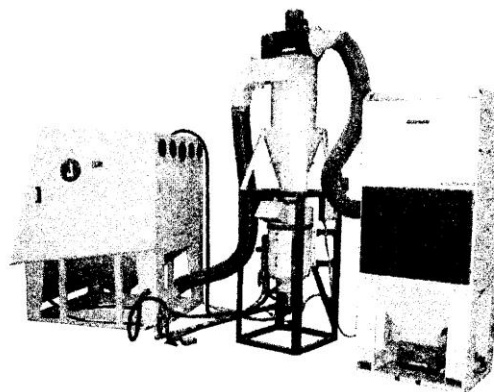


Рис. 4.4. Линия пескоструйной обработки деталей автомобилей

Вакуумные дробеструйные установки позволяют удалять грязь, окалину, ржавчину, старую краску без загрязнения окружающей среды. Установки такого типа компактны и мобильны. Образующиеся при обработке загрязненной поверхности пыль и дисперсные частицы удаляются вакуумным пылесосом и отделяются с помощью фильтров, а абразивный материал автоматически возвращается в технологический процесс. В табл. 4.1 приведена техническая характеристика вакуумной дробеструйной установки 1070PN.

Ультразвуковая (УЗ) очистка деталей от нагара и других загрязнений применяется при обработке деталей сложной конфигурации, имеющих внутренние полости и другие труднодоступные участки поверхности. УЗ очистка деталей основана на передаче энергии ультразвуковых колебаний от преобразователя в моечную ванну, содержащую раствор для очистки. Колебания являются причиной образования мелких воздушных пузырьков, разрушающихся в растворе, что создает эффект кипящей жидкости. Образующиеся пузырьки при соприкосновении с очищаемой поверхностью лопаются и эффективно очищают деталь от различных, сравнительно непрочных отложений, не повреждая самой детали.

Таблица 4.1

**Техническая характеристика вакуумной дробеструйной установки 1070PN**

Характеристика	Единица измерения	Значение характеристики
1. Объем бункера для абразива	литр	38
2. Масса	кг	525
3. Производительность компрессора:		
– давление	МПа	0,8
– объем воздуха	м <sup>3</sup> /мин	10
4. Габариты:	мм	
– длина		1660
– ширина		735
– высота		1565
5. Длина шланга	м	15...45
6. Используемые абразивы	–	Чугунная дробь, оксид алюминия, стеклянные шарики, пластмассовая крошка, скорлупа ореха

Эффективность УЗ очистки зависит от частоты ультразвуковых колебаний, интенсивности ультразвука и физико-химических свойств моющего раствора. Для повышения эффективности УЗ очистки в моющий раствор добавляют поверхностно-активные вещества.

УЗ очистка осуществляется в специальных ваннах в моющих растворах с использованием поверхностно-активных веществ. Промышленность выпускает ванны различного объема. Небольшие ванны с объемом моечной камеры до 35 л оснащены пьезокерамическими преобразователями, генератором мощностью 1 кВт, устройством для подогрева моющей жидкости и другим комплектующим оборудованием.

Более крупные ванны объемом от 50 до 200 л снабжены магнитострикционными преобразователями, полупроводниковыми генераторами, системами нагрева и охлаждения моющего раствора.

### 4.3. Анализ состояния и сортировка деталей, снятых с автомобилей

Детали автомобиля после разборки и очистки проходят дефектацию, целью которой является определение их технического состояния и пригодности для дальнейшего использования. При этом определяются повреждения деталей. Повреждениями

называют отклонения свойств материалов и геометрических размеров деталей от допустимых значений, предусмотренных конструкторской документацией.

Повреждения деталей могут быть внешними и внутренними. Внешние повреждения определяют визуальным осмотром и с помощью измерительных приборов, а внутренние – путем исследования структуры деталей способами неразрушающего контроля.

Причинами появления повреждений могут быть износ, усталость, коррозия и старение материала. Повреждения проявляются в виде отклонений от первоначальных размеров, изменения геометрии и взаимного расположения деталей, появления трещин, негерметичности узлов, вмятин, обломов, задиров, забоины резьбы и других отклонений от требований конструкторской документации.

Повреждения определяют следующими способами:

- визуальным осмотром;
- измерением линейных размеров;
- измерением взаиморасположения деталей;
- определением герметичности узла;
- измерением специальных характеристик.

При визуальном осмотре используют лупы и микроскопы.

Линейные размеры определяют с помощью калибров и мерительного инструмента (штангенциркулей, микрометров и др.), резьбы проверяют резьбовыми калибрами. Взаимное расположение поверхностей деталей проверяют измерительными приборами, имеющими индикаторы часового типа.

Усталостные трещины обнаруживают с помощью магнитных, капиллярных, акустических способов контроля, а также с помощью рентгено- и радиодефектоскопии. Герметичность узла определяют путем определения проницаемости по отношению к жидкости или газу, подаваемым под повышенным давлением.

Современные предприятия, занятые утилизацией автомобилей и восстановлением снятых с них деталей, оснащаются автоматизированными средствами контроля последних поколений – координатными измерительными приборами с автоматической обработкой результатов измерения. Такие средства измерения позволяют повысить производительность труда и надежность измерения, исключив влияние человеческого фактора. Однако стоимость такого оборудования достаточно высока, и его ис-

пользование целесообразно лишь на крупных предприятиях с большими объемами производства.

Неразрушающие способы контроля структуры деталей осуществляются с помощью:

- переносных и стационарных рентгеновских аппаратов типа РУП и РАП;
- гамма-дефектоскопов типа РИД и РК;
- ультразвуковых дефектоскопов типа ДУК и УД;
- магнитных дефектоскопов типа УМД;
- импедансных акустических дефектоскопов типа ИАД;
- электромагнитных дефектоскопов типа ППД и ВД и других приборов.

В зависимости от характера повреждений и величины отклонения характеристик от требуемых значений контролируемые детали подразделяют на годные, подлежащие восстановлению и непригодные для восстановления. Решение о восстановлении принимается в том случае, если оно признается технически и экономически целесообразным. Критерием эффективности является сравнение затрат на восстановление со стоимостью новой детали.

Годные детали без какой-либо доработки направляются для повторного использования на комплектацию действующего производства и в розничную торговлю.

Непригодные для восстановления детали утилизируются. При этом должны быть организованы раздельное накопление и хранение металлических отходов с учетом их классов, групп, сортов и видов в соответствии с действующими стандартами на отходы металлов.

#### **Контрольные вопросы**

1. Как производится разборка утилизируемых автомобилей?
2. Какие процессы и аппараты используются при мойке и очистке деталей и агрегатов автомобилей?
3. Как проводится струйная очистка деталей?
4. Какие процессы и аппараты используются при дефектации деталей, снятых с утилизируемых автомобилей?

## **5. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ УТИЛИЗИРУЕМЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

В процессе эксплуатации детали и агрегаты автомобиля изнашиваются, теряя первоначальные характеристики, размеры и внешний вид. При этом износ узлов и агрегатов автомобиля различен.

Практика показывает, что не менее 25 % снятых с автомобиля узлов и деталей могут быть повторно использованы без какой-либо доработки, поскольку сохраняют конструктивные и эстетические характеристики. Еще 50 % деталей могут быть доработаны с помощью современных технологий восстановления, причем себестоимость восстановительных работ не превышает 30 % от стоимости новых деталей.

Восстановление деталей, снятых с автомобиля при его утилизации, – сложный многостадийный технологический процесс, целью которого является устранение выявленных дефектов и отклонений от геометрических размеров и обеспечение их заданных физико-механических и эксплуатационных характеристик. Восстановление деталей и узлов позволяет использовать их остаточную долговечность, значительно сокращая ресурсопотребление по сравнению с производством новых изделий.

Восстановление узлов и деталей утилизируемых автомобилей – важная и экономически эффективная подотрасль современного автомобилестроения. В развитых странах восстановление деталей и узлов производят, в основном, на автомобилестроительных заводах, что позволяет строго следить за соблюдением технологии, гарантировать высокое качество восстановленных узлов и деталей, необходимых для использования в основном производстве. Наряду с крупными предприятиями восстановлением занимаются и небольшие фирмы, работа которых контролируется заводами-изготовителями автомобилей.

### **5.1. Организация работ по восстановлению деталей**

Эффективность работ по восстановлению деталей утилизируемых автомобилей зависит от правильного выбора технологии, оборудования, технологической оснастки и организации контроля качества.

При выборе технологии восстановления учитывают:

- размеры и форму детали;
- вид материала, из которого она изготовлена;
- необходимость и вид химико-термической обработки детали;
- виды дефектов;
- степень отклонения характеристик детали от требований конструкторской документации;
- планируемый объем производства.

На крупных предприятиях восстановление деталей автомобилей одного наименования целесообразно проводить по единому технологическому процессу. На средних и мелких фирмах работа может быть организована по групповому процессу, когда совместно восстанавливаются детали различной конструкции, объединенные общей технологией производства.

Восстанавливаемые детали с этой целью делят на пять групп: корпусные, круглые и некруглые стержни, полые цилиндры, диски.

К *корпусным* деталям относят блоки и головки блоков цилиндров, картеры, корпуса и крышки различных агрегатов и другие детали.

К *круглым стержням* относят различные валы, оси, полуоси, крестовины, клапаны двигателя и другие детали.

К *некруглым стержням* относят шатуны, балки, лонжероны, тормозные колодки, педали, различные рычаги и другие детали.

К *полым цилиндрам* относят гильзы цилиндров, ступицы колес, тормозные цилиндры, муфты и другие детали.

К *дискам* относят маховики, тормозные барабаны, диски сцепления, диски колес и другие детали.

Для каждой группы деталей разработаны свои производственные процессы, включающие определенный набор технологических приемов с учетом типичных для них повреждений.

При разработке технологических процессов восстановления деталей используют:

- конструкторскую документацию на новую деталь;
- перечень возможных дефектов восстанавливаемой детали;
- технологии устранения повреждений;
- режимы обработки детали;
- характеристики необходимого оборудования, технологической оснастки, инструмента, средств измерения и контроля.

Помимо правильного выбора оборудования, позволяющего выполнение операций, предусмотренных технологией восстановления деталей, и обеспечивающего необходимую производительность восстановительного производства, очень важное значение имеет оснащение производства стандартной или специально разработанной технологической оснасткой.

Кроме этого, для обеспечения максимальной эффективности производства необходимо оснащение производства современным износостойким режущим инструментом, дающим возможность получать детали с необходимыми точностью и качеством поверхности при требуемой производительности.

Важное значение для получения высокой технико-экономической эффективности восстановительного производства имеет организация контроля качества деталей. Контроль качества должен осуществляться на всех стадиях производства: от входного контроля поступающих на предприятие материалов и изделий до контроля качества готовой продукции. Требования к современной системе качества определены международным стандартом ИСО 9000. Большое значение для организации контроля качества имеет оснащение производства необходимыми измерительными инструментами и приборами.

## 5.2. Технологии восстановления деталей

Восстановление деталей автомобиля – это совокупность технологических операций, целью которых является приведение их к исходной форме, размерам и физико-механическим свойствам, утраченным в процессе эксплуатации. Важнейшими характеристиками деталей являются:

- геометрические размеры;
- расположение рабочих поверхностей относительно друг друга;
- распределение массы относительно оси вращения;
- твердость, прочность и жесткость материала;
- структура материала;
- шероховатость поверхности;
- свойства поверхностного слоя;
- наличие и вид защитного покрытия и др.

Восстановление изношенной детали производится в несколько стадий: сначала из нее изготавливается заготовка путем

нанесения на поверхность слоя материала (припуска), а затем полученная заготовка обрабатывается до заданных размеров и формы. После этого проводятся химико-термическая обработка и нанесение защитно-декоративных покрытий.

К технологиям создания припусков относятся:

- различные способы наплавки, сварки и напыления;
- пластическое деформирование;
- установка дополнительных ремонтных элементов (деталей);
- пайка;
- нанесение гальванических и полимерных покрытий;
- склеивание и др.

Достижение заданных размеров и формы осуществляется с помощью механической, газотермической, упрочняющей и другой обработки.

**Наплавка** позволяет получать на деталях слои различного состава любой толщины при высокой производительности труда. Наплавление производится путем расплавления присадочного металла и нанесения его на восстанавливаемую поверхность. Наплавляемый металл предназначен для создания припуска с целью последующей механической обработки детали до заданных размеров и формы.

При **сварке** производится расплавление поверхностных слоев металла в соединяемых изделиях.

Расплавление металла при наплавке и сварке производят электрическим, плазменным, газотермическим, электрошлаковым, лазерным, индукционным и другими способами.

Качество наплавки и сварки зависит от:

- вида и состояния применяемого оборудования;
- качества электродов, флюсов и наплавляемых материалов;
- соблюдения технологического процесса.

При сварке и наплавке используют различные способы контроля качества готовых изделий.

**Напыление** осуществляется путем плавления и распыления металла потоком газа. По способу нагрева металла различают электродуговое, газопламенное, высокочастотное, плазменное, детонационное и другие способы напыления. Для напыления используют проволоку или металлические порошки требуемого состава.

В последнее время появились шнуровые материалы для напыления, которые представляют собой композиционный мате-

риал на основе полимерного связующего и металлического порошкообразного наполнителя. При нагреве и плавлении шнура полимерное связующее полностью выгорает.

Технология напыления с использованием шнуровых материалов отличается высокой производительностью, технологичностью и возможностью легко регулировать химический состав покрытия. К недостаткам данной технологии следует отнести низкую прочность покрытия по сравнению с прочностью основного материала.

После напыления некоторых марок шнуровых материалов образовавшееся покрытие оплавляют, что повышает его прочность и связь с основным материалом.

**Пластическое деформирование** позволяет восстанавливать геометрию и форму изношенных деталей за счет перераспределения металла из неизношенной части в зону износа. В основе технологии лежит способность металлов к пластической деформации, которая используется при обработке металлов давлением.

Для восстановления размеров изношенных деталей применяют пластическое деформирование с помощью осадки, раздачи, обжатия, вытяжки, вдавливания (рис. 5.1).

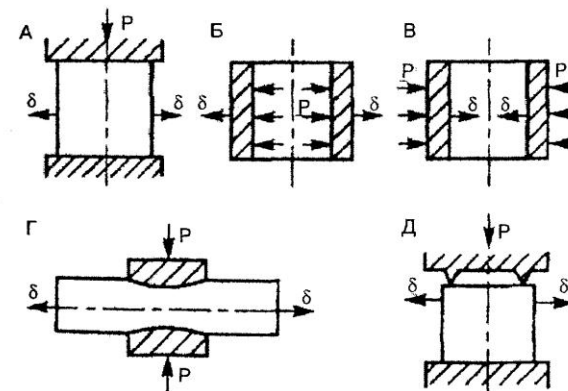


Рис. 5.1. Схематическое изображение способов пластического деформирования:  
а – осадка; б – раздача; в – обжатие; г – вытяжка; д – вдавливание

Для восстановления геометрической формы деталей используют правку статическим изгибом, ударом и термическую правку.

При восстановлении физико-механических свойств изношенных деталей применяют поверхностное пластическое деформирование с использованием дробеструйной обработки, обкатки шариками, алмазного выглаживания.

В ряде случаев восстановление деталей автомобиля производят с помощью *дополнительных ремонтных деталей*, которые используют для компенсации изношенных частей. Дополнительные детали изготавливают из того же материала, из которого сделана восстанавливаемая деталь. Технология позволяет восстанавливать детали с большой степенью износа. Закрепление ремонтных деталей на восстанавливаемых производится запрессовыванием, сваркой, приклепыванием, пайкой, с помощью винтовых и штифтовых соединений.

Использование *пайки* для восстановления деталей ограничено ремонтом радиаторов, металлических топливных баков, приборов электрооборудования. При пайке используют припой с различной температурой плавления. Выбор припоя зависит от материала восстанавливаемой детали. Существуют оловянно-свинцовые, медно-цинковые, латунные и серебряные припои.

*Гальванические покрытия* применяют для восстановления размеров изношенных деталей, повышения их износостойкости, защиты от коррозии, придания необходимого внешнего вида. Нанесение гальванического покрытия производится способом электролиза из электролитов – водных растворов солей тех металлов, которые нужно нанести на восстанавливаемую деталь. Гальваническим способом наносят железо, никель, медь, цинк, хром и другие металлы.

Детали, восстановленные путем нанесения гальванического покрытия, обладают высокой твердостью и износостойкостью. Для получения качественного покрытия, прочно связанного с основным материалом, необходима тщательная подготовка поверхности восстанавливаемой детали.

Электролитическое осаждение покрытий производят в гальванической ванне под воздействием электрического тока.

В последние годы для создания гальванических покрытий на крупногабаритных деталях используют проточные и струйные технологии.

Восстановление деталей с помощью гальванических покрытий обладает рядом важных особенностей, позволяющих, с од-

ной стороны, получать необходимое качество деталей, а с другой стороны, требующих специальных мер для защиты окружающей среды и, в частности, тщательной очистки сточных вод от тяжелых металлов. Поэтому его применение ограничено восстановлением ответственных деталей с небольшим износом.

При восстановлении деталей и агрегатов автомобилей широко применяются *полимерные материалы*: пластмассы, клеи, герметики, лаки, краски и др. Они используются для восстановления размеров деталей, заделки трещин и пор, герметизации узлов, нанесения декоративно-защитных покрытий, склеивания деталей, фиксации и стопорения резьбовых и цилиндрических соединений.

Использование полимерных материалов снижает себестоимость восстановления деталей, обеспечивает необходимое качество узлов и агрегатов, повышает производительность труда.

Создание полимерных покрытий способом газопламенного напыления осуществляют с использованием дисперсных порошков на основе полиамида, полиэтилена, поливинилбутираля и других полимеров.

Для заделки трещин, восстановления рабочих поверхностей используют композиции на основе эпоксидных смол с высоким содержанием мелкодисперсных металлических порошков.

Для герметизации пор, фиксации резьбовых соединений, замены теплопрессовой посадки используют анаэробные клеи-герметики – низковязкие материалы с высокой проникающей способностью, отверждающиеся в узких зазорах без доступа воздуха.

Широко используются для герметизации агрегатов и узлов высоковязкие силиконовые герметики, иногда называемые «жидкими прокладками».

Для соединения различных деталей традиционно используют полимерные клеи различной природы, обеспечивающие требуемые эксплуатационные характеристики изделия в различных условиях эксплуатации.

До сих пор в данном разделе говорилось, в основном, о технологиях создания заготовок, имеющих необходимый припуск для последующей механической обработки. Рассмотренные технологии позволяют создать заготовку детали из материала заданной структуры, обладающего необходимым комплексом свойств. Как отмечалось в начале раздела, такая заготовка долж-

на пройти следующую стадию, на которой снимаются излишки созданного припуска, обеспечивается взаимное расположение поверхностей и точность формы. Это производится с помощью черновой механической обработки путем точения, сверления, строгания и т.п.

Затем с помощью чистовой обработки достигаются необходимые точность размеров и шероховатость поверхности. На этой стадии используются абразивная обработка, точное растачивание и хонингование отверстий. Удаление микротрещин производится с помощью полировки.

Заключительной стадией восстановления деталей является упрочнение поверхностного слоя и придание ему необходимых физико-механических свойств с помощью специальных технологий.

Перед окончательным контролем качества восстановленная деталь очищается от возможных технологических загрязнений, появившихся на ней вследствие различных видов обработки. Это могут быть остатки смазывающе-охлаждающей жидкости, полировальной пасты, абразивных материалов и т.п.

Контроль размеров и физико-механических свойств (твердость и др.) восстановленных деталей производится с помощью мерительного инструмента и специальных приборов.

Для создания декоративно-защитных покрытий восстановленных деталей и агрегатов применяют лакокрасочные материалы различной природы. К таким материалам относят грунты, шпатлевки, краски и лаки.

Полностью готовая деталь перед сдачей на склад покрывается консервационным составом.

#### Контрольные вопросы

1. Расскажите об организации работ по восстановлению деталей автомобилей.
2. Назовите группы деталей автомобилей, объединяемых общей технологией восстановления.
3. Назовите стадии восстановления деталей автомобилей.
4. Расскажите о процессах и аппаратах, используемых при восстановлении деталей автомобилей.
5. Расскажите об использовании полимерных материалов при восстановлении деталей и узлов автомобилей.

## 6. ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ МЕТАЛЛОЛОМА

После разборки автомобиля его кузов, агрегаты и детали, не подлежащие восстановлению, поступают на переработку с целью получения вторичных материалов. Наибольшую ценность из них представляют черные и цветные металлы, составляющие основную массу автомобиля.

### 6.1. Значение использования вторичных металлов

Выводимые из эксплуатации автомобили являются крупным источником вторичных металлов. Их использование имеет большое значение, так как затраты на вовлечение металлических отходов в оборот значительно меньше, чем на выплавку металла из руды. Использование 1 т подготовленного лома черных металлов позволяет экономить свыше 1,8 т руды, агломерата и окатышей, 0,5 т кокса, 45 кг флюсов, около 100 м<sup>3</sup> газа. Значительно сокращается и расход энергии, необходимой для выплавки металла (табл. 6.1).

Таблица 6.1

*Экономия энергии при использовании металлолома вместо выплавки металла из руды*

Металл	Экономия энергии, %
Алюминий	95
Медь	83
Сталь	74
Свинец	64
Цинк	60

При использовании металлолома для выплавки металлов значительно снижается нагрузка на окружающую среду (табл. 6.2).

Выработка цветных металлов из отходов является важнейшим источником их производства. Однако у нас в стране доля вторичных цветных металлов в общем объеме их производства значительно ниже, чем в технически развитых странах (табл. 6.3). Объясняется это тем, что большое количество отходов цветных металлов, особенно содержащихся в бытовых отходах, теряется на местах их образования, засоряя окружающую среду.

Таблица 6.2  
Сравнительное воздействие на окружающую среду производства 1000 т стали

Факторы, влияющие на окружающую среду	Выплавка стали из		Экономия, %
	руды	отходов	
Использование первичного сырья, т	2278	250	90
Расход воды, м <sup>3</sup>	62750	32600	40
Количество веществ, загрязняющих атмосферу, т	121	17	86
Отходы горнопромышленных разработок, т	2828	63	97

Таблица 6.3  
Доля вторичных цветных металлов в общем балансе, %

Металл	Россия	Страны ЕС
Алюминий	20	35
Медь	30	35
Свинец	23	50
Цинк	18	37

Преимущества получения цветных металлов из отходов по сравнению с их получением из рудного сырья характеризуются данными, приведенными в табл. 6.4.

Таблица 6.4  
Сравнение основных показателей производства цветных металлов из рудного (числитель) и вторичного (знаменатель) сырья

Показатели	Металлы		
	алюминий	медь	свинец
Среднее содержание в сырье, %	39,6/80	0,76/75	1,39/50
Извлечение в готовую продукцию, %	87/92,4	80/90	80/95
Расход условного топлива на 1 т готовой продукции, т	9/0,27	1,3/0,2	0,7/0,5
Количество отходящих газов на 1 т готовой продукции, тыс. м <sup>3</sup>	30/5	40/4	20/5

## 6.2. Классификация металлических отходов

**Классификация отходов черных металлов** в нашей стране производится согласно ГОСТ 2787-86 «Металлы черные вторичные». В соответствии с ней отходы черных металлов в зависимости от содержания углерода подразделяются на два класса: стальной лом и отходы стали, а также чугунный лом и отходы

чугуна. Стальные отходы содержат менее 2,14 %, а чугунные – более 2,14 % углерода. Кроме того, существуют внеклассовые отходы с неопределенным содержанием углерода.

Внутри этих классов отходы в зависимости от наличия легирующих элементов подразделяются на *углеродистые* и *легируемые*.

Далее по показателям качества отходы черных металлов подразделяются на 25 видов. Наконец, по содержанию легирующих элементов отходы делятся на 67 групп: 61 группа лома и отходов легированных сталей (группы Б1-Б61) и 6 групп лома и отходов легированных чугунов (группы Б62-Б67). Помимо этого есть легированные стали, которые по своему химическому составу не относятся ни к одной из упомянутых 67 групп.

Стандартом регламентируется товарный вид отходов (брикеты, пакеты, шихтовые слитки, стружка, лом и т.д.), максимально допустимые габариты и масса кусков, брикетов и пакетов, а также ограничивается содержание посторонних безвредных примесей (для разных видов – различное, но не более 5 %).

К качеству лома предъявляются высокие требования, обусловленные способом последующего переплава металла. При выплавке стали в мартеновских печах наиболее важна физическая характеристика лома, т.к. продолжительность загрузки и плавления, от которых зависит производительность мартеновских печей, определяется размерами и насыпной плотностью металлелома.

При переплаве лома в кислородных конвертерах и дуговых печах эти характеристики лома не имеют существенного значения, т.к. печи более удобны для загрузки. Производительность таких печей больше зависит от его химической однородности и близости по составу к выплавляемым маркам стали.

Литейное производство предъявляет высокие требования и к габаритам, и к химическому составу лома. Низкокачественный лом используется только в доменном производстве.

Металлолом для сталеплавильного производства должен иметь насыпную плотность не менее 1300...1500 кг/м<sup>3</sup>. Тяжеловесный металлолом в зависимости от интенсивности продувки печи должен иметь толщину кусков не более 250...350 мм, размеры пакетов не должны превышать 1050×750×2000 мм, а масса пакетов не должна быть менее 40 кг. Конвертерный способ не допускает переплава стружки из-за ее высокого угара.

В дуговых электропечах может переплавляться металлолом в виде пакетов с размерами не более 500×500×600 мм. Дробленый лом должен иметь насыпную плотность не менее 800...900 кг/м<sup>3</sup>.

Независимо от способа переплава лом черных металлов не должен содержать цветных металлов. Даже небольшое количество примесей может сделать металлолом непригодным для дальнейшего использования. Так, при содержании меди 0,02 % цена стального лома ниже стоимости его транспортировки. Цена металлолома резко возрастает при увеличении содержания меди более 9 % и связана уже с более высокой ценой меди по сравнению с железом и с экономической целесообразностью ее извлечения при таком содержании.

**Классификация отходов цветных металлов** производится по физическим, химическим свойствам и качеству. Отходы цветных металлов и сплавов делят на классы, группы и сорта. В соответствии с ГОСТ 1639-78 «Лом и отходы цветных металлов и сплавов. Общие технические условия» отходы цветных металлов подразделяются на 15 классов. Класс объединяет отходы по физическим признакам. В зависимости от химического состава классы делятся на группы. Для разных металлов количество групп различно; каждая первая группа представляет собой технически чистый металл, а каждая последняя – низкокачественные отходы. Группы подразделяют на сорта, характеризующие качественные признаки лома и отходов: содержание металла, степень разделки, габариты, засоренность.

Масса пакетов отходов цветных металлов не должна превышать: для алюминия и алюминиевых сплавов – 150 кг, для металлов и сплавов других видов – 250 кг. Масса отдельных кусков для всех металлов и сплавов должна быть не более 100 кг, размеры – не более 600×600×1500 мм.

Отходы цветных металлов, не отвечающие требованиям к сортам основных групп, относятся к низкокачественным. Максимальные размеры отдельных кусков низкокачественных отходов не должны превышать 1000×1000×2000 мм.

В настоящее время 95 % заготавливаемых отходов цветных металлов составляют алюминий, медь, свинец, цинк и их сплавы. Остальная часть заготавливаемых лома и отходов представ-

лена титаном, никелем, магнием, оловом, вольфрамом, кадмием, кобальтом, молибденом, ртутью или их сплавами.

Эффективность использования металлолома связана с его подготовкой к переплаву. Для получения качественных металлов и сплавов отходы должны быть подвергнуты первичной переработке, под которой понимается совокупность процессов сортировки, разделки, пиротехнического контроля (для лома цветных металлов) и приведения лома и отходов к соответствующим массе и размерам. К сожалению, уровень подготовки сдаваемого металлолома далек от требований, в результате чего свыше 60 % заготавливаемых лома и отходов цветных металлов сдается как низкокачественное сырье.

В утилизируемом автомобиле содержится значительное количество различных сплавов на основе цветных металлов: алюминия, меди, цинка, магния, свинца и др. Наличие заводских клейм, нормативно-технической документации и средств контроля позволяет при разборке автомобилей производить сортировку деталей с учетом марок сплавов, из которых они изготовлены. При этом детали из черных сплавов сортируются по классам, группам и видам, а детали из сплавов цветных металлов – по классам, группам и сортам. Не допускается поставка в металлолом агрегатов и узлов автомобилей без разборки и сортировки, которые резко повышают эффективность утилизации и стоимость отходов.

### **6.3. Технология и оборудование для подготовки металлолома к переплаву**

Под переработкой отходов металлов подразумевается технологический процесс, в результате которого они приводятся в состояние, пригодное для использования в металлургическом и литейном производствах.

Автомобильный металлолом при подготовке к переплаву прессуют, дробят и сортируют по видам.

#### **6.3.1. Прессование автомобильного металлолома**

Перед измельчением автомобильный кузов и другой крупногабаритный металлолом прессуются. Для уплотнения металлолома используют пакетировочные прессы. Особенность их рабо-

ты в том, что прессование одновременно осуществляется в трех плоскостях, в результате чего получают прочные компактные пакеты. Пресс имеет камеру прессования с несколькими плунжерами, гидравлическую аппаратуру с баком для масла, механизм загрузки камеры. Пакетирование облегчает дробление металлического кузова и приводит к снижению потерь металла на угар в процессе последующей плавки.

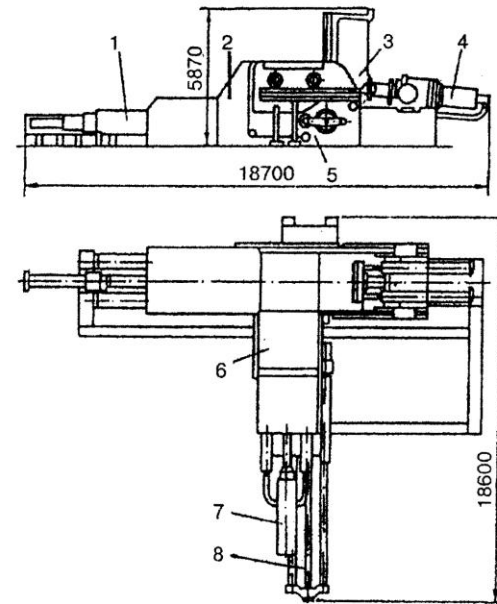
Модель пресса и его рабочие характеристики определяют допустимую толщину листа металлолома и параметры пакетов спрессованного лома. Процесс включает следующие операции: загрузку лома в пресс, прессование в различных направлениях, складирование пакетов. При этом используют краны, грузоподъемные электромагниты и другую механизированную технику. Отечественная промышленность выпускает гидравлические прессы с усилием прессования от 1 МН до 31,5 МН. Характеристики некоторых из них приведены в табл. 6.5.

Таблица 6.5

Технические характеристики некоторых моделей пакетировочных прессов

Характеристика	Модель пресса		
	Б 1642	Б 1638	Б 1334
Максимальная толщина прессуемого металлолома (сталь с $\sigma_s = 450$ МПа), мм	12	8	4
Усилие прессования, МН	16	6,3	2,5
Габариты пакета, не более, м:			
– длина	2	1	0,5
– ширина	1	0,5	0,36
– высота	0,71	0,5	0,36
Производительность, пакетов/ч	20	36	35
Давление рабочей жидкости, МПа	32	32	20
Мощность электродвигателя, кВт	750	250	133
Габариты пресса, мм			
– длина	18700	15100	9000
– ширина	18600	11930	5350
– высота	5870	4675	2780

На рис. 6.1 показана схема пресса Б 1642, применяемого для пакетирования металлолома.



