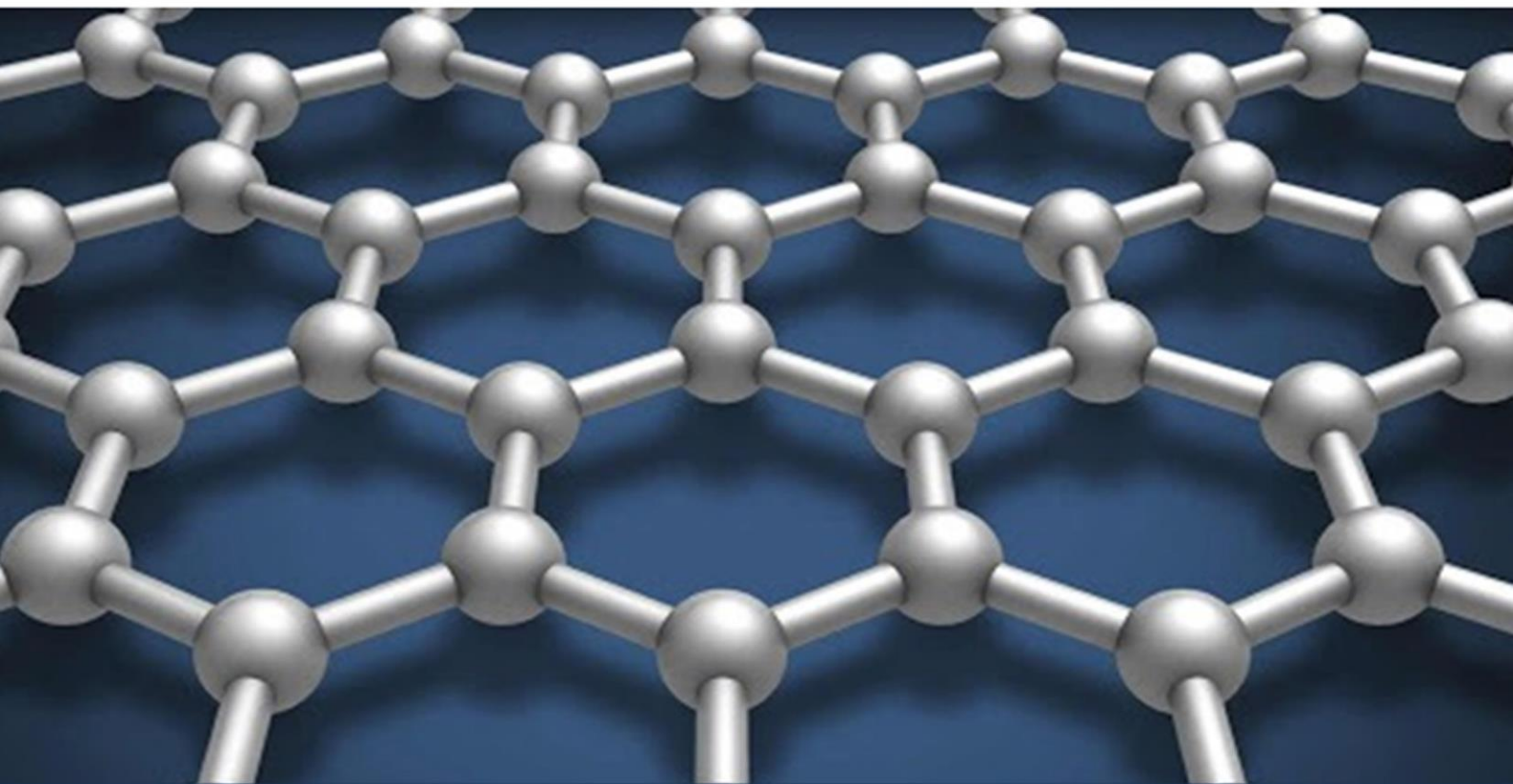


ISSN 2091-5527  
№ 2/2025

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

УДК 621.7

## СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ИЗНОШЕННЫХ ШИН

Каримов Ш.А., Шакиров Ш.М., Мирзарахимова З.Б.

*Ташкентский государственный технический университет имени И.Каримова*

**Аннотация.** Проанализирована мировая практика переработки шин и показана необходимость создания новых методов регенерации отходов, позволяющих с максимальной полнотой использовать полезные свойства отслуживших свой срок изделий.

**Ключевые слова:** утилизация шин, термическая деструкция, резиновая крошка, использование шин в качестве теплоносителей, криогенное измельчение, модифицирование крошки.

