

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 656.1

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЦИКЛИНГА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ,  
ВЫШЕДШИХ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Ю.В. Тарасов, доц., к.т.н., А.А. Молодан, доц., к.т.н.,  
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

*Аннотация.* Решается актуальная проблема разработки современных требований по утилизации автомобилей. Предложен показатель эффективности рециклинга, который позволит осуществлять наиболее значимые для стран с разным уровнем экономического развития мероприятия по утилизации и переработке отходов.

*Ключевые слова:* авторециклинг, утилизация, эффективность рециклинга, экономическая эффективность, экологические проблемы.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РЕЦИКЛІНГУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ,  
ЩО ВИЙШЛИ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Ю.В. Тарасов, доц., к.т.н., А.О. Молодан, доц., к.т.н.,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Анотація.* Вирішується актуальна проблема розробки сучасних вимог до утилізації автомобілів. Запропоновано показник ефективності рециклінгу, який дозволить здійснювати найбільш значущі для країн з різним рівнем економічного розвитку заходи з утилізації та переробки відходів.

*Ключові слова:* авторециклинг, утилізація, ефективність рециклінгу, економічна ефективність, екологічні проблеми.

EVALUATION OF RECYCLING EFFICIENCY OF VEHICLES RELEASED  
FROM OPERATION

Yu. Tarasov, Assoc. Prof., Ph. D., A. Molodan, Assoc. Prof., Ph. D.,  
Kharkiv National Automobile and Highway University

*Abstract.* The pressing problem of developing modern requirements of vehicle scrappage is considered in the given article. An indicator of recycling efficiency, which will make it possible to carry out the most significant activities on waste utilization and recycling for countries with different levels of economic development is offered.

*Key words:* auto-recycling, utilization, efficiency, recycling, economic efficiency, environmental issues.

## Введение

В настоящее время коэффициент вторичной переработки в Европе в среднем составляет около 80–85 % от массы автомобиля, а коэффициент утилизации – 95 % с учетом сжигания органических отходов с утилизацией об-

разуемой энергии и тепла. Основное правило утилизации, применяемое сегодня в Европе и США, состоит в том, что ответственность за утилизацию старого автомобиля несет не столько его собственник, сколько производитель. В настоящее время практически все ведущие производители автомобилей за рube-

жом связаны между собой добровольными соглашениями, касающимися последующей утилизации производимых ими автомобилей [1]. Так, с 1994 года действует соглашение между компаниями BMW, Fiat и Renault, в соответствии с которым каждая из них организует переработку машин этих трех марок у себя в стране. А компания Mercedes-Benz устанавливает на все детали, которые должны быть повторно переработаны после снятия с автомобиля, специальный знак, означающий пригодность к рециклингу, а также кодовый номер, указывающий на вид используемого сырья.

### Анализ публикаций

Стандартный процесс авторециклинга предусматривает следующее: сбор старых автомобилей с выдачей владельцу автомобиля сертификата об утилизации, слив всех эксплуатационных жидкостей, удаление экологически опасных компонентов, демонтаж комплектующих элементов, которые можно использовать для продажи как запчасти или пригодных для экономически эффективного рециклинга материалов (рис. 1) [2–4].

На рис. 1 представлена схема утилизации используемого сырья и материалов в производственных или иных процессах посредством рециклинга [5].

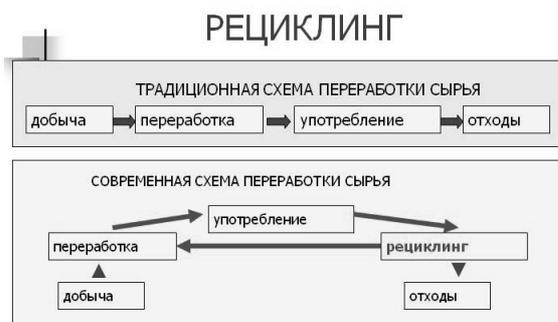


Рис. 1. Схема утилизации при рециклинге

Экологический фактор в осуществлении рециклинга является ключевым. Отработавшие свой срок автомобили содержат ряд вредных веществ, потенциально опасных для окружающей среды, в частности, остатки горючего и масел, свинец и серную кислоту, этиленгликоль, фреоны, ртуть, никель, свинец, кадмий и др. Кроме того, сам технологический процесс утилизации порождает отходы (например, пыль и стружку). Поэтому природоохранное регулирование отрасли утили-