6.1. Пакетировочный гидравлический пресс Б 1642

Процесс прессования осуществляется следующим образом. Металлолом краном загружается в загрузочную камеру 6 пресса, откуда поступает в пресс-камеру 2. Крышка 3 закрывается с помощью механизма прижима 4, и лом прессуется. При этом формируется окончательная высота пакета. Затем с помощью механизма поперечного прессования 1 формируется ширина пакета. После этого механизм продольного прессования 7 формирует длину пакета. В это время давление в гидросистеме максимально. По окончании прессования включается механизм разгрузочного устройства 8, и пакет с помощью механизма 5 выталкивается из камеры. Затем окно выдачи пакета закрывается, и пресс готов к очередному циклу работы.

Для уплотнения автомобильного кузова и другого крупногабаритного металлолома применяются также гидравлические пресс-ножницы (рис. 6.2), которые могут работать как в режиме прессования, так и в режиме резки.

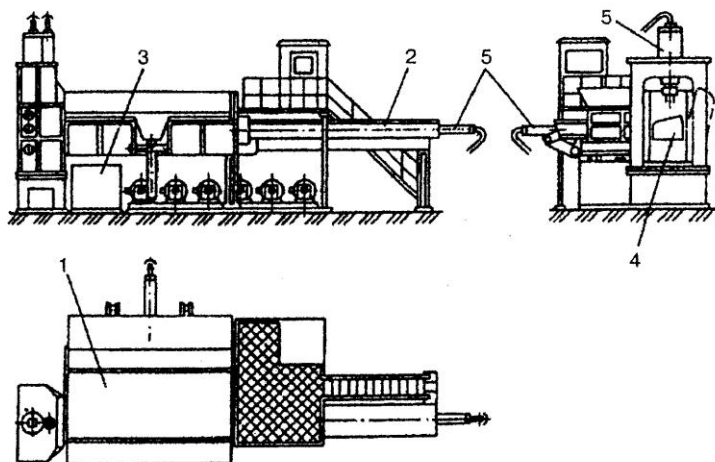


Рис. 6.2. Пресс-ножницы гидравлические:  
1 – загрузочная камера; 2 – узел подачи материалов;  
3 – маслостанция; 4 – нож; 5 – гидроцилиндры

При пакетировании кузовов автомобиля с помощью механизма подачи 2 подается в загрузочную камеру 1, где пакет формируется по ширине. Затем кузов прессуется по вертикали. После формирования пакет с помощью механизма окончательного прессования выталкивается из камеры штемпелем.

При работе пресс-ножниц в режиме резки поперечная стенка камеры, являющаяся ножевой балкой, поднимается, и металлолом с помощью механизма подачи перемещается под нож 4. Резка осуществляется механизмом реза, работающим от гидропривода. В табл. 6.6 приведены характеристики некоторых типов пресс-ножниц.

Таблица 6.6

**Характеристики пресс-ножниц для переработки металлолома**

Характеристика	Модель	
	Н 0838	К10.3.36.01
Усилие, МН:		
– окончательного прессования	6,3	4,0
– резания	6,3	4,0
Размеры загрузочной камеры, мм:		
– длина	6000	4800
– ширина	3650	2500
– высота	1800	1300
Толщина пакетируемого лома, не более, мм	8	6

Окончание табл. 6.6

Характеристика	Модель	
	Н 0838	К10.3.36.01
Размеры пакета, не более, мм:		
– длина	1000	760
– ширина	500	500
– высота	500	500
Масса пакета, не более, кг	625	600
Максимальное сечение лома, разрезаемого за 1 ход ножа (при $\sigma_n = 450$ МПа), мм:		
– диаметр круга	150	110
– лист	70x1300	55x750
Установленная мощность электродвигателей, кВт	405	189
Масса пресс-ножниц, т	345	136
Габаритные размеры пресс-ножниц, мм:		
– длина	17800	12600
– ширина	13000	3200
– высота	7800	4700

### 6.3.2. Дробление автомобильного металлолома

Дробление позволяет провести видовую сортировку материалов, из которых изготовлен кузов утилизируемого автомобиля. Взрывоопасные смеси распыленных масел и топлива, остающихся в автомобиле даже после подготовки кузова к утилизации, представляют определенную опасность. Чтобы уменьшить ее, применяют следующие защитные меры: смятие и уплотнение кузова автомобиля перед дроблением; подачу инертных газов в дробилку; предварительное охлаждение лома; впрыскивание воды в рабочее пространство дробилки; создание в ней предохранительных клапанов и отсасывающих устройств.

Для дробления отходов используют дробилки различного типа: щековые, конусные, роторные, валковые и др. При утилизации автомобилей применяют роторные дробилки.

В роторных дробилках измельчение происходит за счет удара, производимого с помощью молотков, жестко закрепленных на быстровращающемся роторе. Масса молотков достигает 120 кг. При ударе на дробимый предмет действует как масса молотков, так и масса самого ротора.

Роторные дробилки позволяют получить большую степень измельчения, имеют высокую производительность, удобны в эксплуатации и потребляют меньше энергии, чем другие виды дробилок.

Роторные дробилки могут иметь один или два ротора. Более просты и удобны в эксплуатации однороторные дробилки, которые и получили широкое распространение. Дробилки для измельчения автомобильных кузовов могут различаться расположением ротора и колосниковой решетки для удаления измельченного продукта. По этому признаку различают дробилки с вертикальным и горизонтальным расположением ротора. Последние бывают с верхним и нижним расположением колосниковой решетки. Преимущества дробилок с верхним расположением решетки – в сравнительно небольшом расходе электроэнергии и более высокой устойчивости при попадании неизмельчаемых предметов.

Производительность дробилки зависит от мощности приводного двигателя, размеров ротора, способа загрузки кузова, его состояния, конфигурации колосниковой решетки (размера отверстий) и достигает 300 тыс. автомобилей в год.

На рис. 6.3 показано устройство однороторной дробилки.

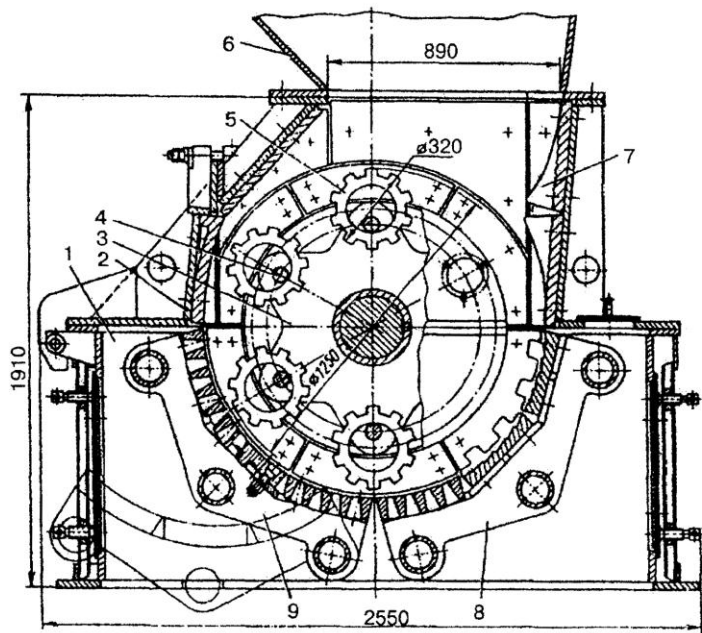


Рис. 6.3. Однороторная дробилка

Дробилка состоит из станины 1, на которой смонтирован корпус 2 с колосниковыми решетками 8 и 9. Металлолом поступает в приемный короб 6, а затем попадает под удары быстро вращающегося ротора 3, имеющего молотки 5, сидящие на осях 4. Отбойные плиты на внутренней поверхности корпуса имеют выступы 7, способствующие равномерной подаче отходов на ротор.

В табл. 6.7 приведены характеристики некоторых роторных дробилок крупного дробления.

Таблица 6.7

Технические характеристики однороторных молотковых дробилок

Показатели	СМД-112	СМД-147	СМД-135	СМД-170Б	СМД-97	СМД-98Б
Размеры ротора, мм:						
– диаметр	600	800	1250	1300	2000	2000
– длина	400	600	1600	1600	2000	3000
Размер наибольшего куска загружаемого материала, мм	150	250	800	400	600	600
Номинальная частота вращения ротора, мин <sup>-1</sup>	1250	1000	500	750	600	600
Мощность электродвигателя, кВт	17	55	250	250	800	1250
Масса дробилки без электродвигателя, т	1,5	3,0	25	11,0	46,0	60,0
Размеры, мм:						
– длина	1100	1350	3000	2400	4000	4000
– ширина	1100	1400	3100	2800	4200	5500
– высота	1150	1250	5000	1900	3100	3100

Ряд зарубежных фирм для дробления автомобильных кузовов выпускает шредеры (рис. 6.4), в которых измельчение происходит в две стадии. Кузов автомобиля подается по наклонному лотку в шредер, сначала сплющивается с помощью мощных вращающихся валков, а затем затягивается ими в молотковую дробилку и измельчается.

Ротор шредера вращается со скоростью 600 оборотов в минуту. На нем в шахматном порядке на шести осях закреплены 16 молотков массой около 100 кг каждый. Радиус вращения внешней части молотков – около 1 м. Корпус шредера футерован сменными износостойкими плитами. Толщина плит в различных местах составляет 50...100 мм. Решетка, отбойные плиты и ряд других элементов шредера изготовлены из марганецсодержащих сталей.

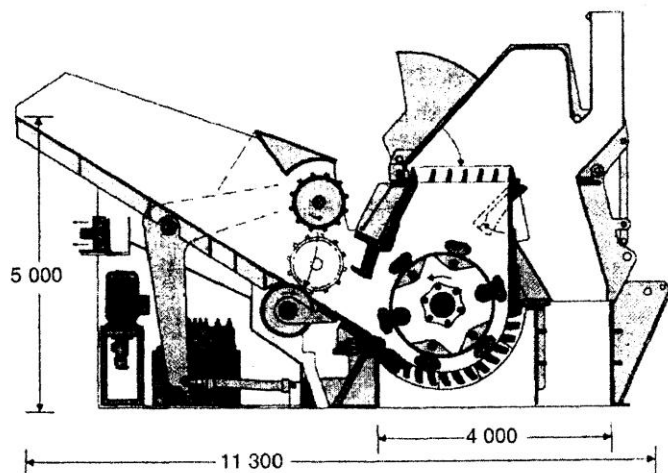


Рис. 6.4. Шредер

При утилизации автомобилей с большими габаритами, автобусов и другой автотехники перед дроблением используют резку.

На процесс резки влияют:

- прочностные свойства материала;
- геометрия и температура разрезаемого изделия;
- расположение изделия по отношению к режущему инструменту;
- форма и состояние режущего инструмента;
- величина зазора между ножами; скорость приложения нагрузки (скорость резания);
- конструкция режущего оборудования (жесткость станины, точность направляющих, наличие опоры и т.д.);
- величина трения между металлом и режущим инструментом.

Лучшим оборудованием для резки кузовов автомобилей являются гидравлические ножницы (рис. 6.5).

Гидравлические ножницы представляют собой агрегат, состоящий из станины, загрузочного и подающего устройств, механизмов прижима и реза, гидро- и электропривода.

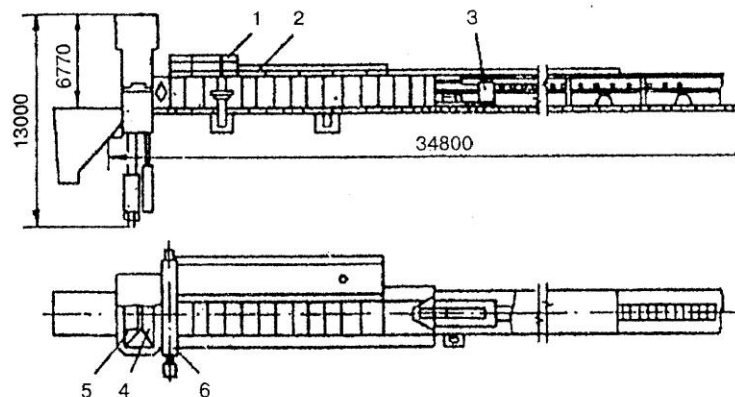


Рис. 6.5. Гидравлические (гильотинные) ножницы модели H0340

Конструкция ножниц позволяет резать металлолом порциями, объем которых определяется емкостью загрузочного устройства. Процесс состоит из следующих операций: подготовки лома; загрузки лома в ножницы; резки лома.

Ножницы работают совместно с мостовым краном, оборудованным полип-грейфером или электромагнитной шайбой.

Принцип работы ножниц состоит в следующем. Лом загружается в короб 2, который после заполнения поворачивается с помощью гидропривода. При этом лом перемещается в загрузочный желоб, по которому механизмом подачи 3 передвигается в ножницы. Величина хода ползуна механизма подачи регулируется с пульта управления. Перед срабатыванием режущих ножниц лом уплотняется с помощью механизма прижатия 4, который удерживает лом во время резки. После срабатывания механизма резки 5 нарезанный металлолом падает в приемный бункер, откуда убирается краном. В это время загрузочный желоб гидравлических ножниц оборудован крышкой 1 и механизмом предварительного смятия металлолома 6.

Технические характеристики некоторых моделей гидравлических (гильотинных) ножниц представлены в табл. 6.8.

Таблица 6.8

## Технические характеристики некоторых гидравлических ножниц

Характеристика	Модель ножниц		
	НБ0340	Н0340	Н2335
Максимальное сечение разрезаемого лома за один ход (сталь с $\sigma_s = 450$ МПа):			
– квадрат (сторона), мм	160	160	80
– круг (диаметр), мм	180	180	90
– лист, мм	90×1300	70×1850	50×750
– балка, швеллер (номер)	30...12	40...8	27...4
Усилие, МН:			
– резания	10	10	3,15
– прижима	2,5	4,0	1,2
– подпрессовки	2,4	2,0	–
Длина ножей, мм	1540	2100	800
Число рабочих ходов, мин <sup>-1</sup>	2	2	5
Размеры желоба, мм:			
– длина	8060	12000	4800
– ширина	3650	2000	750
– высота	1000	1000	500
Давление рабочей жидкости, МПа	32	32	32
Установленная мощность электродвигателей, кВт	998	670	66
Габариты ножниц, мм:			
– длина	23150	34800	13000
– ширина	12000	8600	3300
– высота	8800	13000	5810
Масса ножниц, т	400	459	80

## 6.3.3. Видовая сепарация отходов металлов

При переработке автомобильных кузовов и агрегатов, содержащих черные и цветные металлы, полимерные материалы, стекло и т.п., используют различные способы сепарации отходов по видам материалов. Видовая сортировка позволяет производить из отходов высококачественные вторичные материалы. Ее проводят по:

- физическим признакам (магнитной восприимчивости, плотности, электропроводности и др.);
- внешним признакам (цвету, характеру излома и др.);
- предметным признакам (наименование детали);
- маркировке деталей;
- результатам химического, спектрального, рентгеновского, радиационного анализов.

Широко используются способы, основанные на различиях в магнитных, электрических и других физических свойствах отходов.

Магнитные способы позволяют создать мощные силы воздействия на материалы, которые превышают силу гравитации в 100 и более раз, что облегчает процессы разделения. Эти способы обладают высокой избирательной способностью, экологической чистотой, простотой обслуживания и низкой себестоимостью.

Технология магнитной сепарации зависит, прежде всего, от состава подлежащих разделению материалов и определяется типом используемых сепараторов.

Электромагнитные сепараторы, предназначенные для извлечения железных и других ферромагнитных предметов из немагнитных материалов, нашли широкое применение при утилизации автомобилей и автокомпонентов.

Номенклатура электромагнитных сепараторов, используемых для разделения отходов, достаточно велика, и они могут быть классифицированы следующим образом: подвесные железотделители, электромагнитные шайбы, электромагнитные шкивы, электромагнитные барабаны.

Для удаления магнитных материалов из потока продуктов дробления применяют шкивные электромагнитные сепараторы (железотделители) типа ШЭ (рис. 6.6), которые устанавливаются вместо приводного барабана ленточного конвейера.

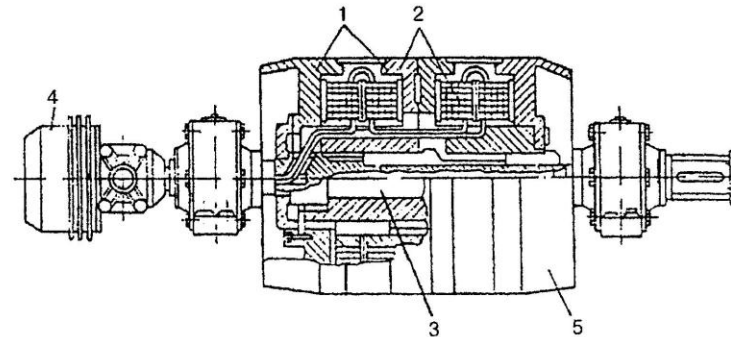


Рис. 6.6. Электромагнитный шкив:

1 – диски-полюсы; 2 – катушка; 3 – вал;

4 – токораспределительная коробка; 5 – корпус шкива

Эффективность работы электромагнитного шкива зависит от массы, геометрии и магнитной восприимчивости извлекаемых

материалов, а также от плотности транспортируемого материала и скорости движения ленты конвейера.

Принцип работы электромагнитных шкивов состоит в том, что ферромагнитные материалы, транспортируемые лентой конвейера, притягиваются к ней в зоне установки шкива, а немагнитные сбрасываются с ленты по ходу ее движения. Освобождение ленты от ферромагнитных материалов происходит в том месте конвейера, где отсутствует магнитное поле, т.е. там, где прекращается ее контакт со шкивом. Скорость движения ленты должна составлять 1,25–2,0 м/с. При более высокой скорости движения ленты снижается полнота разделения магнитной и немагнитной фракций.

Другой разновидностью электромагнитных сепараторов являются железотделители подвесные саморазгружающиеся типа ПС, предназначенные для извлечения и удаления ферромагнитных предметов из сыпучих немагнитных материалов, в том числе из лома и отходов цветных металлов (рис. 6.7).

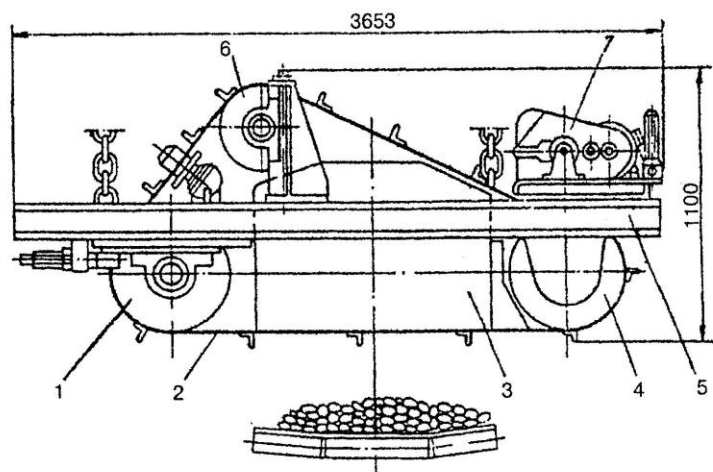


Рис. 6.7. Подвесной электромагнитный сепаратор

Принцип работы подвесных сепараторов заключается в притягивании магнитных частиц к разгрузочной ленте, которая выносит их в сторону для разгрузки.

Сепараторы типа ПС работают в непрерывном режиме и осуществляют механическую разгрузку конвейера от магнитных материалов. В конструкцию сепаратора входят опорный 1, ве-

дущий 4 и натяжной 6 барабаны, электромагнит 3, разгрузочная лента 2 и привод 7. Все элементы подвесного сепаратора смонтированы на раме 5.

Подвесные железотделители устанавливаются над ленточными конвейерами, которыми транспортируются смеси магнитных и немагнитных дробленых отходов.

При утилизации отходов широко используется видовой сепарация в тяжелых средах, которая заключается в разделении материалов по плотности в гравитационном или центробежном поле в суспензии или жидкости, плотность которой является промежуточной между плотностями разделяемых частиц.

Тяжелые суспензии представляют собой взвешенные в воде тонкодисперсные частицы тяжелых минералов или сплавов-утяжелителей, в качестве которых используют ферросилиций, пирит, пирротин, магнетитовый и гематитовый концентраты и другие материалы крупностью до 0,16 мм.

В качестве тяжелых жидкостей используют водные растворы некоторых солей: хлорида кальция и цинка, иодида калия и другие, которые позволяют получать среды с плотностью до 3000 кг/м<sup>3</sup>.

На рис. 6.8 показан колесный тяжелосредный сепаратор СК-12.

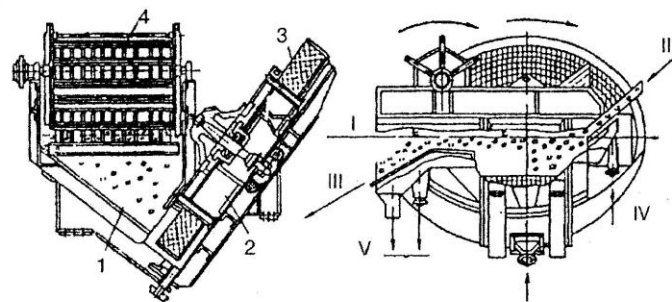


Рис. 6.8. Колесный тяжелосредный сепаратор СК-12:

- 1 – ванна; 2 – элеваторное колесо; 3 – перфорированные черпаки;
- 4 – скребковый механизм;
- I – уровень суспензии; II – загрузка; III – концентрат;
- IV – суспензия; V – слив суспензии

Разделяемая смесь поступает по загрузочному лотку в ванну, состоящую из двух соединенных в нижней части отделений. В

одном из отделений размещено элеваторное колесо для выгрузки суспензии вместе с потонувшей, более тяжелой фракцией. Легкая фракция выгружается в верхней части ванны. Их перемешивание в зоне выгрузки предотвращается разделительной перегородкой.

Другим видом оборудования для разделения смешанных отходов способом тяжелосредней сепарации является сепаратор СБС-5, разработанный специально для технологических линий по переработке алюминиевого лома. Он предназначен для разделения смешанных отходов на фракции с высоким содержанием магния (плотность  $< 2650 \text{ кг/м}^3$ ), с высоким содержанием цинка (плотность  $> 2850 \text{ кг/м}^3$ ) и меднокремниевые алюминиевые сплавы промежуточной плотности. Технические характеристики сепаратора СБС-5 приведены в табл. 6.9.

Таблица 6.9

Технические характеристики сепаратора СБС-5

Характеристика	Единица измерения	Значение характеристики
Производительность по исходному продукту	т/ч	10
Крупность исходного продукта	мм	10...100
Плотность сортируемого материала	кг/м <sup>3</sup>	2550...3100
Мощность привода	кВт	2,2
Габаритные размеры сепаратора	м	3,36x1,8x2,05
Масса сепаратора	т	3,47

Для разделения материалов с разной плотностью используется также *пневматическая сепарация*, основанная на различии в скоростях падения в воздушной среде частиц разных размеров и плотности.

Зигзагообразный пневматический сепаратор (рис. 6.9) применяется для удаления из дробленого продукта неметаллических примесей: краски, текстиля, пластмасс и других отходов.

Дробленый материал из приемного бункера 1 через шиберную заслонку 2 роторным загрузчиком 3 подается в рабочую зону сепаратора. Навстречу потоку дробленого материала поступает воздух, который захватывает легкие компоненты отходов и через патрубок 7 направляется на очистку в циклон и фильтр. Для регулирования режима сепарации предусмотрен шибер 4 для подсосывания воздуха с целью снижения скорости потока. Тяжелая фракция накапливается на нижнем шибере 5 и перио-

дически разгружается в короб 6. Конструктивные параметры зигзагообразного сепаратора – число колен, высота  $H$  секции (колена), ее ширина, сечение свободного пролета  $S$  – определяются характеристиками сепарируемых отходов.

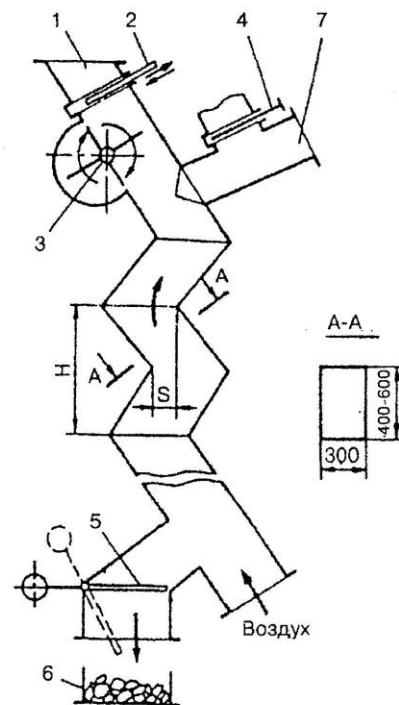


Рис. 6.9. Зигзагообразный пневматический сепаратор

Материал в поперечно-поточном пневмосепараторе (рис. 6.10) поступает из бункера 1 в разделительную камеру 2. Наклонные полки 3 сепаратора обеспечивают пересечение потока материала с сепарационными каналами 4. Через них отсасывается легкая фракция разделяемых материалов, которая осаждается в циклоне, устанавливаемом за сепаратором. Тяжелая фракция самотеком разгружается в специальный приемник 5. На качество разделения в поперечно-поточном пневмосепараторе влияют ширина щели сепарационных каналов и концентрация материала в рабочем объеме сепаратора.

Для разделения цветных металлов с различной электропроводностью применяют электродинамические сепараторы.

В последнее время разработаны *информационные способы сепарации*. Для обогащения и сортировки лома и отходов цветных металлов наиболее перспективными являются рентгенорадиометрический, радиорезонансный, фотометрический и нейтронно-активационный способы.

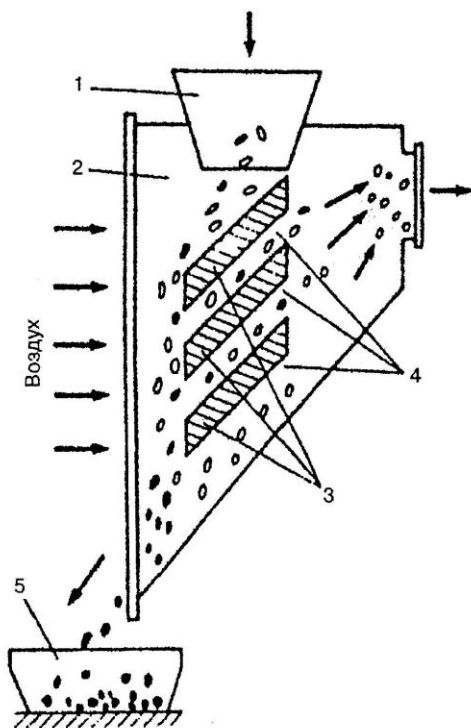


Рис. 6.10. Поперечно-поточный пневмосепаратор

Рентгенорадиометрическая сепарация лома и отходов цветных металлов основана на эффектах взаимодействия излучений с кусками разделяемых металлов. Сущность процесса заключается в следующем. На кусок исходного сортируемого материала направляют поток излучения. При этом материал, взаимодействуя с излучением, меняет его интенсивность. Регистрируя параметры отраженного потока с помощью приемника, получают

информацию о свойствах анализируемого сырья. Для согласования приемника излучений с устройством, которое осуществляет вывод куска материала из потока сепарируемого отхода, установка имеет узел переработки информации (блок-анализатор). Между всеми основными блоками сепарационной установки для сортировки лома и отходов цветных металлов могут устанавливаться фильтрующие элементы, уменьшающие погрешности измерения характеристики анализируемого материала.

Электронная схема осуществляет прием информации, обработку ее и подачу управляющего сигнала на удаление с конвейерной ленты кусков сортируемого материала с заданным элементным составом. Более сложные схемы обработки информации позволяют учитывать размер и массу куска, проводить многоэлементный анализ для отнесения отходов к определенному сорту.

К основным конструктивным узлам радиометрических сепараторов относятся: узел первичного излучения, механизм, подающий куски цветного металла в зону анализа; блок-анализатор и исполнительные механизмы. В сепараторах, рассчитанных на сортировку лома и отходов цветных металлов по нескольким классам крупности, имеются приспособления, обеспечивающие учет массы.

Питающее устройство предназначено для подачи исходного сырья на сепарацию. В качестве питающего устройства используют электровибрационные, конусные и тарельчатые питатели. Транспортирующие устройства сепараторов предназначены для подачи разделяемых материалов в зоны облучения, регистрации и разделения, а также для создания покускового режима питания. По типу транспортирующего устройства сепараторы могут быть разбиты на ленточные, вибрационные, ковшовые и карусельные. Устройства вибрационного типа обеспечивают скорость перемещения материала до 0,8...1,2 м/с, ленточного типа — до 2...4 м/с и более. Транспортирующее устройство может быть одно- или многоканальным. Скорость движения материала на нем обычно выше, чем на питателе, поэтому при сходе с питателя кусок отрывается от идущего за ним следом, что позволяет получить нужный между ними интервал.

Узел первичного излучения и детекторные системы, регистрирующие вторичное излучение, обеспечивают практическую

реализацию сортировки лома и отходов. В качестве источников первичного излучения в рентгенорадиометрическом сепараторе применяются радиоизотопы:  $Fe^{55}$ ,  $Co^{57}$ ,  $Cd^{109}$ ,  $Am^{241}$  и рентгеновские трубки. Узел излучения снабжен защитными экранами, обеспечивающими безопасность обслуживающего персонала.

Детекторные системы сепараторов состоят из измерителя спектрального состава и интенсивности вторичного излучения кусков исходного сырья и блока оценки их геометрических размеров или массы. Для регистрации вторичного характеристического излучения применяют сцинтилляционные, пропорциональные счетчики и полупроводниковые детекторы.

Исполнительные механизмы по команде блока-анализатора осуществляют выведение из потока исходного сырья тех или иных кусков цветных металлов в соответствующие приемные бункеры. В рентгенорадиометрических сепараторах чаще применяют электропневматические и шиберные исполнительные механизмы с приводом от тяговых электромагнитов.

На рис. 6.11 приведена схема работы рентгенорадиометрического сепаратора с электродинамическими сбрасывателями.

Электродинамический сбрасыватель создает бегущее электромагнитное поле, обеспечивающее силовое воздействие на немагнитные электропроводящие тела (куски цветных металлов и сплавов).

Для реализации процесса радиометрической сепарации в технологических схемах переработки лома и отходов цветных металлов создан ряд конструкций, различающихся применяемыми источниками первичного излучения, детекторными системами, исполнительными механизмами, количеством сепарационных каналов и числом получаемых продуктов.

Рентгенорадиометрический сепаратор марки СРФМ4-150М, выпускаемый фирмой РАДОС (г. Красноярск), имеет производительность от 2...3 до 40...60 т/ч в зависимости от размеров кусков сепарируемых продуктов. Сепаратор СРФ4-3П-150 имеет производительность 10...20 т/ч. В качестве источника первичного излучения в них используется портативный рентгеновский аппарат ПРАМ-50.

