

УДК 629.3.027.514:658.567.3:504

**Сасов А.А., к.т.н., Скорняков Э.С., д.т.н., Коробочка А.Н., д.т.н.,  
Рудасев В.Б., к.т.н.**

**Днепродзержинский государственный технический университет,  
г. Днепродзержинск**

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В УКРАИНЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ИЗНОШЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ТРАКТОРНЫХ ШИН**

*Изложены перспективы развития в Украине технологии переработки изношенных автомобильных пневматических шин.*

### **Введение**

В последние годы во многих странах большое внимание уделяется проблеме использования отходов производства и потребления, в т.ч. изношенных шин. Проблема использования изношенных шин имеет важное экологическое значение, поскольку они накапливаются в местах их эксплуатации (автопредприятиях, промышленных и сельскохозяйственных предприятиях, горно-обогатительных комбинатах), вывозятся на свалки или разбросаны на улицах городов, длительное время загрязняют окружающую среду вследствие своей высокой стойкости к действию внешних факторов (солнечного света, влаги, кислорода, озона, микробиологических воздействий и т.д.). Шины обладают высокой пожароопасностью, а продукты их неконтролируемого сжигания оказывают крайне вредное влияние на окружающую среду [1-3].

Решение проблемы использования изношенных шин имеет также существенное экономическое значение, поскольку потребность промышленности в природных ресурсах непрерывно возрастает, а сами ресурсы становятся все более ограниченными и дорогостоящими. Возможности использования материалов, получаемых из утилизируемых шин, очень широки. Они могут служить как в качестве заменителя дорогого первичного сырья, так и в качестве исходного материала для производства высококачественных продуктов с помощью инновационных технологий переработки. Поэтому успешное решение проблемы утилизации использованных шин может заключаться не в извлечении их из экономического оборота, а только в том, чтобы, перерабатывая их, вернуть ценный материал в производственный цикл [4-5].

### **Основная часть**

В мире ежегодно насчитывается по меньшей мере 10 млн. т. использованных автопокрышек, что соответствует почти миллиарду изношенных шин.

Мощности двух шинных заводов в Украине — около 6 млн. шин/год. Учитывая, что 30% шин производится на экспорт, а 15% завозится по импорту, а также то, что в страну ввозится автомобильный транспорт, укомплектованный шинами, то для переработки изношенных шин необходимы мощности не менее 60000 т/год.

На сегодняшний день в Украине работающие заводы по переработке изношенных шин нацелены главным образом не на получение товарной резиновой крошки, а на производство регенерата, используемого шинной промышленностью в качестве добавки в резиновые смеси с целью экономии каучука.

Однако в последние годы в резиновой промышленности, как за рубежом, так и в Украине происходит резкое сокращение производства регенерата и уровня его использования — 1% – 10% по отношению к потреблению каучука. Это обусловлено рядом причин: непрерывно возрастающими требованиями к эксплуатационным свойствам резиновых из-

делий; ростом объемов производства покрышек радиальной конструкции, увеличением объемов производства крупногабаритных шин с уменьшенной сложностью каркаса и бескамерных шин с облегченной конструкцией герметизирующего слоя; увеличением затрат на производство регенерата в связи с необходимостью перерабатывать покрышки с металлокордом и ужесточением требований к защите окружающей среды; вытеснением регенерата в целом ряде случаев тонкодисперсной резиновой крошкой, особенно модифицированной; появлением на рынке новых типов каучуков, успешно конкурирующих по цене с регенератом.

В дальнейшем регенерат будет находить применение в резиновых смесях лишь при изготовлении малоответственных изделий или при производстве гидроизоляционных мастик.

Современные производственные установки по переработке шин работают в основном методом теплового измельчения механическим способом. Причиной является то, что вот уже в течение длительного времени эти установки освоены машиностроительной промышленностью и используются для серийной переработки вторсырья в других областях.

Опробированные старые схемы переработки вторсырья замедляют внедрение новых инновационных технологий, так как многочисленные производители подобного серийного однотипного оборудования в состоянии предложить уже отработанные схемы и установки по тепловому и механическому измельчению. К тому же стоимость такого оборудования невелика. Однако на этом и заканчиваются преимущества теплового способа измельчения.

Одним из самых важных показателей любого технологического процесса, связанного с выпуском конечной продукции, является качественные показатели и экологическая защищенность окружающей среды.

Важным свойством продуктов переработки резины является их диспергирующая способность, поэтому применение продуктов с крупным размером частиц, получаемых при переработке изношенных шин тепловым способом в качестве наполнителя, крайне ограничено.

Чистота стали и текстиля, произведенных методом теплового измельчения, так же не достигает необходимого уровня. Поэтому в настоящее время по методу тепло-механического измельчения автомобильных и тракторных покрышек производится резиновый гранулят, используемый для получения регенерата, позволяющего выпускать продукцию невысокого качества.

Способы использования изношенных покрышек в разных странах и регионах различны (таблица 1).

