

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
КАФЕДРА «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Утверждаю:
Зав. кафедрой

_____ Ю.В. Родионов
(подпись, инициалы, фамилия)

число

месяц

год

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

Организация утилизации автомобилей с учетом экологических аспектов

Автор ВКР _____ С.В. Ермошин _____
подпись *инициалы, фамилия*

Направление подготовки 23.04.03 – Эксплуатация транспортно-
технологических машин и комплексов
(наименование)

Группа ЭТМК-21М

Руководитель ВКР _____ Р.С. Шаманов _____
подпись *дата* *инициалы, фамилия*

Пенза 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Автомобильно-дорожный институт
Кафедра «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Согласовано:
Декан АДИ

_____ Ю.В. Родионов
(подпись, инициалы, фамилия)

_____ число _____ месяц _____ год

Утверждаю:
Зав. кафедрой

_____ Ю.В. Родионов
(подпись, инициалы, фамилия)

_____ число _____ месяц _____ год

ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Студентки гр. ЭТМК-21М Ермошина Сергея Владимировича

Тема ВКР «Организация утилизации автомобилей с учетом экологических аспектов»

_____ утверждена приказом по ПГУАС № 06-09-332 от 01.12. 2016 г.
число месяц год

ВКР представляется к защите 24 июня 2017 года
число месяц год

Научный руководитель ВКР к.т.н., доцент _____ Р.С. Шаманов
подпись дата инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению

С.В. Ермошин
(Ф.И.О. студента)

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	
ВВЕДЕНИЕ	4
1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ	6
1.1 Концепция специального технического регламента в области утилизации автомобильной техники	6
1.2 Автомобильная техника, выбывшая из эксплуатации, как угроза экологической безопасности	14
1.3 Перспективы развития технологических процессов утилизации	17
1.4 Современная организация и технологии утилизации техники за рубежом	20
1.5 Система утилизации выбывшей из использования автомобильной техники в России	27
1.6 Технология утилизации автомобиля за рубежом	31
Выводы по главе	37
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ЭКОЛОГООРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ	38
2.1 Обоснование общих методов исследования	38
2.2 Общие принципы эффективного использования средств технологического оснащения предприятий утилизации автомобилей	41
2.3 Основные элементы технологического процесса утилизации	46
2.4 Моделирование и оптимизация режима работы технологической линии утилизации автомобилей	52
2.5 Особенности труда персонала, задействованного в технологических процессах утилизации	56
Выводы по главе	65

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	66
3.1 Программа и методика экспериментальных исследований	66
3.1.1 Планирование эксперимента	67
3.1.2 Методика обработки опытных и статистических данных	68
3.2 Содержание экспериментальных исследований	68
3.2.1 Технологический процесс утилизации	68
3.2.2 Оценка трудоемкости технологического процесса утилизации	72
Выводы по главе	79
4. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНИКИ	80
4.1 Результаты моделирования и оптимизации постовых работ по утилизации автотракторной техники	80
4.2 Результаты моделирования и оптимизации участковых работ по утилизации автомобильной техники	83
4.3 Экономическая оценка ущерба, причиняемого окружающей среде невовлечением в процесс утилизации автотехники и ее компонентов	85
4.3.1. Эколого-экономический ущерб и его составляющие	85
4.3.2 Оценка эколого-экономического ущерба, причиняемого земельным ресурсам	92
4.3.3 Оценка эколого-экономического ущерба, причиняемого водным ресурсам	95
4.4 Определение экономических показателей	98
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ	111
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	113
ПРИЛОЖЕНИЕ	117

АННОТАЦИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильная техника, вышедшая из эксплуатации, представляют собой значительную угрозу для окружающей среды ввиду её большого количества, значительной массы и наличия в ней разнообразных токсичных веществ, которые оказывают длительное негативное воздействие, как на здоровье людей, так и на экологические системы в целом. Важной задачей является уменьшение вредного воздействия этой техники на всех стадиях ее полного жизненного цикла. Следовательно, в комплексе задач, требующих своего эффективного решения, имеет место задача утилизации и рациональной вторичной переработки автомобилей.

Решение задачи вторичную переработки автомобилей позволит не только улучшить экологическую ситуацию, но и повысить эффективность работы автотранспортного комплекса путем получения дополнительных финансовых средств от реализации продуктов вторичную переработки.

Изложенное выше подтверждает, что тема исследования является актуальной и направлена на решение научно-практической задачи, имеющей важное народнохозяйственное значение.

Цель экспериментальных исследований – является научно-методическое обоснование и разработка практических рекомендаций по совершенствованию, развитию и функционированию системы утилизации и вторичного использования компонентов автомобиля с учетом эколого-ориентированных технологий утилизации автотракторной техники, учитывающих вероятностный характер потока заявок на утилизацию и вариацию продолжительности их исполнения при рациональных затратах трудовых и материальных ресурсов.

Для достижения поставленной цели поставлены и решены следующие основные **задачи**: исследовать объемы и виды образования автомобилей; определить экологические и технологические аспекты системы утилизации; выявить оптимальные параметры технологического процесса утилизации автомобилей; разработать методики двухфазной системы вторичного использования (рециклирования) автомобильной техники.

Объект исследования – автомобильные средства, вышедшие из строя и непригодные для дальнейшей эксплуатации.

Предметом исследования является процесс утилизации автомобилей, выработавших свой ресурс, и влияние его параметров на технологический процесс вторичную переработки.

Научная новизна исследования состоит в развитии положений, разработке технологических процессов утилизации автотракторной техники, позволяющих достичь максимально возможного уровня повторного использования материальных ресурсов при рациональных трудовых и финансовых затратах и минимальном негативном воздействии на окружающую среду.

Практическая ценность работы. Предложенные результаты позволяют производить проектирование технологических линий утилизации автомобильной техники с учетом достижений научной организации труда, экономии трудовых и материальных ресурсов, минимумом негативного воздействия на окружающую среду и особенностей парка списываемой техники.

1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

1.1 Концепция специального технического регламента в области утилизации автомобильной техники

Экологические и технологические показатели автомобиля, в том числе степень рециклирования, в значительной мере определяют его конкурентоспособность на рынке. Принятие специального технического регламента по утилизации автомобилей будет способствовать обеспечению соответствия выпускаемых в России автомобилей требованиям Директивы 2000/53/ЕС и других международных стандартов.

Автотранспортные средства (АТС), вышедшие из эксплуатации, являются отходами и представляют собой значительную угрозу для окружающей среды из-за большого их количества, значительной массы и наличия в них токсичных веществ [2,3,14,17, 27-29,32,34,40].



Рис 1.1 Состав вышедшего из использования укомплектованного автомобиля

Автомобильный парк России в год увеличивается на 1,8-2,0 млн. автомобилей. И как показывает опыт ведущих стран мира, ежегодно из эксплуатации выходит от 7 до 11% парка автомобилей. Например, в Европе эта цифра составляет около 12 млн, а в России - только в Москве численность АТС, вышедших из эксплуатации, в течение года составляет - более 140 тыс. единиц.

В ведущих странах мира сбором и утилизацией, отслуживших свой срок автомобилей и изношенных автомобильных деталей занимается специализированная отрасль производства [14,17,19,33,35,42]. При этом различные аспекты проблемы утилизации автомобилей регламентируются законодательно-нормативной базой, которая создавалась не один год и с определенными трудностями.

Под утилизацией автомобиля понимают:

- вторичное использование узлов, агрегатов, деталей в том виде, как они есть или после восстановления их работоспособности;
- рециклирование материалов – вторичную переработку и возвращение в производство материалов;
- выработка энергии – например, сжигание части отходов АТС.

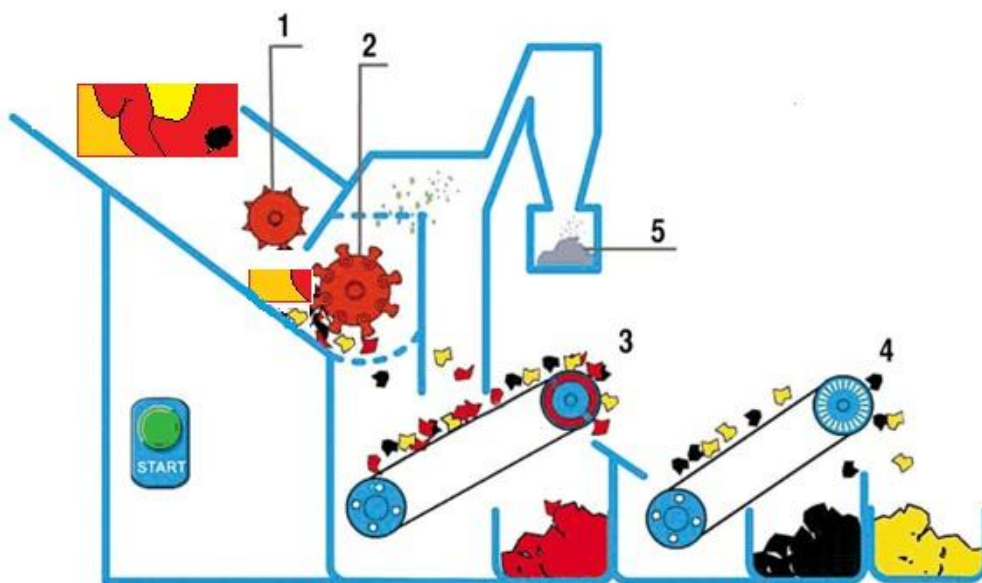


Рис 1.2. Основные этапы утилизации автомобиля

1. Разрыватель. Прессованный кузов предварительно измельчается 2. Шредер: диск с молотами дробит прессованный куб до мелкого состояния шрота, 3. Пневматическая сепарация: поток воздуха отделяет пыль и неметаллические отходы (стекло, пластик, текстиль) от металла, 4. Магнитная сепарация: электромагнит отделяет черный металл от цветного, 5. Пылесборник.

В настоящее время в Российской Федерации не существует нормативных документов, регламентирующих процессы утилизации автомобилей.

Основополагающими документами в этой области являются стандарты ИСО серии 14000. В частности, стандарты ИСО 14040 - ИСО 14043 предусматривают оценку экологических показателей автомобилей по полному жизненному циклу, предъявляют требования по уменьшению потребления природных ресурсов и энергии, а также вредного воздействия на окружающую среду на всех стадиях жизненного цикла автомобиля [14,17,21,34].

В дополнение этих стандартов разработана Директива 2000/53/ЕС Транспортные средства, вышедшие из эксплуатации. Цель принятия этой директивы - установление мер по предотвращению образования отходов, связанных с выводом из эксплуатации транспортных средств, а также по их утилизации и рециклированию материалов. В Директиве 2000/53/ЕС определены достаточно жесткие требования по степени утилизации автомобилей: не позднее 2006 г. должны быть обеспечены степени утилизации как минимум на 85% и рециклирования - на 80% от их массы. Не позднее 2015 г. эти цифры должны составлять соответственно 95 и 85%. Для автомобилей, выпущенных до 1 января 1980 г., степень их утилизации и рециклирования должна составлять соответственно 75 и 70%.

На базе положений Директивы 2000/53/ЕС страны-члены ЕС разрабатывают национальные нормативно-законодательные акты. Невыполнение требований данной директивы закрывает для производителей АТС выход на европейский рынок. Основные технологические, экологические и технические требования к конструкции автомобиля и системе его утилизации можно получить с помощью анализа схемы, показывающей взаимосвязь стадии утилизации автомобиля с другими стадиями его жизненного цикла.

Как показано на схеме 2, автозавод производит автомобиль, получая от поставщиков автокомпоненты и материалы в виде первичного и вторичного сырья. На стадии эксплуатации автомобиль ремонтируют, используя запчасти - новые и рециклированные (после восстановления и без него). Вышедший из эксплуатации автомобиль попадает на предприятие по разборке, где сначала сливают все технические жидкости, а затем снимают все возможное: аккумуляторные батареи, шины, сиденья, бамперы, топливные баки, нейтрализаторы, стекла и т.д. Часть авто-

компонентов после отбраковки направляют на восстановление, а часть - на вторичную вторичную переработку или рециклирование. Восстановленные автомобильные компоненты после тщательного контроля качества поступают на автозаводы, в сервис, магазины, т.е. для повторного использования. Разукомплектованный автомобиль, т.е. практически голый кузов, для удобства транспортировки на шредер прессуют (например, в Северной Америке более 220 мощных шредеров). На шредере его измельчают на куски размером 20-50 мм для более эффективного разделения черных и цветных металлов и затем их сортируют. В результате такой обработки получают вторичное сырье – черные и цветные металлы, которые отправляют на перерабатывающие металлургические заводы. Кроме того, часть материала идет в нерециклируемые отходы, которые могут содержать ткани, пластики, полимеры, стекло, набивку, виниловые пленки, дерево, песок, грязь, даже гравий. Их можно или частично сжигать - с выработкой энергии или без нее, или проводить захоронение. В связи с мировой тенденцией снижения общей массы среднего автомобиля и увеличения использования полимеров и композитов, соотношение между массой металлов и нерециклируемых материалов, постоянно снижается [17,22,33-36].

Таким образом, все меньше металла подвергается рециклингу и все больше нерециклируемых отходов остается. Проблема системы утилизации автомобилей имеет множество различных аспектов: технический, технологический, экологический, экономический, правовой, организационный и т.д. Специальный технический регламент должен охватывать вопросы, связанные, в первую очередь, с техническим и экологическим аспектами. Необходимо оптимизировать конструкцию автомобиля для обеспечения более эффективной утилизации и рециклирования материалов. В свою очередь, эффективный рециклинг материалов невозможен без создания эффективной системы по сбору и утилизации АТС, вышедших из эксплуатации. Для решения вышеуказанных задач в Российской Федерации необходимо разработать специальный технический регламент на утилизацию автомобилей, который должен содержать все технические требования обеспечивающие утилизацию автомобилей соответствующие международным стандартам и Дирек-

тиве 2000/53/ЕС. В регламенте должны быть определены задачи, которые необходимо решить при проектировании автомобиля, пригодного для быстрой разборки, сортировки деталей и материалов, а также эффективной вторичной вторичную переработки. Причем следует учитывать, что утилизация автомобилей не может быть экономически выгодной без внесения значительных изменений как в конструкцию самого автомобиля, так и в методы его проектирования. Особого внимания требует экологический аспект [17,29,32], включающий вопросы:

- ресурсо- и энергосбережения;
- улучшения экологической обстановки благодаря уменьшению количества захораниваемых отходов и их токсичности;
- оценки экологической безопасности технологических процессов, входящих в общий процесс переработки и утилизации.

Наряду с экологической безопасностью, топливной экономичностью, токсичностью выбросов, затратами сырья и энергии, система рециклинга должна стать предметом повышенного внимания конструктора, для которого технический регламент будет служить инструментом, позволяющим обеспечить соответствие российских автомобилей мировым стандартам в этой области и, тем самым, способствовать повышению конкурентоспособности отечественной автомобильной техники. Для оказания помощи предприятиям в ГНЦ НАМИ разработаны методические указания по совершенствованию конструкции автомобиля с учетом требований утилизации по окончании срока службы, охватывающие все вопросы выбора материалов, маркировки, конструирования деталей, узлов, агрегатов и способов их соединения. Также, в техническом регламенте должна быть определена его область действия, т.е., на какие классы автомобилей он распространяется. Также необходимо определить ряд требований в отношении импортных автомобилей: установить минимальную степень рециклирования автомобилей в зависимости от года их выпуска и представить метод оценки степени рециклирования автомобиля, т.е. доли массы автомобиля, подвергающейся рециклированию, а также идущей на получение энергии.

За рубежом оценка степени утилизации и рециклирования производится изготовителем уже при выпуске на рынок нового автомобиля [17,33,35,48]. Аналогом такой оценки может служить алгоритм расчета пригодности к рециклированию, разработанный фирмой BMW в 1992 г., а также проект стандарта ISO/DIS 22628, на основе которого в ГНЦ РФ ФГУП НАМИ разработан проект национального стандарта «Утилизация автотранспортных средств. Метод расчета степени рециклируемости автомобилей».

Сроки введения норм на минимальную степень рециклирования автомобилей должны приниматься постановлением Правительства РФ. Регламент должен содержать требования по ограничению применения в конструкции автомобиля экологически опасных материалов, не рекомендуемых или запрещенных для использования. Например, в соответствии с требованиями Директивы 2000/53/ЕС с 01.06.2003 в поступающих на рынок материалах и компонентах АТС не должно быть следующих химических элементов: кадмия, а содержание свинца, ртути и шестивалентного хрома допускается в количествах, ограниченных этой директивой. В ГНЦ НАМИ проведен анализ зарубежных нормативных документов по этому вопросу, примерами которых могут служить, так называемые, черный, серый и белый списки материалов фирмы Volvo, а также красный список фирмы BMW по проблемным веществам, которые, по возможности, не должны применяться в конструкции автомобиля. Эти компании являются лидерами по производству автомобильной техники, обеспечивающей эффективную и безопасную утилизацию в соответствии с требованиями Директивы 2000/53/ЕС. Задачи по организации быстрой разборки автомобиля, сортировке и использованию материалов, совместимых с точки зрения их рециклирования, могут быть решены только при возможности быстрой и простой идентификации этих материалов, производимой с помощью стандартизированной маркировки изделий. Передовые автомобильные компании сегодня ведут борьбу за достижение степени рециклирования уже не 80%, как намечено Директивой 2000/53/ЕС на 2006 г., а более высокой, что требует учета деталей, вплоть до самых мелких и легких. В настоящее время действуют стандарты ИСО на маркировку деталей из резины и пластмасс.

С помощью системы маркировки могут приниматься решения о сортировке материалов, их вторичную переработке или захоронении не утилизируемых материалов.

В соответствии с указанной директивой государства-члены ЕС обязаны предпринять необходимые меры для того, чтобы производители транспортных средств совместно с изготовителями материалов и оборудования использовали стандарты кодового обозначения узлов и материалов и, в особенности, идентифицировали те детали и материалы, которые пригодны для восстановления и утилизации. Должны быть определены перечни рециклированных материалов для производства автокомпонентов. Необходимо поощрять применение рециклированных материалов для изготовления автомобиля, о чем указывается в Директиве 2000/53/ЕС. Однако при этом не должны ухудшаться характеристики автокомпонентов. Важным вопросом является возможность определения того, из каких материалов (рециклированных или нерезицированных) изготовлены те или иные автокомпоненты. В ГНЦ РФ ФГУП НАМИ изучен опыт передовых автомобилестроительных компаний. Так DaimlerCrysler использует электронную версию Системы сбора данных и отчетности по нормируемым веществам и рециклируемости для поставщиков.

Регламент должен содержать требования о предоставлении информации об утилизации автомобиля по запросу любого сертифицированного предприятия, перерабатывающего отслужившие автомобили. Производители автомобилей (или их официальные представители) обязаны бесплатно предоставлять информацию по демонтажу всех типов выпускаемых (импортируемых) данным производителем автомобилей. Информация по демонтажу должна содержать подробные инструкции по сливу жидкостей из автомобиля, демонтажу компонентов, полные сведения обо всех материалах, применяемых в этих компонентах. В ГНЦ РФ ФГУП НАМИ разработан проект методических материалов по созданию руководств по утилизации АТС. Требования к АТС для эффективной утилизации должны быть согласованы с требованиями к предприятиям, осуществляющим сбор, предварительную разборку, сортировку узлов, деталей и разделение конструкционных ма-

териалов. Процесс вторичную переработки АТС, вышедших из эксплуатации, должен быть единым для всех АТС как отечественного, так и зарубежного производства.

В регламенте должны быть установлены основные требования к предприятиям, осуществляющим сбор, хранение, разборку и другие технологические операции с отслужившими свой срок автомобилями, включая сортировку деталей, направляемых на восстановление для повторного использования, на рециклирование, захоронение. Кроме этого, определен порядок утилизации автомобилей, включающий процессы: прием автомобилей; слив жидкостей; разборку; сортировку деталей и материалов; отбраковку узлов и деталей, непригодных для повторного использования; вторичную переработку или рециклинг материалов; захоронение отходов, не пригодных для повторного использования, для рециклирования или сжигания с получением энергии. Для отбраковки деталей и узлов, не пригодных для повторного использования, необходимо разработать соответствующие методические указания. Должны быть установлены основные требования к обеспечению экологической безопасности при утилизации автомобилей. Автомобили, предназначенные для утилизации, должны храниться на специально отведенных площадках, имеющих надежное внешнее ограждение, препятствующее проникновению вредных веществ в воду и почву.

Разборка автомобилей и другие операции по утилизации должны производиться в зонах, имеющих: хранилища для аккумуляторных батарей, фильтров, ртутьсодержащих компонентов и других снятых частей, требующих специальных условий хранения; емкости для раздельного хранения слитых из автомобиля жидкостей; средства для устранения проливов, обработки сточных вод и дождевой воды и т.д.; хранилища для использованных шин с системами предупреждения возгорания при больших объемах хранения. Все правовые и экономические вопросы, связанные со снятием автомобилей с регистрации, порядком и суммой оплаты за вторичную переработку автомобилей, вышедших из эксплуатации, должны быть определены в соответствии с Федеральным законом РФ или постановлением Правительства РФ.

1.2 Автомобильная техника, выбывшая из эксплуатации, как угроза экологической безопасности

Автомобильная техника (АТ) является одним из основных источников загрязнения окружающей среды на территориях городских и сельских поселений. Следовательно, важной задачей является снижение вредного воздействия этой техники на всех стадиях ее полного жизненного цикла, включающего добычу сырья, получение материалов, топлива и электроэнергии для производства, её эксплуатацию и утилизацию [1-5,13-29,32-36,40].

Отходы АТ характеризуются большой неоднородностью по составу, объему и динамике образования и при неправильной организации наносят значительный ущерб окружающей среде. Доля брошенной и разукomплектованной АТ в общем количестве наземной техники, ежегодно выходящей из эксплуатации, не превышает 20 %, при этом на вторичную вторичную переработку поступают только 40 % от этого количества или около 8% от общего объема образования. Это свидетельствует о крайне низкой эффективности системы организации и управления утилизацией старых автомобилей. Если такая ситуация сохранится в ближайшие годы, то будет происходить накопление массы не утилизированной техники.

АТС, не вовлеченные в процесс сбора и утилизации, брошенные в не предназначенных для этих целей местах, приводят к нарушению архитектурного облика городских и сельских территорий, приводит к многочисленным жалобам со стороны жителей, особенно в городах, по поводу захлаmленности (насыщенности) внутривортовых территорий утилем, а также создает дополнительные помехи движению и уборке проезжей части в зимнее время, снижает пропускную способность дорожной сети, способствует возникновению аварийных ситуаций и совершению дорожно-транспортных происшествий. Т.е., наземная автотехника стала одним из факторов негативного влияния на здоровье населения и природную окружающую среду городских и сельских территорий.

Проблема сбора и утилизации АТ напрямую затрагивает вопросы экологии и охраны окружающей среды [5]. Автотехника, не вовлеченная в сбор и утилизацию содержит огромное количество элементов, негативно воздействующих на

окружающую среду:

- компоненты, содержащие свинец;
- отработанные моторные и трансмиссионные масла;
- технические жидкости;
- пластики, полимеры, композиты и т.д.

Данные элементы в большей или меньшей степени оказывают воздействие на такие компоненты окружающей среды как земельные ресурсы региона, водные ресурсы и атмосферу.

В структуре негативного влияния АТ и отходов технического обслуживания (ОТО) на окружающую среду городских и сельских поселений основную роль играет загрязнение почв. Негативное влияние от разрушения почв и земель под воздействием отходов АТ выражается главным образом в деградации земельных ресурсов, загрязнении земель химическими веществами, захламлении земель не-санкционированными свалками [5].

На рисунке 1.3. показана схема негативного воздействия на окружающую среду невовлеченных в сбор и вторичную переработку АТ и ОТО.

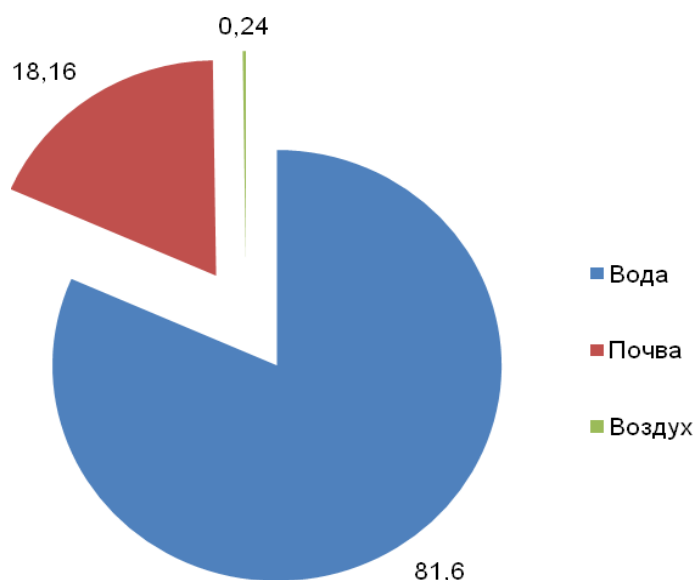


Рис. 1.3 – Схема негативного воздействия на окружающую среду невовлеченной в сбор и вторичную переработку АТ и ОТО

В структуре негативного воздействия на водную среду и почвы основную роль играет отработанное масло (рисунки 1.4 и 1.5). Его доля в структуре различных ОТО составляет 47% и 60%. Около 25% ущерба приходится на загрязнение водоемов антифризом. С ростом автомобилизации в стране растет количество ОТО и выводимой из эксплуатации АТ. Сложившаяся сеть организаций по сбору и вторичную переработке автотракторной техники и её компонентов развивается стихийно, действует избирательно в отношении отходов по ценности и затратности, без учета интересов регионов. Например, в Московской области перерабатывается около 26% образующихся на территории транспортных отходов: 35% легковых автомобилей, 38% шин, 25% отработанных масел, 20% аккумуляторного лома, 11% отработанного электролита. Не утилизируется автомобильная пластика, стекло, антифриз и поролон. Не решен вопрос цивилизованного сбора отработанных аккумуляторов, шин, масел. Из общего объема собираемых отработанных свинцово-кислотных аккумуляторов до 89% поступают на вторичную вторичную переработку без электролита [5].