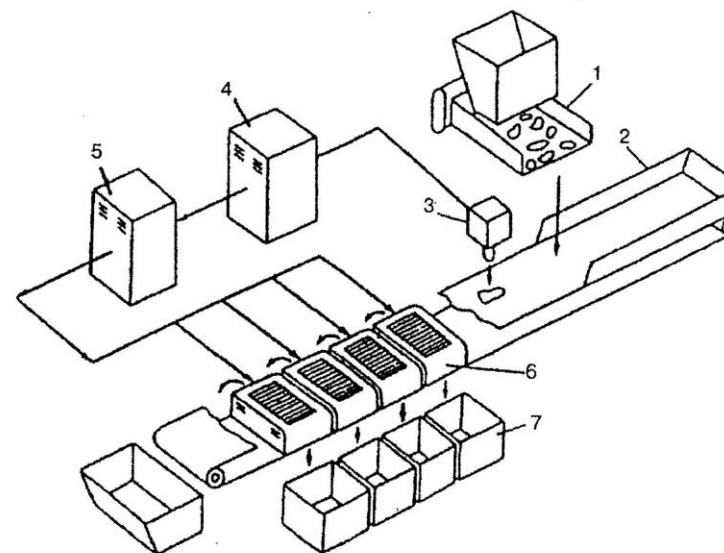


Рис. 6.11. Схема рентгенорадиометрического сепаратора с электродинамическими сбрасывателями:

- 1 – устройство формирования покусковой подачи; 2 – конвейер;
- 3 – детектор; 4 – блок-анализатор;
- 5 – блок управления исполнительными механизмами;
- 6 – электродинамический сбрасыватель; 7 – короб

На рис. 6.12 показана линия переработки низкокачественных отходов цветных металлов с использованием комплекса радиометрической сепарации.

Исходное сырье грейфером 1 подают на фрагментатор 2, откуда фрагментированный лом поступает в молотковую дробилку 3. Из дробленого продукта воздушным потоком от вентилятора 7 удаляется пылевидная фракция (пыль, краска, текстиль, мелкие частицы металла и др.), которая накапливается в циклоне 5 и рукавном фильтре 6. Куски металла пластинчатым питателем 4 подаются на сепаратор-пучковывделитель 8, с помощью которого из дробленого лома выделяются пучки проволоки, текстиля и т.п. Далее сырье поступает на ленточный конвейер 9, над которым установлены два подвесных саморазгружающихся магнитных сепаратора 10 и 11. Первый сепаратор со слабым магнитным полем предназначен для выделения из смеси только кусков сво-

бодного черного металла, второй сепаратор с сильным магнитным полем – для выделения механических сростков ферромагнитных материалов и цветных металлов. Для выделения этих сростков используется также электромагнитный шкив 12 с сильным магнитным полем. Оставшийся на ленточном конвейере немагнитный продукт подается в барабанный грохот 13. Здесь дробленый продукт разделяется по классам крупности +10 –40 и +40 –150 мм, которые подаются соответственно на вибрационный 14 и ленточный 15 электродинамические сепараторы. С их помощью получают два продукта: первый – концентрат цветных металлов, который преимущественно содержит куски алюминиевых сплавов, второй – неметаллические материалы, нержавеющую сталь, титановые сплавы.

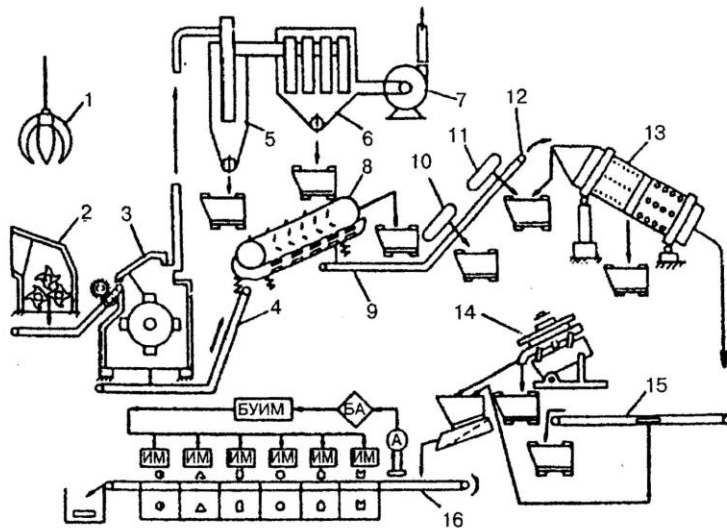


Рис. 6.12. Линия переработки низкокачественных отходов цветных металлов

Концентраты цветных металлов после дробления, магнитной и электродинамической сепарации поступают на комплекс автоматизированной сортировки 16 отходов цветных металлов по группам и маркам сплавов.

Комплекс состоит из бункера-накопителя, устройства формирования покусковой подачи исходного сырья, транспортирующих устройств, узла облучения кускового сырья, блока детекторов Д, блока-анализатора БА, блока управления исполнительными механизмами БУИМ, системы исполнительных механизмов ИМ, приемников продуктов сепарации.

Комплекс работает следующим образом. Исходное сырье поступает через бункер-накопитель на вибропитатель и далее на устройства покусковой подачи дробленого материала, где обеспечивается заданная скорость транспортировки и необходимый интервал между кусками дробленого лома, которые подаются в зону облучения, создаваемого рентгеновскими трубками. Регистрация вторичного характеристического излучения каждого сепарируемого куска осуществляется с помощью спектрометрического детектора. Сигнал с детектора поступает в блок-анализатор, который определяет элементный состав кусков. Выделение кусков в соответствующий короб осуществляется исполнительными механизмами блока управления. Технические характеристики комплекса представлены в табл. 6.10.

Таблица 6.10  
Технические характеристики комплекса автоматизированной сортировки отходов цветных металлов

Параметры	Значение
Производительность при сортировке, т/ч:	
– низкокачественного алюминиевого лома	5...7
– сплавов медной группы	2...3
Крупность исходного сырья при сортировке, мм:	
– алюминиевого лома	+10 –150
– лома медных сплавов	+40 –300
Установленная мощность электрооборудования, кВт	15

Таким образом, при утилизации автомобильного металлолома основными стадиями технологического процесса являются: прессование, дробление и видовая сепарация материалов с помощью магнитных, радиометрических, гидро- и аэродинамических способов. Использование вторичных металлов, составляющих основную часть утилизируемых автомобилей, имеет важное экономическое и экологическое значение.

### Контрольные вопросы

1. Расскажите о значении использования вторичных металлов.
2. Как проводится классификация отходов черных металлов?
3. Как проводится классификация отходов цветных металлов?
4. Расскажите о процессах и аппаратах, используемых при утилизации металлолома.
5. Какое оборудование используют для пакетирования металлолома?
6. Какое оборудование используют для дробления кузова?
7. Расскажите о видовой сепарации продуктов дробления кузова.
8. Как проводится радиометрическая сепарация отходов цветных металлов?

## 7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ КУЗОВОВ И АВТОАГРЕГАТОВ

### 7.1. Утилизация автомобильных кузовов

Основными стадиями процесса утилизации автомобильных кузовов являются пакетирование, дробление и видовая сепарация. Расход энергии при утилизации кузовов зависит от их комплектности (табл. 7.1).

Таблица 7.1

*Расход энергии при дроблении кузовов автомобилей*

Комплектация	Расход энергии, кВт·ч/т
Вместе с двигателем, шинами, сиденьями	25...28
Без двигателя, шин и сидений	20...23
Сплюснутый кузов	15...18

Как видно из представленных в таблице данных, наличие шин, двигателя и других агрегатов и узлов увеличивает энергоемкость процесса на 60 %. При этом существенно снижается производительность установки и ухудшается качество видовой сепарации продуктов.

На рис. 7.1 показана принципиальная технологическая схема утилизации кузова автомобиля.

Согласно этой схеме с автомобиля перед пакетированием и дроблением снимаются агрегаты и крупные детали: бамперы, колеса, бензобак, сиденья и др.

Кузов автомобиля 1 поступает в пресс-ножницы 2, пакетировается и измельчается в дробилке 3. Далее дробленый продукт попадает на пластинчатый конвейер 5, над которым подвешен магнитный сепаратор 4. С его помощью происходит выделение из потока черных металлов, которые поступают на склад готовой продукции. Оставшийся на конвейере дробленый продукт, содержащий цветные металлы и неметаллические материалы, проходит видовую сепарацию в пневмосепараторе 6.

При этом неметаллические материалы выводятся из потока, а цветные металлы разделяются по видам сплавов в установке радиометрической сепарации 7.

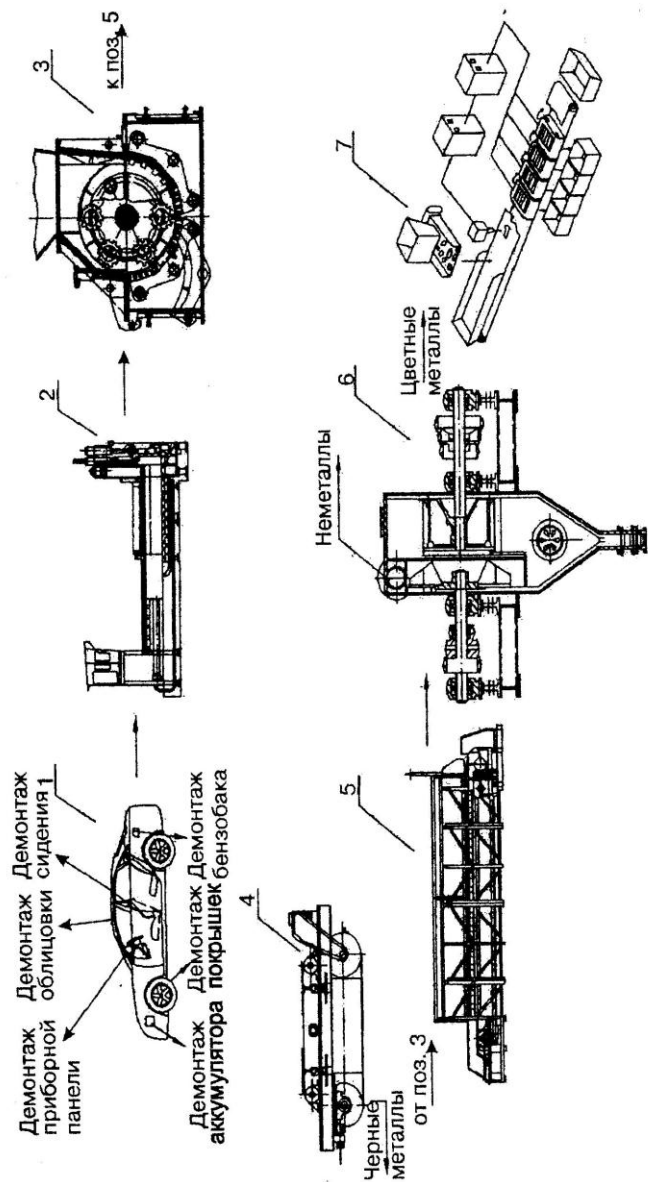


Рис. 7.1. Технологическая схема утилизации изношенных автомобилей:  
 1 – автомобиль; 2 – пресс-ножницы; 3 – молотковая дробилка; 4 – подвесной магнитный сепаратор; 5 – конвейер пластинчатый;  
 6 – пневматический сепаратор; 7 – установка радиометрической сепарации

За рубежом рядом фирм выпускаются комплектные линии для утилизации кузовов автомобилей и другого легковесного металлического лома. В табл. 7.2 приведены характеристики некоторых комплектных установок, выпускаемых фирмой «Metso Lindemann» (Германия) для утилизации автомобилей.

Установки перерабатывают целные кузова автомобилей после слива рабочих жидкостей, снятия опасных автокомпонентов и других агрегатов (двигателя, колес и т.д.). Схема работы одной из них показана на рис. 7.2.

Технологический процесс переработки автомобильных кузовов на установке состоит из следующих операций: подготовки кузова; загрузки его в шредер; дробления кузова; сортировки дробленых продуктов; удаления и складирования готовой продукции.

Таблица 7.2  
 Характеристики шредерных установок фирмы «Metso Lindemann» для утилизации автомобилей

Модель	Характеристики			
	мощность привода, кВт	ширина загрузочного лотка, мм	скорость вращения ротора, мин <sup>-1</sup>	производительность, т/ч
ZZ 190×260	750	2500	600	24...38
	920			33...45
	1030			38...50
	1500			45...60
ZZ 225×260	1500	2500	600	50...70
	2200			70...90
	2600			80...100
	3000			90...110
ZZ 250×260	3000	2500	600	100...120
	3700			120...150
	4400			140...180
ZZ 300×300	5100	2900	600	160...210
	6000			180...230
				220...280
	7500			

Кузова автомобилей гидравлическим краном с грейферным захватом подаются на наклонный конвейер, по которому они под собственным весом передвигаются к двум питающим валкам 1 шредера 2. Верхний питающий валок способен перемещаться в вертикальной плоскости, что позволяет ему занимать оптимальное положение для приема кузовов различного размера. Валки

захватывают кузов автомобиля, сплющивают его и проталкивают в шредер.

Кузов автомобиля попадает в зазор между отбойной плитой и вращающимся ротором шредера с закрепленными на нем молотками. Измельчение в шредере происходит до тех пор, пока размеры образующихся кусков кузова не станут меньше отверстий решетки. Образующиеся в результате дробления куски проходят через отверстия, покидают шредер и попадают на разгрузочный вибрационный конвейер 6, расположенный под ним. Далее дробленый продукт подается конвейером 7 на сортировку.

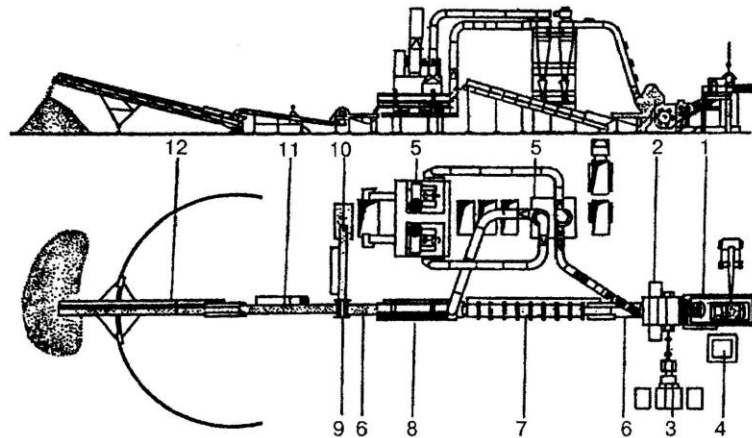


Рис. 7.2. Шредерная установка для утилизации автомобильных кузовов:  
1 – питающие валки; 2 – шредер; 3 – привод шредера;  
4 – кабина оператора; 5 – пневмосепараторы; 6 – виброконвейеры;  
7 – конвейер; 8 – обеспыливающий барабан; 9 – магнитная сепарационная установка;  
10 – конвейер для цветных металлов;  
11 – сортировочный конвейер; 12 – поворотный конвейер

Отделение кусков черного металла от цветных металлов и крупных кусков неметаллических материалов производится с помощью подвешенного электромагнитного сепаратора 9, установленного над сортировочным конвейером 11. Выделенный стальной лом с помощью поворотного уборочного конвейера 12 поступает на склад или непосредственно в железнодорожные вагоны для отправки потребителю.

Установка снабжена системой пневматического удаления 5 из дробленого продукта мелких неметаллических частиц обли-

цовочного материала, оплетки проводов, лакокрасочного покрытия и др. Направление воздушного потока, отсасывающего неметаллические частицы, противоположно движению дробленого металла. Отобранные неметаллические материалы складываются и вывозятся из цеха для дальнейшей утилизации либо на заводе, либо на специализированных предприятиях.

Для удаления цветных металлов установка оборудована специальным конвейером 10.

Цветные металлы проходят дополнительную сортировку по маркам сплавов с помощью сепаратора цветных металлов, принцип действия которого заключается в наведении вращающимся магнитным полем электродвижущей силы в токопроводящих цветных металлах. Траектория движения частиц цветных металлов после схода с ленточного конвейера зависит от физико-химических свойств сплавов, что позволяет их легко сортировать в различные бункеры.

Система пылеудаления включает обеспыливающий барабан 8, циклон, воздушный фильтр и газопромывательный скруббер Вентури.

Управление установкой осуществляется с пульта из кабины оператора 4.

После сортировки получают несколько фракций: магнитную (черные сплавы), воздушную (неметаллические материалы с низкой плотностью) и различные фракции сплавов цветных металлов – алюминия, цинка, меди и др.

## 7.2. Утилизация отработанных аккумуляторов

Отработанные аккумуляторы являются основным источником получения свинца из свинецсодержащих отходов. Помимо свинца в аккумуляторном ломе присутствуют пластмассы – полипропилен (ПП) и поливинилхлорид (ПВХ), а также оксид и сульфат свинца в виде шлама.

Утилизация аккумуляторов производится ручным или механизированным способом.

При *ручном способе* аккумуляторная батарея очищается от грязи, из нее сливают электролит (серную кислоту) и промывают раствором соды для нейтрализации остатков серной кислоты.

Далее батарея разбирается вручную с применением слесарного инструмента на составляющие элементы: пластмассовый корпус, свинцовые пластины, пластмассовые ячеистые сепараторы, порошкообразные оксид и сульфат свинца, заливочную мастику.

Полученные детали и материалы складываются отдельно для последующей утилизации. Свинцовые пластины идут на переплавку, оксид и сульфат свинца также идут в металлургический передел для восстановления до металлического свинца. Пластмассы и мастика используются в составе строительных материалов, асфальта и других продуктов.

Ручная разборка аккумуляторных батарей позволяет получить высококачественные вторичные материалы (свинец, пластмассы, серную кислоту и др.), однако требует большого количества тяжелого физического труда, связанного с обработкой высокотоксичных продуктов.

Герметично закрытая аккумуляторная батарея, содержащая серную кислоту, относится ко II классу опасности, а свинец и его соединения – к I классу. Поэтому ручная технология утилизации отработанных аккумуляторов, хотя и широко используется, является устаревшей и постепенно уступает место более современным технологиям, в частности, основанным на дроблении и тяжелосредней сепарации дробленых продуктов.

**Тяжелосредняя сепарация** при разделке аккумуляторного лома получила широкое распространение в зарубежной практике. Различают два способа деления – в искусственных и самообразующихся суспензиях.

Более совершенными являются схемы деления в самообразующихся суспензиях. Поскольку плотность свинца равна  $13,6 \text{ г/см}^3$ , а плотность ПП и ПВХ составляет  $0,95$  и  $1,3 \text{ г/см}^3$  соответственно, то тяжелая среда должна иметь плотность более  $1,3 \text{ г/см}^3$ , но менее  $13,6 \text{ г/см}^3$ . Такая среда получается с помощью шлама оксидно-сульфатного свинца, присутствующего в аккумуляторном ломе.

На рис. 7.3 приведена технологическая схема утилизации отработанных аккумуляторов, основанная на тяжелосредней видовой сепарации продуктов дробления.

Исходное сырье – отработанные аккумуляторы 1 – поступает на измельчение в дробилку 2, в которую подается раствор со-

ды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) для нейтрализации остатков серной кислоты. Раствор готовится в мешалке 3 путем растворения соды, которая дозируется питателем 4. Продукты дробления аккумулятора проходят через электромагнитный сепаратор 5 для отделения железосодержащей фракции. С магнитного сепаратора дробленый продукт поступает на вибрационный грохот 6, имеющий два сита с ячейками 60 мм и 1 мм.

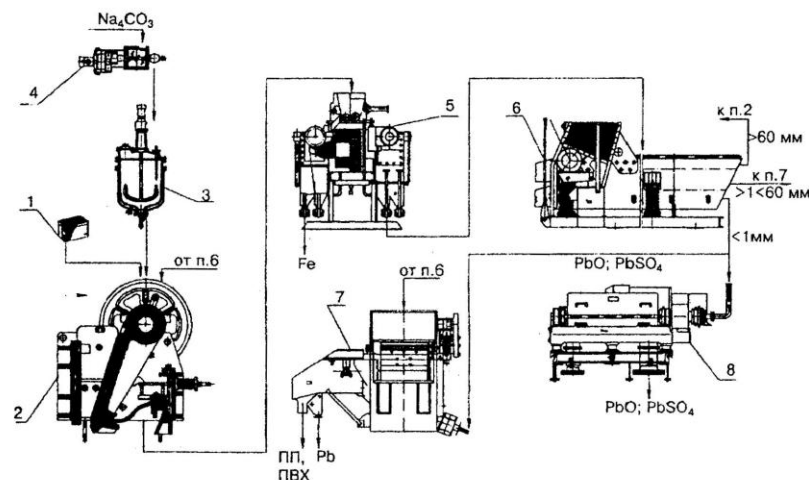


Рис. 7.3. Технологическая схема утилизации отработанных аккумуляторов:

- 1 – аккумулятор; 2 – дробилка; 3 – мешалка; 4 – питатель;  
5 – магнитный сепаратор; 6 – вибрационный грохот;  
7 – тяжелосредний сепаратор; 8 – центрифуга

Фракция крупностью  $> 60 \text{ мм}$  с верхнего сита поступает на повторное дробление. Среднюю фракцию крупностью от 1 до 60 мм с нижнего сита направляют в тяжелосредний сепаратор 7 для деления в самообразующихся суспензиях. Основное количество шлама оксидно-сульфатного свинца с частицами размером  $< 1 \text{ мм}$ , прошедшего через нижнее сито, обезвоживают в центрифуге 8 и направляют на восстановление. Небольшое количество этого шлама направляется в гидросепаратор для создания тяжелой среды. В результате тяжелосредней сепарации получают металлический свинец и полимерную фракцию, состоящую из полипропилена и поливинилхлорида.

ПП и ПВХ, имеющие различную плотность, также разделяются в тяжелой среде с плотностью  $1,1 \text{ г/см}^3$ , являющейся промежуточной для этих полимеров.

Данная технология позволяет извлекать 99,4 % свинца, содержащегося в отработанных аккумуляторах.

### 7.3. Утилизация моторного лома

К моторному лому относятся двигатели внутреннего сгорания и коробки передач. Их материальной основой являются литейные сплавы на основе алюминия или железа. Плотность лома может быть от 1000 до  $3500 \text{ кг/м}^3$ .

На рис. 7.4. показана технологическая схема процесса переработки моторного лома.

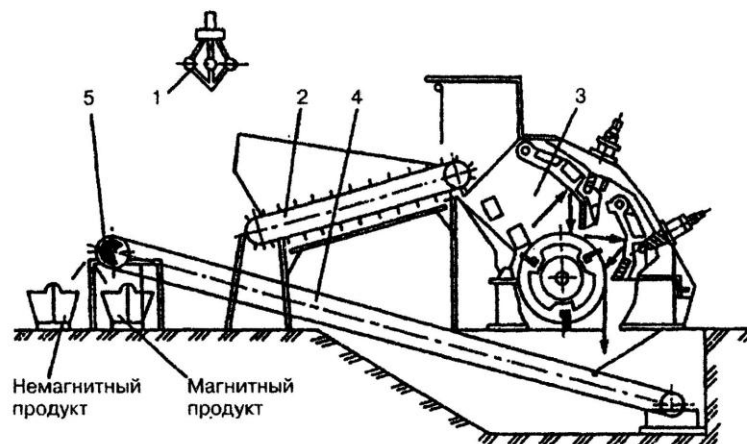


Рис. 7.4. Линия переработки моторного лома

Отходы моторного лома гидравлическим многочелюстным грейфером 1 загружаются на пластинчатый конвейер 2, который транспортирует их в приемный бункер дробилки 3, где лом попадает под удары молотков и отбрасывается на отбойные плиты.

Дробленый продукт с размером кусков менее 150 мм через щели между ротором и отбойными плитами разгружается на ленточный транспортер 4, который снабжен шкивным магнитным сепаратором 5. С его помощью происходит разделение продуктов переработки на черные и алюминиевые сплавы.

В результате переработки получают немагнитный продукт, состоящий из алюминиевых сплавов с содержанием стали до 0,2 %, и магнитный продукт с содержанием алюминия до 2 %. В зависимости от вида исходного сырья производительность линии составляет 3...5 т/ч.

### 7.4. Переработка лома радиаторов

Применяемые в настоящее время в автомобилестроении типы и конструкции радиаторов можно разделить по видам основных конструкционных материалов на медные и алюминиевые.

Лом радиаторов подвергают разделке для отделения стальных деталей от цветных металлов ручным, механическим или огневым способами. При *ручном способе* разделку радиаторов производят инструментом, отделяя стальной кожух от корпуса радиатора, затем отделяют патрубки и мелкие детали от бачков. Отделенные элементы радиаторов с остатками латуни и припоя сортируют с визуальной оценкой вида материалов на две группы: лом цветных и лом черных металлов.

Время разделки одного радиатора составляет 3...4 мин., выработка на одного работающего – 1,8...2,3 т в смену.

При *механическом способе* стальной кожух отделяют аллигаторными ножницами. Производительность этого способа разделки по сравнению с ручным ниже, так как отделение железных деталей и при этом ведется вручную. Затраты времени на эту операцию остаются такими же, как при ручном способе. Использование же аллигаторных ножниц связано с дополнительными внутрицеховыми перевозками, увеличением себестоимости передела и повышенным переходом продукции в низкокачественную группу.

При *огневой резке* места крепления кожуха к остову радиатора прогревают пламенем резака. Припой плавится и стекает с радиатора. Последовательно прогревая все места пайки, радиатор освобождают от стального кожуха, на котором остается незначительное количество наплывов припоя. Так же отделяются и другие стальные детали.

Радиаторы, у которых кожух крепится с помощью болтов, разделяют путем их срезания. На месте разделки производят сортировку полученных продуктов. Стальные детали, освобожденные от припоя, после пакетирования направляют на переплав

предприятиям, перерабатывающим вторичные черные металлы. Латунный корпус радиатора поступает на пакетирование, а затем подвергается металлургическому переделу для выпуска оловянных бронз. Часть лома радиаторов в пакетированном виде используют для производства подготовительных сплавов.

Стальные детали с каплями и наплывами припоя, остатками латуни накапливают и отгружают как низкокачественный лом черных металлов, содержащих медь. Припой, который стекает при оплавлении на площадку, переплавляют в слитки, которые реализуют как оловянно-свинцовые сплавы.

Общие потери цветных металлов при этом способе разделки радиаторов составляют чуть выше 4 % и представлены потерями с ломом черных металлов, угаром при резке и потерями при переплавке припоя.

Огневая резка радиаторного лома сопровождается значительными выделениями вредных веществ. Запыленность воздуха, удаляемого от места разделки, составляет в среднем  $87 \text{ мг/м}^3$ . В пыли находятся свинец, олово, цинк, медь, т.е. металлы, содержание которых в воздухе рабочей зоны и в атмосфере населенных пунктов лимитируется санитарными нормами.

Процесс подготовки радиаторного лома малопроизводителен и требует большого количества ручного труда. Разработана технология механизированной подготовки лома радиаторов к металлургическому переделу, которая включает следующие операции: дробление, грохочение, магнитную сепарацию и пылеулавливание. Широкого применения эта технология пока не нашла.

### **7.5. Утилизация катализаторов дожигания выхлопных газов**

Сравнительно новым компонентом автомобилей являются катализаторы дожигания выхлопных газов. Как известно, выхлопные газы содержат токсичные продукты горения углеводородных топлив: оксид углерода, оксиды азота, углеводородные радикалы и др. Их содержание в выбросах автомобиля зависит от его конструкции, режима движения и качества используемого топлива.

Для снижения токсичности выхлопных газов используют катализаторы дожигания, которые превращают токсичные продукты в безвредные вещества: углекислый газ, воду и азот.

Катализ широко присутствует в окружающей природе и используется во многих промышленных производствах, особенно в химической промышленности. Катализ позволяет интенсифицировать химические превращения.

Катализаторы дожигания выхлопных газов представляют собой носитель с высокоразвитой поверхностью, на которую нанесены каталитически активные вещества. В качестве носителя используются пористая керамика и металлическая фольга.

Каталитически активными веществами в автомобильных катализаторах являются драгоценные металлы: платина (Pt), палладий (Pd), родий (Rh) и некоторые другие. Поверхность активного слоя на носителях измеряется сотнями квадратных метров, а толщина составляет несколько нанометров. Автомобильная промышленность является крупнейшим потребителем этих металлов. Мировой автопром ежегодно потребляет 150 т платины и 140 т палладия для производства автокатализаторов. Драгоценные металлы, выполняющие роль катализаторов, не расходуются при химических реакциях превращения токсичных продуктов выхлопных газов в безвредные вещества, но облегчают этот процесс.

Катализаторы дожигания устанавливают, как правило, сразу за приемной трубой, перед глушителем. Химические реакции на поверхности катализатора протекают при температуре  $150...180 \text{ }^\circ\text{C}$ , т.е. после того, как слои каталитически активных металлов прогреются от выхлопных газов.

Срок службы автокатализаторов составляет в странах ЕС, США и Японии 100...150 тыс. км. В России он существенно меньше – 40...50 тыс. км – из-за низкого качества топлива, некоторые компоненты которого «отравляют» каталитически активные металлы, а также из-за неудовлетворительного качества автодорог, благодаря чему хрупкий керамический носитель разрушается от частых ударных и вибрационных нагрузок.

В странах с развитой автомобильной промышленностью дорогостоящие катализаторы дожигания, снимаемые с выводимых из эксплуатации автомобилей, подлежат обязательной утилизации. В России утилизация автомобилей, имеющих в своем со-

стае катализаторы дожигания, пока не носит массового характера. Однако содержание в катализаторах драгоценных металлов столь велико, что их утилизация экономически эффективна. Следует сказать, что переработка первичного сырья при содержании в нем платины в количестве  $2 \times 10^{-6}$  % считается рентабельной. Содержание же драгоценных металлов в отработанных катализаторах составляет 0,09...0,13 %, в том числе платины – до 0,12 %.

В катализаторах дожигания массой 1,2 кг содержится около 1,5 г драгоценных металлов. Учитывая, что современные технологии позволяют извлекать 94...99 % драгметаллов, утилизация катализаторов дожигания выхлопных газов является высокоэффективной.

Платина – тугоплавкий и труднолетучий металл. Он обладает способностью адсорбировать на поверхности кислород и водород.

Мельчайший порошок платины с размером частиц 20...40 мкм называется платиновой чернью, ее каталитическая активность выше, чем у компактного металла. Один объем платиновой черни «поглощает» 100 объемов кислорода. Именно это свойство позволяет широко использовать платину в качестве катализатора дожигания выхлопных газов автомобиля.

Платина – чрезвычайно инертный, устойчивый к различным химикатам металл. В тонкодисперсном состоянии она хорошо растворяется в царской водке – смеси азотной (1 часть) и соляной (3 части) кислот.

Традиционные технологии утилизации автомобильных катализаторов включают следующие этапы:

- сбор и первичную обработку катализаторов;
- получение концентратов драгоценных металлов;
- аффинаж.

**Первичная обработка** автокатализаторов заключается в механическом извлечении носителя драгоценных металлов из стального корпуса и, при необходимости (в зависимости от используемой технологии), его измельчении. После дробления проводится классификация по крупности с целью получения однородного продукта с требуемой дисперсностью.