зации автомобилей направлено в первую очередь на минимизацию утечек и выбросов этих веществ в окружающую среду и содержит соответствующие технические требования к оборудованию и технологическим процессам компаний-операторов. Эти требования типичны для предприятий, занимающихся переработкой опасных отходов [6, 7].

При рассмотрении экономической составляющей рециклинга играет роль становление масштабной индустрии утилизации переработки промышленных бытовых отходов, что является важнейшей экономической задачей (табл. 1), решение которой приведёт к развитию экономической системы рециклинга, а именно – к оздоровлению экологической ситуации, увеличению количества предприятий малого и среднего бизнеса, созданию новых рабочих мест, сохранению природных энергетических ресурсов Украины.

Переработка отходов производства является насущной проблемой, стоящей на пути сбалансированного развития мирового сообщества. О важности этой проблемы свидетельствуют не только огромные запасы всевозможных промышленных бытовых отходов, но и принятые в подавляющем большинстве государств мира законодательные и подзаконные акты, направленные на регламентацию и поддержку деятельности, связанной с утилизацией и повторным использованием отходов.

Опыт утилизации отходов в зарубежных странах показал, что рыночные отношения сами по себе не способны эффективно регулировать процессы обращения с отходами и, в первую очередь, процессы ресурсосбережения [2, 4, 8–10].

Большинство стран Европы и США решают вопросы ресурсосбережения и обращения с отходами сочетанием государственных и рыночных механизмов регулирования работ. Для того, чтобы направление повторного использования отходов стало приоритетным и выгодным Украине, необходима коррекция законодательной нормативной базы в области ресурсосбережения.

Проблема сокращения отходов тесно связана с вопросами устойчивого экономического развития. Это связано с постоянно растущим спросом на сырьё, при одновременном со-

кращении доступных запасов и конечной ищчерпанности природных ресурсов. Рациональное использование ресурсов становится

критически важным для обеспечения сырьем общественного производства.

Таблица 1 Ресурсы, которые получит Украина от программы утилизации транспортных средств

Процесс	Основные участники группы	Продукт программы утилизации
1. Рынок сырья (руда, лом, каучук...) для производства полуфабрикатов для автокомпонентов: покупка-продажа	Горно-металлургические, ломозаготовители, нефтяные и нефтехимические компании	Лом и другие виды сырья, экономия энергоресурсов при производстве металлов с использованием лома – от 20 до 99 % (от типа лома)
2. Квалифицированные кадры отрасли: непосредственное выполнение обязанностей на рабочих местах, исходя из накопленного опыта и знаний	Специалисты в основной и смежных отраслях	Занятость, стабильность размера оплаты труда
3. Производство полуфабрикатов (для автокомпонентов)	Металлопрокатные заводы, литейные производства	Металл и другие виды полуфабрикатов. Стабильность цен, формирование цивилизованного рынка сырья – критически важно для локализации производств в Украине
4. Рынок металлов (полуфабрикатов) для производства автокомпонентов: покупка-продажа	Заводы, трейдеры, снабженческие сервисные компании.	
5. Производство автокомпонентов и необходимой продукции	Производители автокомпонентов, штамповка, производители двигателей, аккумуляторов, автоэлектроники	Стабильность заказов. Открытие новых производств с целью локализации в Украине
6. Технологии, отраслевая наука, а также подготовка, обучение, повышение квалификации, отраслевые знания	НИИ, конструкторские бюро, лаборатории при производителях, ВУЗы	Увеличение объема финансирования
7. Рынок готовых автокомпонентов, шин, масел и т.д.	Легальные: торговые центры (рынки) запчастей, официальные сервисы дилеров, трейдеры. Нелегальные: черный и серые рынки запчастей	От 300 млрд грн. в год (при полномасштабной утилизации) – увеличение рынка легальных автокомпонентов, благодаря полной утилизации старых машин
8. Производство машин (автосборка, конвейер)	Автозаводы, сборочные производства	Стимулирование спроса до 15–20 %, стабильность спроса
9. Доставка новых машин к автодилерам и подготовка к продаже (автосалоны), продажа, цикл использования машины	Логистические сервисные компании, автодилеры, техцентры, банки и страховые компании. Покупатели – владельцы машин	Рост заказов, потребители получают значимые для них скидки на машины
10. Рынок готовых машин (новые и старые)	Владельцы машин, посредники, авторынки, салоны «trade in», ...	Стабильность, снижение среднего возраста машин
11. Переработка вышедших из эксплуатации машин (разбор, утилизация, сервис)	Легальные: утилизаторы (ломопереработчики), переработчики шин, аккумуляторов, частные сервисы. Нелегальные: частные гаражи, «разборка» машин на запчасти...	Создание новой отрасли утилизации, уменьшение доли «черного» рынка
12. Управление (промышленная политика и финансы)	Минпромторг/Минтранс/Минфин	Возврат вложенных в программу утилизации средств с мультипликатором 3 – каждая группа платит налоги. То есть при вложенном 1 млрд грн возврат составляет 3 млрд грн