Таблица 1

Способы использования изношенных автомобильных и тракторных покрышек в %

	Сжигание	Переработка в сырье	Восстановление	Вывоз на свалки
США	23	10	–	67
Япония	43	12	9	36
Германия	38	15	18	39
Великобритания	9	6	18	67
Европейский Союз	30	–	20	50
Украина	10	5	10	75

Каждый из этих способов может быть использован для ликвидации хаотично возникающих свалок изношенных шин, наносящих непоправимый ущерб окружающей среде.

Использование изношенных шин в качестве топлива методом сжигания является наименее квалифицированным, поскольку при этом теряется ценное сырье, а также неперспективным с экономической точки зрения, так как если для изготовления легкой автомобильной шины требуется около 35 л нефти, то ее сжигание эквивалентно теплопроводной способности только 6-8 л нефти. При этом полностью теряются затраты на полимеризацию. Также данный метод является неэкологичным, так как при сжигании автопокрышек в цементных печах образующаяся сера, и металл связываются в получаемом продукте (клинкере) и представляют серьезную опасность для окружающей среды. Кроме того, вред наносят и выделяющиеся в атмосферу соединения цинка (окись и сульфид цинка), которые возгоняются при температуре 1723 °С и 1180 °С соответственно. При температурах ниже 1100 °С образуются такие ядовитые вещества как хлорированный диоксин и фуран. Подобного рода процессы способствуют усилению парникового эффекта. Так, в процессе горения образуется 3700 кг CO<sub>2</sub> на тонну шин [5]. Для организации полного и безопасного сжигания шин в существующих печах необходимы значительные затраты на создание очистных сооружений для улавливания вредных газов и соединений тяжелых металлов.

Использование изношенных автомобильных и тракторных шин в качестве топлива носит, скорее всего, конъюнктурный характер, поскольку материалы, содержащиеся в них (рис. 1) должны не сжигаться, а в перспективе использоваться при изготовлении новой продукции.

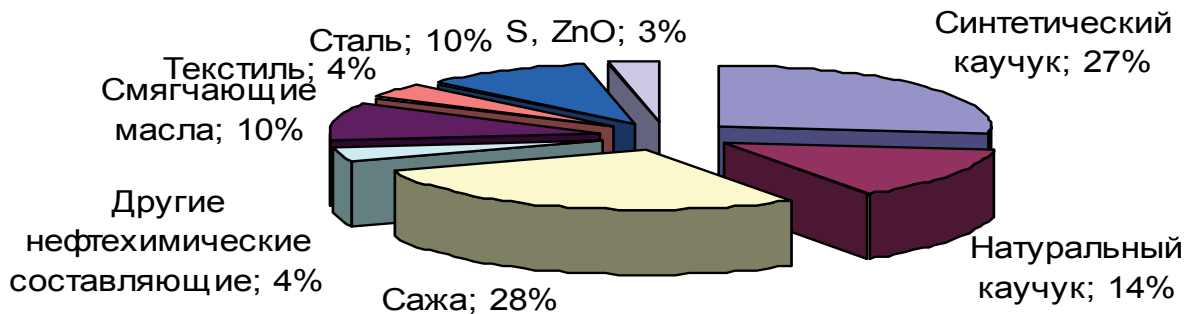


Рис. 1. Среднестатистический состав радиальной шины легкового автомобиля

Одним из способов переработки автопокрышек является высокотемпературная деструкция изношенных шин в тяжелых минеральных маслах. В процессе такой обработки получается суспензия «растворенной» резины — углеводородный конденсат, газ и металл. В зависимости от условий получения суспензия может быть использована для производства гидроизоляционных материалов, мастик, в качестве сырья для нефтехимии, котельного и печного топлива, а так же битума. Выбросы после дожига в печи не содержат высокотоксичных веществ, их состав приближается к составу веществ, образующихся при сжигании мазута.

Существенным недостатком деструктивного «растворения» изношенных шин в тяжелых углеводородах является его пожаро- и взрывоопасность, а также отсутствие должного экономического и экологического обоснования целесообразности и перспективности такой технологии.

Одним из самых известных и традиционных способов переработки изношенных шин является пиролиз. При нем изношенные автопокрышки под влиянием тепла при отсутствии кислорода разделяются на твердые, жидкие и газообразные вещества. При этом длинные полимерные цепи превращаются в водородные молекулярные частицы.

На большей части установок, созданных на сегодняшний день, затраты не покрывались стоимостью получаемых продуктов. Пиролизное масло, сажа и сталь имели низкое качество и не могли быть прибыльно реализованы на рынке.

Однако фирмой «Энерж Рисерч Интернейшл» путем усовершенствования пиролиза на установке фирмы «Реактор» были решены эти проблемы. Так, по данным фирмы на этой установке можно переработать 1 млн. (9-10 тыс. т) легковых покрышек ежегодно, получая из 1 т покрышек 606 л дизельного масла №2, 227 кг высококачественного технического углерода и 136-182 кг стальной проволоки, метан с теплотворной способностью 190 МДж.

