

8. Вумек, Дж. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Дж. Вумек, Д. Джонс; пер. с англ. – 10-изд. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 472 с.

9. Трофимова, М.С. Исследование эффективности инструментов бережливого производства TPM и SMED на примере работы оператора наладчика пресса FEINTOOL / М.С. Трофимова, С.М. Трофимов // Машиностроение и автоматизация. – 2014. – С. 247-249.

УДК 330.15

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ В ОТРАСЛИ ШИННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*студент Марданов Эмиль Эльчин оглы
к.э.н., старший преподаватель Ветрова Мария Александровна
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. В исследовании рассматриваются проблемы утилизации бывших в употреблении автотранспортных шин, способы их переработки и экономическая эффективность существующих методов.

Ключевые слова: обращение с отходами, переработка, ресурсосбережение, утилизация, шинная промышленность, экономическая и экологическая эффективность.

RESOURCE SAVING AND FORMATION OF AN EFFECTIVE RECYCLING SYSTEM IN THE TIRE INDUSTRY

*Emil E. Mardanov
Maria A. Vetrova
st069311@student.spbu.ru
St Petersburg University, Russian Federation*

Annotation. This paper discusses the problems of waste tires, options for their recycling and the economic efficiency of existing methods.

Keywords: green economy, recycling, resource saving, tire industry, economic efficiency.

Ежегодно в России становятся непригодными для использования около миллиона тонн автотранспортных покрышек [2]. Фактическое отсутствие

системного подхода к экологически эффективной утилизации, в том числе и в отрасли шинной промышленности, стало причиной появления несанкционированных свалок, влияющих на загрязнение почв и подземных вод, оседания в отходах вторичных ресурсов и отсутствие возможности экономии первичных ресурсов, создания рабочих мест в области переработки бывшей в употреблении продукции, а также сокращения существенного давления на окружающую среду. Всё это свидетельствует об актуальности формирования эффективной системы утилизации в отрасли шинной промышленности РФ.

Анализ публикаций по исследуемой проблеме позволил обобщить передовой отечественный и зарубежный опыт утилизации шин, практику использования наилучших доступных технологий, способствующих достижению положительных экологических и социально-экономических эффектов.

Цель исследования состоит в разработке рекомендаций по экономически и экологически эффективному виду утилизации автотранспортных шин, позволяющему оптимизировать потребление ресурсов и сократить выбросы вредных веществ в природные экосистемы.

В 2018 году Россия впервые достигла потребления шин в количестве 100 млн. штук, с учетом единиц продукции, произведенных на территории страны и импортированных из других государств (рис. 1). С одной стороны, достижение таких показателей говорит о росте выпуска и занятости в данной отрасли, а также о бóльшей обеспеченности населения разного рода транспортом. С другой же стороны, высокие темпы роста потребления способствуют повышению уровня образования дополнительных отходов, общий объём которых итак уже достигает около 1 млн. тонн в год [2], при этом большая часть из них захороняются на полигонах и несанкционированных свалках, что увеличивает отрицательное воздействие на экологию и здоровье населения.

Действительно, количество отходов уже находится у критической отметки и для дальнейшей стабилизации ситуации необходимо комплексно решать существующую проблему. Сегодня государством заложен ряд законодательных инициатив, согласно которым производители шин обязаны заниматься вопросом утилизации изношенной продукции. При этом допускается вариативность в решении существующей проблемы, начиная с простых денежных взиманий, которые по своей сути не способствуют стабилизации ситуации, и заканчивая сложными, но комплексными способами утилизации, которые действительно ведут к улучшению экологической обстановки в стране.