**Получение концентратов** драгоценных металлов осуществляется гидро- и пирометаллургическими способами. Содержание драгоценных металлов в концентрате составляет более 95 %.

При использовании гидрометаллургических процессов драгоценные металлы растворяют в царской водке. Полученные продукты фильтруют и затем из раствора выделяют драгоценные металлы различными реагентами. В результате химического взаимодействия образуется платинохлористоводородная  $H_2(PtCl_6)$  и другие кислоты. При обработке катализатора царской водкой удается извлечь 98...99 % драгоценных металлов.

Отделение благородных металлов от носителей сухими, или пирометаллургическими, способами с учетом тугоплавкости платины, палладия и родия производят плазменной плавкой, позволяющей перевести металлы в расплав. При этом частицы керамического носителя, имеющего более высокую температуру плавления, сохраняются в твердом состоянии.

**Аффинаж** – металлургический процесс получения благородных металлов высокой чистоты путем их разделения и очистки от загрязняющих примесей.

Итак, существующие технологии утилизации автомобильных катализаторов дожигания выхлопных газов позволяют извлекать из них наиболее ценные компоненты – драгоценные металлы – платину, палладий и родий. Объемы вовлечения в промышленное производство вторичных драгоценных металлов соизмеримы с их добычей из минерального сырья. Об этом свидетельствует тот факт, что мировое потребление платины и палладия значительно превышает объемы их добычи, что является следствием регенерации этих металлов из отработанных автокатализаторов.

Таким образом, технологический процесс утилизации автомобилей предусматривает отдельную переработку кузова и агрегатов. Разработанные технологии позволяют извлекать из утилизируемых автомобилей более 95 % черных и цветных металлов, содержащихся в автомобиле.

#### Контрольные вопросы

1. Расскажите о технологии утилизации автомобильных кузовов.
2. Расскажите о технологии утилизации автомобильных аккумуляторов.
3. Расскажите о технологии утилизации моторного лома.
4. Как проводится утилизация радиаторов автомобилей?
5. Расскажите о технологии утилизации автомобильных катализаторов.

## 8. УТИЛИЗАЦИЯ ПЛАСТМАССОВЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Детали из пластмасс широко используются в современном автомобиле. Из них изготавливают крупногабаритные изделия с большой массой (бамперы, панель приборов, каркасы облицовки крыши и дверей кузова, сиденья, бензобак и др.), а также многочисленные сравнительно небольшие детали автомобиля (расходные бачки рабочих жидкостей, ручки, декоративные накладки, детали электронного оборудования и многое другое). На рис. 8.1 показаны некоторые детали из полимеров, используемые в автомобиле BMW.



Рис. 8.1. Детали из пластмасс автомобиля BMW

Масса пластмасс в отечественном автомобиле «Лада» приближается к 100 кг. Далеко не всегда при утилизации автомобилей демонтируемые с них детали из пластмасс пригодны для восстановления и повторного использования. Поэтому утилизация пластмассовых деталей выводимых из эксплуатации автомобилей имеет большое значение, позволяя сократить потребление первичных материальных и энергетических ресурсов и снизить нагрузку на окружающую среду.

Известны следующие основные способы обращения с отходами пластмасс:

- переработка во вторичное полимерное сырье для повторного использования при производстве изделий;
- пиролиз с получением углеводородного сырья для энергетического и химического применения;
- сжигание вместе с твердыми бытовыми отходами с получением тепловой и электрической энергии;
- захоронение на полигонах.

Основным способом обращения с отходами пластмасс должно стать их повторное использование, выполняющее при производстве изделий из пластмасс такую же роль, какую играет металлолом в металлургии. Однако в силу различных, прежде всего организационных, причин это сделать не всегда удается. Поэтому некоторое количество отходов пластмасс, образующихся при утилизации автомобилей, подвергается пиролизу, сжигается и захоранивается.

Пиролиз полимерных материалов проводится при температуре 400...500 °С при ограниченном доступе воздуха. Продуктами пиролиза являются ценные сырьевые материалы: пиролизный газ, не уступающий по своим свойствам природному газу, пиролизная смола, являющаяся ценным продуктом для синтеза полимерных материалов, и твердый углеродный остаток, идущий на изготовление адсорбента.

Пластмассы обладают высокой теплотворной способностью. Некоторые из них (полиэтилен, полипропилен и др.) превосходят по этому показателю природные топливные ресурсы – уголь и нефть. Поэтому трудно отделяемые от других материалов пластмассовые детали небольшого размера сжигают. В отличие от природного топлива при сжигании пластмасс выделяются токсичные продукты, что требует значительных затрат на очистку дымовых газов.

Захоронение – со всех точек зрения нерациональный способ обращения с пластмассовыми отходами, т.к. не приносит никакого экономического или технического результата, но требует строительства дорогостоящих полигонов.

Сжигание и захоронение не утилизируемых отходов, в т.ч. пластмасс, будут рассмотрены в главе 13.

В общем виде переработка отходов пластмасс с целью их повторного использования состоит из следующих стадий: сортировки, мойки, сушки, измельчения и гранулирования.

**Сортировка** заключается в разделении деталей по видам пластмасс. Она проводится вручную на сортировочных столах.

Идентификация видов пластмасс производится с целью отделения друг от друга отходов изделий, изготовленных из различных полимеров, поскольку их смешивание приводит не только к ухудшению внешнего вида и физико-механических свойств будущих изделий, но и очень часто снижает технологические свойства получаемых вторичных материалов. С целью идентификации в последние годы все автомобильные заводы и производители автокомпонентов наносят на пластмассовые детали маркировку, показывающую марку использованного полимера.

**Мойка** деталей осуществляется с целью очистки отходов от загрязнений с помощью специальных моющих агрегатов. Для мойки используют воду и синтетические моющие средства.

**Сушка** вымытых деталей осуществляется с целью удаления остатков воды.

**Измельчение и гранулирование** отходов пластмасс производится с целью получения вторичного сырья, которое по форме и размерам соответствовало бы первичному сырью.

Первичное сырье, используемое при изготовлении изделий из пластмасс, представляет собой гранулы со стандартной величиной зерен, с постоянной объемной массой и хорошей сыпучестью. Вторичные материалы, получаемые из отходов термопластов, должны иметь аналогичный гранулометрический состав. Для этого используются специальные аппараты для переработки полимерных отходов.

Крупногабаритные изделия из пластмасс предварительно нарезаются на циркулярных пилах или ленточно-пильных станках.

Для гранулирования широко используются режущие грануляторы, в которых измельчение отходов происходит между роторными и статорными ножами. В табл. 8.1 приведены характеристики роторных измельчителей, выпускаемых отечественной промышленностью.

Таблица 8.1

Технические характеристики роторных измельчителей пластмасс

Характеристика	Марка гранулятора			
	ИПР-100	ИПР-150	ИПР-300	ИПР-450
Производительность, кг/ч	25...60	50...150	150...350	200...1500
Диаметр ротора, мм	100	150	300	450
Скорость вращения ротора, об./мин.	1500	1300	700	700
Количество ножей ротора, шт.	3	3	9	15
Количество неподвижных ножей, шт.	2	2	2	3
Зазоры между ножами, мм	0,1	0,1	0,1...0,2	0,2...0,4
Мощность электропривода, кВт	1,0	1,6	18,5	27,5

Производительность измельчителя определяется видом отходов и конструктивными особенностями установки: количеством и длиной ножей, а также скоростью вращения ротора. В процессе работы производительность роторных измельчителей падает вследствие износа ножей. Поэтому при падении производительности измельчителя на 20...30 % от первоначального значения при работе на одном материале необходимо проводить их заточку.

Степень измельчения отходов определяется размером ячеек сита, ограждающего камеру помола со стороны выхода измельченного материала. Размер частиц измельченных отходов может изменяться от 3...5 до 25...30 мм.

Конструкция измельчителя приведена на рис. 8.2.

Роторные измельчители при работе издают сильный шум. С целью его уменьшения измельчитель вместе с двигателем и вентилятором заключают в шумозащитный кожух, что позволяет снизить уровень шума на 10...15 дБ.

В процессе вторичного использования пластмасс необходимо предотвратить или уменьшить ухудшение физико-механических и реологических свойств вследствие термомеханического воздействия, которому подвергается полимер при измельчении, гранулировании и формовании. С этой целью в композиции на основе вторичных полимерных материалов вводят

дополнительные стабилизаторы, позволяющие сохранить их эксплуатационные характеристики. Для различных видов полимеров разработаны и известны такие стабилизирующие вещества.

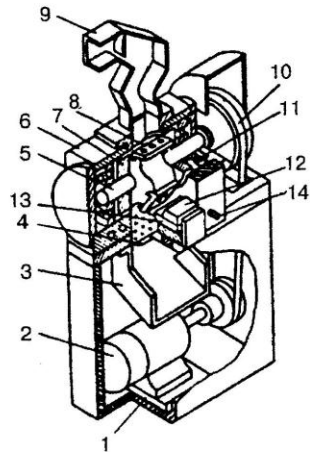


Рис. 8.2. Роторно-ножевой измельчитель с водяным охлаждением:  
 1 – поворотная плита; 2 – электродвигатель; 3 – лоток; 4 – съемная калибрующая решетка; 5 – ротор; 6 – статор; 7 – маслоотражатели; 8 – ножи ротора; 9 – загрузочный бункер; 10 – маховик; 11 – упорные подшипники; 12 – массодробители; 13 – регулируемые ножи статора; 14 – штуцер для подачи воды

Помимо режущих грануляторов используют экструдеры-грануляторы. Гранулирование в экструдерах позволяет осуществить направленную модификацию отходов с получением продуктов с улучшенными свойствами за счет добавления в композицию специальных ингредиентов.

Червячные экструдеры для гранулирования отходов термопластов имеют узел дегазации. В зависимости от последовательности двух процессов, проходящих во время гранулирования, – резки и охлаждения – процесс осуществляют двумя способами. Выбор способа гранулирования зависит от свойств полимера: вязкости и адгезии расплава термопласта к металлу.

При горячем гранулировании на экструзионной головке расплав выдавливается через отверстия решетки (количество которых достигает 300) в виде жгутов (стренг) и тут же срезается скользящими вдоль решетки ножами. Полученные при резке

гранулы охлаждаются воздухом или водой. Таким способом гранулируют полиолефины, в частности, полипропилен, широко используемый для изготовления бамперов автомобилей.

При холодном гранулировании жгуты расплава полимера после выхода из экструзионной головки сразу поступают в ванну с водой, охлаждаются, а затем нарезаются на гранулы ножом гильотинного типа. Температура воды поддерживается в пределах 50...70 °С, что позволяет ей интенсивно испаряться с поверхности гранул. Расход воды составляет 40 м<sup>3</sup> на 1 тонну гранулята. Размер гранул зависит от диаметра отверстий решетки экструдера и скорости вращения шнека. Полученные гранулы используются в качестве полноценного заменителя первичного сырья.

Производительность экструдера-гранулятора зависит от диаметра шнека и вида перерабатываемого пластика. Она изменяется от 40 до 500 кг/ч.

На рис. 8.3 показана линия горячего гранулирования.

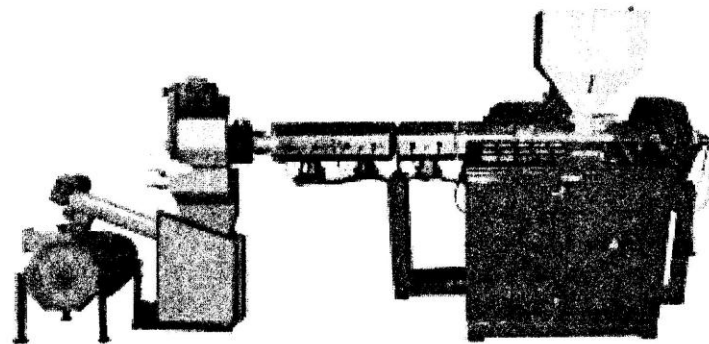


Рис. 8.3. Установка горячего гранулирования термопластов

Установка состоит из бункера-питателя, экструдера шнекового, гранулирующей головки с устройством резки, водяной ванны охлаждения, шнекового транспортера и центрифуги для отделения воды.

Линия ЛГГПС 90-250 имеет технические характеристики, представленные в табл. 8.2.

**Утилизация деталей из полиолефинов.** К полиолефинам, применяемым в автомобилестроении, относятся полиэтилены высокой и низкой плотности (ПЭВП и ПЭНП) и полипропилен

(ПП). Из полиэтилена высокой плотности производят различные мелкие детали автомобиля, сравнительно недавно из него начали изготавливать бензобаки. Из полиэтилена низкой плотности делают пленку. Полипропилен широко используется для изготовления бамперов, панели приборов автомобиля и других деталей.

Таблица 8.2

**Технические характеристики установки ЛГТПС 90-250**

Характеристика	Единица измерения	Значение
Производительность	кг/ч	до 250 (зависит от вида полимера)
Установленная мощность электродвигателя	кВт	120
Расход воды	м <sup>3</sup> /ч	1,5
Масса	кг	3900
Габариты:	мм	
– длина		4500
– ширина		2000
– высота		2500

Особенностью термопластов, и в частности полиолефинов, является возможность их многократной переработки путем расплавления и повторного формования без существенного изменения характеристик.

В табл. 8.3 приведено изменение свойств полипропилена в процессе многократной переработки.

Таблица 8.3

**Влияние многократной переработки способом литья под давлением на свойства полипропилена**

Наименование показателя	Кратность переработки				
	1	2	3	4	5
Прочность при статическом изгибе, МПа	42,3	37,2	30,8	32,9	34,2
Удельная ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	1300	1250	1100	1050	990
Прочность при растяжении, МПа	35,6	34,1	35,2	34,6	33,5
Относительное удлинение, %	52	55	59	61	98

Данные табл. 8.3 показывают, что при 3...4-кратной переработке свойства полипропилена изменяются незначительно. Это позволяет смешивать гранулы вторичного полипропилена, получаемые при утилизации деталей автомобилей, с гранулами первичного материала для производства новых изделий.

**Утилизация отходов поливинилхлоридных материалов.**

Поливинилхлорид применяется в производстве обивочных искусственных кож, синтетических тентовых материалов, пленок, литьевых изделий и т.д.

Можно выделить три основных направления в использовании отходов ПВХ-материалов:

- переработку отходов в линолеум, искусственные кожи и пленочные материалы;
- химическую переработку с регенерированием ПВХ смолы;
- использование в смеси с другими полимерами в различных полимерных композициях.

**Производство линолеума.** Поскольку ПВХ широко применяется при изготовлении рулонных материалов на текстильной основе, ниже будут рассмотрены особенности переработки отходов таких текстильно-полимерных материалов. Технологическая схема процесса производства линолеума с использованием отходов искусственной кожи представлена на рис. 8.4.

По такой схеме можно изготавливать различные покрытия для полов (линолеум, линолеумную плитку), искусственные кожи технического назначения и другие материалы.

Отходы искусственных кож сначала поступают на измельчение в дробилку 1. Из дробилки полученная крошка через выпускное отверстие выталкивается в накопительную емкость.

При переработке отходов загрязненных ПВХ материалов важной стадией процесса является их очистка и промывка в мешалке 2 с вертикальными лопастями. Мешалка расположена таким образом, что весь внутренний объем промывочного устройства делится на две зоны: зону турбулентного потока, который образуется ниже лопастей мешалки, и зону ламинарного потока над ними.

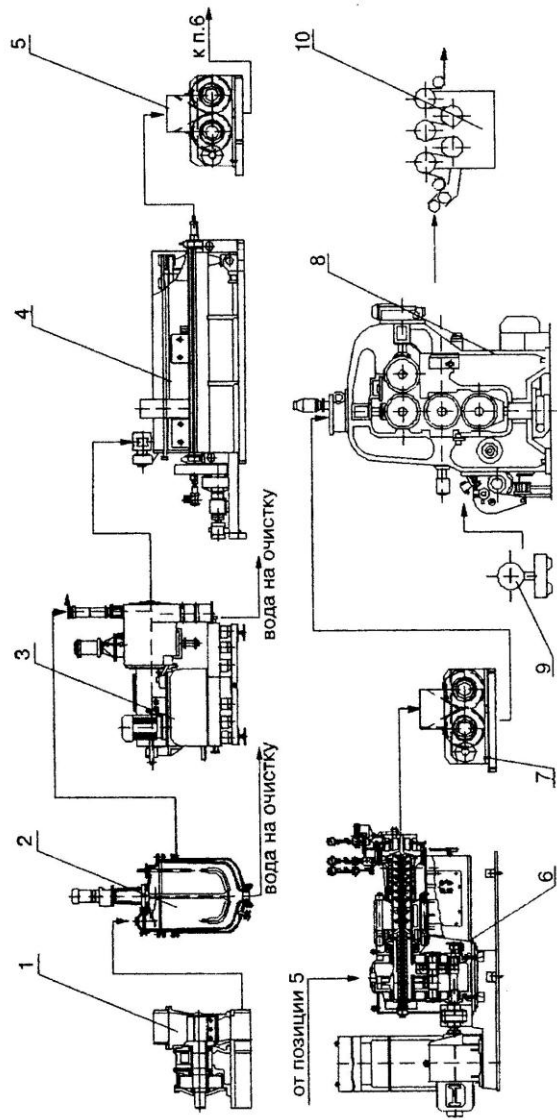


Рис. 8.4. Технологическая схема производства линолеума с использованием отходов искусственной кожи:  
 1 – роторный измельчитель; 2 – якорная мешалка; 3 – центрифуга; 4 – барабанная сушилка; 5 – крекер-валцы; 6 – гранулятор;  
 7 – валцы; 8 – каландр; 9 – рулон с лицевым слоем напольного покрытия; 10 – охлаждающие барабаны

Через дозирующее устройство крошка непрерывно поступает в промывочное устройство сначала в турбулентную зону, а затем в зону ламинарного потока. Отходы всплывают на поверхность промывного раствора, плотность которого больше плотности дробленых отходов, и отбираются с помощью специального подъемного устройства.

Улавливающие воронки, расположенные в днище мешалки ниже зоны турбулентности, собирают посторонние включения, отделенные от отходов, и выводят их через трубопровод.

Промытая и очищенная от посторонних включений крошка поступает в центрифугу 3 и барабанную сушилку 4, где отделяется от воды и высушивается. Высушенная крошка по трубопроводу направляется на гомогенизацию на крекер-валцы 5 с ребристой поверхностью валков.

Время обработки на крекер-валцах составляет 1...5 мин для разрушения текстильной основы и гомогенизации смеси. Полученная гомогенная смесь поступает на экструдер-гранулятор 6, откуда в виде гранул подается в накопительный бункер.

При переработке отходов поливинилхлорида и производстве из них гранул в состав полимерной композиции дополнительно вводят стабилизаторы, а также пластификаторы, которые позволяют избежать механодеструкционных процессов.

Установлено, что при использовании соответствующих стабилизаторов возможна 6-кратная повторная переработка отходов ПВХ практически без изменения его физико-механических свойств.

Линолеум с использованием отходов искусственной кожи изготавливают многослойным: лицевой слой делают из композиции, содержащей первичное сырье, а нижний слой – из 30 % первичного и 70 % вторичного сырья. Это соотношение зависит от количества текстильных волокон в отходах. Если вторичное сырье изготовлено из материалов, не содержащих текстильную основу (пленок, листовых материалов, безосновного линолеума), то его содержание в нижнем слое может достигать 95...100 %.

Композиция на основе вторичного ПВХ из накопительного бункера подается на валцы 7, на которых получается полотно необходимой толщины. Далее оно калибруется на каландре 8 и соединяется с лицевым слоем 9 из первичной композиции,

имеющим декоративную отделку. Полученный линолеум охлаждается на барабанах 10, упаковывается и сдается на склад.

Линолеум, изготовленный с применением отходов в нижнем слое, по свойствам практически не отличается от материала, изготовленного полностью из первичного сырья.

Хорошими свойствами обладает трехслойный линолеум, изготовленный с применением гранулята, полученного из отходов искусственной кожи. Содержание ПВХ в таком грануляте составляет 76...85 %, волокна – 24...15 %. Нижний слой линолеума изготавливается полностью из вторичного материала, средний слой содержит 75 % отходов, а тонкий лицевой слой изготавливается из первичного сырья.

Технологический процесс изготовления линолеума из отходов искусственной кожи осуществляется с использованием оборудования для производства линолеума и искусственной кожи.

*Регенерация поливинилхлорида.* При регенерации можно утилизировать любой вид отходов ПВХ-материалов, в том числе различные пленки, листовые материалы, искусственные кожи.

Технологическая схема регенерации ПВХ из отходов искусственных кож и тентовых материалов состоит из следующих стадий:

- измельчения отходов искусственных кож и тентовых материалов;
  - отделения магнитных материалов от массы отходов;
  - складирования подготовленных отходов в бункер;
  - смешивания отходов с селективным растворителем и растворения в нем поливинилхлоридной смолы;
  - отделения нерастворимых фракций;
  - понижения растворимости ПВХ в растворителе путем добавления воды;
  - выделения ПВХ (фильтрования);
  - сушки полученного полимера;
  - дистилляции раствора (разделения воды и растворителя).
- Технологическая схема представлена на рис. 8.5.

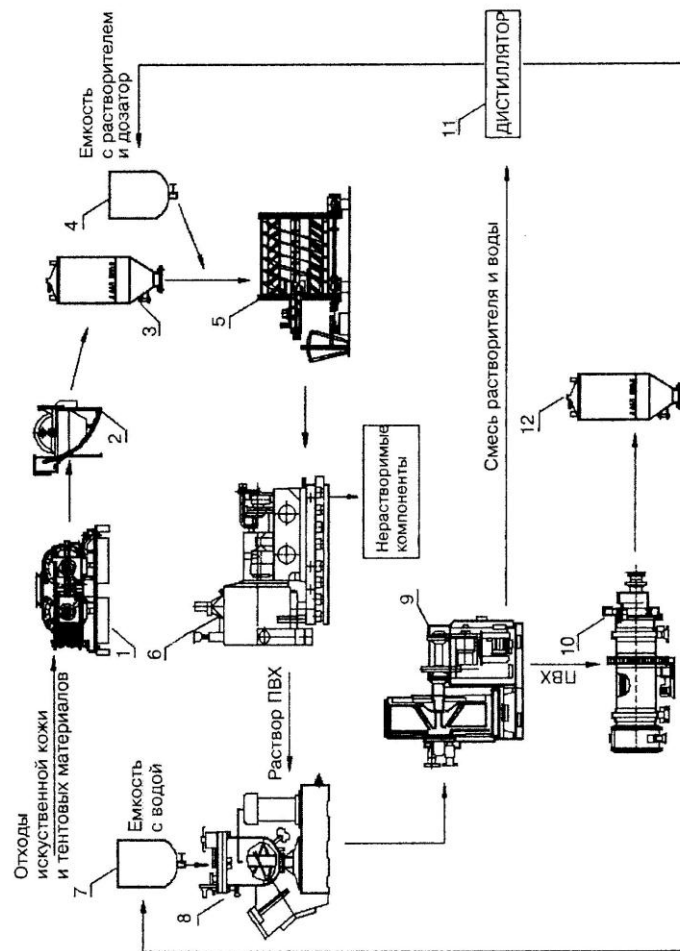


Рис. 8.5. Технологическая схема регенерации ПВХ из отходов искусственных кож и тентовых материалов:  
 1 – дробилка двухвалковая; 2 – сепаратор магнитный; 3 – бункер; 4 – емкость с растворителем;  
 5 – барабанный смеситель; 6 – центрифуга; 7 – емкость с водой; 8 – мешалка лопастная; 9 – барабанный вакуумный фильтр;  
 10 – сушилка барабанная; 11 – дистиллятор; 12 – бункер с регенерированным ПВХ

После измельчения в дробилке 1 отходы по транспортеру подаются в магнитный сепаратор 2, в котором осуществляется видовая сепарация и отделение магнитной фракции. Из магнитного сепаратора отходы попадают в накопительный бункер 3, а из него поступают в барабанный смеситель 5, в котором смешиваются с растворителем, поступающим из емкости 4.

В смесителе в течение 1 часа при постоянном перемешивании происходит растворение ПВХ. Нерастворившиеся компоненты отделяются в центрифуге 6. Раствор ПВХ проходит в мешалку лопастную 8, в которую добавляют воду из емкости 7 для снижения растворимости полимера. Благодаря этому происходит осаждение ПВХ. Смесь, которая получилась в результате этих операций – выпавший в осадок ПВХ, растворитель и вода – проходит через барабанный вакуумный фильтр 9, где происходит отделение ПВХ от жидкостей. Затем полимер проходит через сушилку 10 и попадает в бункер 12. Смесь растворителя и воды через систему трубопроводов поступает в дистиллятор 11, где происходит отделение воды от растворителя, после чего они возвращаются в емкости 7 и 4 соответственно.

Описанный способ дает возможность получать поливинилхлорид, близкий по свойствам к исходному.

*Использование отходов ПВХ в смеси с другими полимерами.* Использование отходов искусственной кожи на основе ПВХ, смешанных с отходами других полимерных материалов и не прошедших видовую сепарацию, малоэффективно, т.к. не позволяет получить продукты высокого качества. Из таких смесей можно производить вибропоглощающие прокладки, поддоны и другие неотчетственные изделия.

*Утилизация деталей из пенополиуретана.* Из пенополиуретана изготавливают подушки и спинки сидений, подголовники, подлокотники и другие детали автомобилей. Материал обладает высокой объемной деформацией, т.к. имеет низкую плотность. Среди технологий утилизации изделий из пенополиуретана следует выделить:

- переработку, связанную с предварительным растворением отходов и выделением исходного сырья;
- гидролиз полиуретановых отходов;
- дробление и использование полиуретановых отходов в качестве наполнителей.

*При растворении* измельченные отходы эластичного пенополиуретана (ППУ) при температуре 180...200 °С при непрерывном перемешивании обрабатывают растворителем до получения гомогенного раствора. Полученный раствор смешивают с исходным полиэфиром, изоцианатом или форполимером. Из полученной смеси растворитель может быть удален при повышенной температуре под вакуумом с остаточным давлением менее 10 мм рт.ст.

Продукты, полученные из отходов ППУ, являются сырьем для заливочных композиций, использование которых позволяет изготавливать изделия с меньшей стоимостью и обеспечить экономии первичного сырья. Содержание отходов в конечном продукте может достигать 20 %.

В табл. 8.4 приведены физико-механические показатели литевых изделий, изготовленных с использованием отходов ППУ.

Таблица 8.4  
*Физико-механические показатели литевых изделий, изготовленных с использованием отходов ППУ*

Наименование показателей	Значение показателя при содержании отходов, мас.ч. на 100 мас.ч. форполимера		
	10	15	20
Прочность при разрыве, МПа	40,9	37,2	30,3
Относительное удлинение, %	407	445	419
Модуль (300%), МПа	22,4	17,1	15,0
Сопротивление раздиру, Н/мм	96	82	78
Твердость по Шору, усл. ед.	94	93,5	92

*Гидролизная технология* заключается в обработке отходов ППУ водяным паром при давлении 0,05...0,15 МПа и температуре не ниже 185 °С в присутствии аммиака, способствующего увеличению скорости процесса. В результате гидролиза получают сырьевые продукты – диамины и жидкие олигомеры, пригодные для получения новых материалов.

*Измельченные отходы ППУ* в виде порошка можно добавлять в термопластичный полиуретан, в резиновые смеси на основе нитрильных, хлоропреновых и других полярных эластомеров в качестве усиливающих наполнителей.

Например, для изготовления различных эластичных деталей используют композицию из 6...25 % уретанового форполимера, 4...5 % полистирола и 70...90 % измельченных отходов ППУ.

Возможно также изготовление формованных деталей из отходов пористых или непористых полиуретановых эластомеров. Для этого их измельчают, пластицируют в экструдере с одновременным отводом газообразных продуктов, причем термообработку ведут с регулированием температуры по зонам: 130...170 °С в первой зоне и 160...190 °С во второй. Полученные компаунды представляют собой эластичные термопластичные материалы, которые обладают хорошими физико-механическими свойствами и применяются при изготовлении формованных деталей способом литья под давлением. В табл. 8.5 представлены физико-механические показатели таких деталей.

Таблица 8.5

**Физико-механические показатели формованных деталей из отходов ППУ**

Наименование показателей	Значение показателей
Прочность при растяжении, МПа	50
Относительное удлинение при разрыве, %	300
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,15
Твердость по Шору А, усл. ед.	60

**Утилизация деталей из полистирольных пластиков.** Полистирольные пластики широко применяются в различных отраслях промышленности. В автомобильной промышленности используются изделия из ударопрочного полистирола и акрилонитрилбутадиенстирола (АБС). Это детали облицовки интерьера, различные крупногабаритные детали, получаемые термоформованием из листовых материалов.

В табл. 8.6 приведены данные об изменении свойств полистирола в процессе многократной переработки.

Многократная (до 5 раз) экструзия полистирола, как видно из данных табл. 8.6, приводит к незначительному изменению его характеристик, за исключением относительного удлинения.

Таблица 8.6

**Влияние многократной переработки на свойства ударопрочного полистирола**

Наименование показателя	Кратность переработки				
	1	2	3	4	5
Удельная ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	3350	3510	3580	3300	3400
Прочность при растяжении, МПа	35,4	34,2	34,5	33,7	33,7
Относительное удлинение, %	21,1	20,3	12,2	9,6	11,1
Молекулярная масса · 10 <sup>-3</sup>	193,6	171,8	160,3	149,6	137,7
Показатель текучести расплава, г/10мин	4,44	5,35	5,75	5,86	5,96

Наиболее простым и эффективным способом утилизации отходов полистирольных пластиков является их дробление и использование полученной крошки в качестве добавок к исходному материалу. При содержании в композиции до 20 % по массе вторичного пластика эксплуатационные и технологические характеристики материала практически не отличаются от свойств первичного полимера.

Измельчение амортизованных изделий из полистирольных пластиков проводится на роторных дробилках, а полученная крошка вследствие однородности по гранулометрическому составу не требует дополнительной грануляции через расплав. Для последующей переработки литьем под давлением целесообразно использовать крошку размером около 5 мм.

**Утилизация деталей из реактопластов.** Наряду с термопластами в автомобилестроении иногда используются и реактопласты, которые не плавятся при нагревании. Их утилизация описанными выше технологиями невозможна. К ним относятся, в частности, стеклопластики, которые используются, в основном, для тюнинговой доводки автомобиля.

Стеклопластики состоят из термореактивного полимера и стеклянного наполнителя в виде нитей или текстильной основы. Стеклянный наполнитель, являясь чрезвычайно прочным, для своего разрушения требует значительных затрат энергии. К тому же его частицы обладают высокой абразивностью, что приводит к быстрому износу ударных органов измельчающего оборудования.

Для измельчения отходов стеклопластиков используются дезинтеграторы специальной конструкции, основным ударным ор-

ганом которых являются пальцы двух роторов, вращающихся навстречу друг другу с высокой скоростью (более 120 м/с). За время пребывания в камере дезинтегратора, которое составляет всего 0,25 с, материал разрушается с образованием частиц размером в несколько микрон, приобретая совершенно новые физико-химические свойства. У частиц такого порошка имеются функциональные группы, делающие его активным наполнителем. Кроме того, резко возрастает их удельная поверхность. Размер частиц органической части порошка, т.е. самого реактопласта, составляет 3...20 мкм. Они агрегируются в конгломераты размером до 100 мкм, имеющие сферическую форму. Стеклопластиковые частицы наполнителя вытянуты, нитеобразны, отношение длины к диаметру такой частицы составляет 1,5...2,0.