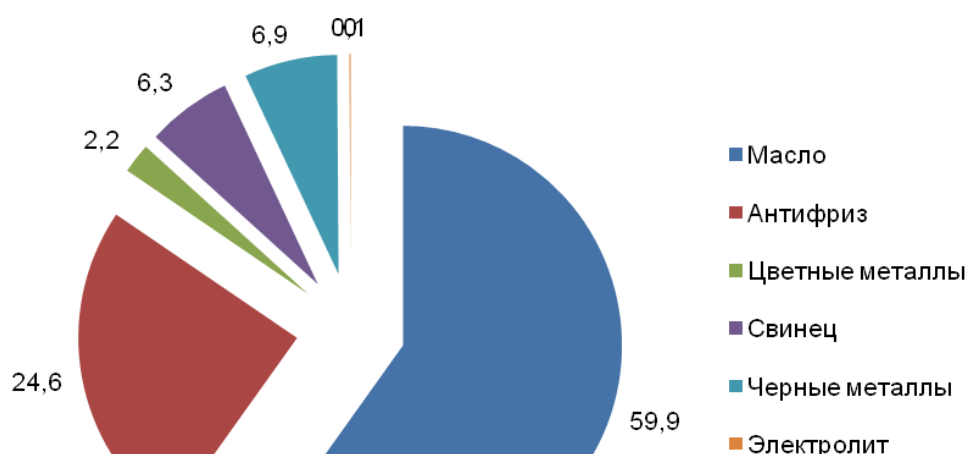


Рис. 1.4 - Структура вклада АТ и различных ОТО в общем объеме негативного воздействия на почвы

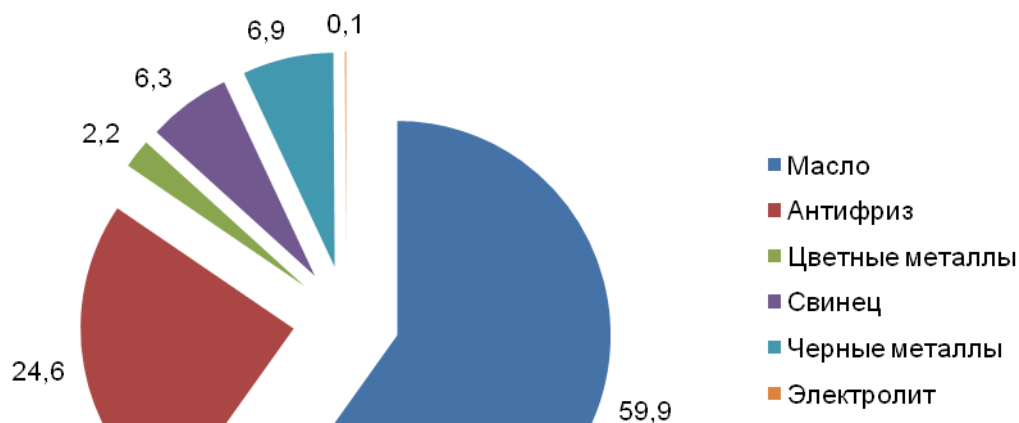


Рис. 1.5 - Структура вклада АТ и различных ОТО в общем объеме негативного воздействия на водную среду

Как видно из представленной выше диаграммы, основная экологическая нагрузка от негативного воздействия АТ и ОТО приходится на объекты водной среды - 81,6%.

Оставшаяся масса ОТО или просто выбрасывается на территории региона в леса, овраги, сливаются на землю или в канализацию, либо вывозятся на свалки бытовых отходов. В то же время большинство материалов, содержащихся в вышедшей из эксплуатации АТ и ОТО, подлежат вторичной переработке и являются стратегическим сырьем для отечественных предприятий черной и цветной металлургии, химической промышленности и т.д. [5].

1.3 Перспективы развития технологических процессов утилизации

В мире эксплуатируется более 600 млн. автомобилей, 6...10 процентов из них ежегодно выходят из эксплуатации и снимаются с регистрации, большая часть из которых в настоящее время поступает на утилизацию [1-3, 13,22,25,28,36,39,43]. Средние значения возраста и пробега для отслуживших автомобилей, поступающих на утилизацию, различаются для разных стран и оказываются связанными с такими экономическими показателями благосостояния населения страны, как средний валовой доход на душу населения и среднее количе-

ство легковых автомобилей на тысячу жителей.

Согласно мировой статистике, автомобильные отходы составляют только около 2% от общего количества всех отходов, поступающих на свалки (в основном это бытовые и строительные отходы, упаковка), внимание общественности к данной проблеме очень высоко. Количество свалок на планете продолжает увеличиваться, а воздействие автомобильного транспорта и связанной с ним инфраструктуры на окружающую среду и организм человека признаётся доминирующим. Ежегодно свалки всего мира пополняются примерно 10 млн. тоннами отходов от отслуживших автомобилей. Почти столько же отходов образуется в результате ремонта и технического обслуживания. Наибольшие трудности для утилизации представляют неметаллические автомобильные компоненты. Это изделия из пластмассы, резины, стекла, обивочные, шумоизоляционные, клеевые материалы.

Вышедшая из эксплуатации техника в конце срока службы имеет ту же массу и почти тот же состав компонентов и материалов, как и новый. Даже приближённая оценка стоимости входящих в автомобиль основных материалов показывает, что их суммарная цена превышает 1000 долларов США. Однако реально получить хотя бы такой доход с каждого старого автомобиля оказывается маловероятным. К сожалению, общие затраты на авторециклинг (систему сбора, сортировки, демонтажа, вторичной вторичную переработки и непосредственно утилизации отслуживших автомобилей) часто превышают всю совокупность получаемых доходов от реализации пригодных запчастей, вторичной вторичную переработки металлов, полимеров, стекла и т.д. и делают такой рециклинг практически невыгодным. К концу своего цикла эксплуатации старый автомобиль может продаваться по очень низкой цене. Такой автомобиль рассматривается, как имеющий нулевую или отрицательную стоимость.

Утилизация ВЭА требует развития инфраструктуры и законодательной базы для регламентации взаимодействия всех участников процесса и установления нормативно-правовых отношений. Наибольшие организационные проблемы вызывают первые шаги на пути утилизации отслуживших автомобилей: процессы

оформления необходимых бумаг, передачи списанной техники в центры утилизации, сбор, транспортировка, проведение экологически безопасного демонтажа, слива эксплуатационных жидкостей. Чтобы система заработала, необходимо, чтобы владельцы старых автомобилей захотели их отдать, а центры приёмки были согласны их принять. За последний период в России произошли некоторые изменения, которые могут привести к положительным сдвигам в области развития авторециклинга. Действует и постоянно дорабатывается Федеральный закон от 24 июня 1998г. №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», согласно которому даны определения, установлены основные принципы обращения с отходами, приводятся требования к производствам, распределены полномочия и определена отчетность. Имеется тенденция по отнесению комплекса работ с вышедшей из эксплуатации техникой к сфере обращения с отходами производства и потребления.

Например, в Москве, как первой столкнувшейся с проблемой утилизации различной техники есть достаточно хорошая перспектива перейти к действительному процессу создания общегородской системы «Авторециклинг», которая до настоящего времени пребывала в зачаточном и усеченном виде. Достаточно определить перечень разрозненных в настоящее время предприятий, выполняющих работы, связанные с удалением с территории города брошенного автотранспорта и его утилизацией, то есть тех, кто составляет основу «Авторециклинга», прислушаться к их мнению и захотеть разработать реальную программу развития системы «Авторециклинг», а также предусмотреть возможность и необходимость финансирования данной программы за счет бюджета города. С 8 марта 2010 года началась работы государственной программы по поддержке отечественных автопроизводителей, через премирование покупателей автомобилей, пожелавших сдать свой старый автомобиль на утилизацию. Важной особенностью этой программы является ориентированность именно на поддержку автозаводов, а не обновление парка автомобильной техники путем экологически безопасной утилизации. Минпромторг определил перечень предприятий, которым вменили в обязанность готовить автомобили к утилизации, однако достаточной для этого базы у

них нет, как нет и экологически безопасных технологий утилизации. Подготовка автомобиля к утилизации сводится к сливу жидкостей и демонтажу колес с аккумуляторной батареей. После этого автомобиль поступает в прессовальную, а затем в шредерную установку.

1.4 Современная организация и технологии утилизации техники за рубежом

За последние 10-15 лет в большинстве промышленно развитых стран мира были организованы системы сбора и вторичной переработки изношенных автомобильных деталей, агрегатов, элементов и отслуживших свой срок автомобилей [33,35,42]. Только в США и Канаде, Японии и западной Европе ежегодно утилизируется около 35 млн. автомобилей. Общеизвестно, что среди продукции массового производства легковые автомобили являются наиболее охваченными системой их утилизации в конце жизненного цикла, несмотря на сложность конструкции

И многообразие применяемых материалов коэффициент вторичной переработки в среднем составляет около 80-85% от массы автомобиля.

Стандартная процедура система авторециклинга старых автомобилей в Европе – это сбор ВЭА с выдачей последнему владельцу автомобиля сертификата об утилизации.

Слив всех эксплуатационных жидкостей, демонтаж обязательных и экологически опасных компонентов, демонтаж комплектующих, которые можно использовать для продажи как запчасти или пригодных для экономически эффективно рециклинга материалов. После демонтажа компонентов остатки от ВЭА обычно направляются в специальную машину пакетирования для уменьшения объёмов по транспортировке и далее отправляются на измельчение, очистку и сортировку по группам материалов на шредерный завод.

В развитых странах авторециклинг является крупной отраслью, обеспечивающей работой более 1,5 миллионов человек. В мире построено и успешно

функционирует свыше 700 шредерных предприятий (шредер - установка для промышленной вторичную вторичную переработки автомобильных кузовов и другого крупногабаритного металлолома в сырьё, используемое в дальнейшем при производстве стали).

Утилизация автомобилей

Устаревшие или получившие серьезные дефекты автомобили утилизируют с помощью специального оборудования

Утилизация методом пакетирования

(на примере мобильного пресса-пакетировщика 7719)



Рис 1.6 Утилизация автомобилей методом пакетирования

Стоимость продукции, которая производится из материалов, полученных в ходе утилизации автомобилей, исчисляется сотнями миллиардов долларов в год. При этом доля непригодных к повторному использованию материалов составляет всего около 20%.

В экономически развитых странах разработана и действует система государственного регулирования авторециклинга, развита инфраструктура предприятий по вторичную вторичную переработке отходов автотранспорта, проводятся многочисленные мероприятия и акции по просвещению и привлечению населения.

Более чем в 50 странах мира приняты законы об утилизации ВЭА. Обращение с отходами четко регламентируется нормативно-правовыми актами и контролируется государственными органами, регулируется экономически – предприятия несут ответственность за вторичную вторичную переработку выпущенной ими продукции. Необходимые средства на вторичную вторичную переработку отходов выделяются государством (в т.ч. за счёт сбора налогов с владельцев автомобилей и фирм импортеров) и аккумулируются в специальных экологических фондах на федеральном и местном уровнях.

По мнению многих экспертов, образцом в вопросах организации авторециклинга признан уже упомянутый выше федеральный закон от 07.10.1996 «Об экономическом рециклинге Германии». Основная мысль, содержащаяся в этом законе, заключается в том, что уже на стадии разработки продукции производителей нужно обязать добиваться уменьшения количества будущих отходов. Законом чётко определены механизмы отчётности о проведении процедуры уничтожения отходов, структура системы рециклинга, потоки отходов, перечень всех необходимых мероприятий.

Об эффективности данного закона можно судить по конкретным примерам. Так, проектной группой "Утилизация автомобилей" компании BMW разработана всеобъемлющая концепция вторичного использования деталей автомобилей. Концепция учитывает необходимость утилизации уже на стадии проектирования. Разбираемые модели автомобилей удаётся использовать повторно почти на 95%. Масло, антифриз, бензин идут на вторичную вторичную переработку или в качестве топлива на собственную ТЭЦ. Демонтированные элементы, пригодные в качестве запчастей (стекла, двери, сиденья), продаются примерно вдвое дешевле новых. Разделенные по видам материала детали измельчаются, прессуются и идут на переплавку. Мелкие пластиковые детали, разборка которых трудоёмка, идут на топливо.

Большой опыт в сфере авторециклинга накоплен в США [5]. По данным Ассоциации переработчиков автомобилей штата Аризона (март 2006 год), рециклинг автомобилей с годовым оборотом свыше 6,5 млрд. долларов занял 12-е место, но

в этой стране перерабатывается более 13 миллионов автотранспортных средств, что позволяет сэкономить 91 миллион баррелей нефти, которая иначе могла бы быть израсходована на производство новых материалов для автомобильной промышленности.



Рис 1.7 Пример европейской утилизации за вознаграждение.

В США государственное регулирование, как на федеральном, так и на штатном уровнях играет всё более заметную роль в стимулировании производства вторичного сырья из отходов. Принятый в США в 1976 году Закон о борьбе с твердыми отходами (с поправками 1980 и 1984 гг.) устанавливает стандарты по обязательному минимальному содержанию вторичного сырья в товарной продукции. Федеральное правительство отменило ранее существовавшие дискриминационные тарифные ставки на транспортировку вторичного сырья, приняло решение об определённой доле вторсырья при закупке металлов в государственные запасы, приняло закон о запрете на захоронение отходов, произведенных не на территории данного штата.

Еще более активно действуют правительства некоторых штатов: в ряде штатов установлена плата за захоронение отходов, в результате чего увеличилось потребление вторичного сырья. В штате Нью-Джерси принят законопроект о 50%-ной налоговой скидке на производственное оборудование, на котором производится продукция, содержащая не менее 50% вторичных материалов.

Наиболее важным экономическим стимулом вторичной вторичную переработки отходов во вторичное сырьё является то обстоятельство, что утилизация становится в американских городах самым дешёвым способом борьбы с отходами. В США запрещена организация новых открытых свалок, а захоронение и сжигание отходов с учётом соблюдения всех экологических норм оказывается в три раза дороже, чем вторичную переработка этих отходов во вторичное сырьё. Во многих штатах приняты законы, согласно которым каждый округ под угрозой прекращения финансирования из фондов штата обязан к определённому сроку ввести рециклизацию некоторой части отходов на своей территории. Повсеместно запрещено захоронение автомобильных аккумуляторов. В США существует также требование покупать администрациями штатов продукцию вторичной переработки [5].

Главным руководящим документом в Европейском Союзе, регламентирующим утилизацию ВЭА и развитие сектора экономики по их вторичную вторичную переработке является Директива 2000/53/ЕС. К числу важнейших относятся следующие её положения:

- страны ЕС добиваются, чтобы на 1.01.2015 коэффициент повторного использования и вторичной переработки компонентов и материалов, содержащихся в одном ВЭА, составлял не менее 95% от его веса, включая получение тепловой энергии за счет сжигания части остатков шредирования
- производители, их официальные партнёры-импортёры несут всю этого автомобиля или 85% от его веса без сжигания таких остатков, или большую часть расходов по утилизации ВЭА.

Требования этой Директивы являются обязательными для выполнения всеми странами-членами Европейского Союза. Контроль над их выполнением осуществляет Европейская комиссия по охране окружающей среды.

В настоящее время индустриально развитые страны не только успешно зарабатывают на вторичную вторичную переработке отслуживших свой срок автомобилей, но и одновременно с этим решают задачи по оздоровлению окружающей среды, экономии природных ресурсов планеты. Стоимость осуществления

странами ЕС всех мероприятий в рамках Директивы о ВЭА оценивается в 10,6 млрд. USD. Стоимость вторичную вторичную переработки одного автомобиля в странах ЕС составляет порядка 200 USD. Стоимость захоронения твёрдых отходов на свалках Западной Европы постоянно растёт и колеблется в пределах от 30 до 170 USD за тонну.

Несмотря на то, что реализация Директивы в странах ЕС с учётом национальных особенностей и законодательства оказалась сложнее, чем ожидалось, отдельные государства достигли существенных результатов в создании системы утилизации ВЭА и развитии индустрии авторециклинга.

С 1995 года в Голландии работает добровольная схема финансирования утилизации ВЭА. Схема была разработана некоммерческой организацией «Автомобильный рециклинг Нидерландов» [5].

В настоящее время в Голландии при продаже каждого нового автомобиля организация-продавец осуществляет утилизационный платёж в фонд утилизации автотранспорта. Средства из фонда используются на частичное покрытие расходов, связанных с бесплатной приёмкой и вторичную вторичную переработкой ВЭА. В первые три года существования этого фонда, начиная с 1995 года, утилизационный сбор составлял около 150 USD. По мере развития сектора утилизации автомобилей в Голландии, размер утилизационного сбора уменьшался. Во вторые 3 года он составлял около 75 USD. В настоящее время он равен 45 EUR (65 USD).

Чтобы заставить производителей и импортёров автомобилей исправно оплачивать этот сбор, правительство Голландии сделало его обязательным для всех производителей и импортёров, реализующих свои автомобили на территории страны. Голландская система предоставляет право плательщикам этого сбора самостоятельно решать, как им компенсировать свои издержки: за свой счёт или за счёт покупателей.

В 2001 году Европейская комиссия по охране окружающей среды провела проверку на предмет выполнения Голландией требования Директивы о ВЭА относительно того, что производители должны нести всю или большую часть расходов по утилизации автомобилей. Проверка показала, что только в 7% случаев

производители перекладывали свои издержки оплаты утилизации на покупателей автомобилей.

Голландия на своём примере доказала, что в стране всего за несколько лет можно создать мощную индустрию авторециклинга. В настоящее время в Голландии работает около 700 аккредитованных пунктов приёма ВЭА и более 260 предприятий по их разборке, эксплуатируется 11 shredderных установок, созданы многочисленные рабочие места. Все участвующие в процессе утилизации ВЭА компании имеют лицензии и соблюдают требования законодательства в области охраны окружающей среды. Получаемые вторичные материалы повторно используются в производстве, происходит существенное уменьшение количества захораниваемых отходов.

В развитых странах для снижения токсичности отходов всё больше внимания при разборке автомобилей уделяют извлечению опасных химических материалов (например, тяжелых металлов, хлорсодержащих полимеров и др.). Этому способствует соответствующая стандартизированная маркировка деталей на стадии их изготовления.

Так, к примеру, компанией «Мерседес-Бенц» на все детали, которые должны быть повторно переработаны после снятия с автомобиля, устанавливается специальный знак, означающий пригодность к рециклизации, а также кодовый номер, указывающий на вид используемого сырья.

Введение в процесс изготовления деталей сплошной их маркировки, безусловно, несколько удорожает продукцию, однако при этом снижаются последующие расходы на использование металлолома. По усреднённым данным, при переплавке стального металлолома требуется только 25% энергии, затрачиваемой на выплавку стали из руды в домнах. Из остального полученного вторсырья изготавливают «неответственные» детали (бамперы, обивку багажника, коврики и многое другое), а также хозяйственные товары (бутылки, дорожные ограждения, хозяйственная утварь, покрытия для садовых дорожек).

Особое внимание в последнее время уделяется вторичную вторичную переработке пластмасс, полипропилена, которые всё больше используются в произ-

водстве автомобилей. Их переработка во вторичные материалы и использование с максимальной эффективностью возможны только после рассортировки по видам полимеров и по конкретным маркам пластмасс. Некоторые фирмы ввели с этой целью стандартизованную маркировку деталей из резины и пластмасс, позволяющую чётко определить марку материала.

В Швейцарии демонтаж ВЭА и селективный сбор материалов с выделением опасных отходов производят ремонтные мастерские, имеющие государственную лицензию на выполнение работ данных видов. Из общего потока отходов автотранспорта отбираются кондиционные узлы и детали (для рециклинга и продажи), аккумуляторы, изношенные шины. Остальные отходы (кузова, рамы, крупногабаритные части автомобиля) обрабатываются с помощью прессования, резки, дробления. Металлолом сортируется на чёрные и цветные металлы, которые в дальнейшем поступают на переплавку. Таким образом, перерабатывается 114 тыс. т черных и 12 тыс. т цветных металлов в год, что составляет 15% всего объёма выплавляемого металла в Швейцарии. Использованные шины частично экспортируются в другие страны для вторичной переработки, частично сжигаются на заводах, часть после измельчения используется в качестве шумопоглощающего материала при строительстве дорог. Содержащиеся в отработанных аккумуляторах кислоты подвергаются нейтрализации. Свинец вывозится для вторичную переработки в другие страны, а полимерные отходы уничтожаются путём их высокотемпературного сжигания.

Япония также добилась больших успехов в деле рационального природопользования. Как известно, эта страна по большинству видов сырья и топлива сильно зависит от импорта. Именно поэтому в Японии уделяют проблеме вторичную вторичную переработки отходов чрезвычайное внимание. Уже к 1985 году в японской промышленности утилизировалось до 60% отходов.

1.5 Система утилизации выбывшей из использования автомобильной техники в России

Длительное время в России списанная техника, выбывшая из эксплуатации,

воспринималась исключительно как металлолом, это справедливо для автомобилей того времени в которых использование неметаллических материалов было минимально, а всеобщий дефицит запасных частей вынуждал предприятия-собственники техники проводить дезагрегацию, то есть демонтаж узлов и агрегатов сразу при списании на своей базе. На утилизацию поступал остов машины в котором практически не было посторонних материалов за исключением стали. Для автомобильного некоммерческого лома (списанные легковые автомобили индивидуальных владельцев) ситуация с утилизацией наиболее сложная [17]. Она вобрала в себя не только все технические проблемы, связанные с особенностями конструкции легковых автомобилей и перечня применяемых материалов, но и «весь букет» экономических и организационных проблем.

Современный автомобиль чаще всего имеет вес около тонны.



Рис 1.8 Свалка вышедшей из эксплуатации техники

До 80 % массы автомобиля - это кузов из тонколистовой стали толщиной 0,8... 1 мм . Кроме пластиков, масел и токсичного электролита это десятки килограмм свинца, меди, алюминия, цинка и т.д. По окончании эксплуатации он почти всегда попадает в категорию «старого легкого загрязненного лома». Чаще - ос-

тается ржаветь во дворе, а то и на обочине дороги. Следовательно, утилизация ВЭА становится одной из наиболее острых проблем современной России.

В настоящее время в России наблюдается бум продажи автомобилей. Общий автомобильный парк и темпы продаж легковых автомобилей устойчиво растут. В 2014 году суммарный объём продаж только легковых автомобилей составил 3 млн. 289 тыс. ед., увеличившись по сравнению с 2007 годом на 40,6%. Только в Москве ежедневно на дорогах появляется около 500 новых автомобилей.

Таблица 1.1 Состав выбывшего из использования укомплектованного автомобиля

Составляющая	Доля в общей массе, %
Черный металл	56
Цветной металл	5
Пластмассы и резина	8
Детали кузова и салона	7
Детали осветительных и измерительных приборов	0,5
Детали двигателя	4
Детали ходовой части и трансмиссии	3,5
Нетоксичные твердые отходы	9
Загрязненные твердые отходы	5
Токсичные	1

Вместе с тем, в России самый старый автопарк в Европе. Около 50% всех автомобилей в нашей стране старше 10 лет. На дорогах можно встретить машины, которым по 20-30, а то и 40 лет. В начале 90-х годов в нашу страну было ввезено огромное количество подержанных иномарок. В странах, где эти автомобили производились, в их стоимость была заложена и стоимость их последующей вторичную вторичную переработки. Однако эти деньги остались за рубежом, и теперь средства на утилизацию отслуживших свой срок иномарок приходится изыскивать в региональных бюджетах.

В настоящее время сотни тысяч автомобилей ежегодно выбывают из строя (только в Москве это около 150 тыс. единиц). Автовладельцы зачастую попросту бросают отслужившие свой срок автомобили прямо на улице. Брошенные авто-

мобильные кузова, изношенные и поврежденные автомобильные компоненты можно наблюдать вдоль дорог и во дворах жилых домов. На неорганизованных должным образом свалках происходит постепенное накопление изношенных автодеталей – шин, аккумуляторных батарей, стёкол, металлических и полимерных изделий и др [17].

Без принятия мер по ускоренному развитию в России системы рециклинга автотранспортных средств масштаб проблемы может достичь критической отметки.

Основными причинами такого положения дел является отсутствие:

- у автовладельцев экономической заинтересованности в утилизации своих транспортных средств;
- у промышленных предприятий экономических стимулов в сборе и вторичную переработке ВЭА;
- у субъектов Федерации необходимой нормативно-правовой базы, стимулирующей и организующей работу системы по сбору и вторичную переработке ВЭА и их компонентов.