Зачастую использование вторичных ресурсов улучшает технико-экономические показатели производства, поскольку возникает экономия энергии при замещении первичного сырьевого ресурса вторичным.

### Цель и постановка задачи

Анализируя постановления и директивы ЕС, национальные законы европейских стран, устанавливающих требования и нормативы по организации системы авторециклинга автомобильных компонентов и материалов, следует отметить, что отсутствует единый критерий, позволяющий определить эффективность мероприятий рециклинга. С помощью такого критерия предполагается выявлять, осуществлять наиболее значимые для общества в целом мероприятия по утилизации, переработке отходов для стран с разным уровнем экономического развития.

Однако такой обобщающий показатель результативности рециклинга, по нашим данным, еще не разработан. В работе [13] была сделана попытка оценки эффективности рециклинга, но не учитывался фактор повторного использования в народном хозяйстве деталей (агрегатов), полученных при разборке транспортных средств для утилизации.

### Оценка эффективности рециклинга транспортных средств

Повышение эффективности управления отходами остается одной из важнейших задач в сфере материального производства и непродуцированной сфере. Учитывая наблюдаемый рост образования отходов, первоочередное внимание следует уделять снижению их образования, максимально возможному вовлечению отходов в хозяйственный оборот.

Наряду с этим необходимо обеспечивать экологически безопасное обращение с отходами в процессе производства продукции и оказании услуг, при обезвреживании и размещении опасных отходов. По существу, авторециклинг в Украине находится сегодня вне зоны правового поля, т.к. Закон Украины «Про утилізацію транспортних засобів» от 04.07.2013 г. № 421 был отменен в 2014 году [11]. Развитие авторециклинга затрагивает и решает вопросы следующего характера:

1) экологического:

– частичное решение проблемы ограниченности невозобновимых природных ресурсов и источников энергии;

– уменьшение отходов, загрязняющих воздух, почву и водные объекты;

2) социального:

– решение проблемы обеспечения личным автотранспортом граждан;

– создание дополнительных рабочих мест на предприятиях, перерабатывающих непригодные к эксплуатации автомобили;

3) экономического:

– поддержка украинской автомобильной промышленности;

– возможность использования вторичных ресурсов автотранспортного комплекса (получение вторичного сырья в процессе переработки автопокрышек, кузовов, свинцово-кислотных аккумуляторов, пластика и прочих материалов) [12].