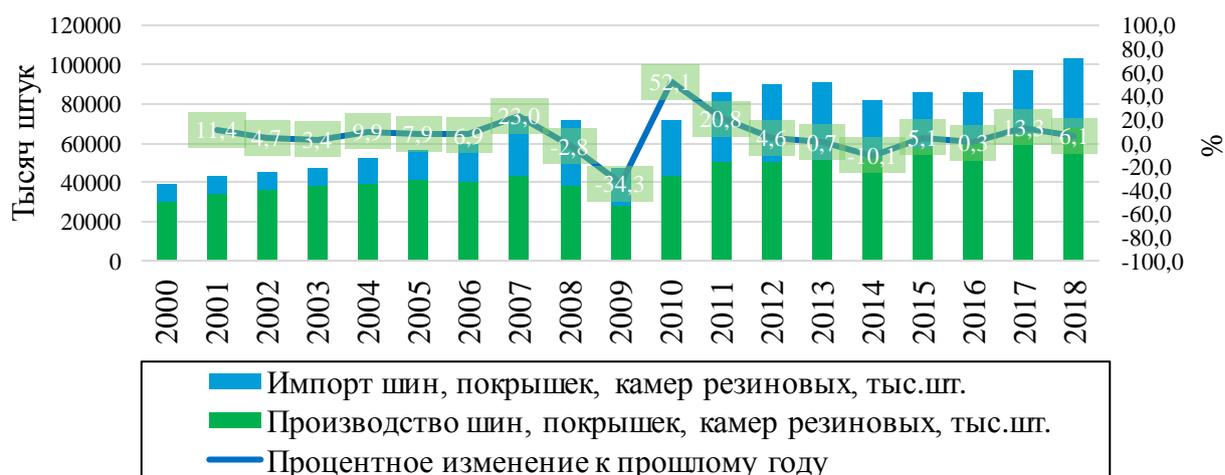


Рисунок 1 – Динамика рынка новых шин в России за период 2000-2018 гг.

Источник: Росстат

Самым тривиальным решением для производителя шин является уплата ежегодного экологического сбора вместо выполнения установленных нормативов утилизации изношенной продукции. Согласно Федеральному закону №89 «Об отходах производства и потребления» экологический сбор рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{Экосбор} = \text{Ставка экологического сбора} * \text{Масса товара} * \text{Норматив утилизации.} \quad (1)$$

Рассчитаем вышеуказанный сбор для отечественного производителя шин – ПАО «Нижекамскшина». Согласно годовому отчёту за 2019 год мощностями данного предприятия было выпущено 7 млн. 545 тыс. штук шин, большая часть которых является легковыми и легкогрузовыми. Средняя масса подобных шин составляет 13,3 кг. (для оценки средней массы легковых шин были использованы данные, приведенные в Методических рекомендациях по оценке объемов образования отходов производства и потребления ГУ НИЦПУРО, 2003 г.), текущая ставка экологического сбора равняется 7109 рублям за 1 тонну продукции, а норматив утилизации в 2020 году установлен на уровне 30%. Таким образом, экологический сбор для ПАО «Нижекамскшина» составит:

$$\text{Экосбор} = 7109 * \left(\frac{7\,545\,000 * 13,3}{1000} \right) * 30\% = 214\,013\,246 \text{ руб.}$$

Полученный результат составляет 1,43% от суммарной выручки и 32,97% от чистой прибыли рассматриваемой компании. Именно поэтому решение об уплате экологического сбора существенно снижает рентабельность предприятия, особенно с учетом прогрессирующих ставок экологического сбора и нормативов утилизации в последующие годы.

Помимо уплаты вышеописанного экологического сбора у любого производителя есть возможность самостоятельно или при помощи третьих лиц выполнить свои нормативные обязательства по утилизации изношенных шин. Как уже было сказано ранее, норматив утилизации отходов от использования шин составляет 30% от объёма производства. Так, вышеописанному предприятию с производительностью в 100 000 тонн шин в год, предстоит утилизировать 30 000 тонн данной продукции. Стоимость услуг по утилизации отработанных шин, согласно прайс-листам переработчиков, составляет в настоящее время 1600-5000 руб. за тонну [3]. Таким образом, в случае передачи обязанностей по переработке на аутсорсинг, предприятию необходимо заплатить за это от 48 000 000 руб. до 150 000 000 рублей. Такой вариант более выгоден как с экономической точки зрения, так и с экологической, но при этом стоит отметить, что в данном случае качество утилизации зависит от экологической ответственности и исполнительности самого утилизатора.

В связи с этим наиболее подходящим решением данной проблемы является организация самостоятельной, правильной и самое главное эффективной утилизационной деятельности. На сегодняшний день выделяют следующие виды переработки изношенных шин: захоронение, сжигание, восстановление, измельчение и пиролиз. Однако стоит отметить, что согласно распоряжению Правительства РФ от 25 июля 2017 г. № 1589-р с 1-го января 2019 года все виды резиновых шин и покрышек запрещено захоранивать из-за наличия в их составе большого количества полезных компонентов. Таким образом, исполнительный орган государственной власти преследует цель ресурсосбережения и использования более экологичных видов утилизации изношенной продукции.