Стеклопластиковые порошки называют органоминеральным наполнителем (ОМН). Такой наполнитель выполняет роль модификатора: благодаря наличию функциональных групп на поверхности частиц он участвует в химическом взаимодействии с полимером. За счет этого ускоряется процесс образования трехмерной структуры, а полученные материалы приобретают высокие физико-механические свойства. Использование ОМН в качестве наполнителей в композициях на основе реактопластов снижает время отверждения в 6...10 раз, повышает теплостойкость до 200 °С.

Используют ОМН и для изготовления лакокрасочных покрытий с хорошими декоративными свойствами, повышенными физико-механическими характеристиками и более высокой эксплуатационной долговечностью.

Введение ОМН в клеевые композиции на основе эпоксидных смол позволяет повысить прочность при отрыве в 1,5...2 раза при склеивании титанового сплава и на 10...15 % при склеивании стали. Время отверждения клеевой композиции снижается с 24 до 4 ч. Предельное содержание порошка стеклопластика в клее не должно превышать 33 %.

Таким образом, основные виды полимеров, используемых при серийном изготовлении автомобилей, являются термопластами. Они способны к многократной переработке и являются ценным вторичным сырьем, практически не уступающим по своим характеристикам первичным материалам.

Для их эффективного использования необходим отдельный сбор утилизируемых деталей и строгое разделение их по видам пластиков. Для облегчения идентификации и отдельного сбора полимеров заводы-производители указывают на деталях вид использованного сырья.

Наиболее рациональным способом обращения с утилизируемыми пластмассовыми деталями автомобилей является их применение в измельченном виде в составе полимерных композиций того же состава для производства аналогичных деталей.

#### Контрольные вопросы

1. Расскажите о применении пластмасс в автомобилестроении и способах обращения с образующимися при утилизации автомобилей отходами пластмасс.
2. Каковы основные стадии переработки пластмасс во вторичные материалы?
3. Расскажите о технологии производства линолеума из отходов обивочной искусственной кожи.
4. Расскажите о технологии регенерации поливинилхлорида из отходов искусственной кожи.
5. Расскажите о способах утилизации отходов пенополиуретана.

## 9. УТИЛИЗАЦИЯ ИЗНОШЕННЫХ АВТОПОКРЫШЕК И РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Изделия из резины изготавливают путем вулканизации резиновых смесей на основе каучуков. Состав резиновых смесей различен и зависит от ассортимента изделий. В автомобилестроении используются следующие изделия из резины: автопокрышки, приводные ремни, шланги, сальники, манжеты, коврики и др. Многие резиновые изделия имеют сложную конструкцию и наряду с резиной содержат металл, текстиль и другие материалы.

Наиболее крупными по габаритам, многотоннажными и сложными по составу изделиями из резины являются автопокрышки. В их состав входят резина, металлическая проволока, полимерные нити.

С ростом численности автотранспорта постоянно увеличивается и количество изношенных автопокрышек. Ежегодно в России образуется более 1,1 млн тонн изношенных автопокрышек, из них утилизируется только 10 %.

До 50 % автопокрышек, снимаемых с автомобилей при утилизации, могут быть восстановлены. При восстановлении автопокрышек заменяют изношенный протектор на новый путем наварки сырой резиновой смеси. Такую технологию можно использовать только для шин с каркасом, имеющим необходимую прочность и жесткость. При наварке остаток изношенного протектора удаляют механическим способом и на каркас накладывают сырую резиновую смесь. Далее покрышка помещается в обогреваемую пресс-форму для формирования рисунка протектора и вулканизации резиновой смеси. Восстановленные автопокрышки по всем характеристикам отвечают техническим требованиям к новым изделиям.

Не подлежащие восстановлению автопокрышки и резино-технические изделия, снятые с утилизируемого автомобиля, являются источником ценных вторичных материалов.

Особенности химического строения эластомеров, имеющих прочную трехмерную структуру с поперечными связями, а также сложность надмолекулярных образований придают им уникальные свойства, делают резины незаменимыми материалами для современного машиностроения и других отраслей экономики.

В то же время именно эти свойства, в ряде случаев усугубляющиеся сложной конструкцией изделия (например, автопокрышки), являются основой значительных трудностей, связанных с их утилизацией после завершения эксплуатации.

Способы переработки изношенных автопокрышек и резино-технических изделий можно разделить на физические, физико-химические и химические (рис. 9.1).



Рис. 9.1. Классификация способов утилизации отходов резин

**Физические** способы переработки отходов резин представляют собой различные технологии их измельчения с целью получения резиновой крошки (муки). Образующийся продукт сохраняет все свойства резины. Процесс измельчения достаточно сложен, поскольку благодаря высоким эластическим свойствам резины, энергия, затрачиваемая на ее разрушение, расходуется в значительной степени на механические потери. Эффективность измельчения резины зависит от температуры и скорости приложения нагрузки. Если процесс измельчения происходит при температуре ниже температуры хрупкости полимера, то его деформации невелики и разрушение носит хрупкий характер и не требует больших затрат энергии.

**Физико-химические** способы переработки отходов, под которыми имеется в виду регенерация, осуществляемая различными технологиями, позволяют сохранить структуру сырья, использованного в процессе производства резины. При регенерации разрушается пространственная вулканизационная сетка резины за счет теплового, механического и химического воздействия на нее. Получаемый продукт – регенерат – обладает пласти-

ческими свойствами и используется при изготовлении резиновых смесей с целью частичной замены каучука.

**Химические** способы переработки приводят к необратимым химическим изменениям не только резины, но и веществ, ее составляющих (каучуков, мягчителей и т.д.). Они осуществляются при высокой температуре, вследствие чего происходит деструкция полимерного материала. К химическим способам относятся сжигание и пиролиз.

Несмотря на то, что химические способы переработки отходов резины позволяют получить ценные продукты и тепловую энергию, такая утилизация является недостаточно эффективной, поскольку она не позволяет сохранить исходные полимерные материалы.

### 9.1. Изготовление и применение резиновой крошки

Наибольшее распространение получила технология измельчения шин в высокоэластическом состоянии при умеренных скоростях, несмотря на значительно более высокий расход энергии по сравнению с криогенной технологией.

По этой технологии переработка покрышек ведется в следующей последовательности: мойка – вырезка бортов – предварительное дробление – грубое дробление – мелкое дробление – видовая сепарация – помол.

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, роторные дробилки и другое оборудование.

Традиционно применяемое у нас в стране 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.

В последнее время за рубежом получило распространение криогенное измельчение изношенных шин. По сравнению с из-

мельчением при комнатной температуре оно имеет следующие преимущества:

- уменьшает энергозатраты;
- исключает пожаро- и взрывоопасность;
- позволяет получать мелкодисперсный порошок резины с размером частиц до 0,15 мм;
- уменьшает загрязнение окружающей среды.

Эффективность криогенного измельчения покрышек является следствием:

- ослабления связи между металлокордом и резиной при низкой температуре, что приводит к частичному отделению резины от металла;
- резкого снижения эластичности резины, в результате которого хрупкое разрушение происходит при незначительных деформациях.

При криогенном измельчении покрышки охлаждаются в течение 25 минут в устройствах барабанного типа, расход жидкого азота составляет 0,25...1,2 кг на 1 кг измельчаемого материала. Охлажденная покрышка измельчается в различного типа дробилках (рис. 9.2). Полученная в результате дробления крошка имеет размеры от 0,15 до 20 мм.

Стоимость жидкого азота составляет 2/3 от всех затрат на криогенное дробление.

Технологическая схема криогенного измельчения покрышек представлена на рис. 9.3.

При подготовке покрышек к криоизмельчению они моются, сортируются и поступают на борторезку 1 для удаления бортовых колец. Далее покрышка поступает в охлаждающую камеру барабанного типа 2, куда подается жидкий азот.

Покрышки охлаждаются в камере до  $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$  (температура стеклования практически любых резин выше  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Имеющийся запас охлаждения покрышки необходим для компенсации теплопритоков к ней во время перемещения из охлаждающей камеры 2 к молоту 3, а также для компенсации тепловыделений при ударе, происходящих вследствие превращения кинетической энергии молота в тепловую. Молот имеет спрофилированные пуансон и матрицу, на которой происходит разбивание хрупкой

покрышки. Измельченная покрышка транспортером подается на шкивной железоотделитель 4, с помощью которого происходит отделение резины и текстиля от металла. Резиновая крошка поступает в бункер.

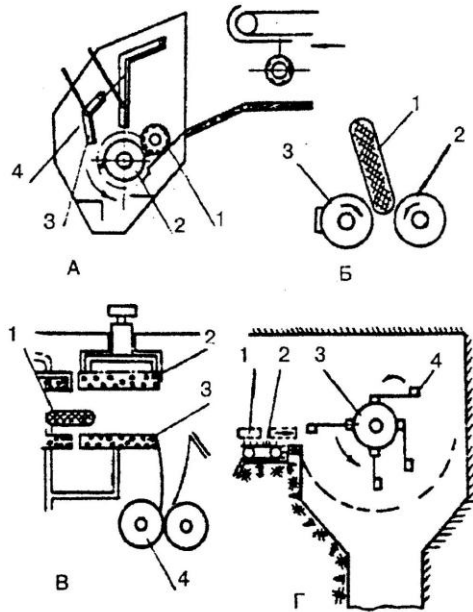


Рис. 9.2. Механизмы для криодробления покрышек с металлокордом:

А – ударно-отражательная дробилка: 1 – покрышка; 2 – валок; 3, 4 – отражательные плиты

Б – валковая дробилка: 1 – покрышка; 2, 3 – валки

В – ударно-валковая дробилка: 1 – покрышка; 2, 3 – теплоизолированные матрица и пуансон; 4 – валковая дробилка

Г – молотковая дробилка: 1 – покрышка; 2 – транспортер; 3 – ротор; 4 – молоток

Металлокорд поступает в обжиговую печь 5 для выжигания остатков резины на проволоке и далее в пакетировочный пресс 6.

Куски резины, содержащие текстильный корд, дополнительно измельчаются в роторном измельчителе 7. Измельченный продукт разделяется на резиновую крошку и волокно, которое затем подается на пакетировочный пресс 8.

В результате разрушения резина, содержащаяся в покрышке, превращается в крошку, причем 57 % крошки имеет размеры от 1,25 до 20 мм и 24 % – от 0,14 до 1,25 мм. Это позволяет существенно сократить затраты на доизмельчение резиновой крошки, если оно необходимо по условиям ее дальнейшего использования.

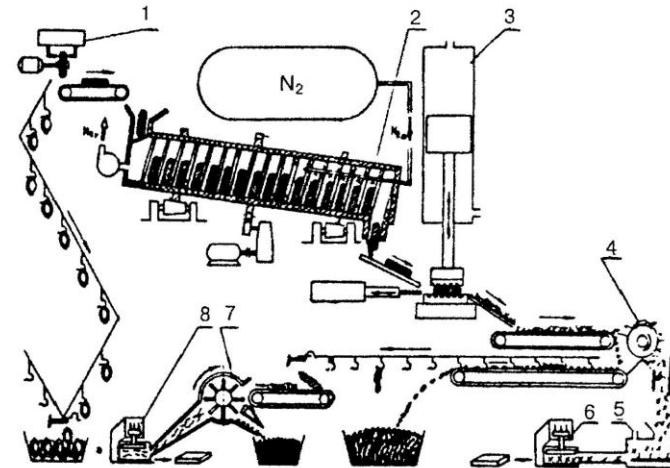


Рис. 9.3. Схема криогенного дробления изношенных покрышек:

1 – универсальная борторезка; 2 – охлаждающая камера; 3 – молот; 4 – железоотделитель шкивной; 5 – обжиговая печь;

6 – пресс пакетирования металла; 7 – роторный измельчитель; 8 – пресс пакетирования текстиля

Удельные затраты энергии на разрушение покрышки в охрупченном виде в 1,8 раза меньше, чем в эластичном.

Для резки и измельчения амортизированных шин с металлокордом целесообразно применение шредеров – двухроторных машин с дисковыми ножами, имеющих большую мощность.

Измельченная резина в виде крошки широко применяется в различных областях, и прежде всего, в качестве полноценной добавки к свежим резиновым смесям.

Тонкодисперсная резиновая крошка в максимальной степени сохраняет эластические и прочностные свойства исходного материала. Композиции, содержащие измельченную резину, представляют собой дисперсию типа «полимер в полимере» с четко выраженной границей раздела.

Дисперсность резиновой крошки оказывает большое влияние на свойства резиновых изделий, а также на возможное содержание ее в составе смеси. С уменьшением размеров крошки возможно увеличение ее содержания в резиновых изделиях. При этом прочностные свойства материала не только не снижаются, но возрастают по сравнению с резиной, содержащей в таком же количестве активные минеральные наполнители. Это становится возможным при использовании резиновой крошки с размером частиц в несколько микрон, что достигается при новейших способах измельчения, например, с помощью абразивно-дискового измельчителя, в котором резиновая крошка измельчается в зазоре между двумя вращающимися в разные стороны абразивными кругами.

При использовании резиновой крошки в составе резин необходимо учитывать, что ее свойства в процессе хранения ухудшаются, т.к. происходит ее старение вследствие интенсивного окисления по образованной в процессе измельчения высокоразвитой поверхности.

Целесообразно использование резиновой крошки в составе асфальтобетонных дорожных покрытий. Благодаря повышенным фрикционным свойствам и лучшему сопротивлению износу такие покрытия могут быть эффективными на горных дорогах, на площадях и улицах с интенсивными транспортными потоками, на взлетно-посадочных полосах аэродромов, на мостах и в тоннелях.

Высокие эластические и фрикционные свойства, обеспечиваемые дорожному покрытию резиновой фракцией, делают этот материал полезным для создания дорог в регионах с большими температурными перепадами, при строительстве трамвайных путей (виброзащитные свойства), беговых дорожек стадионов.

При изготовлении асфальтобетонных покрытий используется резиновая крошка размером до 25 мм без удаления частиц металлокорда и волокна. Композиция изготавливается в бетономешалках (бетонные смеси) или обогреваемых смесителях (асфальтовые смеси). Для укладки покрытия используются обычные дорожно-строительные машины.

## 9.2. Производство регенерата

Другим направлением утилизации резиносодержащих отходов, в частности изношенных шин, является получение регенерата – пластичного материала, способного вулканизоваться при добавлении в него вулканизирующих агентов и частично заменить каучук в составе резиновых смесей.

Существуют различные способы получения регенерата, отличающиеся характером и интенсивностью воздействия на резину, а также природой и количеством веществ, участвующих в химических процессах. При регенерации резины происходят сложные физико-химические процессы, в результате которых она превращается в пластичный продукт – регенерат.

При получении регенерата применяют мягчители, активаторы, модификаторы, эмульгаторы и другие вещества.

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 мономеры (малеиновый ангидрид, малеиновая и олеиновая кислоты и др.), так и полимеры (полистирол, полиметилметакрилат, поливинилхлорид и др.).

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

Начальная стадия получения регенерата любым из существующих способов – измельчение резиновых отходов. Размер частиц, которые необходимо получить при измельчении, определяется способом последующей регенерации, а также свойствами резины, подвергаемой регенерации, и требованиями к регенерату. Чем меньше размеры частиц резины, тем более быстро и равномерно они набухают в мягчителях, в результате чего повышается производительность оборудования и улучшается качество регенерата. Однако уменьшение размеров резиновой крош-

ки связано с увеличением затрат на ее получение, поэтому размеры частиц всегда больше 0,5 мм.

Наиболее перспективен термомеханический способ получения регенерата вследствие непрерывности процесса, полной его механизации и автоматизации, а также непродолжительности цикла. При этом способе не образуются сточные воды, что также весьма существенно снижает стоимость продукта.

При получении регенерата термомеханическим способом (рис. 9.4) используется крошка размером не более 0,8 мм при содержании текстильных волокон не более 5 % по массе.

По этой технологии автопокрышка с помощью конвейера 1 подается в моечную машину 2 и далее в борторезку 3. Затем с помощью конвейеров 4 и 6 куски покрышки последовательно попадают в дробилки 5 и 7. Измельченный продукт просеивается в грохоте 8. Полученная крошка заданного размера вместе с металлокордом проходит через магнитный сепаратор 9, где отделяется от металлокорда. Металл брикетуется и передается на переплавку в металлургическое производство. Резиновая крошка после магнитного сепаратора накапливается в бункере 11.

Подготовленный к регенерации материал вместе с другими компонентами подается в червячный смеситель 12, охлаждаемый водой. Под влиянием механических воздействий и температуры в смесителе в тонком зазоре между шнеком и корпусом происходят набухание и частичная девулканизация резины за счет тепла, выделяющегося при деформации резины, и воздействия кислорода, мягчителя и других добавок. Средняя длительность пребывания резины в смесителе не превышает 7 мин, осевое усилие, развиваемое шнеком, составляет 1000 кН. Температура продукта, выходящего из головки смесителя, не должна превышать 190 °С, для чего его корпус охлаждается водой. При дальнейшем прохождении через червячный девулканизатор 14 происходит окончательное разрушение резины, продукт охлаждается до 70...80 °С и в таком виде поступает на рафинирующие вальцы 16 и закаточную машину 17, где ему придается товарный вид (пленка, свернутая в рулон наподобие рулона толя или рубероида). При этом на вальцах происходит гомогенизация регенерата и очищение от посторонних включений и недостаточно деструктурированных частиц резины.

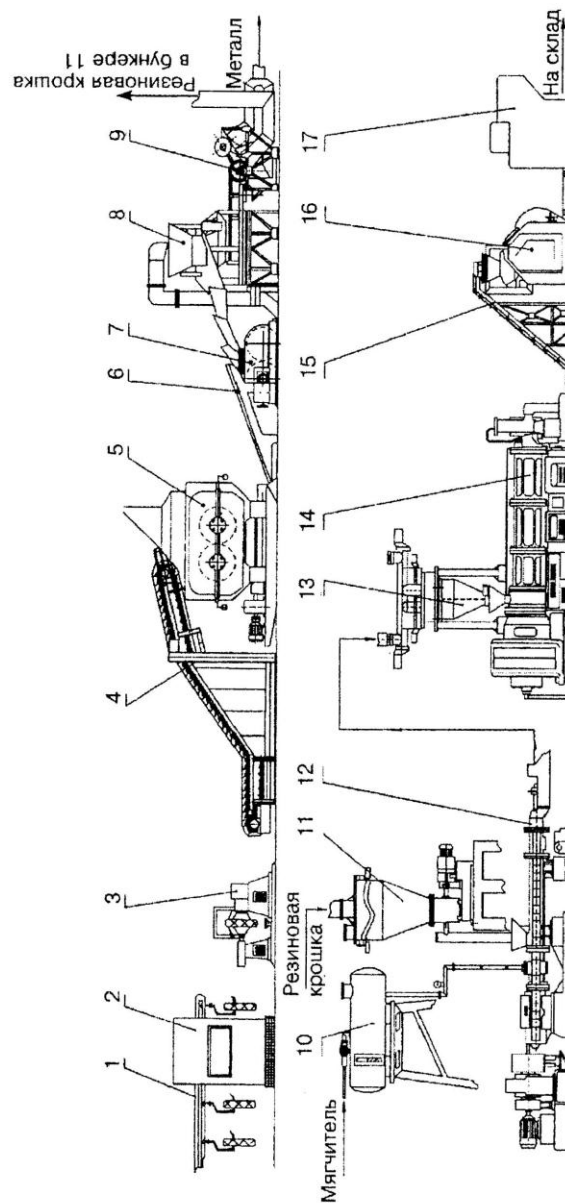


Рис. 9.4. Схема производства регенерата термомеханическим способом:

- 1 — подвесной конвейер; 2 — моечная машина; 3 — борторезка; 4 — грузочный конвейер; 5 — ножевая дробилка;
- 6 — межоперационный конвейер; 7 — двухвалковая дробилка; 8 — инерционный грохот; 9 — магнитный железоотделитель;
- 10 — емкость с мягчителем; 11 — бункер; 12 — червячный смеситель; 13 — бункер-дозатор; 14 — червячный девулканизатор;
- 15 — шнековый конвейер; 16 — вальцы рафинирующие; 17 — закаточная машина

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.

### 9.3. Химические способы утилизации резиновых отходов

При химических способах, к которым относятся пиролиз и сжигание, происходит разрушение не только резины, но и сырья, использованного при ее производстве, т.е. каучуков и других ингредиентов.

В результате *пиролиза* получаются вещества, близкие по составу к продуктам крекинга нефти и являющиеся ценным химическим и энергетическим сырьем.

В зависимости от конструкции технологического оборудования пиролизу могут подвергаться как измельченные резиновые отходы, так и целые автопокрышки. Пиролиз происходит в отсутствие или при ограниченном доступе кислорода при температуре 500...1000 °С. От температуры зависит состав продуктов, образующихся при пиролизе. В процессе пиролиза выделяется значительное количество теплоты, так что ее подвод извне к реактору необходим только на начальной стадии процесса. Схема пиролитической установки приведена на рис. 9.5.

Изношенные покрышки 1 после мойки поступают в гильотину 2, где разрезаются на куски размером 100...400 мм и в таком виде подаются в бункер, а оттуда – в загрузочное устройство 3, которым снабжен реактор 4. Загрузочное устройство представляет собой шлюзовую камеру с двумя затворами, предотвращающими попадание в реактор избыточного количества воздуха. Загрузка кусков покрышек в реактор производится циклично. Реактор снабжен топкой 5, в которой для начала процесса сжигается природный газ, а затем, после стабилизации процесса пиролиза, в нее подается образующийся пиролизный газ. В нижней части реактора имеется разгрузочное устройство для выгрузки металлокорда и образующегося кокса.

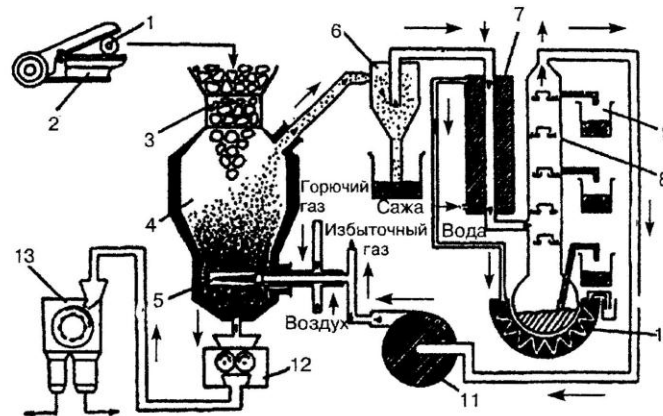


Рис. 9.5. Схема установки утилизации автопокрышек способом пиролиза:  
1 – автопокрышка; 2 – гильотина; 3 – загрузочное устройство;  
4 – реактор; 5 – топка; 6 – циклон; 7 – холодильник; 8 – дистилляционная колонна;  
9 – конденсатосборник; 10 – теплообменник; 11 – компрессор; 12 – дробилка кокса;  
13 – магнитный сепаратор

Дисперсные продукты пиролиза (сажа) выносятся из реактора потоком образующегося пиролизного газа в циклон 6, где газ отделяется от твердых частиц сажи. Из циклона газообразная фракция попадает в холодильник 7, в котором охлаждается проточной водой. Образующаяся газоконденсатная смесь стекает в дистилляционную колонну 8, где разделяется на фракции с различной температурой кипения, которые собираются в конденсатосборники 9. Нижняя часть дистилляционной колонны обогревается горячей водой, поступающей из холодильника в теплообменник 10. Часть пиролизного газа, выходящего из дистилляционной колонны, с помощью компрессора 11 поступает на сжигание в реактор. Избыточный пиролизный газ подается внешним потребителям.

Твердая фаза в виде смеси кокса и металлокорда после выгрузки из реактора подается в валковую дробилку 12 и разделяется магнитным сепаратором 13. Металлокорд брикетируется и поставляется внешнему потребителю для дальнейшего переплава. Измельченный и прошедший грохочение дисперсный кокс гранулируется с целью получения активного угля.

Характеристики процесса пиролиза шин при различных температурах приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

**Выход и теплота сгорания продуктов пиролиза шин**

Продукты, теплота сгорания	Температура пиролиза, °С		
	500	700	800
Твердые, % мас.	60,5	52,0	44,0
Жидкие, % мас.	30,3	27,9	17,7
Газообразные, % мас.	6,8	18,2	26,2
Потери, % мас.	2,4	1,9	2,1
Расход энергии, МДж/кг	4,2	5,7	4,6
Теплота сгорания, МДж/кг			
– газообразных продуктов	34,018	44,095	37,768
– жидких продуктов	44,125	42,080	25,620
– твердых продуктов	35,350	33,390	31,080

Газообразные продукты пиролиза содержат 48...52 % водорода, 25...27 % метана и имеют высокую теплоту сгорания (34...44 МДж/кг). Они используются как источник энергии. Твердые продукты пиролиза (так называемый шинный кокс) используют при очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов, фенола, нефтепродуктов. Технический углерод (сажа), получаемый при пиролизе, используется в качестве активного наполнителя в производстве резиновых смесей и пластмасс, в лакокрасочной промышленности. Жидкая фракция продуктов пиролиза резиновых отходов также является высококачественным топливом, но может использоваться и в составе резиновой смеси, выполняя роль пластификатора.

Существующие промышленные установки для утилизации шин способом пиролиза имеют высокую производительность (30...50 тыс. т отходов в год).

Японские специалисты, выполнившие сравнительный экономический анализ различных направлений утилизации изношенных шин, пришли к выводу, что пиролиз наиболее эффективен.

При сжигании автопокрышек происходит полное разрушение исходных продуктов с выделением значительного количества тепловой энергии, т.к. резиновые отходы являются высококалорийным продуктом. По энергетическому потенциалу автопокрышка сравнима с высококачественным углем: ее теплотворная способность составляет 30 МДж/кг.

В Японии с целью получения тепловой энергии сжигают 200 тыс. тонн шин ежегодно.

В Великобритании для сжигания покрышек используется вертикальная циклонная печь с внутренним диаметром 1,8 м, отличающаяся непрерывной подачей шин в неподвижную топку, высокой температурой сжигания 1900...2100 °С, а также грануляцией жидкого шлака. Производительность такой печи не менее 1 т/ч, время пребывания шины в печи – 2...5 мин, номинальная паро-производительность котла-утилизатора – 13,6 тыс. т/год.

Автопокрышки используются в качестве альтернативного топлива в цементных печах. Разработаны автоматизированные системы загрузки в печь изношенных покрышек без измельчения. Процесс осуществляется с помощью роликового конвейера с применением весового дозатора, определяющего массу каждой покрышки, что необходимо для правильного дозирования воздуха и основного топлива, которое осуществляется автоматически с помощью ЭВМ. 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 оплавляється, окисляется и переходит в виде оксидов в вырабатываемый клинкер (полуфабрикат цемента), что улучшает свойства конечного продукта.

Таким образом, существующие способы восстановления и вулканизации изношенных автопокрышек и резинотехнических изделий предоставляют переработчикам широкий спектр возможностей как для получения высококачественных восстановленных изделий, так и для производства ценных вторичных материальных и энергетических ресурсов, пользующихся спросом на рынке.

**Контрольные вопросы**

1. Дайте классификацию способов утилизации автопокрышек и других резиновых отходов.
2. Расскажите о физических способах утилизации автопокрышек и применении резиновой крошки.
3. Расскажите о производстве регенерата из изношенных автопокрышек.
4. Расскажите о пиролизе и сжигании автопокрышек.

## 10. УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Моторные масла являются одним из видов нефтепродуктов, к которым относятся также топлива, смазки и др. Масла подразделяются на моторные, трансмиссионные, энергетические и индустриальные. Ассортимент смазок чрезвычайно широк и включает более 200 марок полужидких, пластичных и твердых материалов. Все нефтепродукты, как правило, являются многокомпонентными системами. В их состав входят различные добавки (антидетонаторы, противостарители, загустители, присадки и др.), которые предназначены для придания нефтепродуктам технических свойств, обеспечивающих их работоспособность в специфических условиях.

Нефтедержащие отходы и нефтепродукты являются одними из основных загрязнителей окружающей среды.

### 10.1. Причины и виды загрязнений моторных 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 асфальто-смолистые соединения, коллоидальные кокс и сажа, различные соли, кислоты, а также металлическая пыль и стружка, минеральная пыль, волокнистые вещества, вода и т.д.

Металлические частицы попадают в масло в результате износа деталей; минеральные примеси – пыль, песок – засасываются в масляную систему из воздуха, накапливаются в работающем масле и вызывают интенсивный износ трущихся поверхностей. Во время работы в двигателях и аппаратах масла обводняются. Вода проникает в масло из окружающего воздуха, из продуктов сгорания топлива или через неплотности водяных охлаждающих устройств.

Вода находится в масле в растворенном состоянии, а также образует с ним эмульсию; в зависимости от условий она может частично переходить из одного состояния в другое. С изменением температуры, связанным обычно с изменением режима работы двигателя, происходит конденсация на поверхности масла влаги, имеющейся в воздухе, иногда в значительном количестве.

При соприкосновении масел с нагретыми частями двигателя происходит их термическое разложение (крекинг), в результате которого образуются легкие летучие и тяжелые продукты. Кроме того, масла подвергаются значительным местным перегревам, а иногда частично сгорают.

При работе в двигателях, машинах, аппаратах, при хранении на складах и транспортировании – всюду масла соприкасаются с кислородом воздуха. Контакт с кислородом является главной причиной, вызывающей химическое изменение масла (окисление). При окислении идет разложение ненасыщенных компонентов с образованием гудрона.

В процессе окисления изменяются физико-химические свойства масла, что приводит к ухудшению его эксплуатационных характеристик. Скорость и глубина окисления, а также характер образующихся продуктов зависят от природы масла, температуры, давления воздуха, продолжительности работы масла, величины поверхности соприкосновения с воздухом, от наличия химических соединений, способных каталитически ускорять или замедлять этот процесс, и т.д.

При температуре до 20...30 °С и нормальном давлении процесс окисления масла на воздухе идет медленно. С повышением температуры скорость его заметно возрастает. При температурах 270...300 °С и выше наряду с бурно протекающими процессами окисления наблюдается термическое разложение углеводородов с образованием углекислого газа, воды и углистых веществ.

В результате окисления смолистых веществ, содержащихся в масле, получают нерастворимые в нем продукты типа асфальтенов и карбенов.

Чем больше поверхность контакта масла с воздухом, тем более благоприятные условия создаются для диффузии кислорода внутрь объема масла и, следовательно, для окислительной полимеризации и образования таких продуктов, как смолы, асфальтены.