По нашему мнению, при рассмотрении эффективности рециклинга следует обратить внимание на следующие ключевые вопросы в сфере ресурсосбережения: экономическую эффективность использования ресурсов и предотвращение загрязнения окружающей среды. Также необходимо учитывать наличие в необходимых объемах тех или иных отходов на исследуемых территориях и возможность повторного использования в народном хозяйстве деталей (агрегатов), полученных при разборке транспортных средств во время утилизации, которое позволит продлить эксплуатацию отремонтированного таким способом автомобиля. Предлагается ввести понятие «показатель эффективности рециклинга» ( $P_R$ ), учитывающий наиболее важные факторы

$$P_R = E \cdot I_E \cdot K \cdot U_R, \quad (1)$$

где  $P_R$  – показатель эффективности рециклинга;  $E$  – показатель экономической эффективности рециклинга;  $I_E$  – показатель экологической значимости рециклинга;  $K$  – показатель относительного объема предполагаемого рециклинга;  $U_R$  – уровень повторного использования в народном хозяйстве деталей (агрегатов), полученных при разборке транспортных средств для утилизации.

Показатель  $U_R$  позволяет осуществлять наиболее значимые для общества в целом

мероприятия по утилизации, переработке отходов для стран с разным уровнем экономического развития. Измеритель (показатель  $U_R$ ) находится в пределах 0,1–1; чем больше его значение, тем больше деталей (агрегатов), полученных при разборке транспортных средств для утилизации, идет на повторное использование (что соответствует странам с неразвитой экономикой).

В соответствии с представленной моделью, эффективность рециклинга для общества в целом (а не для отдельных исполнителей работ) зависит от следующих составляющих: экономической, экологической, объема рециклинга и уровня повторного использования деталей (агрегатов) в народном хозяйстве. Измеритель (показатель  $P_R$ ) находится в пределах 0,1–1,0. Чем больше его значение, тем эффективнее рециклинг.

Экономическая составляющая отражает экономическую эффективность всего процесса рециклинга.

Несмотря на отсутствие законодательной и концептуальной баз рециклинга, в Украине имеется солидный научно-технологический задел оценки экономической эффективности этих процессов. Применительно к рециклингу опыт экономической оценки процессов особенно развит в области утилизации и переработки отходов металлов.

Анализ накопленного опыта позволяет утверждать, что по совокупности своих возможностей металлургия является областью промышленности, приспособленной более всего для переработки промышленных бытовых отходов и, в частности, для рециклинга металлосодержащих материалов. И это экономически высокоэффективный бизнес. Экологическая составляющая отражает степень предотвращения негативного воздействия отходов на окружающую среду.

Это отражается как в полном предотвращении экологически негативного воздействия, так и в уменьшении наносимого отходами экологического вреда. Учитывается степень опасности отходов для окружающей среды (человека), степень «самоликвидации», разложения отходов. Составляющая объема рециклинга отражает количественное содержание отходов на территории (страны, региона). Введение этого показателя обу-

словлено их неоднородностью в регионах. Например, для некоторых стран доля радиоактивных отходов ничтожно мала или отсутствует вовсе по сравнению с другими странами.

В промышленных регионах весьма значительна доля металлолома, а в курортных – бытовых отходов и т.д. Ежегодно в Украине образуется порядка 850 млн тонн отходов, в том числе твердых бытовых отходов – 9 млн тонн. Состав отходов, их вредное воздействие на экологию и экономическая эффективность процесса их рециклинга существенно отличаются по регионам. При этом эксперты считают, что до 10 % бытовых и до 50 % промышленных отходов вполне могут быть переработаны во вторичное сырье по существующим технологиям.

Малый бизнес, на плечи которого в настоящее время легла вся тяжесть создания функционирования сети предприятий по сбору и переработке отходов, не способен справиться с рециклингом отходов и имеет низкий показатель  $P_R$ . Следует признать, что до сих пор в стране с низкой активностью формируется инфраструктура, обеспечивающая сбор, транспортировку и переработку отходов. Основной операцией, завершающей жизненный цикл отходов, остается их размещение в местах временного захоронения.