К одним из таких методов можно отнести восстановление шин, который подразумевает капитальный ремонт протектора и боковины покрышки с целью её дальнейшей эксплуатации в ходе жизненного цикла. Очевидным плюсом такой технологии является ресурсосбережение, так как в одной тонне шин содержится почти 600-650 кг резины, 130-150 кг текстиля, 130-200 кг металла [6]. Восстановление позволяет уменьшить эти траты и по сравнению с производством новой шины снизить на 70% добычу полезных ископаемых, на 29% землепользование, на 19% потребление воды, тем самым существенно

оптимизировав потребление ресурсов. Кроме этого, данная технология приносит не только эколого-экономические выгоды, но ещё и социальные, так как для организации подобной деятельности требуется в 4,3 раза больше рабочих мест, чем при производстве новой шины [10]. Однако у этого вида утилизации есть существенный технический минус. Восстановление шины не может повторяться сколько угодно раз без влияния на её качество и безопасность эксплуатации (как правило, шина может быть восстановлена максимально только два раза) [6]. По этой причине любая восстановленная шина рано или поздно превращается в изношенную, на ликвидацию которой в конечном счёте придётся выделять дополнительные силы и средства. Именно поэтому такой способ утилизации является только временным вариантом и не может служить рекомендацией для комплексного решения проблемы.

Ещё одним не менее спорным способом утилизации шин является их сжигание на специальных ТЭЦ с целью получения тепловой и/или электрической энергии, а также использование в качестве альтернативного топлива в цементной печи, которая обладает большими показателями энергоёмкости. С одной стороны, изношенные шины характеризуются высокой удельной теплотой сгорания, равной 8333 ккал/кг [1] и превышающей угольную (6450 ккал/кг) и газовую (8000 ккал/м³) теплотворности, а это, в свою очередь, позволяет им служить более дешёвым энергетическим ресурсом. Но с другой стороны, нынешние технологии не обеспечивают цементной промышленности возможность полностью перейти на альтернативное топливо из-за того, что содержащаяся в шинах сталь проявляется в цементе как оксид железа, который окрашивает продукцию в специфический цвет [8]. Всё это не способствует ресурсосбережению, а наоборот увеличивает их потребление, так как полностью отказаться от традиционного топлива не представляется возможным, а ценная резина, текстиль и металл от шины полностью уничтожаются. Кроме этого, не стоит забывать и про саму технологию утилизации, которая основана исключительно на сжигании шин. Такой метод представляется экологически небезопасным и связан с выбросом загрязняющих веществ в воздух, но самое важное в этом случае то, что выбросы от сжигания шин в разы превышают аналогичные показатели от использования угля (табл. 1) [5].

Конечно, существуют технологии, которые отлавливают специальными датчиками и газоочистными устройствами выделения различных химических соединений и веществ, но их внедрение связано с повышенным вниманием к обслуживанию, привлечением высококвалифицированных кадров и, как следствие, увеличением капиталовложений, которые снижают экономическую

эффективность такого метода утилизации. Если учесть, что по экспертным оценкам стоимость завода по выработке электроэнергии из ТБО мощностью 30 000 тонн начинается от 32,8 млн. долл. [9], а из более опасных промышленных отходов, таких как шины, ещё выше, то рентабельность такого производства сокращается практически до нуля. Также стоит отметить, что такой метод переработки шин уже давно запрещён в Европейском союзе из-за повышенной экологической опасности, а если взять во внимание западный вектор развития эколого-экономических нормативов в РФ, то с большей долей вероятности подобный запрет в скором времени коснётся и российских утилизаторов.

Таблица 1 – Выбросы загрязняющих веществ при сжигании шин и угля

Загрязнители	Уголь	Шины (сжигание в цементных печах)
Сера (%)	2	1,3 – 2,2
Зола (%)	11,3	12,5 – 18,6
Хлор (%)	0,14	0,2
Цинк (ч/млн. ч. воздуха)	27,2	9300 – 20500
Хром (ч/млн. ч. воздуха)	20,5	97
Никель (ч/млн. ч. воздуха)	16,9	77
Свинец (ч/млн. ч. воздуха)	8,3	60 – 760
Кадмий (ч/млн. ч. воздуха)	0,91	5 – 10

Несомненно, вышеописанные способы не являются единственными в отрасли по переработке шин. На практике существует ещё, как минимум, два метода, которые нацелены на активное ресурсосбережение и выполнение экологических нормативов и предписаний. В первую очередь, речь идёт об измельчении изношенных шин с целью получения резиновой крошки и металлического лома. Данный метод без сомнений можно считать передовым и ресурсосберегающим, так как из образующихся материалов производятся различные битумные мастики, резиновые покрытия для спортивных площадок и кровельные материалы. Однако у этого способа есть некоторые существенные минусы. В первую очередь, использование такого материала снижает качество итоговой продукции и, как показывает опыт, прочностные характеристики резины составляют 60% от первоначальных [4]. Вторым недостатком является плохо развитый рынок сбыта из-за отсутствия должного спроса. Из-за этих причин данная технология пока только приживается на российском рынке, но при условии решения существующих проблем её можно считать перспективной.