До настоящего времени проблему создания эффективных и экологически безопасных методов переработки резиновых отходов нельзя считать решенной. В то же время объем таких отходов превышает выпуск алюминия [1, 2]. Ежегодно в РУз образуется около 1 млн. т. изношенных автопокрышек и около 0,8 млн. т. других резиновых отходов. Предложений по их утилизации существует огромное количество, но большинство из них не перспективны. Проблема заключается не в том, чтобы избавиться от отслужившей свой срок резины, а в том, чтобы извлечь из нее максимальную пользу. Детальный обзор существующих в мире тенденций в области утилизации шин дан в [3]. Здесь остановимся только на основных направлениях утилизации шин и РТИ. Наибольшую долю резиновых отходов составляют шины. Существующие методы использования изношенных шин как отходов, которые наиболее трудно поддаются утилизации, можно разделить на две группы: а) использование целых покрышек, б) переработка покрышек в полезное сырье. Несмотря на то, что первая группа методов утилизации шин не использует полезные свойства самого материала, в ряде случаев они оказываются достаточно полезными. Имеется опыт применения покрышек для создания всевозможных защитных конструкций, укрепляющих склоны, овраги, дамбы, насыпи [4]; укрытий водоемов в районах с жарким климатом и др. В ряде случаев отдельные части покрышек использовать гораздо проще, чем изделие целиком. Так, шины большегрузных автомобилей разделяют на фрагменты и отделяют боковины, используя их: для футеровки узлов оборудования перерабатывающей и горнорудной промышленности, в качестве шпальных плит, как грузы для рыболовных тралов и всевозможные противовесы [5]. Примеров различного использования целых покрышек – огромное количество: от ограждений опасных участков дорог эластичными столбиками до «ершей» для очистки труб, и постоянно

рождаются новые предложения, целесообразность которых весьма неоднозначна [6]. В подобной ситуации некоторые страны, например Канада, использованные автопокрышки складывают до лучших времен, пока не появится дешевая и эффективная технология их утилизации [7]. Определенную часть изношенных шин используют в качестве топлива. Подобный опыт существует с середины 70-х годов прошлого века. В качестве примера такого подхода можно привести созданную в г. Бельфоре (Франция) специальную котельную. За год она сжигает 3300 т покрышек, что дает экономию 1300 т нефтяного топлива и позволяет отапливать 600 домов. Проект подобной установки разработан и в России специалистами Коммунарского горн металлургического института в содружестве с Чеховским регенератным заводом и НИИ шинной промышленности. При этом считается, что если в топку вращающихся цементных печей поместить покрышки, то можно сэкономить определенное количество топлива – каменного угля и природного газа. Но лучше, если к этому новому топочному топливу добавить низкосортный бурый уголь и другие отходы – стеклопластики, картонную тару и т.п. В этом случае топка вырабатывает дешевое тепло для обжига цемента и дает золу, которая при годна для добавки в тот же цемент. Экономическая целесообразность подобных проектов весьма сомнительна. Во-первых, в одних случаях требуются специальные камеры сгорания и системы очистки газов. Во-вторых, что более важно, такой ценный вид утиля как шины используется в качестве топлива низкого качества. Поэтому появились проекты переработки шин сжиганием, но с получением добро качественного топлива и ряда ценных продуктов.

Первые установки по превращению покрышек в доброкачественное топливо были созданы в конце 70-х годов в Великобритании. Шины нагревали в контролируемой атмосфере до 450-500°C, получая в конечном счете мазут и гудрон стандартного качества. Аналогичные