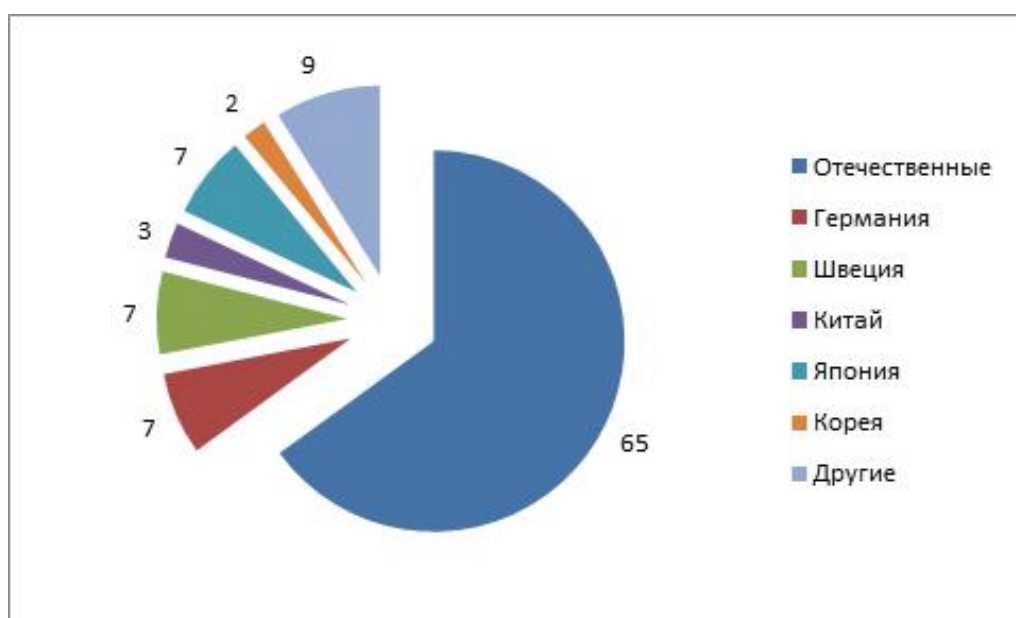


Рис 1.8 Регистрация всех легковых и новых по брендам происхождения (%) в 2015 году.

Более того, даже в регионах, где такие акты приняты (например, Москва и Московская область), утилизации подвергаются только около 17-25% старых автомобилей.

Основной причиной того, что целая отрасль промышленности не может полноценно развиваться, является отсутствие в российской законодательстве базового федерального закона, регламентирующего отношения всех участников процесса сбора, утилизации и последующей вторичной переработки ВЭА [17]. По существу, авторециклинг в России находится сегодня вне правового поля.

1.6 Технология утилизации автомобиля за рубежом

В сентябре 1997 года все ведущие европейские производители автомобилей (BMW, FIAT, FORD, OPEL, MERCEDES BENZ, PSA CITROEN, RENAULT, ROVER GROUP, VOLVO, VW) опубликовали проект единой информационной системы, предназначенной для демонтажа агрегатов и узлов с автомобилями с целью их утилизации. Система носит название International Dismantling Information System (IDIS) - Международная информационная система по демонтажу автомобилей, имеет универсальную структуру, описывает последовательность и технологию демонтажа автомобилей, а также позволяет получить всю необходимую для демонтажа информацию. В ней приводятся также графические изображения деталей и компонентов для удобства идентификации. Для полимерных материалов использованы международные сокращения и цветовая кодировка. Система стала быстро находить широкое применение в Западной Европе. Удобство этой компьютерной информационной системы заключается в ее универсальности, когда любая станция приемки и демонтажа отслуживших автомобилей в Европе может оперативно получить все необходимые данные по любому из имеющихся в системе автомобилей различных фирм, причем на любом национальном языке стран ЕС. К системе IDIS присоединились производители легковых автомобилей Японии, Северной Америки, Кореи. Система IDIS распространяется на CD-дисках и периодически обновляется и дополняется [5,17,34]. На начальном

этапе в системе происходит идентификация модели и модификации автомобиля, года выпуска, фирмы-изготовителя. Информация о жидкостях, деталях, узлах, механизмах структурирована по 8 зонам:

1. Компоненты обязательного демонтажа (слив жидкостей, удаление деталей, содержащих вредные вещества).
2. Двери и остекление.
3. Элементы экстерьера.
4. Панель приборов.
5. Сиденья.
6. Элементы интерьера.
7. Моторный отсек и подкапотное пространство.
8. Багажное отделение.

По каждой детали в системе IDIS представлена подробная информация: наименование, количество, материал, масса детали, применяемые крепежные соединения, способы демонтажа, время на демонтаж, применяемые инструменты и другие необходимые пояснения и примечания [17,34]. Пример перечня компонентов автомобиля VW Golf, рекомендуемых производителем для демонтажа и утилизации в системе IDIS, приведен в таблице.

Перед началом проведения демонтажа поступившего отслужившего автомобиля производится его экспертная оценка специалистом предприятия. Устанавливается фирма-производитель автомобиля, его модель, возраст и техническое состояние, включая осмотр отдельных компонентов. С учетом проведенного осмотра старого автомобиля разрабатывается индивидуальная схема разборки данного автомобиля. При разработке такой схемы используется информация, содержащаяся в системе IDIS или дополнительно переданная изготовителем автомобиля в виде бумажной документации или в электронном виде. Кроме того, составленная схема разборки автомобиля учитывает существующую в регионе (стране) инфраструктуру по вторичной вторичную переработке деталей и материалов, а также имеющиеся сведения о потребностях в запчастях. Именно демонтаж, восстановление, в случае необходимости, и реализация на вторичном рынке подержанных запчастей

от отслуживших автомобилей и составляют весомую долю дохода для предприятий по сбору и обработке отслуживших автомобилей. Основным источником доходов являются мало изношенные двигатели и коробки передач, неповрежденные бамперы и стекла, электронные блоки и датчики.

Особенно это касается автомобилей, поврежденных в результате аварий, наводнений, пожаров, и которые также могут поступать на предприятия по сбору и обработке отслуживших автомобилей. Однако большинство поступающих автомобилей, имеющих 12-15-летний срок службы, не приносят прибыли, так как, по сути, имеют отрицательную стоимость [5,17,34].

В соответствии с требованиями Директивы 2000/53/ЕС, с каждого старого автомобиля на предприятии по обработке отслуживших автомобилей должны быть демонтированы и удалены определенные компоненты, входящие в обязательный список. В перечень обязательных для демонтажа с отслужившего автомобиля компонентов включаются:

- все эксплуатационные жидкости;
- аккумуляторные батареи;
- баки для жидкого топлива;
- баки для сжатого газа;
- шины;
- каталитические нейтрализаторы;
- свинцовые балансировочные грузики;
- подушки безопасности;
- другая пиротехника;
- все компоненты, содержащие ртуть.

Особенно это касается автомобилей, поврежденных в результате аварий, наводнений, пожаров, и которые также могут поступать на предприятия по сбору и обработке отслуживших автомобилей.

Наименование компонентов	Количество компонентов	Материал (ы)	Масса, г (объем, мл)
Группа 1:			
Аккумуляторная батарея	1	PP, PБ, электролит	17369
Подушка безопасности водителя	1	смешанные	1565
Подушка безопасности пассажира	1	смешанные	2921
Боковые подушки безопасности	2	смешанные	1154
Преднатяжители ремней безопасности	2	смешанные	2004
Балансировочные грузики колес	10	PБ	250
Противовес рулевого колеса	1	PБ	500
Лампы блок-фары	2	Hg	24
Система кондиционера	1	R134a	500 мл
Топливо	1	бензин	10000 мл
Моторное масло		масло	3200 мл
Трансмиссионное масло		масло	4050 мл
Амортизаторное масло	4	масло	620 мл
Жидкость гидроусилителя		жидкость	512 мл
Тормозная жидкость		жидкость	306 мл
Охлаждающая жидкость		жидкость	6800 мл
Омывающая жидкость		жидкость	2000 мл
Шины	5	резина, сталь	45795
Каталитический нейтрализатор	1	керамика, металл	8511
Группа 2:			
Лобовое стекло	1	стекло	11326
1 Стекло передней двери	2	стекло	6046
Заднее боковое стекло	2	стекло	5610
Стекло задней двери 1	2	стекло	4970
Стекло задней двери 2	2	стекло	1055
Заднее стекло	1	стекло	4458
Группа 3:			
Топливный бак	1	PE-HD	5895
Задний бампер	1	PP-EPDM	5701
Передний бампер	1	PP-EPDM	457
Поддон двигателя	1	PP	8260
Группа 4:			
Панель приборов	1	PPE+PS	7675
Перчаточный отсек	1	ABS	2105
Центральная консоль 1	1	ABS	610
Центральная консоль 2	1	ABS	536
Группа 5:			
Крепление ремня	2	PA6	276
Задний ремень	2	PET	340
Передний ремень	2	PET	386
Группа 6:			
Облицовка центральной стойки	2	PP	722
Облицовка передней стойки	2	PP	370
Облицовка передняя	1	PP	117

Рис. 2.1 Компоненты рекомендуемые для демонтажа и утилизации

Однако большинство поступающих автомобилей, имеющих 12-15-летний срок службы, не приносят прибыли, так как, по сути, имеют отрицательную стоимость.

В наше время производители нацелены на создание продукции, изначально пригодной для вторичного использования, с целью повышения эффективности процесса ее вторичной переработки [5,17,34]. Например: разработка конструкций, приспособленных для вторичную переработку – является частью ответственного подхода компании к производству. Эта стратегия преследует две цели: во-первых, уменьшение количества отходов в процессе производства автомобилей; во-вторых, уменьшение количества отходов при утилизации автомобилей по окончании срока их службы. Это способствует рациональному использованию материальных и энергетических ресурсов.

Их стратегия основывается на 2-х принципах:

- Конструкция, ориентированная на вторичную переработку для вторичного использования / Предварительную подготовку к вторичной переработке.
- Разработка и реализация "циклов" использования материалов в процессе производстве автомобилей:



Рис 2.2 Пример частичной разборки автомобиля для утилизации

Чтобы на всех этапах создания продукции принимать во внимание вышеуказанные цели, все автопроизводители, работающие над конструкцией автомобилей, должны придерживаться рекомендаций по "Обеспечению пригодности продукта к вторичную переработке/вторичному использованию". Они призваны осуществлять инженерам и поставщикам поддержку в создании автомобилей (и/или отдельных деталей и узлов), ориентированных на вторичную переработку для вторичного использования. Этот процесс также помогает инженерам анализировать детали, узлы и автомобили в целом (относительно их пригодности к вторичной переработке и вторичному использованию) и определять, насколько легко можно будет утилизировать эти детали по окончании срока их службы.

К примеру, компания Opel имеет богатый опыт использования материалов, пригодных для вторичного использования, так называемых "многократно используемых материалов". Так, для производства автомобилей было предложено и одобрено использование более 130 видов подобных пластмасс [17].

Одной из целей, поставленных Opel в области вторичного использования материалов, является увеличение количества многократно используемых пластмасс. Материалам, полученным в результате вторичной переработки, отдается предпочтение перед "однократными" материалами, если их использование технически осуществимо и экономически приемлемо. Кроме того, для изготовления некоторых деталей (например, подкрылков, брызговиков или декоративных накладок на двигатель) применяются исключительно многократно используемые материалы.

Специалисты Opel, работающие в области вторичной переработки материалов, делают все возможное для поддержания высокого качества и превосходного вида продукции, ее устойчивости к механическим и температурным воздействиям, а также соответствия эксплуатационным стандартам.

При этом ни в коей мере не страдает качество конечной продукции.

Действительно, по качеству многократно используемые материалы настолько приблизились к "однократным", что их использование больше не ограничивается скрытыми от глаз деталями.



Рис 2.3 Использование материалов полученных в результате вторичной переработки

Такие материалы теперь применяются для изготовления многих видимых частей автомобиля.

Выводы по главе

1. Проанализированы экологические и технологические аспекты системы утилизации за рубежом и в России. Из анализа опыта европейских стран определены оптимальные параметры технологического процесса утилизации автомобилей.

2. Выявлены причины отсутствия полноценной правовой, технологической, организационной и экологической составляющих, регламентирующих отношения всех участников процесса сбора, утилизации и последующей переработки ВЭА.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ЭКОЛОГООРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

В ближайшие 5-7 лет количество списываемой в России автомобильной техники достигнет 6...8 % от парка, что потребует решения проблемы приема вторичную переработки, вторичного использования и утилизации списанных автомобилей [14,17]. Стимулом к началу волны списаний техники послужила программа правительства, направленная на поддержку автомобильного рынка в условиях кризиса. Программа начала действовать с 8 марта 2010 года - начиная с этой даты, любой авто владелец старого автомобиля может принять участие в программе и обменять свою старую машину на денежный сертификат номиналом 50 тысяч рублей, который будет использован для приобретения нового авто. Но не любого, а автомобиля, сборка которого производится в России. Это может быть как автомобиль отечественного, так и импортного производства. Список автомобилей, на которые действует скидка на сумму 50000 рублей, довольно большой. Государство в лице МинПромТорга возместит 50 тысяч при покупке нового авто. Прием списанных автомобилей предполагается проводить в специально сертифицированных пунктах и оформлять сертификатом. В связи с этим в России пришлось создать сеть специализированных предприятий по сбору, приемке, монтажу и утилизации списанных автомобилей, годовое количество которых к 2012-2015 году может составить 1,8-2,5млн. единиц. Немаловажным фактом необходимо считать возможное принятие в недалеком будущем решений по ограничению максимального срока службы коммерческой техники на уровне 15...20 лет.

2.1 Обоснование общих методов исследования

Методы научного исследования определяются особенностями самих объектов исследования и характером изменения действующих на них факторов. Основными объектами исследования являются технологические процессы утилиза-

ции техники и парк автотракторной техники как эксплуатирующийся, так и списываемой.

Общей характерной чертой взаимосвязанного функционирования обслуживаемых клиентов и специализированных отделов предприятия является наличие источников заявок или требований и исполнителей этих заявок. Следовательно, имеет место типичная система обслуживания принципы организации работы которой зависят от характера потока заявок или требований.

С учетом возможного множества работающих независимо друг от друга обслуживаемых клиентов с различными эксплуатируемыми автомобилями в различающихся природных и производственных условиях, различными объемами грузоперевозок и условий движения автомобилей можно предположить, что поступающий от них поток заявок на выполнение соответствующих работ будет случайным в вероятностном смысле. Следовательно, и методы исследования взаимосвязанного функционирования обслуживаемых клиентов и специализированных отделов предприятия должны быть также вероятностными [14,17].

Из приведенного краткого описания следует, что в соответствии с основными принципами исследования операций специализированные отделы предприятия являются типичными системами массового обслуживания. Основная задача при этом заключается в установлении эффективных соотношений между количеством поступающих за единицу времени заявок и производительностью или пропускной способностью соответствующего специализированного отдела.

Сложность при этом заключается в том, что из-за случайного характера поступления заявок по времени возможны как образование очереди этих заявок соответствующим ожиданием, так и простои работников и оборудования специализированных отделов предприятия из-за отсутствия заявок, что представляется более вероятным. Разрабатываемые научные методы должны обеспечить минимальные потери от этих простоев, как для клиента, так и для предприятия утилизирующего технику.

Наиболее эффективными для решения подобных задач являются об методы теории массового обслуживания [6-8], что подтверждается и исследованиями [5,

17,22,34 и др.] применительно к технической эксплуатации машин и транспортному обслуживанию.

Особенно эффективны методы ТМО при наличии в системе обслуживания марковского случайного процесса, когда потоки событий, переводя систему из одного состояния в другое, являются пуассоновскими без последствия. Примеры практического применения методов ТМО к исследованию технологических процессов технической эксплуатации, как наиболее близкой к утилизации, свидетельствуют о принципиальной возможности применения методов и в данном случае.

Конкретное применение намеченных общих принципов решения оптимизационных задач повышения эффективности, работы специализированных отделов предприятия, в соответствии со структурной схемой на рис. 2.1 показано в следующих подразделах.

Повышение эффективности работы предприятия по первичной вторичную переработке и утилизации автомобилей в первую очередь необходимо вести по двум направлениям:

- совершенствование периферийной деятельности, то есть перевозок вторсырья (в нашем случае утилизируемой техники или выбракованных узлов, деталей и материалов) и готовой продукции (в нашем случае годных к использованию агрегатов, а также демонтированных и рассортированных по типам применяемых материалов компонентов утилизированной техники);
- совершенствование технологических процессов утилизации автомобильной техники.

Полноценное рассмотрение этих двух процессов нецелесообразно рассматривать в рамках одной работы, поскольку это может привести либо к излишней громоздкости исследования, либо к поверхностному рассмотрению вопросов и таким же предложениям. В настоящем исследовании мы остановились на технологических процессах утилизации автомобильной техники, поскольку именно от их качества зависит конечное влияние утилизации на окружающую среду. Это направление деятельности предприятия является самым затратным из-за возможной высокой продолжительности технологических процессов утилизации.

2.2 Общие принципы эффективного использования средств технологического оснащения предприятий утилизации автомобилей

Одной из задач, планируемых к созданию в разных районах нашей страны пунктов приема и предприятий вторичную переработки выбывшей из эксплуатации техники, является обеспечение высокого уровня сбора и вторичную переработки списанной автомобильной техники предприятий и населения в пределах зоны обслуживания. Под объектами обслуживания таких предприятий при этом подразумевается станции технического обслуживания, транспортные и ремонтные предприятия, контейнерные площадки, склады утиля и крупногабаритных отходов, в жилых районах городов и сельских поселений, на территориях промышленных и сельскохозяйственных предприятий, гаражных кооперативах. Средствами технологического оснащения являются соответствующие обслуживающие машины, различные технические устройства и приспособления, а также работающие с ними люди.

Основными элементами деятельности предприятий, задействованных в системе утилизации автомобильной техники, являются: мониторинг зоны обслуживания с выявлением новых очагов образования отходов или изменения величины образования отходов в существующих; плановое обслуживание объектов, включая сбор отходов; хранение (в частности утилизируемых автомобилей); разделение поступающих объектов на фракции, годные для дальнейшей вторичную переработки; вторичную переработка и захоронение непригодных для вторичную переработки отходов [14,17,22].

Решение указанных задач в соответствии с требованиями рыночной экономики должно осуществляться с наименьшими затратами труда, а также денежных и материальных ресурсов, на основе современных методов моделирования и оптимизации технологических процессов. Раздельное решение моделей из рассматриваемых задач может привести к громоздким, труднообозримым математическим моделям, поэтому основная проблема заключается в разработке обобщенных научных подходов.

Все рассматриваемые задачи объединяются следующими общими свойствами: во всех случаях имеет место поток требований на соответствующий вид обслуживания от пользователей, независимо от ведомственной принадлежности; при этом промежутки времени между однородными требованиями изменяются случайным образом и, соответственно, их следует рассматривать как вероятностные; количество объектов от которых исходит поток требований, может быть большим (условно неограниченным) или ограниченным в зависимости от конкретных условий работы; промежутки времени, связанные с обслуживанием указанных требований, также не считаются постоянными из-за влияния множества случайных факторов и, соответственно, являются вероятностными; обслуживание требований может проводиться стационарными или передвижными средствами [14,17,22]. Из изложенного следует, что в рассматриваемых задачах имеет место характерные признаки систем массового обслуживания (СМО) и, следовательно, исследование также целесообразно проводить методами теории массового обслуживания (ТМО).

Теория массового обслуживания (ТМО), являясь прикладным разделом математики - теории вероятностей, разработана для формального описания функционирования систем массового обслуживания с целью количественной оценки процессов, протекающих в этих системах и оптимизации их параметров [6,7].

В повседневной жизни мы постоянно сталкиваемся с необходимостью удовлетворять свои потребности в различных видах обслуживания (СТОА, автозаправочные станции, мойки) и тратить время, как на самообслуживание, так и на его ожидание [14,17,22]. Аналогичные ситуации имеют место и в хозяйственной практике. Транспорт, например, не может обойтись без ежедневного, технического обслуживания, текущего и капитального ремонта или утилизации. Для выполнения этих функций создаются специализированные организационно-технические системы.

Элементами систем массового обслуживания являются: входящий поток заявок, очередь, каналы обслуживания, выходящий поток. Все эти элементы в совокупности и образуют систему массового обслуживания, общая структурная

схема которой представлена на рис.

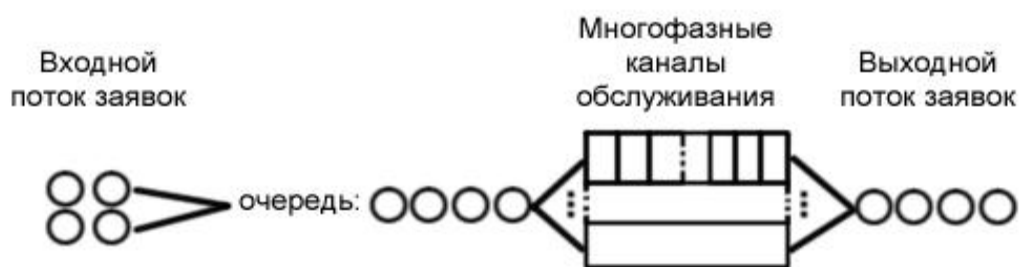


Рис 2.4 Структурная схема системы массового обслуживания

Входящий поток - поток однородных заявок или требований, поступающих в систему на удовлетворение потребностей в проведении определенных работ. Заявки поступают в некоторые случайные моменты времени.

Заявка (требование) – некий физический объект, имеющий определенные потребности и обращающийся к услугам системы для их удовлетворения.

Каналы и аппараты обслуживания - это устройства (субъекты) обслуживания (при проведении утилизации - это рабочие посты).



Рис 2.5 Рабочие посты

Очередь – это заявки; находящиеся в СМО в ожидании обслуживания причине занятости каналов обслуживания.

Выходящий поток - требования, покидающие систему (в нашем случае) выходящий поток требований являются выполнение необходимых работ утилизации, т.е. готовность автомобилей к финальной части утилизации - прессованию или шредированию). Заметим, что выходящий поток в общем может состоять из обслуженных и не обслуженных заявок.

Многообразие систем массового обслуживания обуславливает необходимость их классификации для упорядоченного рассмотрения и дифференциации их математического описания в соответствии со сложностью исследуем СМО [14,17,22].

Системы массового обслуживания можно разделить на системы с ожиданием (очередями) и без ожидания (рис.2.3). Системы без ожидания - это системы, в которых не бывает очереди. Такое возможно в двух случаях. Первый, если СМО является системой с отказами. В таких системах требование. Застав все приборы занятыми, покидает систему не обслуженным. Второй случай – система без отказов, т.е. с неограниченным числом аппаратов обслуживания: таких системах предполагается, что, сколько бы одновременно ни поступало заявок на обслуживание, количество свободных аппаратов обслуживания, а когда больше количества заявок. В реальной жизни таких систем, практически бывает.

Системы с ожиданием также подразделяют на две группы. В системе с неограниченной очередью требование, поступив в систему, не покидает ее обслуженным - вне зависимости от того, в каком состоянии оно застало систему и сколько времени придется ожидать обслуживания, то часть заявок может покидать систему необслуженными. Такие ограничения обычно обуславливаются либо техническими параметрами – емкость накопителя в системах с ограничением очереди по длине: либо, характером резервом времени; располагаемым заявкой, «нетерпеливые клиенты». По дисциплине обслуживания заявок различают: системы без приоритета (в которых заявки обслуживаются в порядке поступления); системы с приоритетом (в которых выделяются требования для внеочередного обслуживания). Имеется два типа систем с приоритетом. Первый - системы с абсолютным приоритетом. В таких системах при поступлении заявки высшего ранга прерывается обслуживание заявки более низкого ранга для немедленного освобождения аппарата обслуживания. Второй тип - системы с относительным приоритетом, в которых при аналогичной ситуации обслуживание заявки низшего ранга не прерывается, но подача заявок (в том числе и дальнейшая) на свободные каналы обслуживания происходит в очередности, соответствующей рангу заявок (для ути-

лизации первыми завершаются работы, оставшиеся с предыдущих суток и т.д.) В зависимости от количества аппаратов обслуживания различают одноканальные и многоканальные СМО. По количеству последовательно выполняемых операций обслуживания выделяют: однофазные системы, в которых с каждой заявкой выполняется только одна операция - один вид обслуживания многофазные системы, в которых с каждой заявкой определенной последовательности выполняется ряд специфических операций или видов обслуживания. Применительно к утилизации автомобилей находят распространение открытые одно- и многоканальные СМО, с однотипными или специализированными обслуживающими аппаратами, с одно- или многофазовым обслуживанием, без потерь или с ограничением на длину очереди.

Для применения соответствующего метода ТМО необходимо знать характер потока требований на обслуживание [14,17,22]. Имеющиеся в рассматриваемой области исследования с применением методов ТМО свидетельствуют о том потоки требований, связанные с производственной деятельностью предприятия утилизации техники приближенно можно принять как простейшие, оптимальные распределения Пуассона.

В зависимости от характера работы предприятия поток требований на обслуживание может рассматриваться как ограниченным, так и неограниченным. Если он обслуживает только заранее определенные объекты, то образуется потоки требований на различные виды обслуживания в общем случае будут ограниченными, хотя в отдельных частных случаях могут быть и промежуточные варианты. Такая система обслуживания в условиях большинства предприятий в настоящее время является основной, поскольку до настоящего времени было необходимости и желания работать с большим количеством клиентов, например, с населением. Однако по мере развития сети предприятий утилизации зона обслуживания может расширяться, и в таких случаях потоки требований приближенно могут рассматриваться как неограниченные.

Если предприятие утилизации занимается обслуживанием одних и тех же объектов (например, определенного количества дилеров, принимающих от насе-

ления автомобиля в рамках правительственной программы), то в общем случае будет иметь место замкнутая СМО с ожиданием.