### Выводы

Национальная система авторециклинга не может строиться исключительно на рыночных принципах – обязательным ее организационно-экономическим элементом должно являться административное регулирование. Формирование национальной системы авторециклинга необходимо производить на основе приоритетного изучения передового международного опыта в данной сфере, который, как показывает практика, в настоящее время является действительно эффективным инструментом обеспечения устойчивости автомобильных рынков.

Высокоэффективные результаты рециклинга, характеризующиеся высокой величиной показателя  $P_R$ , подлежат проработке предприятиями на коммерческой основе, а низкоэффективные – реализуются с помощью государственной поддержки (на общегосударственном или областных уровнях).

Государственная поддержка должна быть отражена в правовых актах, узаконивающих и стимулирующих поддержку развития рециклинга Украины, а также в бюджетном субсидировании мероприятий с низким значением показателя  $P_R$ .

### Литература

1. An international comparative study of end-of-life vehicle (ELV) recycling systems: [Электронный ресурс] // Journal of Material Cycles and Waste Management, Sep 2013. URL: <http://paperity.org/p/34651505/an-international-comparative-study-of-end-of-life-vehicle-elv-recycling-systems>.
2. Automotive Recyclers Association, Auto Recycler Magazine, Pricewaterhouse Coopers, «Журнал автомобильных инженеров»: [Электронный ресурс]. Manassas, 2010. URL: <http://www.a-r-a.org/>.
3. Трофименко Ю.В. Утилизация легковых автомобилей / Ю.В. Трофименко, Ю.М. Воронцов, К.Ю. Трофименко. – М.: Акпресс, 2011. – 344 с.
4. Бобович Б. Б. Утилизация автомобилей и автокомпонентов / Б. Б. Бобович. – М.: МГИУ, 2010. – 176 с.
5. Системный подход к программе авторециклинга [Электронный ресурс] // Кузов: журнал профессионалов авторемонта. – 2011. – Режим доступа до ресурсу: [http://www.kuzov-media.ru/articles/sistemnyy\\_podkhod\\_k\\_programme\\_avtoretsiklinga.html](http://www.kuzov-media.ru/articles/sistemnyy_podkhod_k_programme_avtoretsiklinga.html).
6. Юсфин, Ю.С. Промышленность и окружающая среда: учебник для вузов по направл. подгот. дипломир. спец. 651300 «Металлургия» / Ю.С. Юсфин, Л.И. Леонтьев, П.И. Черноусов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 468 с.
7. Рециклинг отходов [Электронный ресурс] // Специализированный информационно-аналитический журнал. – 2008, №14; 2008, №15; 2008, №16. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.waste-recycling.ru/>.
8. Кутенев В.Ф. Состояние и перспективы создания системы утилизации АТС в России / В.Ф. Кутенев, А.С. Теренченко // Автомобильная промышленность: научно-технический журнал. – 2008. – №10. – С. 7–9.
9. Куда все это девать? [Электронный ресурс] // Кузов: автомобильный журнал. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: [http://www.auto-infosite.ru/site/www\\_kuzov\\_media\\_ru.html](http://www.auto-infosite.ru/site/www_kuzov_media_ru.html).
10. Тылинская Н. Утилизация при автосервисе / Н. Тылинская // Правильный автосервис: журнал. – 2010. – №2. – С. 58.
11. Закон Украины «Про утилізацію транспортних засобів» от 04.07.2013 г. № 421. [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/T130421.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T130421.html).
12. Петров Р.Л. Системы утилизации легковых автомобилей / Р.Л. Петров // Автомобильная промышленность: научно-технический журнал. – 2007. – №7. – С. 3–5.
13. Абрамов А.В. Оценка эффективности рециклинга (вторичной переработки) [Электронный ресурс] / А.В. Абрамов, О.С. Кусарева // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС РОССИИ. – Режим доступа к ресурсу: <http://vestnik.igps.ru/wp-content/uploads/V4/7.pdf>.

Рецензент: В.П. Волков, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 25 января 2016 г.