Источники загрязнения моторных масел

Вид загрязнения	Источник загрязнения
Минеральные абразивные частицы	Проникают в двигатель при поступлении воздуха и топлива в цилиндры, а также в картер через неплотности заливной горловины
Металлические частицы	Образуются в результате износа двигателя. Наибольший износ деталей может быть при сухом трении, значительный — при граничном трении в момент запуска и остановки двигателя, резком изменении режима работы и неуставившихся нагрузках
Мазеподобные смолистые осадки	Образуются при окислении картерного масла из-за непрерывного соприкосновения с газами, проникающими в картер двигателя
Лаковые отложения	Образуются в виде тонкого слоя при окислении масла на горячих поверхностях юбки поршня и в канавках поршневых колец, частично смываются и попадают в циркулирующее масло
Нагар	Образуется при непрерывном окислении масла под действием высоких температур в процессе работы двигателя на днищах поршней, в камере сгорания, на клапанах и свечах. Частицы нагара проникают в картерное масло при смазке поверхностей цилиндров и поршней
Вода	Водяные пары вместе с газами проникают в картер двигателя и конденсируются
Топливо	Проникает в картер и попадает в масло вместе с газами
Сернистая и серная кислоты	Сернистый газ, образующийся при сгорании топлива, соединяясь с водяными парами, образует сернистую, а затем и серную кислоты

Некоторые металлы и образующиеся в процессе работы двигателя соли, например, нафтеновых кислот, каталитически ускоряют окисление масла.

Скорость окислительных процессов возрастает и при наличии в масле воды, так как она активизирует упомянутые выше катализаторы.

Действие содержащихся в маслах загрязнений на соответствующие узлы и агрегаты проявляется в абразивном износе деталей, забивании масляных каналов и засорении маслоочистительных устройств, интенсификации коррозионных процессов, повышении склонности масла к пенообразованию, окислению и т.д.

В табл. 10.1 приведены источники загрязнения масла, циркулирующего в системе смазки двигателя.

Изменение физико-химических показателей работающих масел, а следовательно, и качество отработанных масел зависят от конструкции двигателя и условий эксплуатации автомобиля.

Отработанные нефтепродукты, согласно ГОСТ 21046-86 «Нефтепродукты отработанные. Общие технические условия», подразделяются на группы:

- ММО – масла моторные отработанные;
- МИО – масла промышленные отработанные;
- СНО – смеси нефтепродуктов отработанных.

В первую группу входят: отработанные моторные (для авиационных и автомобильных двигателей), трансмиссионные, компрессорные, вакуумные масла, а также масла для прокатных станов. Основное направление использования ММО – регенерация.

Во вторую группу входят: отработанные промышленные масла и рабочие жидкости для гидросистем, газотурбинные, изоляционные, приборные и турбинные масла, масла для компрессоров холодильных машин. Основное направление использования МИО – регенерация.

В третью группу входят: смеси отработанных нефтепродуктов; нефтяные промывочные жидкости; масла, применявшиеся при термической обработке металлов; нефть и жидкие нефтяные топлива, извлекаемые из очистных сооружений и нефтесодержащих вод. Основные направления использования СНО – переработка на нефтеперерабатывающих предприятиях в смеси с нефтью и использование в качестве компонента котельного топлива.

По свойствам отработанные нефтепродукты должны соответствовать требованиям, приведенным в табл. 10.2.

При утилизации автомобилей отработанные масла передаются специализированным организациям для регенерации совместно с маслами, собранными при техническом обслуживании автомобилей в процессе эксплуатации.

Организация сбора отработанных нефтепродуктов включает в себя нормирование и планирование сбора, учет количества со-

бренных масел, техническое обеспечение их приема, хранения, транспортировки и контроль качества.

Таблица 10.2

**Показатели качества отработанных нефтепродуктов**

Показатели	Нормы для группы		
	ММО	МИО	СНО
Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с, не менее:			
– при 50 °С	25	5	–
– при 100 °С	5	–	–
Вязкость условная при 20 °С, Ст, не менее	29	13	–
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не менее	100	120	–
Содержание механических примесей, % мас., не более	2	2	3
Содержание воды, % мас., не более	4	4	5
Содержание горючего, % мас., не более	6	6	–

Норма сбора отработанных масел – это максимальное технически обоснованное количество отработанных масел, которое может быть собрано при эксплуатации или ремонте техники и оборудования (с учетом естественной убыли, возникающей в процессе сбора, транспортировки и хранения масел).

Нормирование сбора отработанных масел производят для единичных машин, механизмов, двигателей и другого оборудования, а также для участков, цехов, предприятий и объединений.

## 10.2. Способы регенерации отработанных масел

Регенерация отработанных масел является одним из источников пополнения масляных ресурсов. Для регенерации отработанных масел применяются технологии, основанные на физических, физико-химических и химических процессах и заключающиеся в обработке масла с целью удаления из него продуктов старения и загрязнений.

К *физическим способам* относятся обработка масел в силовом поле с использованием гравитационных, центробежных и, реже, электрических, магнитных и вибрационных сил, а также фильтрование, водная промывка, выпаривание и вакуумная дис-

тиллиция. Эти технологии позволяют удалять из масел твердые частицы загрязнений, микрокапли воды и частично смолистые и коксообразные вещества, а также легкокипящие примеси.

Значительную часть твердых загрязнений и воды из отработанных масел можно удалить отстаиванием. *Отстаивание* является одним из наиболее простых физических способов и заключается в выпадении из масла взвешенных частиц под действием силы тяжести, если эти включения имеют достаточные размеры, а их плотность заметно превышает плотность масла. Наиболее прост по аппаратному оформлению процесс статического отстаивания в отстойниках периодического действия, однако он протекает медленно. Необходимую эффективность очистки можно достичь путем снижения вязкости масла с помощью подогрева.

Применение динамических отстойников полунепрерывного и непрерывного действия, оборудованных приспособлениями для сокращения продолжительности отстаивания (горизонтальными и наклонными перегородками, коническими тарелками и т.п.), связано со значительным усложнением устройства и обслуживания этих аппаратов, поэтому подобные отстойники получили ограниченное распространение и при регенерации отработанных масел используются редко.

В связи с тем, что процесс отстаивания протекает медленно и часто не обеспечивает необходимой степени очистки отработанного масла, его применяют, как правило, лишь для предварительной очистки масел.

Сократить продолжительность очистки по сравнению с отстаиванием можно с помощью центробежных сил. Физическая сущность очистки масла в центробежном поле заключается в действии на частицы силы, направленной от центра по радиусу к стенке аппарата. Такая очистка производится в гидроциклонах и центрифугах. В *гидроциклоне* потоку очищаемого масла придается интенсивное вращательное движение, а аппарат остается неподвижным. В зависимости от схемы движения потока жидкости в аппарате гидроциклоны можно разделить на прямоточные и противоточные.

Получившие более широкое распространение противоточные гидроциклоны имеют значительное гидравлическое сопро-

тивление, что связано с изменением направления потока масла в них на 180°. Применение спрямляющих устройств несколько снижает гидравлическое сопротивление, но усложняет конструкцию аппарата и может снизить эффективность очистки масла из-за изменения гидродинамической структуры потока жидкости. Более перспективным является применение прямоточных гидроциклонов, в которых поток жидкости сохраняет свое первоначальное направление. Однако эффективность очистки масла в аппаратах этого типа несколько ниже, чем у противоточных гидроциклонов, что обусловлено уносом некоторого количества твердых частиц и микрокапель воды потоком очищаемого продукта.

Достоинства гидроциклонов – отсутствие движущихся частей, компактность, простота обслуживания, невысокая стоимость. Однако скорость движения частиц в гидроциклонах ниже, чем в центрифугах, поэтому мелкие частицы улавливаются с недостаточной полнотой. Конструкции центрифуг, применяемых для очистки масла, весьма разнообразны.

*Центрифуги* выполняются трубчатыми (с полым цилиндрическим ротором), в которых центрифугирование осуществляется в толстом слое, и камерными (с цилиндрическими, коническими, спиральными, радиальными вставками, делящими ротор на отдельные камеры), в которых центрифугирование происходит в тонких слоях.

Для обезвоживания масла применяются главным образом трубчатые центрифуги. Вместе с тем трубчатые центрифуги не обеспечивают достаточно высокую степень чистоты масла, а центрифуги с коническими тарелками могут, как правило, успешно выполнять только одну из двух необходимых операций – удалять из масла твердые частицы или отделять от него воду. Чтобы обойтись без последовательной установки двух центрифуг, за рубежом разработана система ALKAR, включающая наряду с центрифугой автоматические устройства для одновременного удаления из корпуса очистителя как твердых загрязнений, так и воды.

Камерные центрифуги более эффективны при удалении твердых частиц, так как при центрифугировании в тонкослойных камерах им требуется пройти значительно меньший путь,

чем в толстом слое в роторе, а проскальзывание масла относительно ротора в этих устройствах проявляется гораздо сильнее.

Для очистки масла от твердых частиц могут применяться также *электроочистители*. Преимуществами очистки и обезвоживания отработанных масел в электроочистителях являются небольшие размеры этих аппаратов, отсутствие у них движущихся частей, постоянство пропускной способности и перепада давления, возможность автоматизации процесса очистки. Однако электроочистители имеют довольно сложную конструкцию, энергоемки и требуют высокой квалификации обслуживающего персонала.

Среди загрязняющих отработанное масло частиц значительную часть составляют ферромагнитные частицы, образующиеся в процессе работы двигателя. Для их удаления из масла применяют *магнитные очистители*, работа которых основана на использовании магнитного поля, создаваемого постоянными магнитами. Они улавливают частицы размером от 0,4 мкм. Для максимальной эффективности процесса очистки необходимо совместить направления движения очищаемого масла с направлением силовых линий магнитного поля и обеспечить ламинарный характер потока жидкости.

Очистка минеральных масел *фильтрованием* происходит путем отделения взвешенных в масле твердых частиц при прохождении через пористый фильтрующий материал. Фильтрование при постоянном перепаде давления осуществляется при подаче масла объемными насосами. В качестве фильтровальных материалов, применяемых для очистки масел, применяют бумагу, картон, войлок, различные волокнистые маты, ткани, волокна, проволочные сетки.

При регенерации отработанных масел применяются фильтры как периодического, так и непрерывного действия.

К фильтрам непрерывного действия относятся ленточные, барабанные и дисковые вакуум-фильтры, а также фильтр-прессы.

Фильтр-прессы применяются при кислотно-контактной очистке для удаления отбеливающих глин.

Фильтрование применяется также и при обезвоживании нефтепродуктов, для чего используют фильтры-сепараторы, в конструкции которых имеются три последовательно установ-

ленных перегородки – фильтрующая, коагулирующая и водоотталкивающая.

Фильтрующая перегородка задерживает твердые частицы. Коагулирующая перегородка служит для укрупнения микрокапель воды до размеров, при которых происходит их выпадение из потока нефтепродукта. Водоотталкивающая перегородка предотвращает проскок отдельных капель воды, прошедших через коагулирующую перегородку и не выпавших в отстойник.

Недостатки фильтров-сепараторов – резкое снижение эффективности водоотделения при повышении вязкости и плотности нефтепродукта и при наличии в нем поверхностно-активных веществ, а также трудоемкость замены фильтрэлементов, выработавших свой ресурс работы.

Наряду с рассмотренными способами очистки для регенерации отработанных масел могут применяться *комбинированные способы*, основанные на одновременном использовании двух или нескольких силовых полей, а также сочетании силовых полей и пористых перегородок.

Совместное действие силовых полей с фильтрованием через пористые перегородки достигается применением гидродинамических фильтров, фильтрующих центрифуг, магнитных и вибрационных фильтров. В гидродинамическом фильтре совмещается действие гидродинамических (инерционных) сил потока масла с фильтрованием. Этим обеспечивается самоочистка фильтрующей перегородки в процессе работы. Инерционные силы, действующие на твердую частицу, возникают при перемещении потока жидкости вдоль фильтрующей перегородки или при принудительном движении перегородки относительно потока жидкости.

Гидродинамические фильтры с неподвижным фильтрующим элементом, в которых инерционные силы возникают за счет потока очищаемого масла, просты по конструкции и в эксплуатации, но в них некоторая часть очищаемого масла отводится вместе с загрязнениями на сброс, причем, чем выше тонкость очистки, тем больше потери масла. Перемещение фильтрующей поверхности относительно потока масла позволяет избежать потерь очищаемого продукта, однако при этом усложняется конструкция очистителя и возникает потребность в приводе (механическом, электромагнитном и т.д.).

Эффективность гидродинамических фильтров может быть повышена за счет комплектации их электроосадительным устройством, создающим электрическое поле в отстойной части корпуса фильтра.

Совмещение действия центробежного поля с фильтрованием осуществляется в фильтрующих центрифугах, у которых стенка ротора имеет перфорацию. Перепад давления на фильтрующей перегородке в этих устройствах создается центробежной силой, а задержка частиц загрязнений осуществляется фильтрующим материалом.

В *магнитных фильтрах* совмещены фильтрующие элементы, задерживающие немагнитные частицы, с постоянными магнитами для очистки масла от загрязнений ферромагнитного происхождения. При этом обычно фильтрующие элементы предохраняют поверхность магнита от попадания на нее продуктов окисления масла. Эти устройства применяются при регенерации отработанных масел, содержащих большое количество металлических частиц.

*Водная промывка* применяется для удаления из масла водорастворимых низкомолекулярных кислот, солей органических кислот, образующихся при щелочной очистке отработанных масел, а также иногда для частичного удаления из масел углеводородных загрязнений в виде кокса. Несмотря на простоту процесса водной промывки, затруднено поддержание рабочей температуры масла и последующее отделение воды от него.

При обезвоживании масел *выпариванием* в резервуарах без давления отработанные масла нагревают до 70...80 °С, выдерживают при этой температуре несколько часов, затем нагревают до 110 °С.

Этот способ требует обеспечения резервуаров обогревательными устройствами (трубчатыми, змеевиковыми, секционными и т. п.), энергоемок и продолжителен по времени.

Обезвоживание масла можно вести способом *массообмена с сухим воздухом* путем его барботажной продувки через слой обводненного продукта, для чего используются проложенные на дне резервуара перфорированные трубы.

Отработанные моторные масла могут содержать тяжелые фракции горючего, которые удаляются путем *испарения при вакуумной отгонке*. Из них получают масляные дистилляты, ис-

пользуемые затем в качестве сырья для создания масляных композиций. Перегонка ведется в вакуумной колонне или в колонне с использованием тонкопленочного испарителя. Остаточное давление составляет 8...12 кПа, температура поддерживается в пределах 218...260 °С на первой стадии и 325...345 °С на второй. Достоинствами этого способа регенерации являются высокое качество получаемого продукта, максимальное использование сырья, возможность применения стандартного оборудования нефтепереработки и простота регулирования технологического режима. Его применяют при крупнотоннажной переработке отработанных масел в условиях специализированного производства.

К *физико-химическим способам* относятся коагуляция, адсорбция и селективное растворение содержащихся в масле загрязнений. Разновидностью адсорбционной очистки является ионно-обменная очистка.

Наиболее широкое распространение получил процесс *коагуляции*, т.е. укрупнения частиц загрязнений, которое достигается при использовании в качестве коагулянтов неорганических и органических электролитов и поверхностно-активных веществ (ПАВ). Указанные соединения полностью удаляют из отработанного масла мелкодисперсные механические примеси, нерастворимые в масле продукты старения и воду, вызывают снижение кислотного числа, зольности, коксумости масел.

Наиболее эффективным коагулянтом является метасиликат натрия. Оптимальная концентрация его водного раствора – 30 %, а расход составляет 5 % от массы очищаемого масла.

Для повышения качества масла после обработки коагулянтами осуществляют его *адсорбционную очистку*, которая заключается в том, что загрязняющие масло продукты адсорбируются гранулами адсорбента, имеющими высокоразвитую поверхность. В качестве адсорбентов применяются вещества природного происхождения (отбеливающие глины, бокситы, природные цеолиты) и полученные искусственным путем материалы (силикагель, алюмогель, синтетические цеолиты).

Адсорбционная очистка может осуществляться перколяционным и контактными способами.

Перколяционный способ, при котором масло пропускается через адсорбент, позволяет снизить его расход в сравнении с

контактным способом, предусматривающим перемешивание масла с измельченным адсорбентом. Контактный способ получил более широкое распространение из-за простоты применяемого оборудования. К недостаткам этого способа следует отнести необходимость утилизации большого количества адсорбента после очистки масла.

*Ионно-обменная очистка* основана на способности ионитов (ионно-обменных смол) задерживать загрязнения, диссоциирующие в растворенном состоянии на ионы. Процесс очистки можно осуществлять контактными способами при перемешивании отработанного масла с зернами ионита размером 0,3...2,0 мм или перколяционным способом при пропускании масла через заполненную ионитом колонну. В результате ионообмена подвижные ионы в пространственной решетке ионита заменяются ионами загрязнений. Ионообменная очистка позволяет удалить из масла кислотные загрязнения, но не обеспечивает задержки смолистых веществ.

*Селективная очистка* отработанных масел основана на растворении загрязняющих компонентов в селективных растворителях, в качестве которых применяют фурфурол, фенол и его смесь с крезолом, нитробензол, ацетон и другие жидкости. Смесь, полученную в результате обработки масла селективным растворителем, разделяют на две фазы – рафинад (чистое масло, содержащее небольшие примеси растворителя) и экстракт (растворитель с содержащимися в нем загрязнениями). Затем производится отгонка растворителя из рафинада и экстракта для повторного использования. Селективная очистка может проводиться в аппаратах типа смеситель-отстойник в сочетании с испарителем для отгонки растворителя (ступенчатая экстракция) или в двух колоннах. В этом случае для удаления из масла загрязнения используют экстракционную колонну, а для отгонки растворителя – ректификационную.

*Химические способы* очистки основаны на химическом взаимодействии веществ, загрязняющих отработанные масла, с вводимыми в эти масла реагентами. При этом в результате химических реакций образуются соединения, легко удаляемые из масла. К химическим способам относятся кислотная и щелочная

очистка, гидрогенизация, а также осушка и очистка от загрязнений с помощью оксидов, карбидов и гидридов металлов.

*Кислотная очистка* масла концентрированной серной кислотой позволяет удалить из масла асфальто-смолистые соединения и другие продукты старения (карбоновые и оксикислоты, фенолы и т. д.). Одновременно с химическими реакциями между серной кислотой и продуктами окисления масел происходит растворение в ней некоторых загрязняющих масло веществ (например, нафтеновых кислот). Для регенерации минеральных масел обычно используется серная кислота концентрацией 93...96 %.

*Щелочная очистка* применяется после кислотной для нейтрализации веществ кислого характера (сульфосоединений, нафтеновых кислот, остатков серной кислоты), а также в качестве самостоятельного процесса для нейтрализации органических кислот (нафтеновых, оксикарбоновых и др.), образовавшихся в результате старения масла. При этом образуются водорастворимые соли, удаляемые из масла путем отстаивания. Для регенерации масел используется обычно 2...10 %-ный раствор едкого натра, 10...20 %-ный раствор кальцинированной соды или тринатрийфосфата, иногда применяют гашеную известь. Температура поддерживается в пределах 70...80 °С. Отстаивание водного раствора щелочи и продуктов реакции длится 12...16 ч.

### 10.3. Промышленные установки для регенерации отработанных масел

В промышленности используются комплектные установки для регенерации отработанных моторных масел, в которых сочетаются различные способы восстановления качества масел до требований стандартов.

Среди них есть промышленные стационарные установки с большой производительностью и небольшие установки, предназначенные для очистки масел на транспортных и промышленных предприятиях.

В ряде случаев целесообразна очистка сравнительно небольших количеств отработанных масел непосредственно на месте образования с целью повторного их использования. Такая очистка целесообразна в тех случаях, когда ресурс работы присадок не выработан, а масло требует только очистки от загрязне-

ний. Для этих целей могут быть использованы малогабаритные передвижные установки небольшой мощности УМЦ-901А и СОГ-904А.

Установка УМЦ-901А применяется для тонкой очистки масел от механических примесей.

Установка СОГ, схема которой показана на рис. 10.1, применяется для очистки масел, гидравлических и моющих жидкостей при их регенерации на предприятиях и нефтебазах.

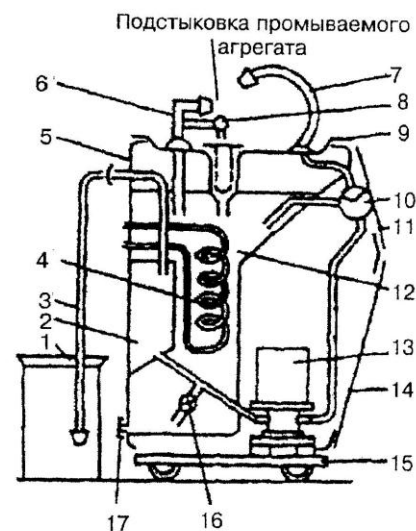


Рис 10.1. Схема установки СОГ-904А:

- 1 — внешний бак; 2 — всасывающий бачок; 3 — всасывающий шланг при работе от внешнего бака; 4 — змеевик регулирования температуры; 5 — корпус;
- 6 — приемный штуцер; 7 — напорный шланг;
- 8 — кран отбора проб; 9 — крышка для установки промываемых агрегатов;
- 10 — выпускной кран; 11 — панель управления; 12 — бак;
- 13 — центрифуга; 14 — съемная панель; 15 — тележка;
- 16 — кран для работы из бака 12; 17 — сливная пробка

Для очистки больших количеств отработанных масел используют комплектные стационарные установки.

*Установка УРММ-50*, предназначенная для регенерации моторных масел, позволяет также перерабатывать в полноценные продукты индустриальные и турбинные отработанные масла. Работа установки основана на последовательном сочетании спо-

собов коагуляции, отстаивания, фильтрации и адсорбции. В ее состав входит следующее оборудование: емкость для приготовления коагулянта, мешалка-отстойник, фильтр-водоотделитель, фильтры грубой и тонкой очистки масла, насосы, расходные и накопительные емкости.

Установка УРМ-100М предназначена для регенерации любых масел, за исключением масел для компрессоров холодильных машин. Технология регенерации масел на этой установке включает коагуляцию, отстаивание, выпаривание, фильтрацию. Установка УРМ-100М имеет узел подготовки и дозирования в регенерированное масло необходимых присадок. В состав установки входят мешалка-отстойник, электропечь, испаритель, холодильник, вакуум-насос, фильтр-пресс, накопительные и расходные емкости (в том числе емкость-мешалка для присадок и насос-дозатор), а также ряд насосов.

При переработке отработанных моторных масел по заводской технологии из них удаляют все присадки. Из смеси сильно загрязненных отработанных масел можно получить около 70 % полностью восстановленного масла.

Для получения регенерированных масел разработана установка УПТМ-8К (рис. 10.2).

В процессе работы установки отработанное масло насосом 2 через фильтр грубой очистки 1 и теплообменник 27 подается в электропечь 16, в которой нагревается до 200 °С и далее подается в испаритель 17, где из масла удаляются вода и легколетучие фракции. Далее масло насосом 26 подается в смеситель 14, куда из емкости приготовления коагулянта 10 насосом 13 подается 20 %-ный раствор коагулянта в количестве 2...3 % производительности установки. Перемешанное с коагулянтом масло поступает в автоклав-отстойник 15, где происходит процесс отстаивания продукта и удаления коагулированных частиц.

Затем из автоклава-отстойника масло подается во второй испаритель 23 для удаления следов воды. С нижней его части масло насосом 24 через теплообменник 27 и холодильник 28 подается в контактную мешалку 6, а затем в фильтр-пресс 9 для проведения контактной доочистки отбеливающей глиной и удаления механических примесей с размером частиц более 1...2 мкм. Очищенное масло поступает в двухсекционную емкость 5, откуда

да насосом 4 перекачивается в емкости регенерированного масла либо возвращается на повторную очистку. Для получения технологических масел предусмотрен фильтр тонкой очистки 29. В этом случае масло после испарителя 23, минуя контактную мешалку 6 и фильтр-пресс 9, подается на фильтр тонкой очистки 29, затем в двухсекционную емкость 5, откуда перекачивается в резервуары регенерированного масла. Характеристики установки представлены в табл. 10.3.

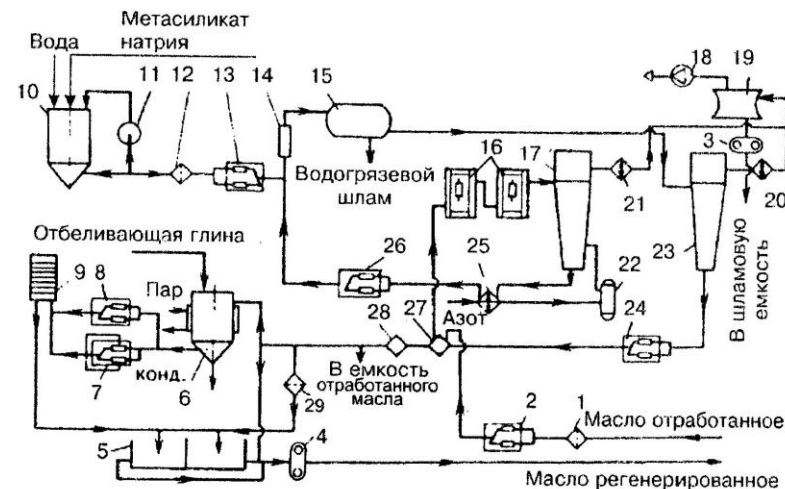


Рис. 10.2. Технологическая схема установки УПТМ-8К:

- 1 – фильтр грубой очистки; 2 – насос-дозатор; 3 – насос;
- 4 – узел выдачи готовой продукции; 5 – емкость двухсекционная;
- 6 – мешалка контактная; 7 – насос плунжерный; 8 – насос-дозатор;
- 9 – фильтр-пресс; 10 – емкость приготовления коагулянта; 11 – насос;
- 12 – фильтр грубой очистки; 13 – насос-дозатор; 14 – смеситель;
- 15 – автоклав-отстойник; 16 – электропечь; 17 – испаритель; 18 – насос вакуумный;
- 19 – сборник отгона; 20 и 21 – холодильники-конденсаторы; 22 – адсорбер;
- 23 – испаритель; 24 – насос-дозатор; 25 – холодильник; 26 – насос-дозатор;
- 27 – теплообменник; 28 – холодильник;
- 29 – фильтр тонкой очистки

В качестве фильтров тонкой очистки на регенерационных установках может использоваться фильтр марки ФОСН-60 (рис. 10.3), представляющий собой цилиндрический корпус 1 со съемной крышкой 3 и фильтрующими элементами 2, имеющий

патрубки диаметром 150 мм для подвода 6 и слива 7 масла, а также патрубков 8 меньшего диаметра для слива отстоя.

Таблица 10.3

Технические характеристики установки УПТМ-8К

Характеристика	Единица измерения	Значение характеристики
Производительность	л/мин	4
Выход очищенного масла, не менее	%	85
Установленная мощность	кВт	120
Габариты:	мм	
– длина		4000
– ширина		2000
– высота		2400

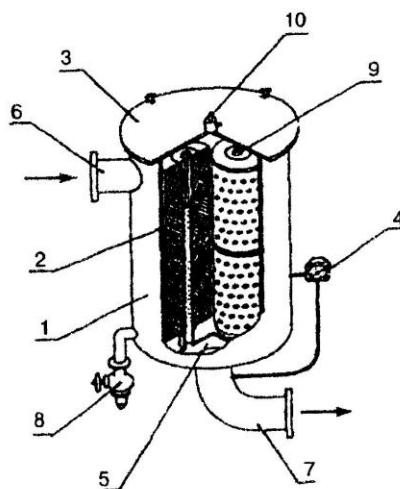


Рис. 10.3. Конструкция фильтра ФОСН-60 для тонкой очистки масла:

- 1 – корпус; 2 – фильтрующий элемент; 3 – крышка; 4 – манометр;
- 5 – маслоприемник; 6 – входной патрубок; 7 – выходной патрубок;
- 8 – патрубок для слива отстоя; 9 – прижимная гайка;
- 10 – штуцер для выхода воздуха

Масло, поступающее в фильтр для тонкой очистки, нагнетается насосом под давлением 0,6 МПа. В качестве сменных фильтрующих элементов используются фильтрыэлементы Реготмас 561-1 с различной тонкостью фильтрации. В зависимости от

марки фильтрыэлемента фильтр обеспечивает тонкость фильтрации от 5 до 60 мкм и пропускную способность от 10 до 90 м<sup>3</sup>/ч соответственно.

Большая фильтрующая поверхность фильтрыэлементов (от 9,4 до 14,3 м<sup>2</sup> в зависимости от марки) обеспечивает значительный ресурс их работы до замены.

#### 10.4. Сжигание отработанных масел

Нефтеотходы, которые нельзя регенерировать, подвергаются сжиганию. При горении таких отходов, содержащих значительное количество воды, происходят сложные химические процессы, связанные с испарением воды и наличием ее паров в зоне пламени. Это повышает скорость горения отходов вследствие увеличения количества активных центров, каковыми являются положительно и отрицательно заряженные ионы, образующиеся в результате диссоциации воды. Появление в зоне пламени обводненного нефтепродукта большого числа активных центров атомарного водорода Н<sup>+</sup> и гидроксила ОН<sup>-</sup> во много раз ускоряет реакцию его окисления.

Вода не только является инициатором реакции, но и участвует в протекании самих реакций. Это подтверждается изменением интенсивности свечения пламени, которое наблюдается с увеличением содержания воды в смеси. При сжигании обводненных топлив уменьшается дымление, которое является следствием дефицита кислорода в зоне протекания реакции.

Процесс сжигания нефтесодержащих отходов может реализовываться в топках различной конструкции: камерных, циклонных, надслоевых.

Для сжигания нефтесодержащих жидких отходов, в том числе отработанных минеральных масел, не подлежащих регенерации, представляет интерес мобильная установка, смонтированная на двухосном шасси-прицепе МАЗ 5224В, основным элементом которой является циклонная печь. В состав установки входят камеры сгорания и выброса, нагреватель, емкости с топливом и водой, центробежный и струйный насосы, запорно-регулирующая аппаратура и система управления.

Циклонный принцип организации сжигания создает хорошую турбулизацию веществ, подаваемых в камеру.

Отработанные минеральные масла после некоторой переработки могут быть превращены в полноценное топливо, ничем не уступающее продуктам переработки сырой нефти. С этой целью их подвергают термическому крекингу и дистилляции.

Установки, разработанные для этих процессов, включают реактор, дефлегматор, холодильник, камеру дожигания легколетучих фракций, центрифугу, фильтры. При необходимости производства фракций нефтепродуктов с узким диапазоном температур кипения (например, бензина, дизельного топлива, мазута) установка доукомплектовывается дистилляционной колонной.

Промышленность производит экономичные отопители производственных и складских помещений, работающие на отработанных моторных маслах, загрязненном дизельном топливе и других нефтепродуктах (табл. 10.4).

Отопители обеспечивают полное сгорание отработанных нефтепродуктов без дыма и запаха, которое осуществляется с помощью специального испарителя. Сбор несгоревших остатков на тарелке позволяет исключить загрязнение дымовых газов и обеспечить необходимые санитарно-гигиенические требования.

Таким образом, отработанные моторные масла и другие нефтепродукты являются ценным вторичным сырьем, утилизация которого может осуществляться различными способами, позволяющими получать регенерированные продукты высокого качества. Для реализации этих процессов выпускаются комплектные установки разной производительности, пригодные для использования как на небольших транспортных предприятиях, так и на крупных регенерационных станциях.

Сильно загрязненные отработанные масла могут использоваться в качестве топлива для получения тепловой энергии. Их сжигание должно производиться в специальных установках, исключающих загрязнение окружающей среды токсичными продуктами, содержащимися в дымовых газах.