В условиях предприятий утилизации в основном могут иметь место СМО с ограниченными и реже с неограниченными потоками требований с полным или частичным ожиданием при ограниченном количестве обслуживающих звеньев. Применительно к таким СМО и предполагается проведение последующих исследований.

Важнейшее значение для результатов исследования имеет правильный выбор критерия эффективности функционирования СМО. Возможны при этом как общий базовый, так и вспомогательные критерии эффективности. Система обслуживания в условиях конкуренции и экономических методов хозяйствования должна быть прибыльной не только самому предприятию утилизации, но и выгодной для клиентов. Указанным требованиям в качестве общего экономического критерия оптимальности отвечает минимум суммы потерь от простоев во взаимном ожидании обслуживаемых машин, доставляющих технику на утилизацию и обслуживающего технологического оборудования предприятия в виде (руб/час).

2.3 Основные элементы технологического процесса утилизации

Изучение научной, нормативной и технической литературы говорит о том, что в области разработки технологии, проектирования и организации процесса утилизации нет унифицированных понятий и определений. Описание основных понятий и определений, используемых в данной работе, приводится ниже.

Операцией называется часть технологического процесса, осуществляемая на одном рабочем месте, одним или несколькими рабочими над определенным предметом труда. С трудовой точки зрения операции могут быть расчленены на приемы и движения Прием - это законченное действие рабочего, характеризующееся определенным целевым назначением и неизменностью материальных факторов различают основные и вспомогательные приемы. Основной - это такой прием, нулевое назначение которого есть конечная цель данной операции. вспомога-

тельный - это прием, целевое назначение которого заключается в обеспечении возможности выполнения основного приема. Каждый прием состоит из определенных трудовых движений, под которыми понимается часть приема, осуществляемая при прикосновении рабочего к предмету или его перемещение. Целевое назначение трудового движения: взять, переместить, опустить. Машинные операции (например, станочные) принято расчленять на переходы - проходы (рис.2.5).

Норма времени (трудоемкость операции) определяет необходимые затраты времени одного или группы рабочих на выполнение производственной операции или единицы работы в данных организационно-технических условиях, нормируемому полезному времени относятся все категории затрат работе времени, включаемые в состав технически обоснованной нормы на операции необходимые для выполнения работы в соответствии с установленным технологическим процессом.

Нормируемое время состоит из следующих категорий; подготовительно-заключительного времени; оперативного времени; времени обслуживания рабочего места; времени перерывов на отдых и естественные надобности.

Подготовительно-заключительным временем называется время, затрачиваемое рабочим на ознакомление с порученной работой, на подготовку к работе и выполнение действий, связанных с ее окончанием.

Оперативным временем называется время, в течение которого осуществляется производственная работа, непосредственно направленная на выполнения данного задания (операции). Оперативное время подразделяется на основное (в станочных и слесарно-разборочных операциях, оно еще называется технологическим) и вспомогательное время.

Основным (технологическим) временем называется время, в течении которого непосредственно осуществляется цель технологического процесса, то есть при утилизации происходит изменение внешнего вида, формы, размеров свойств обрабатываемых предметов труда, изменение взаимного расположения деталей и т.д. (время разборки узла или агрегата автомобиля).



Рис 2.4 Пример технологического процесса

Ручным основным временем называется в том случае, когда цель технологического процесса осуществляется рабочим при помощи инструмента, без участия машины или механизма.

Вспомогательным временем называют время, затрачиваемое рабочим на определенные действия, связанные с обеспечением выполнения основной работы. Для персонала поста утилизации вспомогательное время включает время на установку и крепление автомобиля на подъемном механизме или на эстакаде поста, снятие кузова или его остатков после обработки или разборки.

Временем обслуживания рабочего места называется время, затрачиваемое рабочим на уход за рабочим местом на протяжении рабочей смены в целях поддержания его в надлежащем состоянии и постоянной готовности для выполнения заданной работы. Оно подразделяется на время организационного обслуживания и время технического обслуживания.

В организационное обслуживание включаются затраты времени по уходу за рабочим местом. Для механизированных постов утилизации организационное обслуживание включает время на чистку, смазку оборудования и другие аналогичные затраты. В техническое обслуживание включают затраты времени по текущему уходу за погрузчиком, подъемником.

Время перерывов на отдых и естественные надобности затрачивается на физиологически необходимый отдых и на естественные надобности.

Первым этапом исследований в области проектирования технологических процессов утилизации стала разработка технологической схемы предприятия ути-

лизации автотракторной техники, включающей максимально всевозможное количество технологических операций, позволяющих наиболее полно извлечь из утилизируемой техники годные агрегаты и узлы, а также выделить отдельные группы материалов или однотипных изделий для последующей вторичную переработки. В настоящее время технологическая цепочка утилизации техники сводится к следующим позициям: осушение агрегатов автомобиля, демонтаж колес и аккумуляторной батареи. После этих операций автомобиль поступает в пресс или шредер.



Рис 2.6 Погрузка корпуса автомобиля в шредер

После прессования выделение неметаллических материалов из брикета невозможно, после шредирования масса поступает на сепарацию, хотя в отечественной практике стала встречаться ручная сортировка, аналогичная применяемой на мусоросортировочных станциях. Это наиболее простая, но в то же время наиболее вредная с точки зрения ресурсосбережения и экологичности, поскольку большое количество материалов в настоящее время считающиеся нерентабельными поступают на захоронение (автомобиля).



Рис 2.5 Конечный этап шредирования

Разработанная нами схема работы ориентирована на наиболее сложные с точки зрения утилизации объекты - современные легковые автомобили. Применительно к большинству отечественных легковых автомобилей, всей коммерческой грузовой технике, применять упрощенную схему, которая характеризуется отсутствием постов (работ) обезвреживания пиротехнических устройств, остальные виды работ необходимые. Для машин, характеризуемых кроме сильного физического износа деталей и узлов еще и моральным устареванием целесообразно исключать из вторичную переработки дефектацию, поскольку даже годные детали будут невостребованы потребителями. Однако, эта рекомендация и перечень машин, которые можно признать морально устаревшими может сильно варьироваться в зависимости региона и его экономического благосостояния.

Например, предлагая демонтированные детали и узлы со списанной техники следует обращать внимание на такие рекомендации: максимально допустимый возраст автомобиля в России - 7...8 лет; все, что выпущено до 2002 года стоит проверять особенно тщательно, а сбыт может находить только в регион. К числу не соответствующих современным техническим нормативам относятся автомобили, выпущенные в Европейском Союзе до 1996 года, в Китае и Индии до 2004 года включительно, в Корее и Канаде - до 2000 года, в Японии и в Малайзии - до 2002 года. Все эти автомобили в настоящий момент отвечают техническому регламенту «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории РФ вредных (загрязняющих) веществ» [17]. Применительно к коммерческой технике граничными годами выпуска, старше которых дефектовать технику и выделять годные или пригодные для восстановления агрегаты считается нецелесообразным или невыгодным являются 1995... 1999. Для коммерческой техники наиболее актуальная группа - машины моложе 1999 года, наиболее востребованы « части с иностранных автомобилей, а среди них лидируют Volvo и Scania.

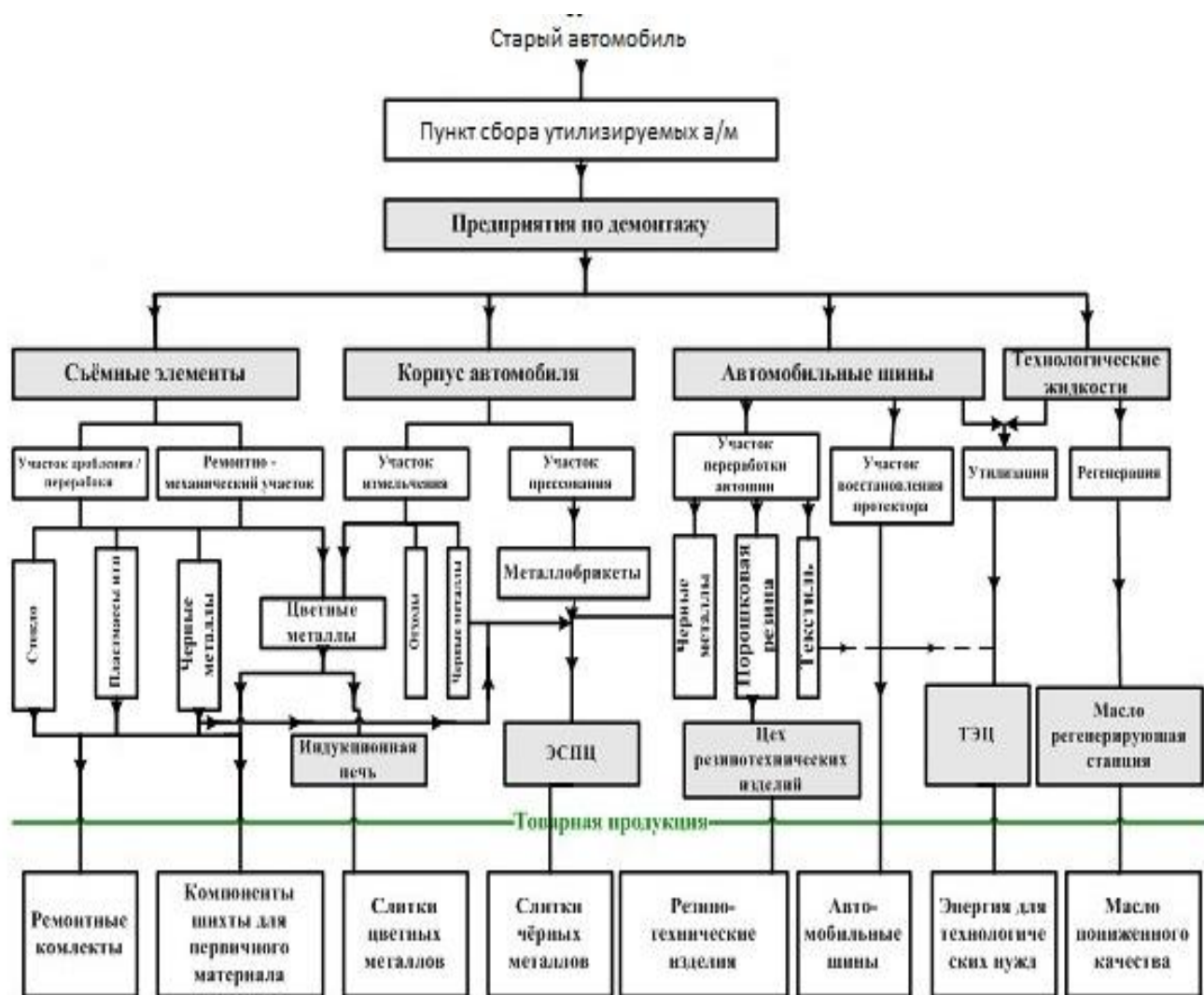


Рис 2.6 Технологическая схема работы предприятия утилизации автомобилей

Таким образом, резюмируя, можно сделать следующее принципиальное заключение: технологический процесс утилизации включает три основных этапа:

1. приемка и диагностирование (пост № 1);
2. осушка, демонтаж агрегатов и кузовных элементов (пост № 2);
3. детальная разборка агрегатов и узлов, сортировка по видам, материальное измельчение (участковые работы).

Работу постов предприятия можно представить как двухфазную систему массового обслуживания и используя ее математический аппарат, определить основные характеристики с учетом производственно-технологических условий. Работу участков предприятия целесообразно представить как систему массового обслуживания с накопителем требований. Такая модель будет справедлива в це-

лом для предприятия утилизации и контактирующих с ним владельцев шин, или дилерских центров в рамках программы утилизации.

2.4 Моделирование и оптимизация режима работы технологической линии утилизации автомобилей

Оптимизация постовых работ

Перед началом проведения демонтажа агрегатов и узлов с поступившей на утилизацию техники производится ее экспертная оценка специалистом предприятия. Устанавливается фирма-производитель, ее модель, возраст и техническое состояние, включая осмотр отдельных компонентов. С учетом проведенного осмотра разрабатывается индивидуальная схема разборки.

В общем случае для совершенствования работ по утилизации машин, а также сокращения потерь из-за безвозвратно потерянных, но при этом годных к дальнейшему использованию или восстановлению агрегатов и узлов в предлагаемой нами технологической цепочке предусмотрено проведение входного поэлементного диагностирования.

Таким образом, последовательное проведение работ по диагностированию и утилизации представляет собой двухфазную систему сервисного обслуживания, на которую поступает вероятностный поток соответствующих требований из хозяйств или от индивидуальных владельцев техники.

На основании множества ранее приведенных исследований в области технического сервиса, включая [14,17,34], потоки требований на обслуживание рассматриваемого вида можно принять как пуассоновские в виде (2.1).

Соответственно для решения задач обслуживания и в данном случае можно применять методы ТМО. Следует также отметить, что численными расчетами доказано, что при других законах распределения плотности потока требований с достаточной точностью можно применять методы ТМО [17].

Поскольку заказы на утилизацию в общем случае поступают от множества хозяйств, торгово-обслуживающих предприятий и владельцев машин, то поток требований на обслуживание будет неограниченным.

Образование очереди возможно как перед первой фазой на диагностирование, так и перед второй непосредственно на утилизацию. Соответствующая принципиальная схема функционирования разомкнутой двухфазной СМО с неограниченным потоком требований с ожиданием перед первой и второй фазами представлена на рис. 2.7.

Средняя плотность потока требований на обслуживание машин λ и интенсивности их обслуживания μ_1, μ_2 в обеих фазах определяется по аналогии с предыдущими случаями

$$\lambda = 1/\bar{t}_{YT}, \mu_1 = 1/\bar{t}_{OB1}, \mu_2 = 1/\bar{t}_{OB2}, \quad (2.1)$$

где \bar{t}_{YT} - средний промежуток времени между моментами поступления машин на утилизацию, ч;

$\bar{t}_{OB1}, \bar{t}_{OB2}$ - средние продолжительности одного обслуживания в первой и второй фазах, 1/ч.

Критерий оптимальности для определения параметров технологических процессов целесообразно выбрать таким, чтобы он учитывал экономические интересы как предприятия утилизации, так и заказчиков его услуг. Таким критерием является минимум суммы потерь от простоев обслуживаемых машин, а также постов диагностирования и утилизации в виде

$$C_{m\phi} = (m_{O1} + m_{O2})C_m + P_{O1}C_{\phi1} + P_{O2}C_{\phi2} \rightarrow \min, (2.2)$$

где m_{O1}, m_{O2} - количество обслуживаемых и ожидающих обслуживания машин перед первой (диагностирование) и второй (утилизация) фазами (постами);

C_m - средняя стоимость одного часа (дня) простоя машины, р;

P_{O1}, P_{O2} - вероятность простоя соответственно первой и второй фаз (постов);

$C_{\phi1}, C_{\phi2}$ - стоимость одного часа (дня) простоя соответственно первой и второй фаз (постов), р/ч.

Для обеспечения стабильности результатов оптимизации в данном случае целесообразно перейти к безразмерным относительным затратам

$$\bar{C}_{m\phi} = \frac{C_{m\phi}}{C_{\phi^2}} = (m_{01} + m_{02}) \frac{C_m}{C_{\phi^2}} + P_{O1} \frac{C_{\phi^1}}{C_{\phi^2}} + P_{O2} \rightarrow \min \quad (2.3)$$

Значения m_{01} , m_{02} , P_{O1} , P_{O2} определяются общими методами ТМО из равенств[12]:

$$m_{01} = \alpha_1 / (1 - \alpha_1); \quad (2.4)$$

$$m_{02} = \alpha_2 / (1 - \alpha_2); \quad (2.5)$$

$$P_{O1} = \alpha_2 (1 - \alpha_1); \quad (2.6)$$

$$P_{O2} = \alpha_1 (1 - \alpha_2), \quad (2.7)$$

$$\text{где } \alpha_1 = (\lambda / \mu_1) < 1, \alpha_2 = (\lambda / \mu_2) < 1. \quad (2.8)$$

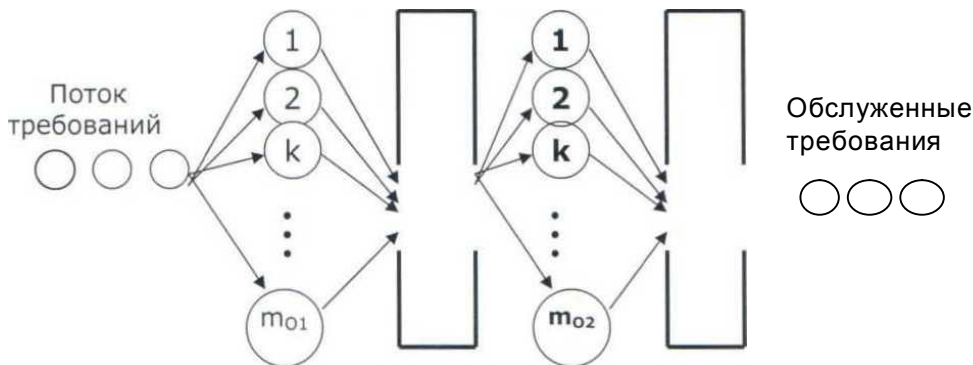


Рис. 2.7 Принципиальная схема работы двухфазной СМО с ожиданием

Можно определить также вероятность одновременного простоя пост диагностики и утилизации из-за отсутствия требований по формуле

$$P_{012} = (1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2). \quad (2.9)$$

Значения λ , μ_1 , μ_2 определяются по хронометражным и статистическими данным для соответствующих технологических операций в технологии утилизации и диагностирования, а также марок автомобилей.

Если посты диагностирования и утилизации в течение рабочего дня обслуживают разные марки машин с разными перечнями необходимых операций (в зависимости от начальной степени разукomплектованности, то вводится условное обслуживание, за которое может быть принято, например утилизация трудоемкостью, равной средней трудоемкости для конкретного типа машин. Для проведения утилизации, а также соответствующего диагностирования используются как стационарные посты в производственном корпусе перерабатывающего предприятия, так и передвижные (мобильные) средства (о передвижном poste утилизации ниже).

Одной из задач решения по критерию (2.5) является обоснование оптимальных соотношений между плотностью потока требований λ и интенсивностью обслуживания μ_1 и μ_2 за счет соответствующего подбора количества постов и мастеров-диагностов, а также слесарей-разборщиков (для проведения утилизации).

Кроме рассмотренного общего совместного решения задач диагностирования и утилизации машин возможны и другие частные решения с учетом производственных особенностей.

Участковые работы

Под участковыми работами на предприятии подразумеваются: детальная разборка агрегатов и узлов с одновременной дефектацией или сортировкой по видам материалов; демонтаж шин с дисков, сортировка пластиковых деталей по материалам, измельчение или прессование остова (кузова) машины. Для участковых работ предприятия утилизации техники может быть характерной особенностью, заключающаяся в том, что агрегаты и узлы, разобранные кузова-демонтированные пластиковые детали, могут предварительно собираться, а затем принимаются группами к переработке: агрегаты и узлы.

Для рассматриваемой системы, такие заказы предварительно собираются на складе, площадке ожидания и т. п. и через соответствующие периоды подаются

на обработку. При этом промежутки времени, через которые заказы подаются на обработку и их количество в каждой партии является вероятностными. Таким образом, имеет место система массового обслуживания с отказами, при наличии накопителя заявок.

За критерий оптимальности целесообразно принять минимум суммы потерь прибыли от ухода заказов при заполненном накопителе и от простоя, как накопителя, так и технологической линии (оборудования) из-за отсутствия заказов при недостаточной вместимости накопителя:

$$P_{PH} = Z_{PO}C_P + P_{HO}(C_H + C_T) \rightarrow \min, \quad (2.10)$$

2.5 Особенности труда персонала, задействованного в технологических процессах утилизации

В характере труда рабочих, занятых утилизацией техники, много специфического, таких элементов, которые почти не встречаются у других категорий рабочих. Прежде всего, это высокий процент ручного труда, уровень механизации труда на этих работах не превышает 12-15 %.

Наиболее массовыми разборными соединениями являются резьбовые, которые составляют 70...80% от всех соединений автомобиля. Их разборку производят с помощью ручного или механизированного инструмента.

Каждый рабочий пост (рабочее место) согласно технологическим картами техническим условиям оснащают универсальным специальным и нестандартным оборудованием, инструментами и приспособлениями. Выбор номенклатуры и количества инструмента производится по Табелю технологического оборудования и инструмента, справочникам, руководствам по текущему и кал тотальному ремонту, где указаны рекомендуемые наборы в зависимости от типа подвижного состава и размера предприятия. Разумеется, в нашей стране никаких рекомендаций по оснащению предприятий не разрабатывалось и даже не планировалось. Состав рекомендуемых наборов характеризуется наличием ключей, необходимых для работы со всеми разъемными соединениями на моделях, которые потенциально могут попасть на утилизацию.

При этом разборка отслужившей свой срок техники должна происходить быстро и технологически эффективно. Время на разборку автомобиля определяется особенностями его конструкции, конкретными элементами крепления узлов, деталей и компонентов, технической оснащённостью предприятия, наличием инструкций по проведению разборки конкретного вида техники, его техническим состоянием и рядом других причин. По статистике европейских предприятий по демонтажу и утилизации отслуживших автомобилей около 3% операций связано с отвинчиванием резьбовых соединений, на что тратится около 60 % времени [17].

Наряду с особенностями крепежных элементов экономическая эффективность утилизации автомобилей напрямую связана с временем на осушение всех жидкостей и демонтаж деталей автомобиля, ведущие европейские автомобилестроители в последнее время стали уделять этим вопросам очень серьезное внимание. При увеличении времени, затрачиваемого на осушение и демонтирование агрегатов со списанной техники, значительно возрастает полная стоимость авторециклинга и утилизации.

Анализ рекомендуемых схем и последовательностей разборки старых автомобилей, составленных различными фирмами производителями легковых автомобилей показал, что, несмотря на разные индивидуальные особенности, основные процедуры и операции по демонтажу автомобилей аналогичны для большинства легковых автомобилей [17]. Для ускорения демонтажа допускается применение отрезного механизированного инструмента и газо-электросварочного оборудования при обеспечении требований пожарной безопасности. Различные эксплуатационные жидкости должны сливаться в разные емкости (контейнеры). При сливе эксплуатационных жидкостей и демонтажа пиротехнических систем (подушки безопасности) соблюдают повышенные меры предосторожности. Каждое предприятие по демонтажу и обработке старых автомобилей может придерживаться рекомендуемых схем или выбрать свою, соответствующую с реализуемыми им целями и задачами.

По степени удобства демонтажа компонентов крепежные элементы, применяемые в конструкции автомобилей, можно разделить на условные группы по простоте демонтажа.

Таблица 2.1 Классификация крепежных соединений автомобильных компонентов

1. Быстроразъемные соединения	Магнитное, «липучка», защелка, зажим, крепеж в % или углоборота, «кнопка», застежка, клипсы, штифт
2. Разъемные соединения	Винт, болт, гайка с удобными головками одного типа-размера под инструмент и доступностью для электро/пневмоинструмента. Адгезионные соединения (склеивание), позволяющие быстро разделить без применения инструмента
	Винт, болт, гайка с головками нескольких типоразмеров, требующие замены инструмента, с доступностью для электро/пневмо-инструмента
	Винт, болт, гайка с головками нескольких типоразмеров, требующие замены инструмента, с затрудненной доступностью для электро/пневмо-инструмента
3. Неразъемные соединения	Заклепка, пайка, сварка, склеивание, вспенивание, термопосадка, прессовая посадка

Разборка агрегатов, узлов производится в строгой последовательности, предусмотренной технологическим процессом, с применением необходимого оборудования, приспособлений и инструмента. Технологический процесс разборки любой машины складывается из элементарных приемов, таких как: вывертывание болтов, вывертывание шпилек, снятие крышек и т.п. В качестве технической документации используются технологические карты (операционные и постовые), где записан весь процесс воздействия на автомобиль или его агрегаты, указаны в определенной последовательности операции их составные части, профессия исполнителей, их квалификация и места нахождения, инструмент и технологическая оснастка, нормы времени, технические условия и указания.

Норма времени состоит из нормы подготовительно-заключительного времени и нормы штучного времени. В состав нормы штучного времени входят: основное время, вспомогательное время, время обслуживания рабочие места, время перерывов на; отдых и естественные надобности. В соответствии со структурным построением различают три типа норм: дифференцированно укрупненные и типовые. На предприятиях чаще используют укрупненные нормы времени, которые

устанавливают не на отдельную операцию, а на комплекс небольших операций, связанных между собой в технологическом или организационном отношении

Технически обоснованная норма времени состоит из технически обоснованной нормы подготовительно-заключительного времени и технически обоснованной нормы штучного времени. В состав технически обоснованной нормы штучного времени ($T_{Ш}$) входят: основное время T_0 , вспомогательное время T_B) время обслуживания рабочего места $T_{ОБС}$) время перерывов на отдых и естественные потребности $T_{ОТД}$.

Технически обоснованную норму штучного времени в общем виде определяют по формуле

$$T_{Ш} = T_0 + T_B + T_{ОБС} + T_{ОТД}, \quad (2.11)$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и естественные потребности рабочего обычно исчисляется в процентах от оперативного времени

$$T_{ОП} = T_0 + T_B, \quad (2.12)$$

где $T_{ОП}$ - оперативное время, мин,

тогда технически обоснованную норму штучного времени определяют по формуле

$$T_{Ш} = T_{ОП} (1 + (a_{обс} + a_{отд}))/100, \quad (2.13)$$

где $a_{обс}$ - время на обслуживание рабочего места в процентах от оперативного времени:

$$a_{обс} = T_{обс} 100/T_{ОП}, \quad (2.15)$$

$a_{отд}$ - время перерывов на отдых и естественные потребности рабочего в процентах от оперативного времени [88].

$$a_{отд} = T_{отд} 100/T_{ОП}, \quad (2.16)$$

При наличии нормативов времени на элементарные приемы задача установления затрат времени на использование инструмента сводится к расчленению операции разборки машин, на приемы, выполняемые одним инструментом определению по таблицам нормативов затрат времени на выполнение каждого приема,

корректировке их при помощи коэффициентов и суммированию времени выполнения приемов, выполняющих одним инструментом.