Основным недостатком пиролиза, даже в случае усовершенствованного технологического процесса, является то, что вследствие разделения шины на ее составные части уже состоявшийся производственный процесс становится неэффективным и нерентабельным, поскольку высококачественный углеводородный полимер превращается в низкокачественную продукцию, имеющую на рынке ограниченные возможности сбыта, при этом на его производство затрачиваются большие средства.

Только при наличии быстро растущих цен на первичное сырье и улучшение технологии и конструкции пиролизного реактора возможно в будущем развитие и применение данного метода.

Одним из возможных решений проблемы переработки изношенных шин является разработка процесса гидрогенезации с целью получения углеводородов, которые могут быть использованы в качестве сырья нефтеперегонными или коксохимическими заводами на ректификационных установках.

Наиболее перспективным методом утилизации изношенных шин является низкотемпературная переработка. При этом компонент шины — резина полностью перерабатывается в резиновую крошку, доля которой составляет 90 %, а степень чистоты от стали, текстиля и минеральных примесей достигает 99,99 %. Определяющим для технологии размельчения холодом является охлаждение материала ниже температуры охрупчивания перед размельчением. Для резины в зависимости от ее состава, данный температурный промежуток составляет –60 °С и –120 °С, т.е. охлаждение материала происходит при очень низких температурах. В качестве хладагента в большинстве случаев применяется жидкий азот (LN2 «Liquid Nitrogen» — «Жидкий нитроген»).

Прежде всего эта продукция может быть использована шинной промышленностью, при производстве РТИ, резиноасбестовой промышленностью в качестве замены натурального каучука. По данным Индонезийского НИИ по каучукам, к 2020 году ожидается дефицит натурального каучука в 800 тыс. т. Для обеспечения потребностей резинопотребляющих отраслей в натуральном каучуке (НК) необходимо увеличить существующие производственные мощности НК на 2,3 млн. т по сравнению с 2005 г, что практически невозможно. Образующийся дефицит производства НК неизбежно приведет к повышению цен на НК. Резинопотребляющие отрасли в поисках альтернативного сырья будут вынуждены активно использовать резиновую крошку в качестве добавки в резиновые смеси.

### **Выводы**

Исследования показали, что при применении криогенной технологии шина на 10% может состоять из мельчайшей резиновой пыли с модифицированной поверхностью. Только в Германии потребление модифицированной резиновой пыли составляет 50 — 60 тыс.т/год.

Резиновая крошка с размером гранул более 0,6 мм уже сегодня применяется во многих странах как добавка в битум в дорожном строительстве. Она используется так же при изготовлении напольных покрытий в магазинах, выставочных залах, непрерывных резиновых лент, в качестве тепло-, холодо- и звукоизоляторов, в обувной промышленности (подошвы, резиновые сапоги), сельском хозяйстве и автомобилестроении.

Процесс переработки шин по криогенной технологии экологически безопасен и исключает пожароопасные ситуации.

Наиболее перспективным является проект комбинированного способа, отличающегося от криогенного тем, что часть резиновой крошки (фракция  $> 0,6$  мм) направляется на гидрогенизацию и получение моторных видов бензина. При этом следует учесть, что переработка углеводородного сырья и насыщенного поглотительного или солярового масла может осуществляться на уже имеющихся в Украине мощностях нефтеперерабатывающих или коксохимических заводах, что значительно уменьшит первоначальные затраты.

Затраты на приобретение изношенных шин в нынешних условиях будут минимизированы, т.е. сырье для вновь строящихся заводов по переработке изношенных шин будет практически бесплатным.

В этих условиях создание комбинированных мощностей, позволяющих из почти бесплатного сырья получать резиновую крошку и бензин, становится перспективным.

### *Список литературы*

1. Пучин Е.А. Эксплуатация, ремонт, хранение и утилизация шин автотранспортных средств / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.Н. Корнеев, и др. — М.: УМЦ ТРИАДА, 2005 .
2. Сасов А.А. Экологическая безопасность, как один из главных показателей качества автомобильных пневматических шин / А.А. Сасов, А.В. Безрукавий // Розвиток наукових досліджень 2007: матеріали третьої міжнародної науково-практичної конференції 26-28 листопада 2007р. — Полтава, 2007. — С. 64-67.
3. Сасов О.О. Аналіз екологічної дії пневматичних автомобільних шин на довкілля і людину на протязі всього "життєвого циклу" шин / О.О. Сасов, О.В. Безрукавий // LXIV науково-практична конференція науково-педагогічних працівників, аспірантів, студентів та структурних підрозділів університету. — К.: НТУ, 2008. — 48 с.
4. Скорняков Э.С. Крупногабаритные шины автомобилей и тракторов: монография / Э.С. Скорняков. — Днепропетровск: Пороги, 2000. — 263 с.
5. Скорняков Э.С. Ремонт и эксплуатация автомобильных шин / Э.С. Скорняков. — М.: Химия, 1992. — 100 с.

Стаття надійшла до редакції 09.10.09

© Сасов О.О., Скорняков Е.С., Коробочка О.М., Рудасев В.Б., 2009