Ещё одним не менее актуальным методом утилизации резиновых покрышек является пиролиз, который представляет собой разложение изношенных шин под воздействием высоких температур без участия кислорода с целью получения различных производных компонентов, имеющих большую

ценность и широкий спектр применения. Согласно исследованиям, использование данного метода позволяет получить из 1 тонны изношенных шин 41% пиролизного топлива, 38% технического углерода (сажи), 12% сжиженного углеводородного газа и 9% стального лома [7]. Образующуюся шинную жидкость используют в качестве самостоятельного топлива для различных горелок или добавляют в обычные виды топлива, тем самым, получая смеси с улучшенными свойствами при сниженных затратах [7]. Сжиженный углеводородный газ применяется в строительной и транспортной сферах, металл направляется на дальнейшую переработку с целью ресурсосбережения, а технический углерод является добавкой при производстве новой резины для усиления её качеств. Таким образом, производимые компоненты могут быть достаточно легко проданы и в дальнейшем вовлечены в хозяйственный оборот.

Стоимость пиролизного завода по данным ООО «НПП Динамика» составляет 2,5 млн. руб. с НДС на тонну перерабатываемых отходов в сутки. Для утилизации же 30 000 тонн изношенных шин в год (82,2 т/сут.) требуется завод с более высокой мощностью, стоимость которого равняется 205,5 млн. руб. Однако не стоит забывать и про образующееся в ходе утилизации сырьё, ежегодный доход от которого будет составлять 488 834 078,5 руб. (табл. 2).

Таблица 2 – Расчет выручки от пиролиза шин при мощности утилизации 30 000 ш/г.

Продукт	Мощность		Рыночная стоимость Руб./кг	Доход Руб./г
	Почасовая кг/ч	Годовая кг/г		
Пиролизное топливо	1404,25	12301230	20	246024600
Технический углерод (сажа)	1301,5	11401140	8	91209120
Сжиженный газ	411	3600360	32,282	116226821,5
Стальной лом	308,25	2700270	13,1	35373537
Итого				488 834 078,5

Таким образом, даже при высоких инвестиционных вложениях и операционных затратах на обслуживание, заработную плату рабочих, логистику, налоги, амортизацию и прочее, рентабельность предприятия останется высокой. Не менее важным является ещё и то, что в этом случае достигаются существенные положительные эффекты, позволяющие сформировать дополнительные рабочие места и оптимизировать потребление ресурсов и выбросы вредных веществ в природные экосистемы.

Список используемых источников

1. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 54095-2010 "Ресурсосбережение. Требования к экобезопасной утилизации отработавших шин".
2. Валуев Д. В., Ананьева О. Р. Перспективы переработки автомобильных покрышек // Вестник науки Сибири. – 2011. – №1 (1).
3. Волкова, А.В. Рынок утилизации отходов // М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Институт «Центр развития». – 2018.
4. Вольфсон С. И., Фафурина Е. А., Фафурин А. В. Методы утилизации шин и резинотехнических изделий // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – №. 1.
5. Стец А.А., Чайкун А. М. Экологические и экономические аспекты переработки и использования изношенных автомобильных шин // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2013. – Т4. – №. 1 (15).
6. Тарасова Т.Ф., Чапалда Д.И. Экологическое значение и решение проблемы переработки изношенных автошин // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2006. -Т. 2. - № 2. - С. 130-135.
7. Oliveira Neto G. C. et al. Economic, environmental and social benefits of adoption of pyrolysis process of tires: A feasible and ecofriendly mode to reduce the impacts of scrap tires in Brazil // Sustainability. – 2019. – Т. 11. – №. 7. – С. 2076.
8. Восстановление и утилизация автомобильных шин [Электронный ресурс] Основные Средства // URL: <https://os1.ru/article/7265-восстановление-i-utilizatsiya-avtomobilnyh-shin-jizn-posle-jizni> (дата обращения: 20.10.2020)
9. Cost of incineration plant [Электронный ресурс] Waste to Energy International // URL: <https://wteinternational.com/cost-of-incineration-plant/> (дата обращения: 20.10.2020)
10. Tripling a tyre's lifetime through retreading with Michelin [Электронный ресурс] Business Europe// URL: <http://www.circulary.eu/project/tripling-tyres-michelin/> (дата обращения: 20.10.2020)

УДК 658

**КОНЦЕПЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ
ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА
УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ТРУДА**

студент Моисеенко Д.С.

к.э.н., доцент Кравцова Л.В.

*ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»,
г.Донецк, ДНР*