Методика поэлементного нормирования [14] осуществляется через таблицы нормативов затрат времени на выполнение разборочных приемов. В нормативных таблицах, приведено штучное время на выполнение каждого приема.

При пользовании нормативными таблицами, отклонения от нормальных условий работы должны быть учтены путем умножения табличного времени на поправочные коэффициенты.

Окончательно формулу для расчета времени на разборку можно представить в следующем виде

$$T_p = K_{п.р.} \cdot \sum T_{р.р.}, \quad (2.17)$$

где $T_{р.р.}$ - затраты времени на разборку, рассчитанные по нормативным таблицам,

$K_{п.р.}$ - коэффициент технологических перерывов при разборке.

Критерием оптимальности при разработке технологических процессов утилизации может служить минимум времени на разборку единицы техники

$$T_p \rightarrow \min.$$

Соответственно, если за основу определения продолжительности разборочных операций брать нормативные таблицы, то реальным действенным способом уменьшения фактического времени демонтажа можно считать снижение коэффициента технологических перерывов при работе.

Достичь этой цели можно оптимизируя рабочее место исполнителя, усовершенствовав набор используемого оборудования и инструмента при одновременных минимальных финансовых затратах.

Например, изменение позы исполнителя при выполнении одной и той же работы снижает производительность, при расчете нормативов необходимо их корректирование на рабочую позу. После того, как проведено корректирование на фактические условия работы и позу исполнителя, приступают к корректированию по виду операции. Далее суммируют время выполнения приемов одним инструментом по снятию агрегата ,прибора, детали. Следующим этапом происходит

суммирование времени использования, частоты использования и универсальности инструмента по всем демонтажным работам за исследуемый период и строятся диаграммы, на основе которых определяется перечень необходимого инструмента. Диаграммы времени и частоты использования инструмента есть сумма всех приемов и частоты использования одного инструмента за исследуемый период (смену, месяц, и т.д.). Диаграмма универсальности инструмента показывает количество операций, в которых участвует данный инструмент. Заключительным этапом является перераспределение инструмента по группам размещения или замета ряда наименований инструмента одним, пен пускающим разрушению некоторых деталей при демонтаже.

Рабочее место должно создавать необходимые условия для наиболее эффективных экономных и простых рабочих движений. Для успешного решения этой задачи необходимо учитывать данные биомеханики, которая изучает на основе законов механики активные движения человека, исходя из анатомо-физиологических особенностей его организма. Инструменты и материалы на рабочем месте следует располагать перед работником по дуге так, чтобы он легко мог достать каждый предмет и по кратчайшему пути переместить его к месту следующего действия. Во избежание лишних движений все инструменты и материалы размещают там, где они будут использованы. Оптимальным считается рабочее пространство, ограниченное дугами, которые описываются руками рабочего при вращении в локтевом суставе, максимальным - дугами, описываемыми вытянутыми руками при их повороте в плечевом суставе

Эргономикой сформулировано несколько принципов размещения предметов в рабочем пространстве. Все эти принципы характеризуют общее правило, согласно которому предметы должны располагаться в соответствии с логикой деятельности человека. Американский ученый Е. Дж. Мак-Кормик выделяет пять таких принципов:

1. Принцип функциональной организации или группировки предметов (приборов, инструментов; материалов) по их значимости;

2. Принцип значимости, когда наиболее важные предметы размещают в зоне наилучшего восприятия;
3. Принцип оптимального расположения, когда; расположение каждого предмета зависит от его особенностей;
4. Принцип последовательного использования;
5. Принцип продолжительности использования, требующий, чтобы наиболее часто применяемые элементы помещались в самых удобных местах.

Все пять принципов следует применять в комплексе. Опираясь на фактические данные и используя эти принципы весь инструмент можно разделить на две группы: инструмент расположенный «рядом» (в инструментальном ящике) и расположенный «далеко» (в рабочем шкафу или инструментальном отделении).

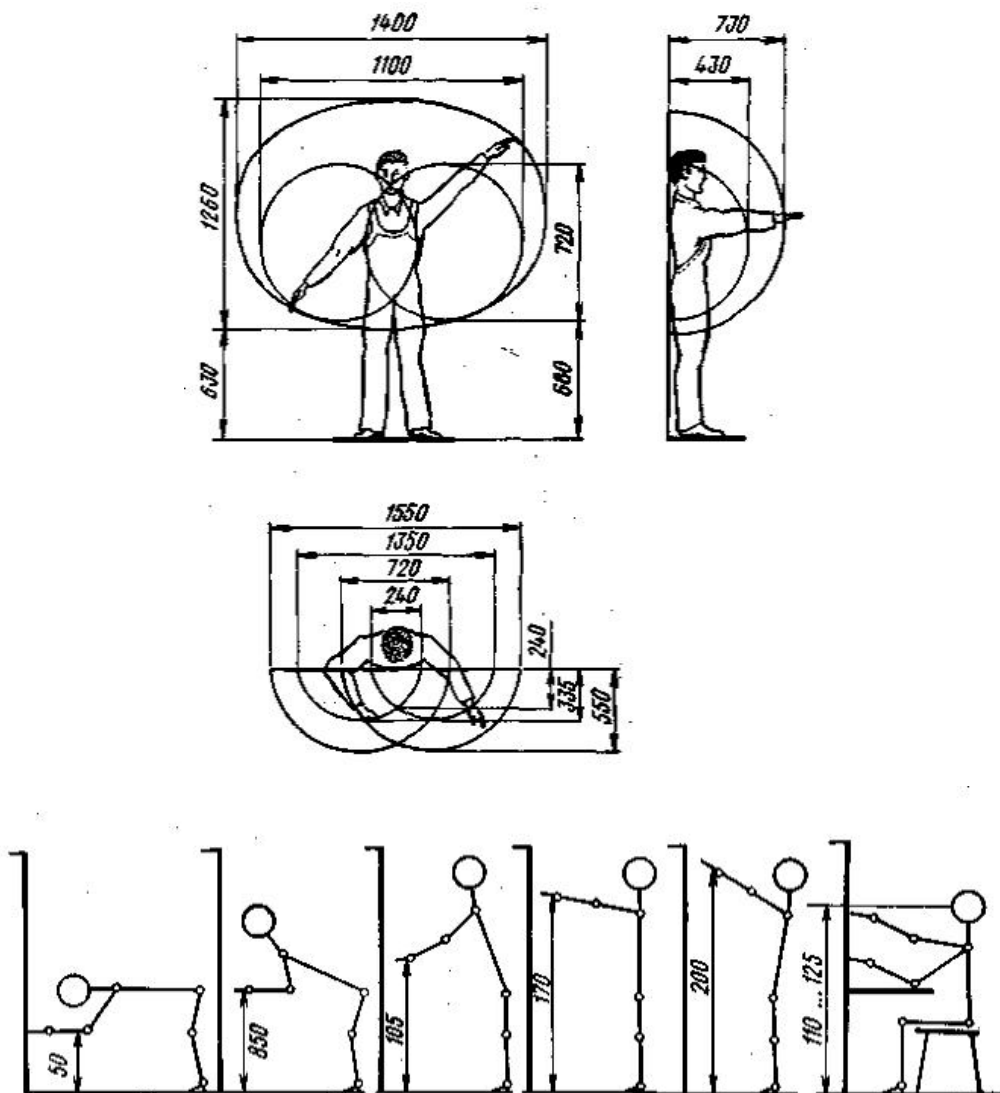


Рис 2.7 Основные размеры рабочей зоны

Анализ типовых поз исполнителей позволяет нам подойти к решению вопроса оптимизации рабочего поста, на котором будут проводиться работы по осушке агрегатов, демонтажу агрегатов и узлов, элементов кузова. Исполнение поста запланировано таким образом, что нет необходимости в наличии дополнительных подъемных механизмов, и оборудованных помещений, в то же время на нем возможна реализация достижений эргономики и оптимизации труда исполнителей.

При этом обеспечивается выполнение требований Санитарно-эпидемиологические правила СП 2.2.2.1327-03 «Гигиенические требования и организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту», введенных в действие с 25 июня 2003 на основании Федерального закона "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30 марта 1999 г № 52-ФЗ и Положения о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 июля 2000 г. № 554.

Согласно этому документу, разработка новых технологических процессов и производственного оборудования утилизации техники должна обеспечить:

- замену технологических процессов и операций, связанных с возможным поступлением опасных и вредных производственных факторов, процессами и операциями, при которых указанные факторы отсутствуют или имеют допустимые параметры;
- ограничение содержания примесей вредных веществ в исходном сырье и конечных продуктах;
- применение технологий производства, исключая непосредственный контакт работающих с вредными производственными факторами;
- применение в производственном оборудовании конструктивных решений и средств защиты, направленных на уменьшение интенсивности выделения и локализацию вредных производственных факторов;

- соблюдение требований эргономики и технической эстетики к производственному оборудованию и эргономических требований к организации рабочих мест и трудового процесса;
- механизацию и автоматизацию погрузочно-разгрузочных работ, способов транспортирования сырьевых материалов, готовой продукции и отходов производства

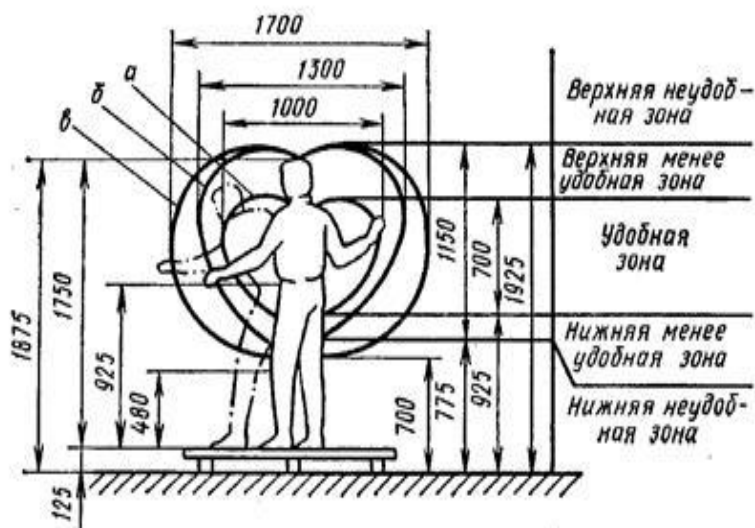


Рис 2.8 Оптимальные позы исполнителя

При разработке, организации и ведении технологических процессов должны быть предусмотрены мероприятия по охране окружающей среды обитания, том числе:

- внедрение безотходной и малоотходной технологии;
- улавливание и очистка технологических и вентиляционных выбросов;
- очистка и обезвреживание промышленных стоков;
- своевременное удаление, обезвреживание и утилизация отходов производства.

При разработке технологических процессов и конструировании оборудования следует предусматривать максимальную механизацию перемещения и ремонта оборудования и связанного с ним монтажа и демонтажа и обеспечение оптимальных условий труда при выполнении монтажно-демонтажных и ремонтных

работ. Разработанная нами концепция мобильного поста демонтажа и утилизации автотракторной техники была создана в соответствии с этими требованиями.

Выводы по главе

1. Проанализированы факторы, влияющие на работу специализированных отделов предприятия, утилизирующего автотехнику, которые являются вероятностными, следовательно, методы решения подобных задач также должны быть вероятностными.

2. Работа предприятия, утилизирующего автотракторную технику, характеризуются двумя основными типами систем массового обслуживания: постовые работы – двухфазная система с ожиданием; участковые работы – система с накопителем требований.

3. Полученные для указанных типов СМО математические модели обеспечивают разработку эффективных сочетаний входящего потока требований и производительности постов и участков предприятия, утилизирующего автотракторную технику в любых производственно-технологических условиях.

4. Повышение производительности труда на постах и участках предприятия утилизации требует наличия механизированного инструмента и подъемно-транспортного оборудования, обеспечивающего оптимальные позы исполнителей при соблюдении санитарно-гигиенических норм и требований безопасности труда.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель экспериментальных исследований - проверить разработанные в аналитических исследованиях гипотезы о виде математических моделей, а также определить численные значения входящих в них параметры.

3.1 Программа и методика экспериментальных исследований

Программа экспериментальных исследований определяется в основном необходимыми данными для реализации математических моделей, представленных в главе 2. Учитывая общий характер исследования, не было необходимости тесной привязки опытов к какому-то отдельному региону. Исходя из этого. Сбор данных и опыты проводились в разных предприятиях, таких как СТС «Русь» (97 км Минского шоссе) и др. Часть исследований, связанные определением структуры парка выбывшей из эксплуатации техники, проводилась на территории города Можайск Московской области.

Значительный объем в полученных математических моделях по функционированию различных систем массового обслуживания занимают хронометражные данные, связанные с определением плотности потока требований интенсивности их обслуживания.

Исходя из этого, основную часть опытов составляли хронометражные наблюдения, связанные с разборкой техники при утилизации.

В программе исследований большое внимание было уделено обобщению большого массива статистических материалов по основным направлениям деятельности подразделений предприятия, в сферу деятельности которого вход утилизация выбывшей из эксплуатации техники.

Намеченная программа опытов в целом позволила получить необходимую исходную информацию для практической реализации всех математических моделей.

Методика экспериментальных исследований включает:

- планирование эксперимента;
- сбор данных о количестве автомобилей выбывающих из эксплуатации;
- сбор данных о структуре парка и особенностях его технического состояния;
- сбор данных о необходимом перечне технологических операций и особенностях их выполнения в зависимости от типа утилизируемой техники;
- сбор данных о продолжительности выполнения технологических операций и факторах на них влияющих;
- обработку результатов эксперимента;
- анализ результатов экспериментов.

3.1.1 Планирование эксперимента

Под планированием эксперимента понимается составление матрицы плана эксперимента, определение необходимого числа данных в каждой точке матрицы плана.

Решаемые задачи предусматривали пассивный эксперимент. Планирование эксперимента состояло в определении числа необходимых измерений. При нормальном распределении число реализаций рассчитывается по формуле

$$n \geq \frac{v^2 \cdot t_{\alpha}^2}{\Delta^2}, \quad (3.1)$$

где v - коэффициент вариации измеряемой величины;

t_{α} - критерий Стьюдента, зависящий от принятой доверительной вероятности α ;

Δ - относительная ошибка.

Выборка считалась представительной, если при относительной ошибке 0,10 и вероятности 0,90 число измерений было не меньше расчетного значения n .

В случае, когда предварительный анализ показывал, что распределение существенно отличается от нормального, то относительная ошибка рассчитывалась после выбора соответствующего закона распределения. Если она при вероятности 0,90 не превышала 0,10, то выборка также считалась репрезентативной.

3.1.2 Методика обработки опытных и статистических данных

Для обработки опытных и статистических данных использовались известные стандартные методики, поэтому ниже приводится лишь краткое их описание.

В основу хронометражных наблюдений были положены методы, излагаемые в [17,34].

При обработке опытных данных использовались как методики общего характера, так и специализированные методики [5,8,9,14,17,22,34]

$$\lambda = \frac{X_{max} - X_{min}}{m_K}, \quad (3.2)$$

где X_{max} , X_{min} - соответственно максимальное и минимальное значения определяемой величины;

m_K - число классов в вариационном ряде.

Число классов в свою очередь определяется на основании равенства

$$m_K = 1 + 3.32 \lg n, \quad (3.3)$$

3.2 Содержание экспериментальных исследований

3.2.1 Технологический процесс утилизации

Перед началом проведения демонтажа поступившего на утилизацию автомобиля производится его экспертная оценка специалистом. Устанавливается фирма-производитель автомобиля, его модель, возраст и техническое состояние, включая осмотр отдельных компонентов. С учетом проведенного осмотра старого автомобиля разрабатывается индивидуальная схема разборки данного автомобиля. При разработке такой схемы использовалась информация, содержащаяся в системе IDIS [34,48] или дополнительно переданная изготовителем автомобиля в виде бумажной документации или в электронном виде (для отечественных автомобилей, за исключением самых современных ВАЗ-1118, ВАЗ-2170.ВАЗ-1123. отсутствует). Аналогом этой информационной базы могут служить «Комплексы работ по разборке и сборке автомобилей», хотя напрямую информацию по утилизации они не несут. Кроме того, составленная схема разборки автомобиля учиты-

вадет существующую в регионе (стране) инфраструктуру по вторичной вторичную переработке деталей и материалов, а также имеющиеся сведения о потребностях в запчастях. Именно демонтаж, восстановление, в случае необходимости, и реализация на вторичном рынке подержанных запчастей со списанных автомобилей составляют весомую долю дохода для предприятий по сбору и вторичную переработке автомобилей. Основным источником доходов являются мало изношенные двигатели и коробки передач, неповрежденные бамперы и стекла, электронные блоки, и датчики. Особенно это касается автомобилей, поврежденных в результате аварий, наводнений, пожаров, имеющих проблемы с документами. Однако, как показывает практика, большинство поступающих автомобилей, имеющих 15-20-летний срок эксплуатации, не приносят прибыли, так как, по сути, имеют отрицательную стоимость.

В соответствии с требованиями Директивы 2000/53/ЕС, с каждого старого автомобиля на предприятии утилизации должны быть демонтированы и удалены определенные компоненты, входящие в обязательный список. В перечень обязательных для демонтажа с автомобиля компонентов включаются:

- все эксплуатационные жидкости;
- аккумуляторные батареи;
- масляные и топливные фильтры;
- баки для жидкого топлива;
- баллоны для сжатого и сжиженного газа;
- шины и резинотехнические изделия;
- каталитические нейтрализаторы;
- балансировочные свинцовые грузики;
- подушки безопасности;
- все компоненты, содержащие ртуть.

Учитывая, что слив всех эксплуатационных жидкостей, демонтаж взрывоопасных пиротехнических элементов и компонентов, содержащих ртуть, не только требуют затрат времени, но и также имеют повышенные требования к выполнению работ по причинам безопасности, становится понятным, что выполнять

требования и рекомендации Директивы в полном объеме – дело довольно трудоемкое, утомительное и накладное. Причем необходимо стараться производить все эти работы быстро и эффективно, невзирая на развившуюся коррозию, уложившись по причинам экономической эффективности в очень непродолжительное время, с тем чтобы затраты на демонтаж и обработку старого автомобиля не превышали 3000 рублей, которые оговорены в российской программе утилизации. [17,34]. Иначе разборка и утилизация отслуживших автомобилей станет экономически невыгодной.

На базе двух предприятий, перечисленных выше, была проанализирована степень пригодности для демонтажа и утилизации ряда моделей автомобилей ВАЗ, АЗЛК, ГАЗ. Сравнивались применяемые детали крепления, время на проведение операций по демонтажу деталей, узлов, агрегатов. Сравнивалось и анализировалось как общее время, затраченное на полную разборку автомобилей, так и результаты разборки отдельных деталей, компонентов, узлов.

Автомобиль является объектом труда исполнителя, выполняющего операции демонтажа, но не предоставляет ему какого-то постоянного места работы, такого как, например, у рабочего-станочника или сборщика на конвейере. Выполняя рабочие движения, исполнитель принимает значительное количество поз, совершает передвижения даже в пределах одной операции.

Оценка трудоемкости такого рабочего процесса представляет значительные трудности потому, что доступность и удобство выполнения даже одноименных операций на разных автомобилях неодинаковы. Доступность и удобство выполнения операций утилизации зависят также и от антропометрических характеристик исполнителя. Этому необходимо уделять внимание при постановке и проведении опытных наблюдений для сопоставимости их результатов.

Как показывают опытные наблюдения, доступность выполнения каждой операции - это свойство конструкции, характеризующееся главным образом объемом предварительных демонтажных работ для ее выполнения.



Рис. 3.1 - Объекты утилизации в рамках эксперимента

Удобство выполнения операции - это свойство конструкции, определяющее возможность достижения цели с минимальными затратами основного времени за счет позы исполнителя, сочетаний движений рук, необходимости перемещений исполнителя или объекта воздействий, помощи второго исполнителя и других факторов.

Для исследования и анализа продолжительности демонтажа автомобилей проводилась их частичная и полная разборка преимущественно на постах текущего ремонта предприятий (за исключением трех тракторов и двух автомобилей разобранных с целью утилизации). Демонтаж деталей и компонентов проводился одним слесарем без разрушения и с частичным сохранением крепежных элемен-

тов за исключением сильно корродированных (хронометражные наблюдения большинству исследованных объектов были проведены в рамках подготовки к кузовному ремонту, что и объясняет бережное отношение к демонтированным деталям). Использовалось стандартное оборудование, приспособления и инструмент, применяемые при техническом обслуживании и ремонте автомобилей. При хронометрировании операций разборки фиксировалось реальное время на проведение операций с учетом подготовительных процедур и замены инструмента. Демонтаж деталей у полностью разбираемых автомобилей и тракторов производился однократно, то есть статистической обработки результатов произведено не было. Анализ отдельных операций демонтажа повторялся на разных автомобилях, позволяя сформировать базу данных продолжительности выполнения отдельных операций и их отклонение от среднего значения. Расчетное время, затраченное на полную разборку некоторых автомобилей одним слесарем без применения механизированного инструмента, а для тракторов с подъемно-транспортным оборудованием, показано в таблицах.

3.2.2 Оценка трудоемкости технологического процесса утилизации

В ходе проведения исследований оценивалась оперативная трудоемкость работ утилизации техники после списания на предприятии, а также некоторые операции текущего ремонта (как правило, разборочно-сборочных). Для количественной оценки используется метод фиксации времени выполнения операций при наблюдении (хронометраж).

В результате анализа исследований по оценке оперативной трудоемкости установлено, технология утилизации состоит из двух видов операций: обязательных и возможных. Операции обязательные выполняются при утилизации полнокомплектного автомобиля, имеют лишь исполнительскую часть в отличие от операций возможных, состоящих из контрольной и исполнительской частей. Контрольная часть требуется для оценки возможной технологии утилизации в случае, если автомобиль имеет значительную степень разукomплектованности, значи-

тельные коррозионные повреждения, препятствующие его разборке, механические повреждения и деформации, вызванные ударными воздействиями в ДТП или при транспортировке.

Таблица 3.1 Оценка удобства работы исполнителя по результатам опытных-наблюдений

Характерные условия выполнения операции	Коэффициент удобства при экспертных оценках исполнителей		
	удобно	не вполне удобно	неудобно
Положение корпуса:			
стоя	1	-	-
в согнутом положении	-	0,80	-
сидя на корточках	-	0,70	-
стоя с поднятыми руками	-	-	0,50
лежа	-	-	0,25
Положение исполнителя относительно объекта воздействия:			
внешнее	1	-	-
введение в объект руки или инструмента	-	0,50	-
введение в объект части корпуса	-	-	0,40
Необходимость перемещения исполнителя:			
отсутствует			
до 1 м	1	-	-
свыше 1 м	-	0,75	-
	-	0,60	-
Сочетание движения:			
работа одной рукой	-	-	-
поворот ключа возможен на 180° и более	1	-	-
на 120... 180°	-	0,90	-
на 60... 120°	-	0,85	-
на 60°	-	0,75	-
необходима поддержка вторым ключом	-	0,70	-
необходима помощь второго исполнителя	-	-	0,50
работа двумя руками	-	0,70	-
работа руками с корпусом	-	-	0,35
Визуальный контроль объекта:			
свободный и постоянный	1	-	-
возможность по прекращению работ	-	0,75	-
отсутствует (на ощупь)	-	-	0,50
Плотность соединяемых деталей или детали и инструмента:			
свободная (без нажима)	1	-	-
тугая (легкий нажим)	-	0,80	-
плотная (значительное усилие)	-	-	0,35

Продолжительность выполнения операций обоих видов может значительно изменяться случайным образом из-за различного технического состояния узлов и деталей в момент проведения работ. Продолжительность выполнения обязательных операций, как правило, подчиняется нормальному закону распределения с коэффициентом вариации около 0,26; а операций возможных - в большинстве случаев распределяется по закону Вейбулла с коэффициентом вариации 0.6. >

Оцениваемая техника была разработана, в основном, 20 и более лет а тогда вопросы пригодности техники к демонтажу и рециклингу практически не рассматривались, что и отразилось на результатах. С точки зрения утилизации некоторые операции можно было проводить проще, быстрее и эффективнее при использовании разрушающих методов демонтажа с применением слесарного инструмента (молоток, клещи) или гидравлических ножниц. Однако, в рамках настоящего исследования такие методы не применялись по организационным и финансовым соображениям.

Зафиксированное полное время разборки нельзя считать рекомендуемым при выполнении реального демонтажа отслуживших автомобилей для целей утилизации.

Наиболее неудовлетворительные результаты были получены при проведении слива всех рабочих жидкостей. Процесс слива технических жидкостей весьма трудоемок, т.к. происходит разбрызгивание жидкостей, сливные отверстия не всегда находятся в нижней точке системы, затруднен одновременный слив жидкостей, свыше 10 % жидкости остаются в системах.

В результате выполненной работы были отмечены также некоторые другие недостатки исследуемых автомобилей, в результате которых демонтаж дельных компонентов производился с большой трудоемкостью, например, панели приборов, печки-отопителя, коллектора и др. Для крепления некоторых деталей используются болты с головками различного размера, требующие замены инструмента при операциях демонтажа каждой детали. Наибольшие нарекания вызывает крепеж с крестообразным шлицем, часто срезаемым инструментом.