исследования проводились и в Институте нефти (Франция). Подобные установки создаются и в настоящее время, их усовершенствование (в большинстве случаев) направлено на получение нового товарного продукта и на снижение энергозатрат. Так, в работе [8] описана установка пиролиза шин с целью получения технического углерода улучшенного качества для повторного использования в резиновых смесях. Пиролиз осуществляют различными методами, в том числе и с помощью электромагнитного СВЧ-излучения [9]. Данный процесс проводят также в вакууме [10]. Считается, что технический углерод из отходов может заменять традиционный с удельной поверхностью  $S \cong 63 \text{ м}^2/\text{г}$ . О возможности получения из отработанных шин гранулированных активированных углей сообщалось в начале 80-х годов. Эксперименты, проведенные в Белоруссии, показали, что при правильно подобранном режиме пиролиза получается уголь не хуже древесного, с высокими сорбционными свойствами, вполне пригодный для рекуперации, очистки и осветления [11]. К последним достижениям в области пиролиза из изношенных шин следует отнести создание в 2001 году фирмой «Suntech Technologies Institute» (Хьюстон) заводы по переработке шин с получением широких фракций углеводородных масел и метанола. Это второй завод по получению метанола, первый производит этот продукт из древесных углей (фирма «Eastman Chemical Cos Kingsport», Теннесси) [12]. Наиболее распространенные методы утилизации изношенных шин включают получение из них на первом этапе крошки как полуфабриката, который может быть использован впоследствии для различных целей. Получение резиновой крошки само по себе представляет достаточно сложную проблему. Не случайно методы превращения шин в крошку отличаются большим разнообразием [13, 14]. Это объясняется рядом обстоятельств. Во-первых, измельчение резины, находящейся в высокоэластическом состоянии, затруднено. Во-вторых, требуется отделить от резины металлический и текстильный корд. Естественно, появилось большое количество разработок, основанных на использовании криогенной технологии и (или) различных электрофизических методов воздействия на обрабатываемую систему [15]. В частности, в патенте [16] описан способ, по которому предварительно замороженные в среде жидкого азота крупные куски шин дробятся в молотковой дробилке. В качестве источника механических воздействий может быть использован и электрогидравлический разряд в жидкости [17].

В последнем случае удавалось получать резиновый порошок любой дисперсности при полном отделении корда и без каких-либо химических изменений в порошке. Ударные волны, воздействующие на охлажденный материал, могут быть созданы также с помощью импульсных магнитных полей [18-21]. Поиски дешевого и высокопроизводительного метода измельчения шин привели к идее использовать для этих целей взрыв [22, 23]. По данному способу шины деформируют сжатием с получением компактного блока и сохраняют деформацию сжатия до взрыва. Измельчение взрывом проводят в размещенной внутри специального корпуса вихревой камере вращающимся вокруг ее оси вихревым потоком [24]. Данный способ имеет ряд существенных недостатков, обусловленных необходимостью создания специальных аппаратов, в которых осуществляется взрыв, и потенциальной опасностью процесса. Необходимо подчеркнуть, что все методы, построенные на криогенной технологии и (или) различных электрофизических способах воздействия на обрабатываемую систему, не нашли широкой практической реализации из-за высокой стоимости аппаратуры, оформления и больших энергозатрат. На производстве предпочтение отдается механическим методам утилизации шин с использованием традиционного оборудования. Так, в отдельных случаях используется способ истирания изношенных шин абразивным инструментом. Такие установки обычно содержат прочный корпус с оснащенной нажимным цилиндром трубчатой загрузочной секцией и вращающимся абразивным истирающим валком. Установку снабжают системой охлаждения сжатым воздухом или хладагентом [25]. Наиболее распространенный механический способ получения резиновой крошки из изношенных шин осуществляют путем постадийного измельчения, фракционирования, магнитной сепарации и отделения текстильного корда. Так, линия переработки покрышек [26] включает машину для резки покрышек на куски, молотковую дробилку, измельчитель для тонкого диспергирования, устройство для удаления корда и классификатор для фракционирования кусков резины и крошки. При сохранении описанной выше схемы утилизации в настоящее время создано большое количество вариантов комплектования таких линий различными устройствами. В частности, предлагается разделять измельченные отходы на металлические и неметаллические фракции с помощью струи воды под высоким давлением [23, 25]; использовать для измельчения

покрышек роторные ножи, вращающиеся с различной скоростью [24]; устанавливать на входе в молотковую дробилку специальный питатель для равномерной подачи материала. Такой питатель обеспечивает продолжительность механического воздействия молотков на материал, не превышающую времени его релаксации. Часто применяют устройство, состоящее из 2-х вращающихся навстречу друг другу валов с установленными на них с зазором между собой фрезами [23]. Сепарирующее устройство для отделения дробленой резины утильных шин от текстильного корда также изготавливают в виде вращающихся валов, выполненных с поверхностным рельефом [11]. Удаление волокон проводят с помощью вакуума. Существуют установки, целью которых является не только измельчение резины, но и решение проблемы сбора отработанных шин. Например, созданы передвижные установки для резки покрышек [22]. Они монтируются на одноосном автомобильном прицепе и содержат автономный двигатель, приводящий в движение гидронасос, который обеспечивает фиксацию и резку покрышек на отдельные секторы. При резке используются ножи, перемещающиеся в радиальном направлении. Большая часть затраченной энергии уходит на трение, в результате чего происходит разогрев рабочего органа измельчителя и разрушаемого материала, который размягчается, и рабочие органы

оборудования облепляет вязкая масса. Известно, что резиновые изделия быстро разрушаются под действием озона. Данное явление было положено в основу ряда способов утилизации шин. Они основаны на совместном действии деформации и озона. Анализ энергетических затрат на реализацию такого процесса показывает [25], что на создание и под держание деформированного состояния необходима сравнительно небольшая энергия, а для растрескивания резины требуется малое количество озона.