Таблица 10.4

Технологические характеристики обогревателей «Thermobile»

Показатели	AT 306	AT 305/307	AT 400/400C	AT 500/500C	ATA 70	ATA 100
Тепловая мощность, кВт	20,0...29,0	20,0...29,0	16,0...41,0	35,0...58,0	66,0	100,0
Расход топлива, л/ч	2,0...3,0	2,0...3,0	2,5...4,3	3,8...6,2	6,8	11,8
Емкость топливного бака, л	50	50	42	58	40	40
Производительность вентилятора, м <sup>3</sup> /ч	Нет	1000	3000	4200	5500	8000
Потребляемая электрическая мощность, Вт	50	175	220	440	1760	2020
Диаметр отводной трубы, мм	130	130	130	180	180	180
Габаритные размеры, мм:						
– длина	690	870	880	980	1310	1600
– ширина	540	540	750	850	870	1090
– высота	1160	1360	1030	1270	1870	2280
Масса без топлива, кг	60	74/83	130	175	280	450
Объем обогреваемого помещения, м <sup>3</sup>	700	750	1100/1000	1500/1300	1800	3000

### Контрольные вопросы

1. Каковы причины и виды загрязнений моторных масел?
2. Дайте классификацию отработанных моторных масел согласно ГОСТ 21046-86 «Нефтепродукты отработанные. Общие технические условия».
3. Расскажите о процессах и аппаратах, используемых при регенерации отработанных моторных масел.
4. Расскажите о промышленных установках для регенерации отработанных моторных масел.
5. Расскажите об использовании отработанных моторных масел в качестве энергетических ресурсов.

## 11. ПЕРЕРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ

К текстильным материалам относятся ткани, трикотаж, ковры, нетканые полотна, сети, нити, веревки, канаты и другие изделия, изготовленные из волокон и нитей. Их структура зависит от технологии производства.

Волокна и нити, используемые при изготовлении текстильных материалов, имеют, как правило, полимерную природу и могут быть натуральными (лен, хлопок и др.), искусственными (вискоза) и синтетическими (полиамид, полиэфир и др.).

Текстильные материалы с древних времен широко используются в быту, а также применяются в различных отраслях промышленности как конструкционные элементы различных изделий и в качестве вспомогательных технологических материалов, например для фильтрации, полировки, упаковки, протирки и т.д.

### 11.1. Применение текстильных материалов в современных автомобилях

В автомобилестроении текстильные материалы широко применяются для обеспечения комфортабельности и безопасности пассажиров. Объем их применения в автомобиле среднего класса составляет 2...3 % по массе и постоянно растет.

В 2000 г. масса всех текстильных материалов в таком автомобиле составляла 20 кг, прогнозируется увеличение использования текстильных материалов в 2010 и 2020 гг. до 26 и 35 кг соответственно. В табл. 11.1 приведены сведения об объемах применения текстильных материалов в автомобиле среднего класса.

Дальнейшее увеличение использования текстильных материалов возможно за счет применения объемных нетканых материалов взамен пенополиуретана при изготовлении подушек и спинок сидений автомобиля. Это позволит не только повысить его комфортабельность, но и облегчит рециклинг материалов при утилизации.

Таблица 11.1

**Виды и объемы применения текстильных материалов  
в легковом автомобиле**

Виды материалов	Объемы применения, кг
Облицовочные	1,6
Ковровые	3,5
Шумопоглощающие	4,5
Обивочные для сидений	3,9
Шинный корд	1,6
Ремни безопасности	0,9
Подушки безопасности	1,8
Фильтровальные, нагревательные и др.	2,2

### 11.2. Технологии утилизации текстильных отходов

Рациональное использование текстильных отходов имеет важное хозяйственное значение, поскольку значительную часть волокнистого сырья, используемого при изготовлении текстиля, Россия ввозит из-за рубежа.

В то же время многие виды текстильных изделий технического назначения, в частности разнообразные обивочные, звуко- и теплоизоляционные материалы для средств транспорта, геотекстильные материалы для дорожного строительства, гидромелиоративных работ, различного рода прокладочные материалы, техническая вата и т.п., могут изготавливаться из вторичных волокон по технологии производства нетканых материалов.

Любое использование текстильных отходов предусматривает их предварительную подготовку и разволокнение. Объем подготовительных работ зависит от вида и степени загрязнения отходов.

Первичная обработка текстильных отходов состоит из следующих стадий: дезинфекции, обеспыливания, сортировки, стирки, химчистки, резки, замасливания и разволокнения. В зависимости от вида и состояния текстильных отходов некоторые из стадий процесса могут быть опущены.

**Дезинфекция** текстильных отходов производится для уничтожения бактерий и насекомых. Процесс осуществляется в стационарных запаривающих камерах (например, АДТ-1 или АДТ-2), работающих при 115...116 °С и давлении 0,2 МПа. Норма загрузки камеры составляет 80–100 кг/м<sup>3</sup>, расход пара 0,25...0,4 кг/м<sup>3</sup>, продолжительность обработки 60 мин. В по-

следние годы разработаны новые, более совершенные способы дезинфекции: с помощью переменного электрического поля высокой частоты, ультразвука, ультрафиолетового и инфракрасного излучений,  $\gamma$ -облучения, озона.

**Обеспыливание** текстильных отходов применяется с целью улучшения условий труда при дальнейшей сортировке и для повышения эффективности химической чистки. Основным рабочим органом обеспыливающих машин типа МОВ-1 является барабан с лопастями и шипами. В процессе обеспыливания отделяется до 30 % пыли и мелких твердых частиц, которые удаляются с помощью вентиляторов. Производительность таких машин достигает 1400 кг/ч. Более прогрессивны комбинированные машины, в которых производятся одновременно и обеспыливание, и разволокнение текстильных отходов.

**Сортировка** текстильных отходов производится с целью удаления застежек, кнопок и других нетекстильных элементов изделий. Сортировка осуществляется вручную на сортировочных столиках, оборудованных дисковыми и ленточными ножами.

**Стирка** текстильных отходов производится в стиральных машинах периодического действия СМО-100 и ПК-53А. Более прогрессивны стиральные машины непрерывного действия, работающие по принципу противотока, когда загрязненные отходы подаются в линию с одной стороны, а чистая вода – с противоположной. В состав непрерывной моющей установки входят агрегаты мойки, отжима и сушки. Поточные линии КП-704, КП-708 отечественного производства, работающие в автоматическом режиме, состоят из загрузочного устройства, моечной машины тоннельного типа, системы трубопроводов, отжимного устройства, сушильно-растрясочной машины.

**Химическая чистка** сильно загрязненных и засаленных текстильных материалов производится на машинах КХ-007, КХ-012. Применение химической чистки вместо стирки позволяет сохранить прочность волокон, сокращает продолжительность и стоимость обработки, повышает производительность труда.

Предварительно отходы обрабатывают высококонцентрированным раствором щелочи, а затем, после отжима – органическим растворителем. Для удаления масла с текстильных отходов

используют эмульсию перхлорэтилена (или трихлорэтилена) в воде, нагретую до 40–50 °С.

**Резка** очищенных отходов производится на специальных машинах, которые состоят из питающего и транспортирующего устройств и режущего механизма гильотинного или роторного типа. С помощью гильотинных режущих машин перерабатываются сильно спрессованные кипы отходов, которые разрезаются на полосы определенной ширины с помощью падающего вниз ножа. Машины гильотинного типа имеют ряд недостатков, главным из которых является необходимость частой остановки для заточки режущей кромки ножа, а также для регулировки зазора.

Более широкое применение нашли роторные машины, оборудованные ротором, на котором закреплены ножи или диски, нарезающие материал на пластиы определенной ширины. Ширина пласта регулируется путем изменения скорости движения транспортера, подающего кипу отходов. Однако роторные высокопроизводительные машины не всегда пригодны для переработки текстильных отходов из синтетических волокон, так как при большой скорости резки ножи ротора разогреваются до температуры, при которой возможно оплавление термопластичного полимера, из которого изготовлены волокна.

**Замасливание** текстильных отходов из натуральных волокон производится с целью облегчения важнейшей операции – разволокнения. В зависимости от состава и вида отходов применяют различные замасливатели, количество которых достигает 10 % от массы отходов. Текстильные отходы из синтетических волокон поступают на разволокнение без замасливания, но увлажненными.

В качестве замасливателей используются поверхностно-активные вещества. Наиболее распространены оксигетилированные синтетические кислоты (лауриновая, стеариновая и олеиновая), а также некоторые оксигетилированные жирные спирты.

Кроме того, применяются сульфозфиры высших жирных спиртов и ненасыщенных кислот. Применение минеральных масел для замасливания текстильных отходов нежелательно, так как они содержат неомыляемые компоненты, которые отрицательно влияют на процесс последующей отделки текстильных материалов.

**Разволокнение** замасленных отходов осуществляется на щипальных машинах, где и происходит превращение отходов во вторичное волокно, которое затем используется при выработке всевозможных текстильных материалов: тканей, трикотажа, ковров, нетканых материалов и др.

Принцип действия большинства используемых щипальных машин основан на разрушении текстильных отходов с помощью щипальных барабанов, на поверхности которых расположена гарнитура – разрыхляющие сегменты с зубчатой поверхностью.

На рис. 11.1 показана линия фирмы «Лярош» (Франция) производительностью 1500 кг/ч для подготовки и разволокнения отходов текстильных материалов.

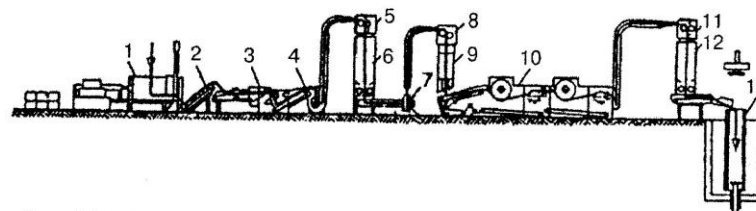


Рис. 11.1. Линия для подготовки и разволокнения текстильных отходов

Кипы отходов освобождают от оброчей и упаковки непосредственно на ленточном конвейере и помещают в бункер резательной машины. С помощью специального устройства кипы подают на режущий механизм 1, который отрезает от них пластиы. Толщина нарезаемых пластов предварительно устанавливается с помощью специального счетчика и может регулироваться в пределах 10...220 мм с интервалом 10 мм.

Отрезанные пластиы подаются на наклонный ленточный конвейер 2, с помощью которого они перемещаются для дальнейшего измельчения на ротационную резательную машину 3. Питающий конвейер машины снабжен электромагнитным сепаратором для отделения металлических включений.

Нарезанные отходы с помощью конвейера, вентилятора 4 и конденсера 5 подаются в бункер 6, оборудованный регулятором уровня заполнения. С помощью валиков материал поступает к вентилятору 7 и второму конденсеру 8, который заполняет регулирующую трубу 9, также имеющую регулятор уровня. Благодаря

ря этому на щипальную машину 10 поступает равномерный по толщине пласт материала. Щипальная машина является самой важной частью технологической линии. Основное ее назначение – разволокнение нарезанных отходов.

Щипальная машина может иметь разное количество секций для разволокнения отходов (до 6) в зависимости от качества перерабатываемых отходов. Каждая секция имеет щипальный барабан с круглыми иглами и перфорированный барабан, с которого разволокненные отходы подаются на следующую секцию щипальной машины. Недостаточно разволокненные отходы автоматически возвращаются в питающее устройство и вновь поступают на щипальный барабан. Секции отличаются количеством и номером игл на щипальном барабане.

После разволокнения восстановленные волокна прессуются в кипы или наслаиваются в камере. Пресс 13 питается от конденсера 11 и резервного бункера 12.

Современные щипальные машины позволяют получить высокую степень разволокнения отходов и уменьшить повреждение образующихся волокон. Перспективными технологиями разволокнения текстильных отходов являются процессы, основанные на использовании ультразвука, водяного пара и сжатого воздуха, которые существенно облегчают и ускоряют отделение волокон друг от друга. При этих процессах разволокнение отходов происходит в щадящих условиях, без разрушения структуры волокна и снижения его прочности.

В современном текстильном производстве все перечисленные операции процесса утилизации текстильных отходов осуществляются на поточных линиях. Обслуживание линий – автоматическое с помощью системы управления, которая:

- отключает линию в случае каких-либо неполадок;
- координирует работу отдельных машин;
- осуществляет управление питателями, режущими ножами, пневмотранспортом, замасливающим устройством и другими агрегатами;
- сигнализирует о перебоях в работе агрегатов (отсутствии сырья, вспомогательных веществ и др.).

Вторичные, или восстановленные, волокна являются ценным сырьем для текстильной промышленности. Их используют как в смеси с первичным волокном, так и без него.

При смешении восстановленного волокна с первичным получают сырье для высококачественной пряжи, идущей на производство всех видов текстильных материалов. Содержание вторичного волокна в смеси может достигать 80–90 % в зависимости от назначения пряжи и материала. Ряд текстильных материалов технического назначения может изготавливаться полностью из восстановленных волокон.

### **11.3. Производство нетканых материалов из вторичных волокон**

Восстановленные текстильные волокна широко используются для производства нетканых материалов, которые изготавливают, минуя стадию выработки пряжи. Технология производства нетканых материалов имеет следующие преимущества:

- сокращает производственный цикл и интенсифицирует производство;
- позволяет использовать регенерированные волокна;
- дает возможность быстро менять ассортимент выпускаемой продукции;
- снижает себестоимость продукции;
- сокращает расход материальных и энергетических ресурсов.

Нетканые текстильные материалы (НТМ) получают различными способами, но все они включают следующие обязательные стадии процесса: смешивание волокон; формирование холста из волокон; закрепление нетканого холста. Холст в различных сечениях имеет одинаковую толщину, плотность и заданное расположение волокон, обладающих необходимой длиной.

Свойства НТМ зависят от их структуры, на которую влияют:

- характеристики волокнистого сырья;
- технология формирования и закрепления холста;
- расположение волокон в холсте.

Формирование холста из вторичных волокон возможно механическим, аэро- и гидродинамическим способами.

**Механическое холстообразование** осуществляется с помощью чесальных машин, которые позволяют получить холст заданной ширины и развеса. Способ отличают хорошее разрыхление и смешивание различных волокон, а также возможность переработки волокна, неоднородного по качеству. Этим способом из текстильных отходов изготавливают НТМ среднетяжелого и тяжелого типов. Для получения холстов большой массы холстообразующие машины агрегируются последовательно, что позволяет наслаивать слои друг на друга.

**Аэродинамическое формирование** осуществляется с помощью воздушного потока, который транспортирует волокно в зону образования холста.

Технология аэродинамического холстообразования ясна из схемы, приведенной на рис. 11.2.

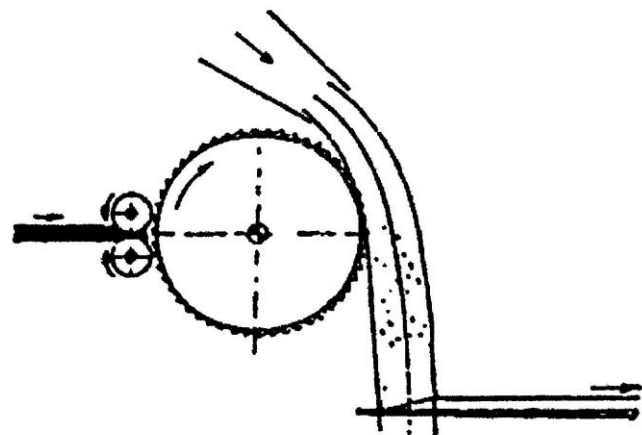


Рис. 11.2. Схема аэродинамического формирования холста

Разрыхленные волокна подаются транспортером на быстро вращающийся расчесывающий барабан и захватываются им с помощью специальной зубчатой гарнитуры. Под действием центробежной силы и воздушного потока волокна отделяются от гарнитуры барабана, направляются на поверхность перфорированного конвейера и осаждаются на нем. Одним из главных технических параметров процесса является скорость воздушного потока. Скорость формирования холста достигает 80 м/мин.

Данный способ холстообразования позволяет:

- изготавливать изотропный холст с одинаковыми свойствами в различных направлениях;
- перерабатывать волокна, значительно отличающиеся по свойствам и длине;
- быстро изменять поверхностную плотность холста.

**Гидродинамический способ** холстообразования (его иногда называют мокрым или бумагоделательным) реализуется с помощью воды, которая является одновременно дисперсионной средой для волокна и транспортирующим агентом для его перемещения в зону образования холста.

Гидродинамический способ образования холста позволяет:

- использовать короткие дешевые волокна, образующиеся при переработке отходов;
- смешивать в любом соотношении волокна различного вида и происхождения;
- получать изотропное полотно, свойства которого одинаковы во всех направлениях.

При производстве холста гидродинамическим способом можно использовать не только короткие регенерированные текстильные волокна, но и целлюлозные и другие трудно перерабатываемые иными способами волокна.

При этом способе в специальных емкостях образуется дисперсия волокна в воде с концентрацией 0,01...0,1 %. Дисперсия перемешивается с помощью лопастной мешалки и подается на наклонное сито в зону формирования холста. Вода, прошедшая через сито, возвращается в производственный цикл, а сформированный холст перемещается в сушилку. Скорость выпуска холста этим способом на современных машинах достигает 400 м/мин при ширине полотна 5 м.

Производство нетканых текстильных материалов из сформированного волокнистого холста осуществляется иглопробивным, вязально-прошивным и клеевым способами.

Самой распространенной является **иглопробивная** технология, при которой можно использовать холсты, сформированные механическим и аэродинамическим способами. Закрепление холста при этом способе производится с помощью иглопрокалы-

вания многопозиционной игольчатой гарнитурой, которая совершает возвратно-поступательные движения с большой частотой в плоскости, перпендикулярной движению волокнистого холста. Многочисленные иглы, проходя через холст, захватывают волокна и прошивают его при движении в обратном направлении. По этой технологии производят НТМ из холста плотностью 50...2000 г/м<sup>2</sup>, а иногда и до 5000 г/м<sup>2</sup>. Иглопробивные нетканые материалы используют для производства напольных покрытий (ковров); технических войлоков; объемных прокладок для швейной промышленности; тепло-, звукоизоляционных, фильтровальных и других материалов.

Например, в конструкции автомобилей широко используют тепло-, звукоизоляционные материалы с поверхностной плотностью 1000 г/м<sup>2</sup>, полученные иглопробивным способом из текстильных отходов. Такие материалы, изготавливаемые полностью из восстановленных волокон, обладают прекрасными акустическими и механическими свойствами.

Иглопробивным способом изготавливаются и геотекстильные материалы. Они имеют поверхностную плотность 100...1500 г/м<sup>2</sup>, ширину до 6 м и предназначены для фильтрации, армирования и стабилизации насыпаемого на них грунта. Геотекстильные материалы используют при строительстве железных и автомобильных дорог, для защиты почвы от эрозии, для укрепления берегов каналов, водохранилищ, пляжей, дамб, насыпей, при строительстве спортивных площадок, взлетно-посадочных полос аэродромов и для других целей. Срок службы материалов, изготовленных из восстановленных синтетических волокон, составляет более 20 лет, поскольку они не подвержены гниению. Наиболее целесообразно при производстве геотекстильных материалов использовать полиэфирные и полипропиленовые волокна, полученные из отходов.

При *вязально-прошивной* технологии закрепление холста производится с помощью ниток.

Вязально-прошивные нетканые материалы из восстановленных волокон используют при изготовлении одеял, упаковочных материалов, подкладочных материалов для мебели, обуви, линолеума и других целей.

При *клеевой* технологии холст закрепляется путем пропитки дисперсией связующего вещества или оплавлением части термопластичных волокон, входящих в состав полотна.

Для пропитки холста применяются полиакрилатные дисперсии, бутадиен-стирольные и бутадиен-акрилонитрильные латексы, связующие вещества на основе поливинилацетата, полиуретана и др.

Закрепление холста по другому способу изготовления клееного НТМ достигается путем тепловой обработки, в результате которой часть волокон с более низкой температурой плавления, чем у основной массы волокон, оплавляется и скрепляет весь холст. В качестве оплавляемых применяют волокна из поливинилхлорида, полиэтилена, полипропилена. Технологическая схема производства клееного НТМ с закреплением холста с помощью волокон из термоплавких полимеров состоит из операций по формированию холста и его термической обработки. Такая технология по сравнению с пропиткой холста дисперсией связующего и последующей сушкой имеет следующие преимущества:

- возможность использования для скрепления холста дешевых полимерных волокон;
- более высокую производительность;
- меньшие площади, занимаемые оборудованием;
- отсутствие сточных вод и вредных выбросов;
- менее высокую энергоемкость.

В последние годы разработаны принципиально иные, *химические* способы переработки отходов текстильных материалов из синтетических волокон.

Один из таких способов заключается в измельчении отходов и подаче их шнеком на специальный экструдер-гранулятор, где они расплавляются и выдавливаются в виде гранул. Благодаря специальной конструкции экструдера в него одновременно с текстильными отходами подается первичный полимерный материал, который смешивается с расплавленными отходами, что позволяет повысить свойства получаемых гранул.

Другим нетрадиционным способом переработки отходов текстильных материалов из синтетических волокон является

экстрагирование селективными растворителями полимерной части смешанных отходов, благодаря которому можно получать очищенный от всех примесей волокнообразующий полимер. Технологический процесс регенерации синтетического полимера из текстильных отходов состоит из следующих стадий: измельчения отходов; растворения их в селективном растворителе; отделения раствора от нерастворимых примесей с помощью фильтрации; высадки полимера из растворителя путем смешения раствора с водой; сушки и грануляции полимера.

Таким образом, современная промышленность располагает различными технологиями и оборудованием для переработки текстильных отходов, образующихся при утилизации автомобилей. Окончательное решение о выборе того или иного способа переработки может быть принято после технико-экономического анализа, позволяющего учесть все расходы, в том числе транспортные (на доставку отходов) и энергетические (на проведение техпроцесса), а также наличие устойчивого спроса на продукцию, полученную из перерабатываемых отходов.

#### Контрольные вопросы

1. Расскажите о видах и применении в автомобилестроении текстильных материалов.
2. Назовите основные стадии процесса утилизации отходов текстильных материалов.
3. Расскажите о процессах и аппаратах, используемых при производстве нетканых текстильных материалов из вторичных волокон.

## 12. УТИЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЛИТА

В аккумуляторных батареях, используемых в современных автомобилях, рабочей жидкостью является электролит – раствор серной кислоты. Автомобильная промышленность является крупным потребителем серной кислоты, поэтому утилизация электролита, сливаемого из аккумуляторов автомобилей, имеет важное экологическое и экономическое значение.

Отработанная серная кислота обезвреживается и утилизируется следующими способами:

- нейтрализацией без использования образующихся продуктов;
- использованием в других технологических процессах;
- регенерацией с получением товарной серной кислоты.

Нейтрализацию кислоты применяют при небольших количествах отходов и отсутствии в них органических примесей.

Отработанную кислоту в исходном виде применяют в производстве сульфатных минеральных удобрений.

Основная масса отработанной серной кислоты подвергается регенерации.

В промышленности применяют различные способы очистки и регенерации отработанной кислоты: термическое расщепление, экстрагирование органических примесей, адсорбцию, каталитическое окисление пероксидом водорода, коагулирование, выпаривание и др. Наибольшее распространение у нас в стране получила регенерация серной кислоты огневым способом, при котором происходит ее высокотемпературное расщепление. Способ универсален и высокоэффективен. При огневом способе используется концентрированная серная кислота, поэтому предварительно проводят упаривание отработанного электролита до необходимой концентрации.

Предварительное обезвоживание (концентрирование) отходов серной кислоты осуществляют в контактных теплообменниках за счет теплоты выходящего из огневого реактора сернистого газа.

Процесс термического расщепления кислоты проводят при 950...1200 °С, для чего в огневом реакторе сжигают топливо (рис.12.1).

По этой технологии серную кислоту с помощью форсунок распыляют в потоке продуктов сгорания топлива в огневом реакторе 1. Туда же с помощью воздуходувки 2 подается воздух,

предварительно пропущенный через воздухоподогреватель 4. Органические примеси, имеющиеся в электролите, при термообработке окисляются с образованием углекислого газа и воды, а серная кислота расщепляется с образованием сернистого газа и воды. Сернистый газ из огневого реактора поступает в котел-утилизатор 5, а из него – в систему очистки 6, где очищается от пыли, сернокислотного тумана и подвергается осушке, после чего с помощью газодувки 7 подается в узел получения кислоты 8. Насыщенный пар из котла-утилизатора 5 подается в пароперегреватель 3, а оттуда – потребителям. Очищенные дымовые газы с помощью дымососа 9 выбрасываются в атмосферу через дымовую трубу 10.

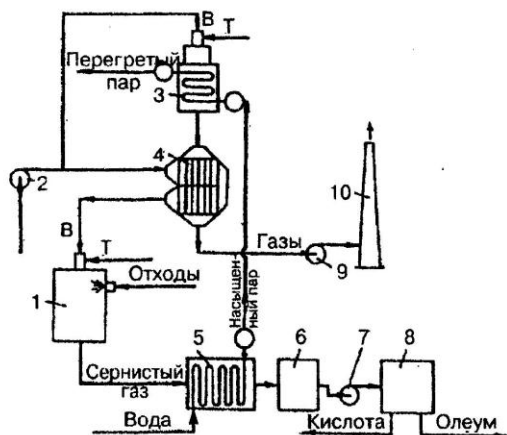


Рис. 12.1. Схема установки для регенерации серной кислоты способом термического расщепления (В – воздух; Т – топливо)

Регенерация серной кислоты позволяет одновременно с обезвреживанием отходов получать товарную продукцию высокого качества, снижая затраты на 25...30 % по сравнению с ее производством из первичного сырья (элементарной серы).

#### Контрольные вопросы

1. Расскажите о способах утилизации отработанного электролита.
2. Приведите схему регенерации серной кислоты из отработанного электролита.

### 13. СЖИГАНИЕ И ЗАХОРОНЕНИЕ ОТХОДОВ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Сжиганию подвергаются горючие отходы, образующиеся при утилизации автомобилей и автокомпонентов, рециклинг которых экономически нецелесообразен или технически невозможен.

**Сжиганием** называется контролируемый химический процесс окисления твердых, жидких или газообразных отходов. Наиболее широко используется сжигание для обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов. Оно сопровождается образованием углекислого газа, воды и золы, а также токсичных веществ – диоксинов, оксидов серы, азота и тяжелых металлов, других продуктов. Для снижения их выбросов в атмосферу до требуемых санитарных норм проводят химическую и физическую очистку дымовых газов.

Помимо упомянутых газообразных продуктов, при сжигании отходов выделяются и твердые продукты – металлы, шлаки и др.

Любой химический процесс протекает в реакторе, конструкция которого должна позволять создавать необходимые условия для оптимального его проведения.

Процесс сжигания отходов зависит от следующих технологических параметров: температуры в огневом реакторе, удельной нагрузки, рабочего объема реактора, вида и дисперсности сжигаемых продуктов, аэродинамической структуры и степени турбулентности газового потока в реакторе и других факторов.

Сжигание производят в печах различной конструкции, важным элементом которых является колосниковая решетка, на которой собственно и происходит горение. Пространство внутри печи разделяется на несколько зон, где последовательно протекают пять стадий процесса, в результате которых происходит сжигание отходов. Это – сушка, газификация, воспламенение, горение и дожигание.

Технологическая схема современного мусоросжигательного завода (МСЗ № 2 г. Москвы) представлена на рис. 13.1.

Отходы из приемного отделения 1 поступают в бункер для отходов 2, а оттуда грейферным захватом подаются в загрузочную воронку на сжигание. Приемное отделение позволяет принимать мусоровозы грузоподъемностью до 11 т. Приемный бун-

кер обеспечивает трехдневный запас отходов для непрерывной работы завода.

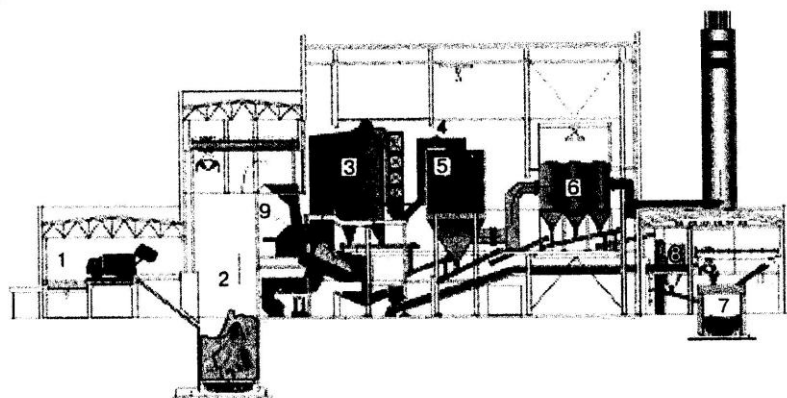


Рис. 13.1. Технологическая схема мусоросжигательного завода:  
1 – приемное отделение; 2 – бункер для отходов; 3 – котлоагрегат;  
4 – емкость для абсорбента; 5 – абсорбер; 6 – рукавный фильтр;  
7 – бункер для шлака; 8 – бункер для золы;  
9 – система подавления оксидов азота

Сжигание отходов происходит на подвижной колосниковой решетке. Необходимый для горения отходов воздух подается вентилятором под решетку. Конструкция печи предусматривает сжигание как твердых, так и жидких отходов. Для максимально полного сжигания отходов обеспечивается пребывание дымовых газов в топке в течение не менее 2 с при температуре более 850 °С.

Котлоагрегат 3 позволяет утилизировать тепло, выделяющееся при горении отходов, и получать перегретый пар. Дымовые газы проходят многостадийную очистку, в том числе в электрофильтре, адсорбере, абсорбере 5 и рукавном фильтре 6, а затем дымососом выбрасываются через трубу, высота которой рассчитывается с учетом доведения концентраций токсичных веществ в приземном слое воздуха ниже норм ПДК.

Установка обеспечивает отдельный сбор и транспортировку шлака и летучей золы. Шлак накапливается в бункере 7, а зола собирается в бункере 8.

Одной из наиболее важных проблем при сжигании отходов является очистка дымовых газов до санитарных норм, поскольку

при сгорании отходов образуется, помимо летучей золы, значительное количество токсичных веществ, в том числе диоксинов.

Диоксины разрушают гормональную систему человека, ослабляя его иммунитет и нанося непоправимый вред репродуктивной способности. Отличительной особенностью диоксинов является их высокая устойчивость, что приводит к накоплению этих ядов в окружающей среде. Основная масса диоксинов, образующихся при сжигании отходов, адсорбируется на поверхности частиц пыли. Требования к содержанию диоксинов в продуктах сгорания постоянно повышаются, что стимулирует использование все более совершенных способов борьбы с их образованием и разработку новых приемов их поглощения.

Снизить содержание диоксинов в дымовых газах можно путем создания многоступенчатой очистки. В частности, современные мусоросжигательные заводы используют до 10 ступеней очистки дымовых газов от токсичных продуктов и пыли.

Промышленность выпускает различные аппараты для сухой и мокрой очистки газов, сравнительные характеристики которых приведены в табл. 13.1. Они отличаются типоразмерами, позволяющими учесть производительность, запыленность, температуру, состав газов и другие характеристики процесса сжигания.