С учетом упрощения некоторых операций демонтажа, но при сохранении основных агрегатов и узлов разработана типовая последовательность действий персонала, направленная на утилизацию легкового автомобиля. Пример рекомендуемой последовательности операций для полнокомплектного легкового автомобиля приведен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 Рекомендуемая последовательность операций для разборки переднеприводного легкового автомобиля

1.	Установить автомобиль на рабочий пост (подъемник), включить первую передачу поставить на стояночный тормоз
2.	Открыть двери, капот и багажник.
3.	Снять АКБ.отсоединив разъемы.
4.	Снять крышку включения сигнала и кожухи рулевого ваза.
5.	Снять газогенератор подушки безопасности (при наличии), снять рулевое колес
6.	Снять капот и уплотнители капота
7.	Вывернуть пробки расширительного бачка системы охлаждения и наполнительн бачка тормозной системы.Осушить наполнительный бачок.
8.	Снять бачок омывателя, отрезать шланги и слить омывающую жидкость.
9.	Снять пробку маслоналивной горловины на крышке головки блока.
10.	Снять колпаки колес, колеса, включая запасное. Разобрать колеса.
11.	Снять задние барабаны.
12.	Отрезать или перекусить шланги и трубки подвода тормозной жидкости к тормознымцилмья всех колес и прокачать тормозную систему до полного прекращения вытекания тормозной жидкости
13.	Снять брызговик двигателя.
14.	Отвернуть сливные пробки радиатора и блока цилиндров, слить охлаждающую жидкость
15.	Отрезать шланги и провода топливного бака, снять бак и слить остатки топлива, снять бензонасос (при наличии).
16.	Слить масло из картера двигателя, коробки передач.
17.	Снять передний бампер, щитки крыльев, накладки блок-фар.
18.	Снять приемную трубу и дополнительный глушитель.
19.	Отсоединить тягу привода коробки передач от шарнира штока выбора передач
20.	Отсоединить реактивную тягу от коробки передач.
21.	Отвернуть болты крепления шаровых пальцев к поворотным кулакам.
22.	Вывести приводы колес из шестерен полуосей дифференциала (или отсоединить внутренние ШРУСы от фланцев КПП). Снять приводы колес.
23.	Снять облицовку радиатора.
24.	Отсоединить пучки проводов от блок-фар. Отрезать трубки цилиндров гидрокорректора
25.	Снять блок-фары и отсоединить рассеиватели фар.
26.	Снять дополнительные указатели поворотов.
27.	Снять расширительный бачок и бачок стеклоомывателя.
28.	Снять воздушный фильтр, вынуть фильтрующий элемент.
29.	Снять электровентилятор.

Продолжение табл. 3.2

30.	Снять радиатор и слить остатки охлаждающей жидкости, разобрать радиатор (при различии термалов бачков и теплообменника).
31.	Отсоединить от двигателя провода электрооорудования, топливные, вакуумные и охлаждающие шланги.
32.	Снять стекло очистители и разобрать.
33.	Снять монтажный блок. Отсоединить тросы привода акселератора и сцепления.
34.	Отвернуть крепления подвески двигателя, левой и правой опоры. Снять силовой агрегат через проем капота (применяя грузоподъемный механизм)
35.	Отсоединить и снять стартер, генератор, распределитель зажигания и бензонасос (при наличии), кронштейны подвески двигателя, кожух защитный ремня привода и ремень привода ГРМ.
36.	Отсоединит ь коробку передач, снять диски сцепления и маховик.
37.	Снять наружные облицовки порогов, молдинги, передний, задний, спойлер.
38.	Снять карманы, накладки и обивки дверей, ручки стеклоподъемников.
39.	Снять уплотнители дверей, окон
40.	Снять опускные стекла дверей с обоймой в сборе, отсоединить обоймы.
41.	Снять боковые и внутренние зеркала, противосолнечные козырьки, поручни верхние.
42.	Снять передние и задние сиденья в сборе, разобрать.
43.	Отвернуть болты крепления передних и задних ремней безопасности. Вытянуть ремни из инерционных катушек и отрезать. Снять пластмассовые облицовки катушек.
44.	Снять облицовки центральных стоек, стоек ветрового окна, передних и задних порогов.
45.	Снять обивки стоек задка и заднюю полку.
46.	Снять фонарь индивидуального освещения и плафон салона.
47.	Снять обивку крыши.
48.	Снять гидрокорректор с трубками
49.	Снять чехол рычага переключения передач и рукоятку.
50.	Снять облицовку ту ннеля пола.
51.	Снять воздуховоды обогрева ног.
52.	Снять щиток комбинации приборов и комбинацию приборов. Снять переключатели.
53.	Снять и разобрать панель приборов
54.	Отсоединить жгуты проводов, снять контроллер (при наличии) и кронштейн.
55.	Снять стеклоочиститель в сборе.
56.	Снять воздуховоды, снять и разобрать отопитель.
57.	Снять коврик и термшумоизоляцию салона.
58.	Снять обивки багажника.
59.	Снять фонари наружные и внутренние.
60.	Снять задний бампер.
61.	Снять термшумоизоляцию багажника.
62.	Снять ветровое и заднее стекла (срезать для клеенных стекол).
63.	Снять стекла боковин.
64.	Удалить из моторного отсека, салона, багажника пучки проводов.
65.	Отсортировать демонтированные детали по назначению и группам материалов.

Продолжительность выполнения любой из выбранных конкретных операций имеет заметные отклонения от своего среднего значения, что объясняется различным объемом работы при проведении операции, который может изменяться, прежде всего, вследствие износа соединений и механизмов, коррозии сопряженных элементов и других случайных состояний узла (см. табл. 3.3, 3.4).

Также в процессе проведения опытных исследований рассматривался подробно процесс выполнения конкретной операции. Известно, что операция состоит из суммы нескольких (б... 18 и более) взаимно независимых составляющих - ходов.

Продолжительность выполнения любого из них практически не оказывает влияния на продолжительность следующего, а доля каждого из слагаемых достаточно мала по отношению к сумме. Причем, большей частью увеличение (уменьшение) трудоемкости операций зависит от объема работ, связанных с изменением предмета приложения труда.

Независимость операций и их продолжительности дает основания считать, что весь объем работ будет подчиняться нормальному закону распределения и возникает возможность вероятностного прогнозирования оперативной трудоемкости утилизации автомобилей по точкам приложения действий.

Исходя из этих определений, по обширным результатам опытов подсчитаем величины средней продолжительности утилизации для разных образцов автомобильной техники.

Демонтаж зарубежных автомобилей имеет определенные специфику и особенности, и как следствие производится с большей трудоемкостью, чем для отечественные автомобили, что связано с дополнительным оснащением автомобилей: это гидроусилитель руля, кондиционер, потолочный люк, антиблокировочная система, подушки безопасности и другие компоненты, повышающие комфорт и безопасность автомобилей. На автомобилях европейской сборки широко используются винты и болты с внутренним шестигранным профилем. Такой профиль имеет преимущества перед крестообразным – передаваемое усилие, устойчивость к срыванию. По сравнению с болтами под обычный торцовый ключ внутренний

шестигранник позволяет использовать более компактный инструмент, что особенно важно в труднодоступных местах.

Таблица 3.3 Среднее время, затраченное на демонтаж на примере легкового автомобиля

№	Операция	Доля времени, %	Время
1	Демонтаж 4-х колес	1,3	7 мин
2	Демонтаж АКБ	0,4	2 мин
3	Слив жидкостей	10,2	46 мин
4	Демонтаж ходовой части и тормозной системы	9,5	43 мин
5	Демонтаж силового агрегата, КПП и системы отработавших газов	19,7	89 мин
6	Демонтаж рулевого механизма	19,1	86 мин
7	Демонтаж экстерьера кузова и дверей	21,9	99 мин
8	Демонтаж интерьера кузова и отопителя	17,9	81 мин
	Всего	100	453 мин

Таблица 3.4 Среднее время, затраченное на демонтаж на примере грузового автомобиля малого класса

№	Операция	Доля времени, %	Время
1	Демонтаж 6-х колес	4,7	53 мин
2	Демонтаж АКБ	0,7	6 мин
3	Слив жидкостей	5,9	56 мин
4	Демонтаж топливного бака	2,8	27 мин
5	Демонтаж капота	2,3	22 мин
6	Демонтаж радиатора	3,2	30 мин
7	Демонтаж карданного вала	1,5	14 мин
8	Демонтаж силового агрегата, коробки передач и системы отработавших газов	18,6	176 мин
9	Демонтаж передней оси	9,5	90 мин
10	Демонтаж рулевого механизма	6,9	65 мин
11	Демонтаж моста заднего	10,6	100 мин
12	Демонтаж кабины и кузова	15,9	150 мин
13	Демонтаж экстерьера кузова и дверей	8,3	78 мин
14	Демонтаж интерьера кузова и отопителя	9,1	85 мин
	Всего	100	952 мин



Рис 3.1 Расположение автомобиля на рабочем посту

Также в зарубежных автомобилях очень широко применяется профиль головок болтов под инструмент с наконечниками «TORX». Преимущество крепежа с таким профилем состоит в большей площади контактного зацепления в сравнении с профилем под крестообразную отвертку. Такой болт удобнее закручивать, и он выдерживает большие нагрузки от инструмента без деформации профиля. Новый профиль обеспечивает также лучшее попадание в него инструмента и его удержание

Выводы по главе

1. Экспериментальные исследования подтвердили возможность использования СМО для моделирования технологических процессов утилизации автомобильной техники.
2. Выявлено что, демонтаж зарубежных автомобилей имеет определенные специфику и особенности, и как следствие производится с большей трудоемкостью, чем отечественные автомобили, что связано с дополнительным оснащением автомобилей.
3. С учетом упрощения некоторых операций демонтажа, и при сохранении основных агрегатов и узлов разработана рекомендуемая последовательность операций действий персонала, направленная на утилизацию легкового автомобиля.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНИКИ

4.1 Результаты моделирования и оптимизации постовых работ по утилизации автотракторной техники

В пределах данной задачи рассматривается последовательное прохождение утилизируемой техники через посты диагностирования и разборки на узлы и агрегаты. Как показано в главе 2, такую систему работы постов в рамках технологической линии утилизации можно рассматривать как двухфазную СМО с ожиданием, на которую поступает практически неограниченный поток требований (рис. 2.7). Поскольку для разных регионов может различаться структура парка утилизируемой техники, на предприятии могут утилизироваться самые различные типы автомобилей, то основная задача моделирования и оптимизации заключается в получении таких обобщенных закономерностей и результатов, которые были бы применимы к любым типам машин в любых условиях в соответствии с равенствами (2.5)...(2.10).

Поскольку в настоящее время отсутствуют экономические показатели, связанные с определением $C_m, C_{ф1}, C_{ф2}$ в выражении критерия оптимальности (2.5), то можно пока ограничиться определением других технических показателей функционирования двухфазной системы диагностирования и утилизации. К таким показателям относятся число объектов, находящихся соответственно в первой фазе (на диагностировании) m_{01} и во второй фазе (на утилизации) m_{02} а также соответствующие вероятности простоя указанных фаз P_{01} и P_{02} в зависимости от соотношений $\alpha_1 = \lambda/\mu_1$ и $\alpha_2 = \lambda/\mu_2$ между плотностью потока требований λ и интенсивностями μ_1 и μ_2 обслуживания в каждой фазе.

Обобщенный график зависимости m_{01} и m_{02} соответственно от α_1 и α_2 приведен на рис. 4.1. По графику в зависимости от α_1 можно определить значение m_{01} в соответствии с формулой (2.6) и m_{02} в зависимости от α_2 . Значения m_{01} и m_{02} с ростом соответственно α_1 и α_2 возрастают по гиперболической зависимости.

Если задаться приемлемыми значениями α_1 и α_2 с учетом производственных площадей, то можно определить соответствующие значения m_{O1} и m_{O2} . Затем при заданной плотности потока требований λ можно определить требуемые интенсивности обслуживания μ_1 и μ_2 .

Например, если в каждой фазе можно расположить только две машины ($m_1 = m_2 = 2$), то как показано на рис. 4.1, получим $\alpha_1 = 0,65$ и $\alpha_2 = 0,745$.

При плотности потока требований $\lambda = 1$ получим требуемые интенсивности обслуживания $\mu_1 = 1,54$ и $\mu_2 = 1,34$.

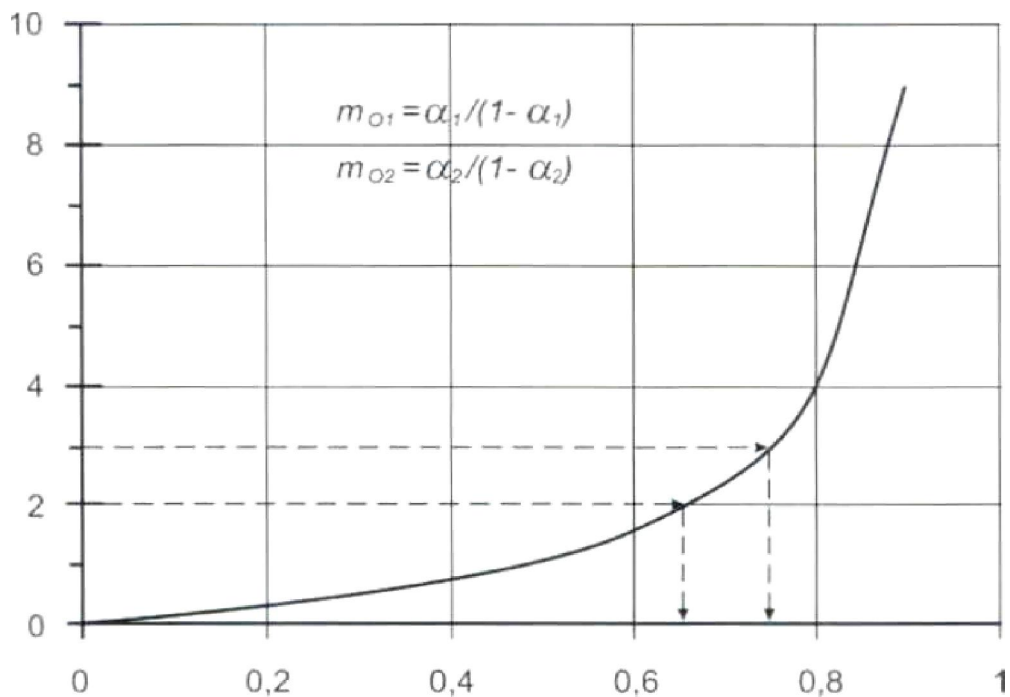


Рис. 4.1 Обобщенный график зависимости m_{O1} и m_{O2} от α_1 и α_2

Аналогичное решение можно выполнить и при разных значениях m_1 и m_2 . Например, если в первой фазе можно разместить две машины ($m_1 = 2$), а во второй – три ($m_2 = 3$), то на графике (рис. 4.1) получим $\alpha_1 = 0,65$, $\alpha_2 = 0,745$. При этом необходимы интенсивности обслуживания $\mu_1 = 1,54$ и $\mu_2 = 1,34$.

По значениям μ_1 и μ_2 можно определить необходимое количество постов, а также мастеров-приемщиков или мастеров-диагностов.

При известных значениях λ и μ_i по формулам (2.8) и (2.9) получим соот-

ветствующие вероятности простоя поста диагностирования и утилизации .
 Соответствующие графики зависимостей и от и приведены на рис. 4.2.

Например, для первого случая при получим
 , как показано на рис. 4.2 стрелками.

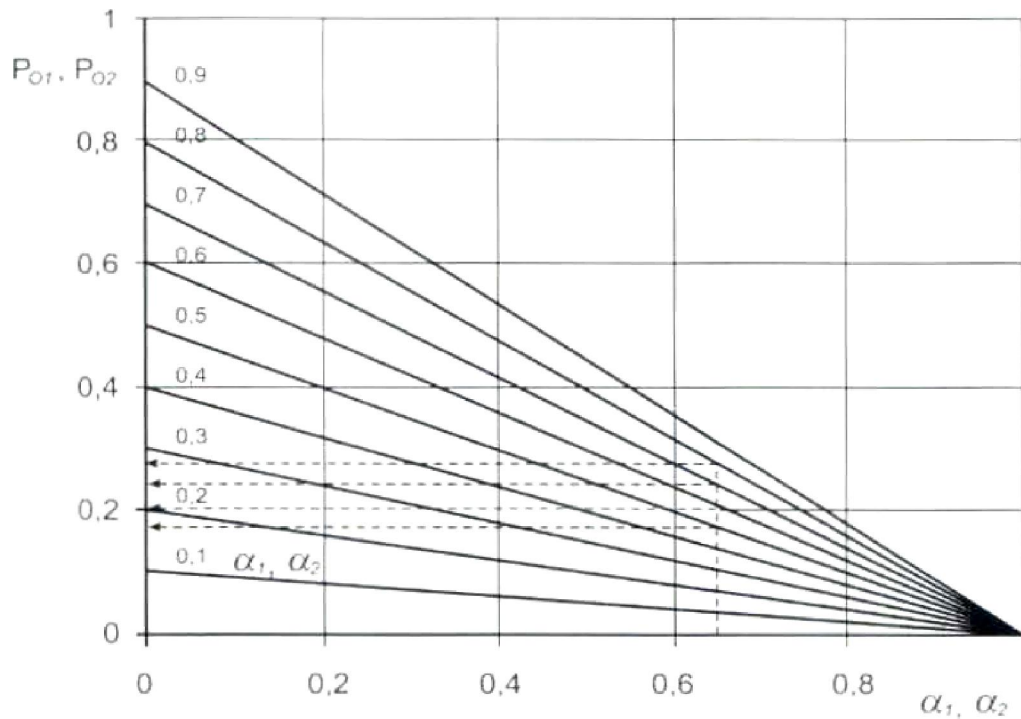


Рис. 4.2. Обобщенные графики зависимостей и от и

При , для определения значение откладываем по оси абсцисс, а - на соответствующем луче. При этом получим $=0,26$. Аналогичным образом при определении значение $=0,745$ берем по оси абсцисс, а - по лучу. При этом получим, как показано штриховыми линиями, $=0,166$.

На основании приведенных зависимостей можно решить и обратную задачу (синтеза или проектирования) постов диагностирования и утилизации. Для этого на рис. 4.2 задаемся желаемыми значениями и и определяем соответствующие им и , затем на рис. 4.1 получим и и соответствующие им производственные площади.

4.2 Результаты моделирования и оптимизации участковых работ по утилизации автомобильной техники

При работе с накопителем заказов в виде демонтированных узлов или агрегатов машин (рис. 4.9, 4.10) под n_p следует понимать вместимость накопителя по количеству принимаемых на участке к детальной разборке узлов или агрегатов, а в случае приглашения на предприятие технологических установок - количество подработанных кузовов и остовов для измельчения или прессования.

В производственных условиях оперативные расчеты с достаточной точностью можно проводить по формулам (2.54, 2.55) с получением соответствующих оптимальных параметров участков рассматриваемого вида. При этом путем соответствующего выбора приемлемой вероятности отказа в обслуживании $P_{откд}$ можно учесть и другие производственно-технологические факторы местного характера. Предварительно можно предположить, что частное $C_p/(C_H + C_T)$ в (2.54) будет меньше единицы или ненамного будет превосходить единицу. Поскольку $P_{отк} < 1$, в расчетах приближенно можно принять наиболее вероятный диапазон изменения обобщенного параметра

$$P_0 = \left(\frac{C_p}{C_H + C_T}\right) P_{откд} < 1 \quad (4.1)$$

Наличие оптимального значения λ_{opt} по критерию (2.53) наглядно видно из графика зависимости $\bar{C}_{pH} = f_C(\lambda)$ на рис. 4.3.

Основная задача в данном случае заключается в определении вместимости накопителя по количеству требований n_p в зависимости от $P_{отк}$ в обслуживании и соотношения $\alpha = \lambda/\mu$ между плотностью потока требований λ и интенсивностью их обслуживания μ , определяемой в виде

$$\mu = 1/t_{обс},$$

где $t_{обс}$ - средняя продолжительность обслуживания всей группы требований, принимаемых за один раз из накопителя.

Графики соответствующих зависимостей $n_p = f_n(\alpha, P_{OTK})$ для всего возможного диапазона изменения α и P_{OTK} представлены на рис. 4.4

Из полученных зависимостей наглядно видно, что с увеличением α необходимая вместимость накопителя n_p возрастает почти по линейному закону. При этом с уменьшением вероятности отказа P_{OTK} в обслуживании значение n_p при одном и том же α увеличивается с нарастающим темпом.

Для удобства анализа и окончательного выбора значения вместимости накопителя n_p от P_{OTK} в диапазоне значений $\alpha=0,5...4$ разработана таблица 4.1

Таблица 4.1 - Зависимости вместимости накопителя n_p от параметра α при различных значениях P_{OTK}

α	n_p при P_{OTK}						
	0,01	0,02	0,05	0,1	0,15	0,2	0,3
0.5	4	3	2,5	1,5	1	-	-
1	7	5	4	3	2	1	-
1,5	9	7	5	4	3	2	1
2	11	9	7	5	4	3	2
2,5	14	11	9	7	5	4	3
3	16	14	11	9	7	5	4
3,5	19	16	14	11	9	7	5
4	21	19	16	14	11	9	7

Из представленной таблицы наглядно видно, что с увеличением α необходимая вместимость накопителя n_p возрастает почти по линейному закону. При этом с уменьшением вероятности отказа P_{OTK} в обслуживании значения n_p при одном и том же α увеличивается с нарастающим темпом.

При значениях $P_{OTK} < 0.15$ необходимая вместимость накопителя n_p резко возрастает, соответственно увеличиваются затраты, связанные с ростом n_p . С другой стороны при $P_{OTK} > 0.15$ возрастают убытки перерабатывающего предприятия из-за потери заказов, что является менее критичным. С учетом затрат, связанных с простоем технологической линии и недополученной прибыли от потери заказов, в качестве рациональной области для выбора значений P_{OTK} , а, соответственно и n_p предлагается диапазон значений $P_{OTKp} = 0,15...0,20$.

4.3 Экономическая оценка ущерба, причиняемого окружающей среде невовлечением в процесс утилизации автотехники и ее компонентов

4.3.1. Эколого-экономический ущерб и его составляющие

Под «эколого-экономическим» ущербом от генерации загрязнений, при выбросе загрязнений в окружающую среду и при воздействиях загрязнений на реципиентов часто понимают дополнительные затраты, которые общество (в том числе физические лица) несет при возникновении последствий от генерации выброса и действия загрязнений на реципиентов. Эти дополнительные затраты, однако, реально никогда не бывают известны в силу многих непреодолимых обстоятельств. В частности, практически невозможно предсказать «натурально-вещественные» последствия выброса той или иной порции поллютантов в окружающую среду из определенного источника. [17,22]

В то же время определение модельных расчетных аналогов этой величины, своего рода экономических индексов поллютивных нагрузок в денежной форме, не только возможно, но и необходимо. Придется, однако, смириться с тем, что, в принципе, невозможно установить насколько расчетная величина отличается от «реального» экономического ущерба, причиненного загрязнением окружающей среды.

Проведем изучение и анализ составляющих экологического ущерба. Экологический ущерб оценивается как затраты общества, связанные с изменением окружающей среды и складывается из следующих затрат [17,22]:

- дополнительные затраты общества в связи с изменениями в окружающей среде;
- затраты на возврат окружающей среды в прежнее состояние (до загрязнения);
- затраты на компенсацию риска для здоровья людей;
- дополнительные затраты общества в связи с безвозвратным изъятием части дефицитных природных ресурсов.

Ущерб обществу от загрязнения окружающей среды проявляется на деятельности отдельных объектов, оказывающихся под его воздействием:

- население;
- объекты жилищно-коммунального и промышленного хозяйства;
- сельскохозяйственные угодья;
- водные ресурсы;
- лесные ресурсы.

Для каждого объекта влияния учитываются элементы дополнительных расходов (табл.4.2.).

Таблица 4.2 Элементы дополнительных расходов из-за загрязнения окружающей среды

Объекты влияния	Элементы дополнительных расходов
Население	Медицинское обслуживание, оплата лечебных отпусков, компенсация невыходов на работу, страхование жизни людей, транспортные расходы по доставке в опасные зоны.
Жилищно-коммунальное хозяйство	Ремонт и содержание зданий, уборка территорий, износ рабочей одежды, содержание зеленых насаждений, износ транспорта, ремонт и содержание металлоконструкций.
Сельскохозяйственные угодья	Потери (потенциально возможного) урожая, транспортные расходы по доставке урожая.
Вода	Потери (потенциально возможного) вылова рыбы, дополнительная очистка при обеспечении населения водой.
Лесные ресурсы	Потери продуктивности леса (древесина, ягоды, трава, грибы и т.п.), тушение пожаров.

Экологический ущерб можно определять по детализированным элементам воздействия, и укрупнено по сферам воздействия. Детализированный расчет базируется на данных объекта-аналога, фактических статистических материалах, экспертных оценках. При укрупненном расчете выделяют три группы сфер влия-

ния (атмосфера, вода, земля), по которым имеются государственные и отраслевые укрупненные оценки удельного ущерба.

Предлагается формула укрупненной оценки ущерба, причиняемого земельным ресурсам

$$Y = S \cdot \varphi(\lambda) \cdot (d_1(\lambda) + d_2(\lambda)), \quad (4.2)$$

где S - площадь нарушенных земель, га; λ - влияющие факторы; $\varphi(\lambda)$ - годовой нормативный экологический ущерб, руб./га; $d_1(\lambda)$ - расчетный коэффициент рекультивации земли без учета степени освоенности территории; $d_2(\lambda)$ - коэффициент степени освоенности территории.

Зависимости $\varphi(\lambda)$, $d_1(\lambda)$ и $d_2(\lambda)$ определяются нормативными таблицами.

Ущерб от выбросов в водные объекты определяется по формуле

$$Y = y \cdot k(\lambda) \cdot (\sum_i a_i(\lambda) \cdot m_i) \quad (4.3)$$

где: y - нормативный экологический ущерб, руб./усл.т; $k(\lambda)$ - безразмерный коэффициент, зависящий от места расположения водоема на территории страны; $a_i(\lambda)$ - показатель относительной опасности сброса примеси i -го вида в водоем, усл.т/т; m_i - масса сброса примеси i -го вида в водоем, т/год. Зависимости $k(\lambda)$ и $a_i(\lambda)$ задаются нормативными таблицами. Значение $a_i(\lambda)$ может быть определено по формуле

$$a_i(\lambda) = \frac{1}{\text{ПДК}'} \quad (4.4)$$

где ПДК - предельно допустимая концентрация примесей i -го вида в водных объектах.

Если для выбрасываемого вещества ПДК не определена, то

$$a_i(\lambda) = 5 \cdot 10^4 \text{ усл. т/т}. \quad (4.5)$$

Ущерб от выбросов в атмосферу определяется по формуле

$$Y = \Psi \cdot \sigma(\lambda) \cdot f(\lambda) \cdot (\sum_i a_i(\lambda) \cdot m_i), \quad (4.6)$$

где Ψ - нормативный экологический ущерб от выбросов в атмосферу, руб./усл.т; $\sigma(\lambda)$ - показатель, характеризующий относительную опасность загрязнения атмосферного воздуха в зависимости от типа территории; $f(\lambda)$ - коэффициент, учитывающий характер рассеивания примеси в атмосфере; $a_i(\lambda)$ - показатель относитель-

ной агрессивности примеси i -го вида, усл. т/т; m_i - масса годового выброса примеси i -го вида в атмосферу, т/год.

Зависимости $\sigma(\lambda)$, $f(\lambda)$ и $a_i(\lambda)$ задаются нормативными таблицами.

Правительством РФ устанавливаются три норматива платы за выбросы:

- в пределах допустимых объемов выбросов;
- в пределах установленных лимитов выбросов;
- сверх максимально допустимого объема выбросов.

Размер второго норматива в пять раз выше первого, а размер третьего - в пять раз выше второго.

Правительством РФ установлены следующие источники платежей за загрязнение окружающей природной среды: платежи за выбросы в пределах допустимых нормативов осуществляются за счет себестоимости продукции; платежи за выбросы сверх допустимых нормативов осуществляются за счет прибыли предприятия.

В себестоимость продукции включаются текущие затраты, связанные с содержанием и эксплуатацией очистных сооружений, золоуловителей, фильтров и других природных объектов, расходы на захоронение экологически опасных отходов, по оплате услуг за прием, хранение и уничтожение экологически опасных отходов и сточных вод.

Размер платежей предприятия за загрязнение окружающей среды может уменьшаться на величину расходов по разработке и внедрению природоохранных мероприятий. Не подлежат зачету текущие затраты на газопылеулавливающие установки, дымососы, газоотходы, являющиеся элементами технологических процессов.

Снижение или исключение платы за загрязнение допускается для предприятий социально-культурной сферы, бюджетных, энергообеспечения населения.

Затраты общества на возврат окружающей среды в прежнее состояние определяется выбираемым комплексом необходимых мероприятий, характером изменений спецификой природного объекта и особенностями региона. Так попадание нефтепродуктов в водоемы требует проведения работ по локализации разли-

ва, сбору нефтепродуктов с поверхности воды, очистке береговой зоны, спасению птиц и животных, уничтожению или вторичную переработке собранных нефтепродуктов и загрязненных материалов. Гибель участка леса влечет комплекс работ по вырубке зараженных деревьев, очистке поверхности земли, посадке и выращиванию саженцев.

Общество оценивает затраты на возврат окружающей среды в прежнее состояние как штраф организации, допустившей ущерб объектам природы или затраты на общегосударственные программы по восстановлению территорий, подвергнувшихся заражению.

Проведем анализ существующих методик по определению экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды химическими веществами с целью определения возможности их использования для расчетов экономического ущерба, причиняемого окружающей среде невовлеченными в сбор и вторичную переработку АТС и ОТО.

Выявление реципиентов, подверженных воздействию списанной автотракторной техники и ее компонентов

Оценка эффективности системы обращения с вышедшей из эксплуатации техникой и ее компонентами имеет две составляющие — экономическую (затраты, прибыль, рентабельность, окупаемость) и экологическую (экологический ущерб, наносимый окружающей среде при загрязнении воздуха, воды, почвы). В обоих случаях соответствующие показатели оцениваются в рублях (или другой валюте) и затем непосредственно сравниваются, на основании чего впоследствии делается заключение об экономической эффективности экологических мероприятий в процессах сбора, утилизации и захоронении списанной техники и ее переработанных остатков.

Для того чтобы выявить реципиентов, на которые оказывают воздействие невовлеченная в сбор и вторичную переработку техника, а также определить реципиентов, наиболее сильно подверженных влиянию негативного воздействия, предлагается использовать методику оценки вреда при загрязнении и захламлении почвы и водной среды не в денежном выражении, а с использованием систе-

мы специальных индикаторов, приведенных в [22,24,32,34,]. Они учитывают такие негативные моменты как влияние на климат, образование кислотных осадков, риск онкологических заболеваний и возможные позитивные эффекты воздействия на среду (удобрение почвы, повышение биопродуктивности водоемов). Причем эффект удобрения почвы и эвтрофикации водоемов в зависимости от концентраций веществ может иметь как положительное, так и отрицательное воздействие на среду.

В этой методике загрязнение воды, воздуха, почв вредными веществами, потребление сырья, других видов природных ресурсов (включая отчуждение земли), другие виды негативного воздействия, возникающие при обращении с вышедшей из эксплуатации техники, оцениваются с использованием расчетно-экспериментальных моделей, разработанных в МАДИ (ГТУ) [22,34].

Далее на этапе оценки эффективности, все полученные значения уровней загрязнения окружающей среды разными веществами объединяются в систему с выделением различных видов (характеристик) воздействия (позитивных или негативных) и соотносятся по отношению к какому-нибудь веществу, принятому в качестве индикатора. То есть каждое отдельное вещество выражается в эквивалентных количествах другого вещества - индикатора. Например, парниковый эффект оксидов азота выражен в эквивалентах воздействия оксида углерода – CO₂-эквивалент.

Оксиды летучих вредных веществ (оксид серы, оксиды азота и аммиак, также сульфаты (SO₄), нитраты (NO₃) и аммоний (NH₄₊), выпадающих в осадок на землю и в воду, могут оказывать негативные воздействия на различные формы растительности, способствуя обеднению многообразия видов или к вымиранию представителей флоры и фауны.

При попадании этих элементов в почву они нейтрализуют такие питательные вещества как кальций, магний или калий, что может привести к недостатку этих веществ, почвенной эрозии, вымыванию тяжелых металлов из почвы в грунтовые воды. Токсично действующие тяжелые металлы будут являться риском для человеческого здоровья и для экосистемы в целом. Измерение кислотного по-

тенциала происходит пересчетом на CO₂-эквивалент.

Таблица 4.3 Виды воздействия на окружающую среду автотехники, невовлеченной в сбор и утилизацию

Виды воздействия	Индикатор эффекта	Фактические итоговые результаты
Изменение свойств атмосферы (парниковый эффект)	[CO ₂ - эквивалент]	CO ₂ , CH ₄ , NO _x
Образование кислотных осадков	[SO ₂ - эквивалент]	SO ₃ , NO _x , NH ₃ , HCl, HF, HS
Удобрение почвы (наземная эвтрофикация)	[P ₀₄ - эквивалент]	NH ₃ , NO _x
Насыщение воды удобрения	[P ₀₄ - эквивалент]	N-содержащие, P-содержащие, химическое потребление кислорода, NO _x , NH ₄ ⁺
Токсическое воздействие на человека (риск онкологии)	[мышьяк- эквивалент]	As, Cd, Cr(VI), Ni, BaP, диоксин, бензол, полиароматические углеводороды

Аналогично окислителям могут оказывать влияние на флору и фауну эвтрофицирующие действующие вещества в почве и воде. К ним относятся оксиды азота и аммиак, взаимодействующие с компонентами почвы, а также фосфорсодержащие элементы. Эвтрофикация или избыток питательных веществ, приводит с одной стороны к росту растений, а с другой - вытеснение других растений зеленой массой азотопотребляющих растений и вследствие этого, к уменьшению биологического разнообразия. К тому же, почва не может хранить нереализованный азот, соответственно нитраты могут просачиваться через нее и насыщать грунтовую воду. Процессы, происходящие в результате этого насыщения, могут нарушать биохимическое потребление кислорода и химическое потребление кислорода.

Для оценки токсикологических характеристик используется методическое упрощение: соединение канцерогенных эмиссий вредных веществ дано в так на-

зываемых объединенных значениях уровня риска при использовании в качестве индикатора мышьяка-эквивалента.

В качестве индикаторов эффекта захламления почвы был выбран ущерб от захламления почвы, выраженный в свинец-эквиваленте, а индикатором загрязнения воды нефтепродуктами, антифризами и кислотами выбран коэффициент относительной эколого-экономической опасности, выраженный в электролит-эквиваленте.

Анализ факторов указывают на то, что основную нагрузку от вредного воздействия невовлеченных в сбор и вторичную переработку АТС и ОТО несут такие реципиенты, как почва (захламление) и водные ресурсы [22,34].

Таким образом, при определении экономической оценки ущерба, причиняемого окружающей среде невовлеченной в процесс сбора и вторичную переработки Автотракторной техникой и ее компонентами необходимо определять ущерб от загрязнения почвы и водных ресурсов.

Предлагается подход к проведению данной оценки с помощью методик определения ущерба от загрязнения окружающей среды химическими веществами, применяемых согласно «Порядка определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» применительно к почве - (У110Ч) и «Временной методике определения предотвращенного экологического ущерба» применительно к водным ресурсам.

Экономическая оценка ущерба (У), причиняемого окружающей среде невовлеченной в процесс сбора и вторичную переработки автотракторной техники определяется по формуле

$$У = У_{\text{поч}} + У_{\text{вод}} \quad (4.3)$$

4.3.2 Оценка эколого-экономического ущерба, причиняемого земельным ресурсам

При оценке фактора загрязнения почв и земель нужно иметь ввиду то обстоятельство, что земля - это пространственный хозяйственный ресурс, и одно-

временно транзитная среда при переносе загрязнений по пищевым цепям, при выносе загрязнений в водоемы со стоком по рельефу местности и т.д. Поэтому загрязнение почв приводит к двойным последствиям: оно вызывает к жизни всю поллютивную цепочку, вплоть до социально-экономических последствий загрязнения и одновременно суживает возможности использования загрязненного участка вплоть до его полного выключения из хозяйственного оборота.

Почвы относятся к землям разного вида землепользования. Даже при «укрупненном» подходе к оценке фактора загрязнения почв следует различать: городские земли в районах массовой застройки, занятые зданиями, покрытые асфальтом; земли, занятые одноэтажной застройкой и приусадебными участками в городах, поселках и деревнях; лесные земли в лесах различных групп, имеющих различную интенсивность использования недревесных ресурсов; пахотные земли; сенокосы; другие сельхозугодий; земли, занятые дорогами и транспортными магистралями (с прилегающей полосой землеотвода); территории, занятые дорогами и транспортными магистралями (с прилегающей полосой землеотвода); территории, занятые промышленными предприятиями; территории их санитарно-защитных зон; другие земли.

Динамика поведения в окружающей среде и в цепях питания антропогенных загрязнений, попадающих в почвы в качестве побочного продукта деятельности человека, либо вносимых сознательно, сложна и во многом аналогична таковой для радиоактивных веществ. Она зависит в частности от исходной физико-химической формы поллютанта, параметров почвы, климата, рельефа местности, характера использования почв [24,32].

Ранее было установлено, что основным видом негативного воздействия на земельные ресурсы невовлеченной в сбор и вторичную переработку автотракторной техники является захламление территории, то предлагается определить размер ущерба по скорректированной формуле от загрязнения земель несанкционированными свалками отходов, рассчитываемый по формуле

$$Y_{\text{поч}} = \sum_{i=1}^n H_n(i) \cdot M(i) \cdot K_3(i) \cdot K_a$$

Где $У_{поч}$ - размер платы за ущерб за загрязнение земель одним или несколькими (от 1 до n) видами отходов, руб.; $H_n(i)$ - норматив платы за захламление земель одной тонной (m^3) отходов i -го вида, руб./т., определяемый согласно табл. 10 «Порядка...».

Класс опасности определяется согласно «Временному классификатору токсичных и промышленных отходов» и «Методическим указаниям по определению класса опасности токсичных промышленных отходов»; $M(i)$ - масса отхода i -го вида, т.; K_3 - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории i -го экономического района согласно табл.6 «Порядка...»; $K_в$ - коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель согласно приложению 4 «Порядка...».

Определим значения соответствующих показателей, требуемых для проведения расчета: $H_n(i)$ - АТС состоит из компонентов, относящихся к различным классам опасности, поэтому использовалась средняя величина платы за размещение отходов III и IV класса, 372,7 руб./т.; $M(i)$ - средняя масса автомобиля принимается равной 1,2 т.; K_3 - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории Центрального экономического района равен 1,6; $K_в$ - коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель равен 10.

Таким образом, экономический ущерб от загрязнения земель несанкционированными свалками отходов от одного АТС, не вовлеченного в процесс сбора и утилизации составляет

$$У_{поч} = 372,7 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 10 = 7156 \text{ руб.}$$

Ежегодно численность техники выбывающей из эксплуатации и не востребованной на вторичном рынке на примере населенного пункта (Дмитров, Московская область) с численностью жителей 64000 человек, а автомобилей 22000, составляет 210...350 единиц. Часть этой техники (примерно две трети) «растворяется» в небольших частных сервисных предприятиях, а остальная часть захламляет территорию. На основе этих исходных данных определим величину экономическую ущерба, причиняемого почве этого населенного пункта вышедшей из экс-

плуатации техникой (116 единиц или примерно 139,2 тонны), не вовлеченной в процесс сбора и утилизации.

Для нашего примера: $Y_{noch} = 7156 \times 139,2 = 996115$ руб.

4.3.3. Оценка эколого-экономического ущерба, причиняемого водным ресурсам

Экономическую оценку ущерба, причиняемого водным ресурсам невовлеченной в процесс сбора и утилизации техники позволяет оценить «Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба».

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

$$Y_{npr}^B = \sum_{j=1}^N H_{ydrj}^B \cdot \Delta M_r^B \cdot K_9^B \cdot J_d, \quad (4.7)$$

где $\Delta M_r^B = M_1^B - M_2^B$,

Y_{npr}^B - эколого-экономическая оценка величины предотвращенного ущерба водным ресурсам в рассматриваемом r -том регионе, (далее - предотвращенный ущерб), тыс. руб./год;

H_{ydrj}^B - показатель удельного ущерба (цены загрязнения) водным ресурсам, наносимого единицей (условная тонна) приведенной массы загрязняющих веществ на конец расчетного периода для j -го водного объекта в рассматриваемом r -том регионе, руб./усл. т.;

M_1^B, M_2^B - приведенная масса сброса загрязняющих веществ в водные объекты рассматриваемого региона, соответственно, на начало и конец расчетного периода, тыс. усл. тонн; определяется согласно п. 3.1.2. «Временной методики...»

ΔM_r^B - приведенная масса загрязняющих веществ, снимаемых (ликвидируемых) в результате природоохранной деятельности и осуществления соответствующих

водоохранных мероприятий в г-том регионе в течение расчетного периода, тыс.усл.т./год.

K_3^B - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам основных рек;

J_D - индекс-дефлятор по отраслям промышленности.

Приведенная масса загрязняющих веществ рассчитывается по следующей формуле:

- для К-го конкретного объекта или направления водоохранной деятельности в регионе

$$M_K^B = \sum_{i=1}^N m_i^B \cdot K_{3i}^B, \quad (4.8)$$

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

K_{3i}^B - коэффициент относительной эколого-экономической опасности для i-го загрязняющего вещества или группы веществ;

i- номер загрязняющего вещества или группы веществ;

N - количество учитываемых загрязняющих веществ.

В структуре ущерба, наносимого водной среде Московской области основная роль принадлежит отработанному маслу, антифризу, аккумуляторному электролиту и свинцу, поэтому далее будет рассчитываться величины ущерба для данных веществ.

Расчет экономической оценки ущерба, причиняемого водным ресурсам, невовлеченной в сбор и вторичную переработку техники приведен ниже.

Определим значения соответствующих показателей, требуемых для проведения расчета: H_{ydrj}^B - показатель удельного ущерба (цены загрязнения) водным ресурсам составляет 9480,1 руб./усл.т., K_3^B - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам основных рек равен 1,2; J_D - индекс-дефлятор по отраслям промышленности не учи-

тывается, - масса фактического сброса i -го загрязняющего вещества т./год.

Для примера

- Масса масла в среднем = 11,25 кг.
- Масса антифриза (этиленгликоля) = 3,75 кг.
- Масса аккумуляторного свинца = 15 кг.

Т.к. количество списанной техники для нашего примера составляет 116, то соответственно общая масса загрязняющих веществ за год составит:

- Масса масла = 1,3 т.
- Масса антифриза (этиленгликоля) = 0,435 т.
- Масса аккумуляторного свинца = 1,7 т.

K_r^B - коэффициент относительной эколого-экономической опасности для i -го загрязняющего вещества составляет:

- Для масла = 20,00
- Для этиленгликоля = 3,5
- Для аккумуляторного свинца = 11,00

ΔM_r^B - приведенная масса загрязняющих веществ, согласно приведенной выше формуле составит:

- Для масла $\Delta M = 1,3 * 20 = 26$ т/год
- Для этиленгликоля $\Delta M = 0,435 * 3,5 = 1,522$ т/год
- Для аккумуляторного свинца $\Delta M = 1,7 * 11,00 = 18,7$ т/год

Рассчитаем величину предотвращенного ущерба от загрязнения водной среды для каждого загрязняющего элемента:

- Для масла: $U_{\text{масло}} = 9480,1 * 26 * 1,2 = 295779$ руб./год
- Для этиленгликоля: $U_{\text{этилен}} = 9480,1 * 1,552 * 1,2 = 17655$ руб./год
- Для свинца: $U_{\text{свинец}} = 9480,1 * 1,780 * 1,2 = 20255$ руб./год

Общая величина ущерба, причиняемого водной среде Москвы наиболее негативно воздействующими на неё веществами составляет:

$$U_{\text{вода}} = U_{\text{масло}} + U_{\text{этилен}} + U_{\text{свинец}} = 295779 + 17655 + 20255 = 333689 \text{ руб./год.}$$

Величина экономического ущерба (U), причиняемого окружающей среде

невовлеченной в процесс сбора и утилизации техники, согласно формуле (4.6) составляет

$$Y = Y_{\text{поч}} + Y_{\text{вод}} = 996115 + 333689 = 1329804 \text{ руб./год.}$$

4.4 Определение экономических показателей технологического проекта модельного предприятия по утилизации техники

В этом подразделе приведён расчёт экономической эффективности технологического проекта модельного предприятия по утилизации техники за расчётный период, продолжительностью 5 лет, принятый в соответствии со сроком службы оборудования, применяемого на производстве.

Для разработки технического проекта приняты следующие исходные параметры:

1. Режим работы предприятия:
 - Количество рабочих дней в неделю - 5 дней;
 - Количество рабочих смен в день - 1 смена;
 - Длительность рабочей смены - 8 часов;
 - Число календарных дней в году - 365 дней.
 - Число рабочих дней в году - 253 дня.
 - Годовая производственная программа - 113 авт./год.
2. Фонд рабочего времени
 - $\Phi_{\text{рв}} = 253 \text{ дн./год}$;
 - $\Phi_{\text{рв}} = 253 \text{ дн./год} \cdot 8 \text{ ч./см.} \cdot 1 \text{ см.} = 2024 \text{ ч./год}$.

Сырьём для модельного предприятия будут являться укомплектованные и разуккомплектованные автомобили. Предприятие будет осуществлять первичную разборку техники (демонтаж узлов, агрегатов и аксессуаров, слив отработанных жидкостей) с соблюдением всех норм и правил по утилизации отходов производства.

Готовой продукцией являются остовы автомобилей, предназначенные для продажи на предприятия, занимающиеся дальнейшей утилизацией (прессование,

шредирование, переплавка), агрегаты, узлы и аксессуары, демонтируемые с автомобилей и годные в качестве автомобильных запчастей.

В качестве основных параметров выпускаемой продукции принимаем максимальные габариты кузова (для удобства подбора транспортирующего средства) и полезный вес металлов кузова, сопутствующих узлов и агрегатов:

- Высота-1,10м.;
- Ширина - 1,62 м.;
- Длина - 4,00 м.;
- Вес черного металла - 560 кг.;
- Вес цветного металла - 40 кг.

Расчёт экономической эффективности проводится за расчётный период равный, как упоминалось выше, 5 лет, и определяется по следующей формуле

$$\mathcal{E}_m = P_m - Z_m, \text{ руб.}, \quad (4.9)$$

где P_m - стоимостная оценка результатов;

Z_m - стоимостная оценка затрат. [87]

Стоимостная оценка результатов P_m определяется так [87]

$$P_m = \sum_{t_H}^{t_k} (Q \cdot Ц) \cdot \alpha_1 \quad (4.10)$$

где Q - годовая производственная программа предприятия, Q - 116 авт./год; $Ц$ - цена готовой продукции с одного переработанной единицы, руб./авт.;

α_1 - коэффициент приведения:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1 + E_n)^t} \quad (4.11)$$

где E_n - нормативный коэффициент эффективности, $E_n=0,25$.

1 год: $\alpha_t = 1/1,25^1 = 0,80$;

2 год: $\alpha_t = 1/1,25^2 = 0,64$;

3 год: $\alpha_t = 1/1,25^3 = 0,51$;

4 год: $\alpha_t = 1/1,25^4 = 0,41$.

5 год: $\alpha_t = 1/1,25^5 = 0,32$

Проведем расчёт цены готовой продукции с одного переработанного автомобиля:

$$Ц = Ц_{чм} + Ц_{цм} + Ц_{зч}, \text{ руб./авт.}, \quad (4.12)$$

где: $Ц_{чм}$ - цена чёрного металла:

- цена за килограмм – 6,1 руб.;
- масса металла - 560 кг; $Ц_{чм} = 3416 \text{ руб./авт.}$

$Ц_{цм}$ - цена цветного металла:

- средняя цена за килограмм - 90 руб.;
- масса металла - 40 кг; $Ц_{цм} = 3600 \text{ руб./авт.}$

$Ц_{зч}$ - цена запасных частей (б/у): $Ц_{зч} = 9500 \text{ руб./авт.}$

Итак, расчетная цена готовой продукции с одного переработанного автомобиля составит:

$$Ц = 3416 + 3600 + 9500 = 16516 \text{ руб./авт.}$$

Отсюда стоимостная оценка результатов P_m :

$$P_m = \sum_{t_H}^{t_k} (Q \cdot Ц) \cdot \alpha_t \text{ руб} \quad (4.13)$$

1 - год: $P_{m1} = 116 * 16516 * 0,8 = 1\,532\,684 \text{ руб.};$

2- год: $P_{m2} = 116 * 16516 * 0,64 = 1\,226\,147,1 \text{ руб.};$

3- год: $P_{m3} = 116 * 16516 * 0,51 = 977\,086,5 \text{ руб.};$

4- год: $P_{m4} = 116 * 16516 * 0,41 = 785\,500,9 \text{ руб.};$

5- год: $P_{m5} = 116 * 16516 * 0,32 = 613\,073,9 \text{ руб.}$

$$P_m = P_{m1} + P_{m2} + P_{m3} + P_{m4} + P_{m5} = 5\,134\,492,4 \text{ руб.} \quad (4.14)$$

Стоимостная оценка затрат определяется так:

$$P_m = \sum_{t_H}^{t_k} (K + И + L_t) \cdot \alpha_t \quad (4.15)$$

где К-капитальные вложения, руб.;

И - эксплуатационные издержки предприятия, включённые в себестоимость выпускаемой продукции, руб.;

L_t - ликвидационное сальдо, руб. ($L = 0,1 \cdot K$);

α_t - коэффициент приведения.

Расчёт капитальных вложений (К) на приобретённое для предприятия оборудование приведён в таблице 4.4.

Расчёт годовых эксплуатационных издержек предприятия (И) проводится по следующей формуле:

$$И = ОТ + И_э + НР, \text{ руб.}, \quad (4.16)$$

где ОТ - оплата труда работникам с социальными начислениями, руб.;

$И_э$ - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

НР - накладные расходы предприятия, руб.