Таблица 13.1

Характеристики газоочистных аппаратов

Аппарат	Начальное содержание пыли в газе, кг/м <sup>3</sup>	Размеры задерживаемых частиц, мкм	Степень очистки, %	Гидравлическое сопротивление аппарата, кПа
Пылеосадительная камера	–	> 100	30...40	–
Циклон	0,4	> 10	70...95	4...7
Батарейный циклон	0,1	> 10	85...90	5...8
Рукавный фильтр	0,02	> 1	98...99	5...25
Центробежный скруббер	0,05	> 2	85...95	4...8
Электрофильтр	0,01...0,05	> 0,005	≤ 99	1...2

Экономическая эффективность работы заводов по сжиганию отходов зависит от типа применяемого реактора и от принятой энерготехнологической схемы. Снижение стоимости работы установок достигается при максимальном использовании теплоты

отходящих газов, которое позволяет сократить расходы на топливо, а в некоторых случаях и отказаться от него (при создании автотермического процесса). Теплоту отходящих газов можно использовать для предварительной сушки отходов и подогрева дутьевого воздуха. На крупных заводах целесообразно внешнее использование теплоты отходящих газов для получения горячей воды, энергетического пара для выработки электроэнергии или технологического пара для использования в качестве теплоносителя в других процессах. С этой целью мусоросжигательные печи комплектуются котлами-утилизаторами.

При оснащении установок для сжигания отходов котлами-утилизаторами существенно увеличиваются капиталовложения и эксплуатационные расходы. Поэтому их применение целесообразно в установках с большой теплопроизводительностью, порядка 8...10 МВт.

Котлы-утилизаторы конвективного типа с пароперегревателями устанавливаются за огневыми реакторами. За ними следуют конвективные воздухонагреватели и далее – контактные теплообменники для получения горячей воды (рис. 13.2).

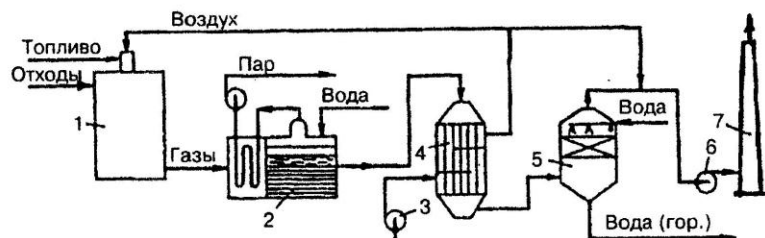


Рис. 13.2. Схема установки для сжигания отходов с утилизацией тепла отходящих газов:

- 1 – реактор; 2 – конвективный котел-утилизатор; 3 – воздушодувка;
- 4 – конвективный воздухонагреватель; 5 – контактный теплообменник;
- 6 – дымосос; 7 – дымовая труба

Коэффициент полезного действия установок с внешним использованием энергии дымовых газов достигает 85...90 %. Энерготехнологические установки с котлами-утилизаторами и воздухонагревателями широко применяются при промышленном сжигании отходов. Все современные мусоросжигательные заводы являются коммерческими производителями пара, горячей во-

ды и электроэнергии, что позволяет повысить эффективность их работы.

Как отмечалось выше, незначительная часть отходов, образующихся при утилизации выведенных из эксплуатации автомобилей, может захораниваться. Согласно принятым директивам Евросоюза их масса не должна к 2015 г. превышать 5 % от массы автомобиля. Это та часть отходов, которая остается после их переработки тем или иным способом, включая и сжигание.

**Захоронение** отходов должно происходить на специально организованных полигонах. Полигоны для захоронения промышленных отходов являются природоохранными сооружениями, предназначенными для регулярного централизованного сбора, обезвреживания и хранения не утилизируемых отходов. Количество и мощность полигонов для каждого региона обосновывается технико-экономическими расчетами.

В странах ЕС полигоны для захоронения отходов подразделяются на полигоны для опасных отходов, полигоны для бытовых отходов и полигоны для инертных отходов. Данная классификация является в значительной мере условной, т.к. не всегда можно провести четкую грань между опасными, неопасными и инертными отходами, поскольку их состав может изменяться во времени под воздействием различных факторов.

Строительство и деятельность полигонов в России должны осуществляться в соответствии с:

- «Инструкцией по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов», утвержденной Министерством строительства Российской Федерации 02.11.1996 г.;

- Санитарными правилами СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов», утвержденными Постановлением главного государственного санитарного врача Российской Федерации 30.05.1996 г. № 16;

- Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления», утвержденными Постановлением главного государственного санитарного врача Российской Федерации 30.04.2003 г. № 80.

В связи с недостаточным количеством полигонов промышленных отходов, оборудованных с учетом необходимых правил, в России практикуется захоронение промышленных отходов на полигонах твердых бытовых отходов (ТБО).

Предельные количества промышленных отходов, которые можно складировать на полигонах ТБО, зависят от их класса опасности. Так, отходы, относящиеся к IV классу опасности, принимаются без ограничений и могут использоваться как изолирующие материалы. Промышленные отходы III класса опасности принимаются к совместному с ТБО захоронению с ограничением. Их масса не должна превышать 30 % от массы бытовых отходов.

Некоторые виды промышленных отходов, относящихся к III классу опасности, нуждаются в специальных условиях захоронения или в предварительной подготовке в месте образования. При этом суммарное количество всех промышленных отходов III и IV классов опасности, принятых к захоронению на полигоне ТБО, не должно превышать 100 т на 1000 м<sup>3</sup> бытовых отходов.

Не допускаются к захоронению на полигонах бытовых отходов такие промышленные отходы, которые способны к самовозгоранию в результате химических реакций в толще складированной массы или выделяют пары и газы, образующие с воздухом или газами полигона взрывоопасные или ядовитые смеси.

Таким образом, при утилизации автомобилей, наряду с рециклингом деталей и материалов, применяют сжигание и захоронение нерезицилируемых отходов. Сжигание горючих отходов позволяет получать тепловую энергию, которая используется для производства теплоносителей (воздуха, воды и пара) и для выработки электроэнергии. Неутилизируемые негорючие отходы переработки выводимых из эксплуатации автомобилей и автокомпонентов захораниваются на полигонах в соответствии с существующими санитарными нормами и правилами.

#### Контрольные вопросы

1. Расскажите о процессах и аппаратах, используемых при сжигании отходов.
2. Расскажите о процессах и аппаратах, используемых для очистки дымовых газов от токсичных выбросов.
3. Предложите схему использования теплоты отходящих дымовых газов.
4. Расскажите о захоронении неутилизируемых отходов переработки изношенных автомобилей.

## 14. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

### 14.1. Охрана окружающей среды

Утилизация автомобилей связана со сложными технологическими процессами машиностроительного, металлургического, химического и других производств. При осуществлении этих процессов образуются твердые, жидкие и газообразные отходы.

С целью охраны окружающей среды должна быть обеспечена безопасность жизнедеятельности предприятий, занятых утилизацией автомобилей и восстановлением снятых с них деталей и агрегатов.

При утилизации автомобилей и автокомпонентов образуются сточные воды, содержащие дисперсные и растворенные примеси минерального и органического происхождения, в т.ч. масла, растворители, песок, всевозможные оксиды металлов, частицы полимеров и др. Поэтому для защиты окружающей среды предприятия, занятые утилизацией автомобилей и автокомпонентов, должны иметь обратное водоснабжение. Образующиеся сточные воды должны очищаться от содержащихся примесей. Очистка сточных вод производится механическими, химическими и биохимическими способами.

Для очистки сточных вод широко используют отстаивание, фильтрацию, флотацию, нейтрализацию, очистку в аэротенках, коагуляцию, флокуляцию и другие способы.

Очищенные сточные воды возвращаются в производственный цикл. Образовавшиеся при очистке сточных вод отходы в зависимости от ценности или токсичности содержащихся в них продуктов утилизируются, сжигаются либо захораниваются.

Газовые выбросы предприятий, занятых утилизацией автомобилей и их компонентов, содержат значительное количество дисперсных частиц и токсичных продуктов. Среди них пыль различной природы и состава, растворители, сажа, зола, различные аэрозоли, соединения серы, азота, оксиды металлов и др.

Очистка атмосферных выбросов производится физическими, химическими и физико-химическими способами. Для очистки газов от твердых дисперсных частиц широко используют рукав-

ные и электрические фильтры, адсорберы, циклоны, жалюзийные очистители и другие аппараты.

Для улавливания растворителей и других загрязнителей, находящихся в очищаемых газах в газообразном и жидком состояниях, используют адсорберы и скрубберы.

Некоторые газы, содержащие горючие продукты, сжигают, в т.ч. с использованием катализаторов.

При очистке аспирационных газов необходимо соблюдать государственные нормы предельно-допустимых концентраций (ПДК) токсичных продуктов в промышленных выбросах.

Переработка твердых отходов, образующихся при утилизации автомобилей и их компонентов, осуществляется с использованием физических, физико-химических и химических способов, в основе которых лежат видовая сепарация и последующая переработка по специальным технологиям разделенных по видам отходов с получением вторичных материальных ресурсов.

Часть отходов, не подлежащих утилизации по технологическим или экономическим причинам, может сжигаться с получением энергетических ресурсов. При сжигании отходов утилизации автомобилей необходимо обеспечивать многостадийную очистку продуктов горения до требований государственных санитарных норм.

При захоронении не утилизируемых и негорючих отходов на полигонах твердых бытовых отходов (ТБО) также необходимо руководствоваться принятыми санитарными нормами, учитывая их токсичность, пожароопасность и допустимые нормы для совместного захоронения с ТБО.

#### **14.2. Техника безопасности при утилизации автомобилей**

Используемое при утилизации автомобилей и автокомпонентов оборудование и сами отходы могут являться источниками травматизма, профзаболеваний, пожаро- и взрывоопасности и наносить ущерб жизни и здоровью обслуживающего персонала. Поэтому при выполнении этих работ требуется тщательное соблюдение как общих, так и специальных правил безопасности.

Мероприятия, направленные на обеспечение безопасности, в соответствии с ГОСТ 12.3.002-75 должны быть предусмотрены на стадии подготовки технологического проекта и разработки конструкторской документации.

При организации работ по утилизации автокомпонентов следует учитывать строительные нормы и правила (СНиП), Правила эксплуатации сосудов, работающих под давлением, Правила эксплуатации электроустановок, Правила эксплуатации подъемно-транспортных механизмов и др.

При этом следует руководствоваться Правилами по охране труда при использовании химических веществ, Правилами по охране труда при выполнении кузнечно-прессовых работ, а также Правилами по охране труда для машиностроительных предприятий, разработанными Министерством труда и социального развития Российской Федерации.

Наряду с общими мерами безопасного ведения работ при утилизации автомобилей следует предусматривать и специальные меры, характерные именно для этих технологических процессов.

Одно из важных требований, которые следует соблюдать при утилизации отходов, состоит в необходимости их отдельного сбора, хранения, транспортировки и переработки, поскольку некоторые отходы, являясь нетоксичными и непожароопасными, контактируя друг с другом, могут стать опасными.

Все поступающие на переработку отходы должны иметь паспорт с описанием природы отхода, его свойств и происхождения, что позволяет принять правильные меры безопасного ведения работ. В частности, в техническом паспорте на отходы должны быть отражены следующие сведения: пожаро- и взрывоопасность, токсичность, стабильность, химическая активность, физико-механические свойства и др.

При утилизации автотранспортных средств необходимо контролировать наличие в них остатков топлива, горюче-смазочных материалов, которые должны быть полностью удалены из расходных емкостей и трубопроводов перед началом работ.

Одной из важнейших операций, используемых при переработке практически всех видов твердых отходов, является измельчение с последующей сортировкой по крупности. Для измельчения применяются различные дробилки и мельницы, а для

сортировки – грохоты, большинство из которых являются вибрационными.

При дроблении и сортировке отходов, помимо вредного воздействия самих отходов, значительную опасность для работающих представляет шум, источниками которого являются дробилки, грохоты и другое оборудование.

Шум – это хаотическое сочетание звуковых колебаний, различных по интенсивности и частоте. Различают низко-, средне- и высокочастотные шумы. Они оказывают вредное воздействие на организм человека. Длительное воздействие шума приводит к расстройствам нервной системы, нарушению работы сердечно-сосудистой системы, ухудшению слуха, а иногда и полной глухоте. Производственный шум снижает работоспособность, уменьшает производительность труда, является причиной травматизма из-за ослабления внимания работающих. Поэтому при проектировании предприятий по утилизации автомобилей, особенно участков по дроблению и сортировке, необходимо предусматривать комплекс мер по снижению шума в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум, общие требования безопасности».

Шум на рабочем месте не должен превышать предельно допустимых уровней (ПДУ), т.е. ежедневной дозы воздействия, не вызывающей у человека биологических изменений. Предельно допустимые уровни воздействия шума приведены в табл.14.1.

Таблица 14.1

**Предельно допустимые уровни воздействия шума**

Уровень шума, дБ(А)	90	93	96	99	102	105	108	114	117	120
Допустимая продолжительность воздействия, ч	8	4	2	1	0,5	0,25	0,12	0,03	0,02	0,01

Наибольшее снижение уровня шума в помещении достигается при одновременном применении звукоизолирующих, звукопоглощающих, звукоотражающих и вибропоглощающих материалов и конструкций.

Помещения, в которых установлено дробильное оборудование, необходимо отделять от других звукоизолирующими перегородками. Хорошими звукоизолирующими свойствами обладают пористые материалы с замкнутым строением ячеек (пенополиэтилен, ячеистый бетон и др.). В отдельных случаях такое

оборудование следует капсулировать в звукоизолирующие кабины, а управление им осуществлять с пульта, удаленного от источника шума на значительное расстояние. Такие помещения необходимо отделять звукопоглощающими материалами, способными поглощать падающую на них звуковую энергию и преобразовывать ее в тепловую.

Хорошими звукопоглощающими свойствами обладают минеральная вата, пенополиуретан с открытыми ячейками, мягкие перфорированные древесноволокнистые плиты и другие материалы. Звукоизоляционные и звукопоглощающие материалы помимо основных свойств, связанных с их назначением, должны отвечать ряду специфических требований, вытекающих из условий их применения в конкретных конструкциях. Они должны обладать необходимыми прочностными, санитарно-гигиеническими, противопожарными и другими свойствами, перечень и значение которых зависят от условий работы.

Другим видом негативного воздействия на рабочих, занятых дроблением, является вибрация. Длительное воздействие вибрации на человека приводит к профзаболеваниям: у него изменяется давление, повышается утомляемость, появляется вибрационная болезнь (табл. 14.2). Воздействие вибрации на работающих должно быть ограничено в соответствии с ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования».

Таблица 14.2

**Влияние вибрации на человека**

Частота колебаний, Гц	Амплитуда колебаний, мм	Характер воздействия
40...50	0,016...0,05	Нервное возбуждение, депрессия
40...50	0,05...0,1	Поражение нервной системы, сердца, органов слуха
40...50	0,1...0,3	Образование застойных очагов возбуждения, возможность развития вибрационной болезни
50...100	0,1...0,3	Поражение центральной нервной системы, сердца, органов слуха, развитие вибрационной болезни

Для гашения вибрации и снижения ее воздействия применяют меры, предусмотренные ГОСТ 26568-85 «Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация». В частности, с этой целью вибрационные грохоты подвешивают на пружинах и ресорных амортизаторах, фундаменты дробильного оборудования виброизолируют по всему периметру с тем, чтобы предотвратить передачу виброколебаний через грунт.

Для гашения колебаний оборудования применяют комбинированные амортизаторы, состоящие из стальных пружин и резиновых прокладок, так как пружинные амортизаторы гасят низкочастотные колебания, а резиновые прокладки защищают от высокочастотных колебаний. Хороших результатов удается достичь путем применения резино-металлических виброопор типа ОВ-31, на базе которых разработаны унифицированные виброизоляторы, обеспечивающие виброизоляцию различного стационарного оборудования.

На тонкостенные плоскости оборудования, являющиеся источником шума, устанавливают вибропоглощающие битумные или резиновые накладки. Их толщина должна в 2...3 раза превышать толщину листа, являющегося источником вибраций.

Рабочие, занятые обслуживанием дробильного оборудования, должны быть обеспечены индивидуальными средствами защиты слуховых органов в соответствии с ГОСТ 12.4.051-78 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов слуха. Общие технические требования и методы испытаний». Средства защиты могут быть внутренними и внешними. Внутренние средства – это вкладыши из эластичного материала (ваты, поролон), которые располагают в наружной части слухового прохода (например, «беруши»). Более удобны и эффективны противозумные наушники типа «Мелодия», которые плотно прикрывают ушную раковину и являются акустическим фильтром. Они уменьшают высокочастотный шум, не мешая слышать человеческий голос.

Применение наушников при уровнях шума свыше 130 дБ(А) неэффективно. Для защиты от такого шума выпускают шумозащитные шлемы, плотно облегающие не только околушную область, но и всю голову.

Утилизация автомобилей и автокомпонентов связана со значительным выделением пыли. Многие виды пыли токсичны. Содержание пыли в рабочей зоне строго регламентируется.

Снижение содержания пыли в воздухе рабочих помещений до санитарных норм достигается следующими способами:

- герметизацией технологического оборудования с применением эластичных прокладок из резины и герметиков;
- использованием мокрых процессов дробления и переработки в тех случаях, когда это допустимо по технологии;
- сокращением количества перегрузок материалов из одного оборудования в другое;
- исключением перепадов высот в расположении зоны выгрузки материала из одного аппарата и зоны загрузки его в другую установку;
- проведением мокрой уборки цехов и оборудования;
- организацией общей и местной вентиляции, создающей разрежение воздуха в зоне работы оборудования;
- созданием водяных завес путем тонкого распыления воды в зонах с особо высоким пылеобразованием, что приводит к локализации пыли в местах ее образования.

Кроме того, используются средства индивидуальной защиты согласно ГОСТ 12.4.041-89 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Общие требования».

В процессе переработки отходы могут из безопасной формы перейти в опасную, т. е. стать токсичными, пожаро-, взрывоопасными и т.п. Поэтому меры безопасности при работе с отходами необходимо соблюдать на всех стадиях переработки, тщательно проверяя возможность протекания тех или иных процессов с целью выявления опасных веществ, образующихся при воздействии на отходы.

Потенциальную опасность при различных видах обработки представляют полимерные материалы. При сжигании поливинилхлоридных материалов (отходов обивочных искусственных кож, синтетических тентовых материалов, линолеума и др.), возможно выделение хлора, соляной кислоты, диоксинов и других токсичных продуктов. Хлорзамещенные углеводороды разрушают центральную нервную систему. Поэтому их обезврежи-

вание путем сжигания должно проводиться в специальных печах, имеющих устройство для нейтрализации хлора (например, негашеной известью), сбора и утилизации хлористого водорода (соляной кислоты).

При горении полиуретанов в определенных условиях выделяется синильная кислота, являющаяся сильным ядом, поэтому сжигание отходов этих материалов необходимо проводить только в специально приспособленных для этого печах при избытке кислорода, в регламентированных условиях.

Некоторые низкомолекулярные и полиядерные углеводороды, образующиеся при распаде полимеров, являются канцерогенными. Поэтому следует тщательно следить за полнотой сгорания таких отходов при термической утилизации, а также осуществлять контроль над содержанием токсичных продуктов в воздухе рабочей зоны. Необходимая безопасность обеспечивается соответствующей кратностью обмена воздуха, небольшим разрежением воздуха в рабочей зоне, герметизацией оборудования и другими способами.

Одна из возможных опасностей, возникающих при хранении горючих отходов, заключается в их самопроизвольном возгорании или даже взрывании. Возгорание происходит в результате повышения температуры отходов при их химическом или биологическом разложении, протекающем с выделением тепла. Если масса хранящихся отходов велика, а выделяющееся тепло не отводится (не рассеивается) в окружающую среду, то температура отходов может превысить критическое значение, и начнется возгорание. Поэтому органические отходы не следует хранить в больших количествах, особенно в теплых влажных условиях, когда скорость процессов разложения возрастает. Массу таких отходов необходимо рассредоточивать, а отходы при необходимости поливать водой во избежание возгорания.

Особую опасность представляют рабочие жидкости, содержащиеся в различных системах автомобиля. Их слив должен производиться до начала разборки автомобиля, а хранение и утилизация должны осуществляться в условиях, исключающих возможное возгорание.

Серьезную опасность представляет свинец, содержащийся в аккумуляторах. Отравление свинцом ведет к нарушению функ-

ций головного мозга и снижает сопротивляемость инфекционным заболеваниям, а растворимые соли свинца являются кумулятивными ядами. При утилизации аккумуляторов должны тщательно контролироваться нормы ПДК по свинцу в воздухе рабочей зоны и в сточных водах, образующихся при тяжелосредной видовой сепарации свинецсодержащих отходов.

Очень ядовитыми являются кадмий и его соединения: они вызывают кровоизлияния, легочные заболевания, отравление, а при больших концентрациях приводят к летальному исходу. Его применение в новых автокомпонентах запрещено, но его соединения использовались до недавнего времени в полимерных материалах в качестве стабилизаторов, что требует соблюдения норм содержания соединений кадмия в воздухе рабочей зоны.

При использовании растворителей при мойке и очистке агрегатов и деталей автомобилей следует помнить, что практически все они относятся к легковоспламеняющимся жидкостям, способным не только к воспламенению, но и к образованию с воздухом взрывоопасных газовых смесей. Кроме того, растворители являются токсичными веществами, и их содержание в воздухе не должно превышать ПДК.

При сравнительно небольшом количестве образующихся отходов растворителей их утилизацию проводят путем сжигания. Сжигание должно проводиться либо в специальной установке на территории предприятия, либо по согласованию с местными органами санитарного и пожарного надзора на отведенных полигонах.

Некоторые виды растворителей и других летучих продуктов можно сжигать только на установках с полной очисткой дымовых газов. К ним относятся соединения, содержащие галогены (хлор, бром, йод, фтор), нитросоединения, амины, цианиды и др.

Особую осторожность необходимо проявлять при работе с агрессивными жидкостями, избегая их разбрызгивания и попадания на кожные покровы и слизистую оболочку. Например, при утилизации аккумуляторов содержащуюся в них кислоту следует тонкой струей сливать в воду, непрерывно помешивая образующийся раствор.

В случае попадания агрессивных жидкостей на кожный покров необходимо немедленно обильно промыть его водой, а затем обработать соответствующим раствором (если это кислота,

промыть 3...5 %-ным раствором питьевой соды; если на кожу попала щелочь, ее промывают 1...2 %-ным раствором борной кислоты).

При транспортировке утилизируемых автомобилей и автокомпонентов, а также отходов, образующихся при их утилизации, необходимо руководствоваться требованиями ГОСТ 12.3.020-80 «ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности». При проведении погрузочно-разгрузочных работ с помощью различных подъемно-транспортных машин и механизмов (кранов, электрокаров, конвейеров и т.д.) следует руководствоваться правилами, установленными ГОСТ 12.3.009-76 «ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности». В частности, необходима своевременная аттестация оборудования и оснастки, контроль за наличием и незагроможденностью проездов для транспорта и прохода для людей.

Оборудование, используемое при переработке отходов, должно иметь защитные кожухи, сетки, экраны из небьющегося стекла, снабженные блокировкой, обеспечивающей его отключение при их открывании и не позволяющей включать оборудование при их открытом положении.

Согласно ГОСТ 12.4.011-75 «Средства защиты работающих. Классификация» в тех случаях, когда безопасность рабочего персонала не может быть обеспечена конструкцией оборудования или организацией технологического процесса, необходимо использовать средства индивидуальной защиты, к которым относятся изолирующие костюмы, спецодежда, спецобувь, средства защиты головы, рук, глаз, лица, органов слуха и др.

Рабочие, занятые сбором, транспортировкой и утилизацией автомобилей и автокомпонентов, должны обеспечиваться индивидуальными средствами защиты в зависимости от стадии технологического процесса и выполняемой ими работы.

В качестве спецодежды необходимо использовать в зависимости от условий работы халаты, комбинезоны, фартуки по ГОСТ 12.4.029-76, теплоизолирующие костюмы по ГОСТ 12.4.044-87 и 12.4.045-87. Спецобувь также может быть различной: обычные рабочие ботинки, ботинки с повышенными фрикционными или противоударными свойствами, маслостой-

кие, кислотостойкие ботинки или сапоги и др. Спецобувь выпускается по ГОСТ 12.4.072-79, 12.4.024-76 и др.

Для защиты рук следует использовать в зависимости от выполняемой работы хлопчатобумажные и резиновые перчатки, брезентовые и утепленные рукавицы, перчатки из искусственной кожи и др.

Для защиты органов дыхания служат противопылевые респираторы различной конструкции и промышленные фильтрующие противогазы, органов слуха – наушники и «беруши», для защиты глаз – очки, выпускаемые по ГОСТ 12.4.001-80, которые могут быть с затемненными стеклами.

Для защиты головы необходимо применять шапочки, козырьки, шлемы, а при работе с крупногабаритными тяжелыми отходами – защитные пластмассовые каски по ГОСТ 12.4.128-83 «ССБТ. Каски защитные. Общие технические требования и методы испытаний».

Изложенные меры безопасного ведения работ при утилизации автомобилей и автокомпонентов не являются исчерпывающими, поскольку ассортимент материалов, вовлекаемых в переработку, и используемое при этом оборудование постоянно расширяются. В зависимости от вида отходов и технологии их утилизации может возникнуть необходимость в дополнительных мерах, обеспечивающих безопасность обслуживающего персонала. Такие меры должны разрабатываться в каждом случае с учетом конкретных условий труда и потенциальной опасности перерабатываемых изделий и материалов.

#### Контрольные вопросы

1. Расскажите об основных мерах обеспечения безопасной деятельности производств по утилизации автомобилей и автокомпонентов.
2. Расскажите о средствах коллективной и индивидуальной защиты работающего персонала от вредных воздействий на производствах по утилизации автомобилей и автокомпонентов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасное обращение с отходами: Сборник нормативно-методических документов / Под ред. *И.А. Копайсова*. – СПб.: РЭЦ «Петрохимтехнология», «Интеграл», «Тема», 1999. – 448 с.
2. *Бернадинер М.И., Шурыгин А.П.* Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. – М.: Химия, 1990. – 304 с.
3. *Бобович Б.Б.* Неметаллические конструкционные материалы: учебн. пособ. для вузов – М.: МГИУ, 2009. – 384 с.
4. *Бобович Б.Б.* Переработка промышленных отходов: учебн. для вузов. – М.: «СП Интернет Инжиниринг», 1999. – 445 с.
5. *Бобович Б.Б., Десяткин В.В.* Переработка отходов производства и потребления: справочн. пособ. / Под ред. д.т.н., проф. *Б.Б. Бобовича*. – М.: «СП Интернет Инжиниринг», 2000. – 496 с.
6. *Веркин Б.И., Назаренко А.П., Солянка В.Ф. и др.* Переработка изношенных покрышек, армированных металлокордом, с помощью криогенной технологии. – Харьков: Физико-технический ин-т низких температур АН УССР, 1987. – 40 с.
7. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование : учебн. для вузов / *В.Е. Канарчук, А.Д. Чигринцев, О.Л. Голяк, П.М. Шоцкий*. – М.: Транспорт, 1995. – 303 с.
8. Вторичные материальные ресурсы нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности (образование и использование) / *Л.В. Жужкова, И.Н. Шимелис, И.Ф. Тепляев и др.*: справочник. – М.: Экономика, 1994. – 142 с.
9. Вторичные материальные ресурсы цветной металлургии: лом и отходы (образование и использование): справочник. – М.: Экономика, 1984. – 152 с.
10. Вторичные материальные ресурсы черной металлургии: справочник в 2 т. / *В.Г. Барышников, А.М. Горелов, Г.Ю. Папков и др.* – М.: Экономика, 1986. – Т. 1 – 229 с.; Т. 2 – 344 с.
11. *Грачев В.А., Никитин А.Т., Фомин С.А. и др.* Обращение с отходами производства и потребления в системе экологической безопасности: научно-методическое пособие / Под общ. ред. член-корр. РАН, проф. *В.А. Грачева* и проф. *А.Т. Никитина*. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2009. – 500 с.
12. *Евзович В.Е.* Восстановление изношенных пневматических шин. – М.: Автополюс-плюс, 2005. – 628 с.
13. Заготовка вторичных черных металлов: справ. изд. / *Н.Ф. Виноградов, В.Ф. Волобуев, В.М. Комаров и др.* – М.: Металлургия, 1987. – 360 с.
14. *Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. и др.* Основы конструкции автомобиля. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 336 с.
15. *Кармазин В.И., Кармазин В.В.* Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых: учеб. для вузов: в 2-х т. Т. 1. – М.: МГТУ, 2005. – 569 с.
16. *Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А.* Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
17. *Какуевичкий В.А.* Ресурсосберегающие технологии восстановления деталей автомобилей. – М.: Транспорт, 1993. – 176 с.
18. *Колобов Г.А., Бредихин В.Н., Чернобаев В.М.* Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов: учебн. для вузов. – М.: Металлургия, 1993. – 289 с.
19. *Макаров В.М., Дроздовский В.Ф.* Использование амортизованных шин и отходов производства резиновых изделий. – Л.: Химия, 1986. – 248 с.
20. *Пальгунов П.П., Сумароков М.В.* Утилизация промышленных отходов. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.
21. *Петканова Н.Н., Урумова Д.Г., Чернев В.П.* Переработка текстильных отходов и вторичного сырья. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – пер. с болгарского – 240 с.
22. Химики – автолюбителям: справ. изд. / *Б.Б. Бобович, Г.В. Бровак, Б.М. Бунаков и др.* – 3-е изд., стереотипное. – СПб.: Химия, 1992. – 320 с.
23. *Чулков П.В., Чулков И.П.* Топлива и смазочные материалы: ассортимент, качество, применение, экономия, экология : справ. изд. – М.: Политехника, 1996. – 304 с.
24. *Штарке Л.* Использование промышленных и бытовых отходов пластмасс / пер. с нем.; под ред. *В.А. Брагинского*. – Л.: Химия, 1987. – 176 с.
25. *Шуберт Г.* Подготовка металлических материалов: Ресурсы, классификация, измельчение : пер. с нем. – М.: Металлургия, 1989. – 359 с.

*Учебное издание*

**Бобович Борис Борисович**

**УТИЛИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И АВТОКОМПОНЕНТОВ**

Учебное пособие

Редактор *К.В. Шмат*  
Компьютерный набор: *О.В. Ерофеева*  
Компьютерная верстка: *М.А. Махонина*  
Оформление обложки: *А.М. Гришина*

Санитарно-эпидемиологическое заключение  
№ 77.99.60.953.Д.006314.05.07 от 31.05.2007

Подписано в печать 8.10.10  
Формат 60x84/16. Изд. № 151/09-у  
Усл. печ. л. 11,0. Уч.-изд. л. 12,0. Тираж 200 экз.  
Заказ № 532

Издательство МГИУ, 115280, Москва, Автозаводская, 16

**По вопросам приобретения продукции  
издательства МГИУ обращаться по адресу:**  
115280, Москва, Автозаводская, 16  
[www.izdat.msiu.ru](http://www.izdat.msiu.ru); e-mail: [izdat@msiu.ru](mailto:izdat@msiu.ru); тел.: (495) 620-39-92

Отпечатано в типографии издательства МГИУ

ISBN 978-5-2760-1830-0



9 785276 018300