Таблица 4.4 Капитальные вложения

п/п	Наименование	Кол-во	Мощность, кВт		Балансовая стоимость, руб	
			на ед.	всего	на ед.	всего
1	Автономная станция высокого давления	2			231000	462000
2	Г гидравлические ножницы	2			100000	200000
3	Электротельфер	2	0,5	1	10000	10000
4	Подвижная каретка	2	0,06	0,12	10000	10000
5	Электросварочный аппарат	1	6	6	3500	3500
6	УГМ	2	0,5	1	5000	10000
7	Инструмент набор универсальный	4			4000	16000
8	Верстак слесарный	2			1500	3000
9	Компьютер	1	0,15	0,15	16000	16000
	ИТОГО	18	7,06	8,12	187000	730500

Оплата труда (ОТ) рассчитывается по формуле:

$$ОТ = ЗП + С_n, \text{ руб} \quad (4.17)$$

где ЗП – заработная плата работников, руб.;

C_n - социальные отчисления (налог), руб.

Расчет заработной платы (ЗП) основных и вспомогательных работников проектируемого предприятия приведен в таблице 4.5.

Таблица 4.5 Структура штатов и заработанная плата персонала

п/п	Профессия, должность	Численность	Разряд	Часовая-ставка,руб	Ставка за удел.об. работ руб./чел-час	З/П за год всего,руб
ОСНОВНЫЕ РАБОЧИЕ						
1	Бригадир	1	5		150	143700
2	Автослесарь	1	4		120	114960
3	Автослесарь	1	4		120	114960
4	Всего осн.рабочих	3				373620
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РАБОЧИЕ						
1	Слесарь-ремонтник	1	4	40		80960
2	Всего вспом.рабочих	1				
3	Итого	4				454580

Отчисления на социальные нужды (Социальный налог) производятся предприятием в государственные фонды Российской Федерации и Московской области и составляют 30 % от фонда оплаты труда (основной и дополнительной заработной платы). Это отчисления в Пенсионный фонд и отчисления в Фонд социального страхования и фонд обязательного медицинского страхования РФ;

Таким образом, отчисления на социальные нужды в год составят:

$$373620 \cdot 0,3 = 97\ 141,2 \text{ руб.},$$

где 373620 руб. - годовая заработная плата основных производственных рабочих. Отсюда:

$$OT = 454\ 580 + 97\ 141,2 = 551\ 721,2 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования (I_3) предприятия рассчитываются по формуле:

$$Э_n = З_э + З_m + A + З_{пр}, \text{ руб} \quad (4.18)$$

$З_э$ - затраты на силовую и световую электроэнергию, руб.;

$З_m$ - затраты на топливо, руб.;

А - амортизационные отчисления, руб.;

З_{пр} - прочие затраты, руб.

Проведем расчёт эксплуатационных издержек:

Определение потребности в энергетических ресурсах:

Силовая электроэнергия рассчитывается исходя из мощности установленных на оборудовании двигателей (т.е. нагрузки) и количества часов их работы, необходимого для осуществления производственного процесса.

Световая электроэнергия также определяется из нагрузки освещения (всех световых приборов) на объем помещений (268 кв.м). Эта норма составляет 37,05 кВт/час.

Фонд времени на освещение:

$$253 \text{ дн./год} \cdot 8 \text{ ч./см.} \cdot 1 \text{ см.} = 2024 \text{ ч./год},$$

где 253 - количество рабочих дней в году;

В одном рабочем дне - 1 смена, 8 часов.

Расход средств на электроэнергию представлен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 Расчет потребности энергоносителей

п/п	Наименование	На- грузка, кВт	Коэф- т ис- польз	Фонд времени (час/год)	Расход э- энер- гии(кВт в год)	Тариф (руб/г од)	Сумма (руб/год)
	Электроэнергия всего в т.ч.оборудование	44,26		2024	79656,36	2,54	202327,15
1	Электротельфер 4.702	0,5	0,6	2024	607,2	2,54	1542,29
2	Подвижная карет- ка	0,06	0,6	2024	72,86	2,54	185,06
3	Электросвароч- ный аппарат	6	0,3	2024	3643,2	2,54	9253,73
4	УГМ	0,5	0,1	2024	101,2	2,54	257,05
5	Компьютер	0,15	0,8	2024	242,88	2,54	616,92
	Освещение (све- товая энергия)	37,05	1	2024	апр.05	2,54	45692,11

Определение потребности в топливе:

Топливо на данном предприятии используется в процессе производства для обеспечения работы автономной станции высокого давления. Используется бензин марки АИ-92, средняя цена которого в городе составляет 31 рубль.

Количество бензина в год для работы определяется:

$$Q = 1.5 \cdot 0.6 \cdot 2024 = 1821,6 \text{ л./год,}$$

где 1,5 - часовой расход топлива установкой, л./ч.;

0,6 - коэффициент использования рабочего времени;

2024 - количество рабочих часов в году;

Отсюда годовые затраты на бензин равны 56 469,6 руб.;

Амортизационные отчисления

Амортизация - это процесс постоянного перенесения стоимости основных фондов на производимую продукцию в целях накопления средств для полного их восстановления. Величина амортизационных отчислений рассчитывается путем умножения балансовой стоимости на норму амортизации (в процентах, определяется нормативно по справочникам) и деления на 100. Отношение годовых амортизационных отчислений (в рублях) к балансовой стоимости основных фондов, выраженное впроцентах, называется нормой амортизации.

Для нашего предприятия сумма амортизационных отчислений на оборудование рассчитывается на основе линейного способа расчёта амортизации:

$$Ai_{\text{год}} = C^{\text{бал}} N_a, \text{ руб.}, \quad (4.19)$$

где $C^{\text{бал}}$ - балансовая стоимость объекта основных фондов, руб.;

N_a - норма годовых амортизационных отчислений:

$$N_a = \frac{1}{t_i} \text{ Руб,} \quad (4.20)$$

где t_i - срок полезного использования i -го объекта основных фондов, лет.

$t_i = 4$ года (расчётный период);

$$H_a = 0,25;$$

Получаем :

$$A1_{\text{год}} = 362\,500 \cdot 0,25 = 90\,625 \text{ руб.};$$

$$A2_{\text{год}} = 90\,625 \text{ руб.};$$

$$A3_{\text{год}} = 90\,625 \text{ руб.};$$

$$A4_{\text{год}} = 90\,625 \text{ руб.};$$

$$A5_{\text{год}} = 90\,625 \text{ руб.};$$

Прочие затраты (затраты на текущий ремонт оборудования, затраты на смазочные и обтирочные материалы и др.)

Прочие затраты по содержанию оборудования в год не превышают 7% от стоимости оборудования, что составит 25 375 рублей.

Отсюда, годовые эксплуатационные издержки составят:

$$И_э = 202327,15 + 56\,469,6 + 90\,625 + 25\,375 = 374\,796,75 \text{ руб.}$$

Накладные расходы (H_p) предприятия рассчитываются по формуле:

$$H_p = ОП + ОХ = (A_з + A_{п} + З_о + З_в + З_с + З_{пр}) + (З_п + З_{опр}), \text{ руб.}, (1.1)$$

ОП - общепроизводственные затраты, включающие в себя:

- $A_з$ - аренда земли, руб.;
- $A_{п}$ - аренда помещения, руб.;
- $З_о$ - затраты на отопление, руб.;
- $З_в$ - затраты на воду, руб.;
- $З_с$ - затраты на спецодежду, руб.
- $З_{пр}$ - прочие общепроизводственные затраты, руб.

ОХ - общехозяйственные затраты, включающие в себя:

- $З_п$ - затраты на пожарные услуги, руб.;
- $З_{опр}$ - прочие общехозяйственные затраты, руб.

Проведем расчёт накладных расходов:

Общехозяйственные (общепроизводственные) затраты.

Общехозяйственные, или так называемые общепроизводственные затраты (ОП),

включают затраты по содержанию помещений, а также затраты связанные с организацией, обслуживанием и управлением производством.

ОП являются условно-постоянными затратами, т.к. они напрямую не зависят от объема выпуска продукции. Примером тому может служить арендная плата. Эта выплата будет производиться в полном размере даже при значительном снижении производства продукции

Рассчитаем некоторые из статей общепроизводственных затрат.

Как уже было сказано выше, помещение и прилегающую к нему территорию наше предприятие по утилизации автомобилей берёт в аренду.

Арендная плата за землю начисляется от суммы арендной платы за 1 кв.м. В городе Можайске Московской области цена 1 квадратного метра земли для промышленных целей стоит 4 руб./мес. Следовательно, цена одной сотки земли в год составляет 4800 руб. Площадь участка, занятого предприятием по утилизации автомобильного транспорта составляет 13,27 сотки, следовательно, годовая стоимость аренды земли составит 63696 рублей.

Арендная плата здания включает в себя сумму амортизации здания, налог на имущество и арендный процент. Расчет ведется именно таким образом (а не через сумму арендной платы на 1 кв.м.), потому что наше предприятие занимает данное небольшое здание целиком и другие арендаторы отсутствуют.

Расчет арендной платы здания:

Балансовая стоимость здания - 2 000 000 руб.

Накопленный износ - 400 000 руб.

Остаточная стоимость (разница балансовой стоимости и накопленного износа) равна: $2\,000\,000 - 400\,000 = 1\,600\,000$ руб.

Сумма амортизации (1% от балансовой стоимости) =

$2\,000\,000 \text{ руб.} \cdot 0,01 = 20\,000 \text{ руб./год.}$

Налог на имущество (2% от остаточной стоимости) =

$1\,600\,000 \text{ руб.} \cdot 0,02 = 32\,000 \text{ руб./год.}$

Арендный процент (0,01% от балансовой стоимости) =

$2\,000\,000 \text{ руб.} \cdot 0,0001 = 200 \text{ руб. гол.}$

Арендная плата (в год) = сумма амортизации + налог на имущество + арендный процент:

$$20\ 000 + 32\ 000 + 200 = 52\ 200 \text{ руб./год.}$$

Расход средств на отопление определяется на основе соответствующих норм и нормативов исходя из объема отапливаемого помещения и продолжительности отопительного сезона в году по формуле:

$$Z_0 = H \cdot \Phi_T \cdot T, \text{ руб.}, \quad (4.21)$$

где H - нагрузка на объем помещения (1072 м. куб.) = 0,00047 Гкал./час;

Φ_T - время использования:

$$8 \text{ мес./год по } 30 \text{ дн./мес. (24 ч./сутки)} = 5760 \text{ ч./год;}$$

T тариф теплоэнергии - 1 056 руб. за Гкал./час. [127]

Сумма затрат на теплоэнергию в год:

$$30 = 0,00047 \cdot 5760 \cdot 1056 = 2858,8 \text{ руб./год.}$$

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды рассчитывается на основе норм на одного работающего по формуле:

$$Z_B = N_1 \Phi_{ТВ} \cdot N \cdot T, \text{ руб.}, \quad (4.22)$$

где N_1 - нагрузка на 1 человека - 0,025 куб.м, в сутки;

$\Phi_{ТВ}$ - время использования - 253 сут./год (как на освещение);

N - количество работающих - 4 человека;

T - тариф - 12,9 руб. / куб.м. [127]

Сумма затрат на воду в год:

$$Z_B = 0,025 \cdot 253 \cdot 4 \cdot 12,9 = 326,37 \text{ руб./год.}$$

Затраты на спецодежду.

Спецодежду работников предприятие обновляет каждый год, следовательно, необходимо произвести расчет потребности и сумма затрат на спецодежду (гигиена работников). Данные приведены в таблице 4.7

Таблица 4.7 Расчет потребности в спецодежде

п/п	Наименование	Кол-во рабочих	Потребность в год на 1 рабочего	Норма расхода	Цена	Сумма, руб/год	Сумма, руб/мес
1	Костюм х/б	4	1	4	672	2688	224
2	Ботинки	4	1	4	884	3536	294,7
3	Рукавицы	4	12	48	16	768	64
4	Перчатки	4	12	48	10	480	40
5	Сварочная маска	2	1	2	255	510	42,5
6	Защитные очки	4	1	4	250	1000	83,3
	Итого					8982	748,5

Прочие общепроизводственные затраты

К прочим общепроизводственным затратам в данном случае можно отнести:

- текущий ремонт здания и помещений (в том числе ремонт кровли, осветительно-отопительной системы, водоснабжения);
- возмещение износа малоценного и быстро изнашивающегося инвентаря (в том числе ведра, тряпки, кисти, швабры, чистящие средства для уборки помещений, необходимая мебель для работников);
- расходы на содержание здания и помещений (в том числе оплата услуг санэпидемстанции города по обработке помещений от грызунов);
- расходы на тарные материалы (в том числе тара и емкости для перемещения полуфабрикатов внутри предприятия и складирования отходов) и другие.

Эти прочие общепроизводственные затраты можно принять равными 10% от годовой заработной платы основных рабочих:

$$373\ 620 \text{ руб.} \cdot 0,1 = 37362 \text{ руб./год.}$$

Отсюда общепроизводственные затраты равны:

$$\text{ОП} = 165425,17 \text{ руб.}$$

Общехозяйственные затраты.

К общехозяйственным затратам (ОХ), относят расходы на служебные командировки, общезаводской инвентарь, на услуги пожарной безопасности, на обслуживание сигнализации здания и др.

Общехозяйственные затраты рассчитываются аналогично общепроизводственным. Они также являются условно-постоянными затратами, и напрямую не зависят от объема выпуска продукции.

Заработная плата управленческо-административного аппарата не рассчитывается в условиях данного расчёта, так как предприятие малое и действует под руководством индивидуального предпринимателя.

Плата за услуги по пожарной безопасности - 0,2% от стоимости основных фондов и прочих материальных ценностей, откорректированных с учетом их огнестойкости (корректирующий коэффициент 1,4 - 1,7):

Плата за услуги по пожарной безопасности в год:

$$730\,500 \cdot 1,5 \cdot 0,002 = 2191,5 \text{ руб./год.}$$

Прочие общехозяйственные расходы:

К прочим общехозяйственным расходам в данном случае можно отнести:

- амортизация нематериальных активов (в том числе амортизация программы по бухгалтерии «1С»);
- расходы на приобретение необходимой технической, нормативной и бухгалтерской литературы;
- оплата консультационных услуг юридического и налогового характера;
- услуги сторонних организаций по обслуживанию сигнализации здания
- стоимость износа малоценных и быстроизнашивающихся предметов (МБП) (в том числе канцтоваров, бумаги для отчетных документов, расходных материалов к компьютеру, принтеру и пр.).

Размер годовых прочих общехозяйственных расходов примем 8 % от заработной платы основных рабочих в год:

$$373\,620 \text{ руб.} \cdot 0,08 = 29\,889,6 \text{ руб./год.}$$

Сведем полученные данные о годовых затратах предприятия в таблицу 4.8.

Таблица 4.8. Годовые затраты предприятия

Вид затрат	Сумма (руб./год)
Оплата труда	551721,2
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	374 796,75
Накладные расходы:	
Общепроизводственные расходы	165425,17
Общехозяйственные расходы	29 889,6
ИТОГО:	1121832,7

Ликвидационное сальдо (L_t)

$$L_t = 0,1 \cdot 730\,500 = 73\,050 \text{ руб.}$$

Проведём стоимостную оценку затрат предприятия:

$$Z_T = \sum_{t_H}^{t_k} (И + К - L_t) \cdot \alpha_t, \text{ руб.} \quad (4.23)$$

1й год: $Z_T = (1\,121\,832,7 + 73\,050) \cdot 0,8 = 955\,906,16 \text{ руб.};$

2й год: $Z_T = 1\,121\,832,7 \cdot 0,64 = 717\,972,92 \text{ руб.};$

3й год: $Z_T = 1\,121\,832,7 \cdot 0,51 = 572\,134,67 \text{ руб.};$

4й год: $Z_T = 1\,121\,832,7 \cdot 0,41 = 459\,951,14 \text{ руб.}$

5й год: $Z_T = (1\,121\,832,7 - 73\,050) \cdot 0,32 = 335\,610,46 \text{ руб.}$

$$Z_T = Z_{T1} + Z_{T2} + Z_{T3} + Z_{T4} + Z_{T5} = 3\,041\,575,35 \text{ руб.}$$

При сопоставлении стоимостных оценок результатов и затрат получаем экономическую эффективность предприятия, которая равняется:

$$Z_T = 5\,134\,492,4 - 3\,041\,575,35 = 2\,092\,917,05 \text{ руб.}$$

Отсюда, срок окупаемости капитальных вложений равен

$$T_{ok} = \frac{K \cdot T}{Z_T}$$

где: T - время расчётного периода, лет.

При расчёте получим:

$$T_{ok} = \frac{730\,500 \cdot 5}{2\,092\,917,05} = 1,78 \text{ года.}$$

Рассматриваемое предприятие по утилизации автомобильной техники будет работать эффективно, принося прибыль его владельцу и обеспечивая стабильную заработную плату всем работникам.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Исследованиями установлено, что доминирующее положение в потоке техники, требующей утилизации занимают легковые автомобили. Свыше 30% массы легкового автомобиля, включающей материалы 1 и 2 группы опасности, поступают на захоронение в рамках, существующих в нашей стране технологических схем утилизации автотракторной техники. При ремонте автомобильной техники используется менее 50% восстановленных или повторно использованных деталей.
2. Эффективная взаимосвязанная работа средств диагностирования и утилизации машин в условиях предприятий технического сервиса достигается путем представления в виде двухфазной системы массового обслуживания, для которой установлены рациональные сочетания плотности потока требований λ и интенсивностей их обслуживания в первой μ_1 и второй μ_2 фазах.
3. Выявлены основные недостатки утилизируемой техники, вызывающие задержки на постах при демонтаже агрегатов, узлов и деталей, которые вызывают необходимость частой смены инструмента или изменения технологии демонтажа из-за разрушения крепежных элементов. Определена продолжительность выполнения технологических операций, входящих в технологический процесс утилизации автотракторной техники, которая варьируется в диапазоне от 5,5 до 16 часов в зависимости от вида техники.
4. Эффективная работа участков детальной разборки агрегатов и узлов, арендуемых предприятием мобильных подпрессовщиков или измельчителей кузовов, выполняющих работы с предварительным накоплением заявок обеспечивается при вероятности отказа в обслуживании в диапазоне $P_{отк}=0,15...0,20$ и вместимости накопителя $n_p=3...4$ при сочетаниях плотности потока требований и интенсивности их обслуживания $\alpha=2$, $n_p=5...7$ при $\alpha=3$, $n_p=9...11$ при $\alpha=4$. При плотности потока требований $\alpha \leq 1$ и $P_{отк} \geq 0,2$ организация накопителя нецелесообразна.
5. Посредством внедрения и организации эколого-ориентированной ресурсосберегающей технологии утилизации будет предотвращен ущерб, наносимый земельным ресурсам несанкционированными свалками автотехники, вышедшей из эксплуатации, и не вовлечённой в процесс сбора и утилизации техники (116 единиц), в размере 996 115 руб./год; водным ресурсам 333 689 руб./год.
6. Экономический эффект от возможного практического применения проектных решений и вовлечения того же количества техники во вторичную переработку, составит 2 092 917,05 руб. за расчетный период, равный пяти годам в ценах 2017 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоотходы в дело. //Авторынок. 2008. № 20. С. 12
2. Алдошин Н.В., Митягин Г.Е., Кулдошина В.В., Джабраилов Л.М. Выбывшая из эксплуатации техника — источник вторичных ресурсов //Техника и оборудование для села. 2008. № 5. С. 42 - 43
3. Астрецов В.М., Пожидаев В.В., Полищук О.А., Корнеев В.Г. Территориально-производственные комплексы сбора, транспортировки, переработки и захоронения коммунальных отходов. М.: ЦПП МО, 2007. - 38 с.
4. Буцко Ф. Экологическое обслуживание. // Новости авторемонта. 2006. № 8. С. 20 -23
5. Васляев М.А. Разработка единой эколого-ориентированной системы сбора и утилизации вышедших из эксплуатации автотранспортных средств. Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук 08.00.05 — М.: ГУУ, 2007. 205 с.
6. Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: Советское радио, 1972. — 552 с.
7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. -М.: Высшая школа, 1999. 576 с.
8. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. М.: Колос, 1973. - 100 с.
9. Гатаулин А.М. Система прикладных статистико-математических методов обработки экспериментальных данных в сельском хозяйстве. Часть 1,2. М.: МСХА, 1992.-159 с, 192 с.
10. Герасимов М.В. Авторециклинг в Москве: перспективы развития. // Твердые бытовые отходы. 2007. № 10. С. 52 61П
11. Глухов В.В., Лисочкина Т.В., Некрасова Т.И. Экономические основы экологии. - СПб.: Специальная литература, 1997.
12. ГОСТ 18978-73. Лом и отходы цветных металлов и сплавов. Термины и определения. М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. - 17 с.
13. Данилова Е. Грузовой российский авторынок рай для переработчика // The Chemical Journal. 2008. № 5. С. 18 – 20.

14. Джабраилов Л.М. Совершенствование транспортного обслуживания пунктов утилизации автотракторной техники : дисс. ... канд. техн. наук : специальность 05.20.03 / - Москва, 2009 - 168 с.
15. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы. С.-Пб.: НП «Региональное Энергетическое Партнерство», 2005. - 75 с.
16. Жидков А.А., Лахно А.В. Элементы технологического процесса утилизации автомобилей // Транспорт. Экономика. Социальная сфера: Сборник статей II МНПК. // МНИЦ ПГСХА. Пенза. 2015. С. 54-58.
17. Журилин А.Н. Разработка ресурсосберегающей технологии утилизации автотракторной техники. / Журилин Александр Николаевич. Диссертация ... кандидата технических наук. Москва, 2010. 170 с.
18. Ищенко А.А. Авторециклинг: проблемы, решения, организационное и законодательное обеспечение // Вторичные металлы. 2008. № 6. С. 62 -64.
19. Кибартаса А. Авторециклинг в странах Балтии. // Рециклинг отходов. 2007. № 2. С. 19-21.
20. Конкин М.Ю. Утилизация составных частей машин в системе технического сервиса // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2003. № 12. С. 3 – 6.
21. Конкин М.Ю., Романов С.А. Проблема утилизации автомобильных компонентов в России и пути ее решения // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2007. № 2. С. 120 -122.
22. Кулдошина В.В. Совершенствование технологических процессов и организации утилизации техники в системе технического сервиса АПК. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук 05.20.03 М.: МГАУ, 2008. 16 с.
23. Лахно А.В., Аношкин П.И., Жидков А.А. Основные условия эффективного использования технического оснащения предприятий по утилизации автомобилей.// Транспорт. Экономика. Социальная сфера.: Сборник статей II МНПК. // МНИЦ ПГСХА. Пенза. 2015. С. 54-58.

24. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. — М.: Высшая школа, 2003.
25. Медведева М. Авто в хлам // Аргументы и факты, 2008. № 12. С. 32
26. Митягин Г.Е., Журилин А.Н., Абдуллин Р.Р. Система автоматизированной сортировки автомобильных пластмассовых деталей. // Вестник Тульского государственного университета. Серия Автомобильный транспорт. Выпуск 2. 2009. С.258 -260
27. Михайлов Е. А. Авторециклинг по-российски // Твердые бытовые отходы, 2007. № 10. С. 18-20
28. Михайлова Т. И. Избавить от мусора и «гнилых» машин // Площадь Мира. 2007. № 46. С. 4-5.
29. Новиков А.Н., Иващук О.А. Концепция снижения экологических рисков при эксплуатации автомобильного транспорта. / Ремонт, восстановление, модернизация, №3 2005.
30. О неотложных мерах по созданию общегородской системы сбора и переработки автотранспортных средств, подлежащих утилизации ("АВТОРЕЦИКЛИНГ") (Редакция на 30.12.2003) Постановление Правительства Москвы от 5 августа 2003 года № 647-ПП.
31. Оптимизация инфраструктуры ремонтно-обслуживающей базы АПК. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007 — 52 с.
32. Павлова Е.И., Буралев Ю.В. Экология транспорта. М.: Транспорт, 1998. - 232 с.
33. Петров Р.Л. О мировом опыте организации национальных систем авторециклинга // Рециклинг отходов. 2008. - № 5. - С. 2 – 11.
34. Петров Р.Л. Экологическая безопасность автомобилей ВАЗ в полном жизненном цикле: автореф. дис... канд. техн. наук: специальность 05.05.03/. - Москва: 2006. - 23 с.
35. Райнхард В.А. Переработка старых автомобилей: Европейский опыт // Твердые бытовые отходы. 2007. № 10. С. 70-77.

36. Свиточ Н.А. Ржавая рухлядь или сырье на переработку // Твердые бытовые отходы. 2007. № 10. С. 8-11
37. Селиванов А.И. Основы теории старения машин. М.: Машиностроение, 1971. -408 с.
38. Ситтинг М. Извлечение металлов и неорганических соединений из отходов. Справочник. М.: Металлургия, 1985. — 408 с.
39. Тарасенко С. Половину российских авто можно сдать в утиль //Метро. 2009. № 37. С. 6
40. Хурумов А. Мусорный коллапс //Autonews. 2007. № 7. С. 38-40
41. Чепурных Н.В., Новоселов А.Л, Дунаевский Л.В. Экономика природопользования. Эффективность. Ущерб. Риски. М.: Наука, 1998.
42. Шаруда А.Н., Воронцов Ю.М., Корнилов В.В. Европейский опыт утилизации автомобилей // Чистый город. 2007. № 1. С. 23-24
43. Шимко Т. Прием против автолома. // Твердые бытовые отходы. 2007. № 10. С. 14-17
44. Шитикова Е. Жесткий кастинг в утиль // За рулем регион. Москва. 2010. № 3. С. 4.

Интернет сайты

45. www.zr.ru
46. www.auto.vesti.ru
47. www.ecocom.ru
48. www.idis2.com
49. www.waste.ru
50. www.newchemistrv.ru
51. www.omnexus.com
52. www.traleks.ru
53. www.drobus.ru