Перечисленные методы утилизации шин направлены в основном на получение резиновой крошки. При этом наметилось два пути ее дальнейшего использования. Первый путь связан с применением крошки в качестве наполнителя (разбавителя) различных материалов. Наиболее перспективным считалось использование крошки в качестве добавки к асфальту [20]. Однако надежды на широкое использование крошки в дорожном строительстве во многом не оправдались, тем более, что старая покрышка – это широкий ассортимент полезных изделий и использование резины как разбавителя других полезных продуктов – явление временное, пока не будут найдены более эффективные способы ее использования. Второй путь связан с попытками использовать резину в виде крошки по прямому назначению – в качестве «активной составляющей» различных композиций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Yamaguchi, K. Переработка и вторичное использование утильных резин //Kogaku to kogyo= Sci. and Ind. (Osaka). 1999. V.73. № 8. P. 345-352.
2. Богданов В.В. Удивительный мир резины / М.: Знание, 1989.192 с.
3. Шаховец С.Е., Богданов В.В. Комплексная механо-термохимическая регенерация шин / СПб.: Проспект науки, 2008. 197 с.
4. Анцунов Ю.А. и др. Комплексная вторичная переработка изношенных шин // Тезисы докладов 10-го Юбилейного симпозиума «Проблемы шин и резинокордных композитов» Москва, 18-22 октября 1999. М.: ОАО НИИШинмаш, 1999. С. 15-16.
5. Способ утилизации шин большегрузных автомобилей: пат. 2144462 Рос. Федерация. № 98114723/12; заявл. 17.07.98; опубл. 20.01.00, Бюл.№ 2. 5с.
6. Вольфсон С.А. Нужна талантливая идея // Изобретатель и рационализатор. 1987. № 1. С. 8-9.
7. Дроздовский В.Ф. Состояние и перспективы пере работки и использования изношенных шин за рубежом // Каучук и резина. 1992. № 4. С. 23-29.
8. Способ термической переработки изношенных шин: пат. 2139187 Рос. Федерация. № 97117797/12; заявл. 24.10.97; опубл. 10.10.99, Бюл. № 28. 4 с.
9. Verfahren zur Entsorgung von Atgummi, Gummi und dergleichen: заявка 19721815 Германия. № 19721815.6; заявл. 25.05.97; опубл. 03.12.98. 5 с.
10. Roy C., Darmstadt H. Carbon placks recovered from rubber waste by vacuum pyrolysis-composition with com mercial grades // Plast. Rubber and Compos. Process and Appl. 1998. V. 27. № 7. P.341-345.
11. Способ переработки изношенных шин: пат. 2142357 Рос. Федерация. №98112378/12; заявл. 03.07.98; опубл. 10.12.99, Бюл. № 34. 3 с.

## 6. Проблемные обзоры

<b>Абед Н.С., Негматов С.С., Улмасов Т.У., Негматов Ж.Н., Туляганова В.С., Рузиева Б.Ю., Хаминев Б.Т., Бозорбоев Ш.А., Шамсиева С.С.</b> Современное состояние и анализ акустических композиционных полимерных материалов, применяемых в различных отраслях промышленности .....	160
<b>Эминов А.М., Хокимов А.Э., Кадирова З.Р., Худайназаров Ф.С., Турдикулов И.Э.</b> Перспективы применение нефтяных шламов в производстве керамических строительных материалов .....	164
<b>Улмасов Т.У., Абед Н.С., Негматов С.С., Негматов Ж.Н., Хаминев Б.Т., Туляганова В.С., Рузиева Б.Ю., Бозорбоев Ш.А., Шамсиева С.С.</b> Актуальность создания акустических композиционных материалов с применением нанодисперсных модификаторов .....	168
<b>Юлдашов Д.Я., Юсупбеков А.Х., Зубков Д.Г., Шамсиева С.С.</b> Особенности состава тонкодисперсных шунгитовых порошков .....	171
<b>Safarov A.R., Bozorov A.N., Ibragimov A.V.</b> Bir o'lchamli Zn(II) koordinatsion polimerida azot molekularining adsorbsiyalanish jarayonini o'rganish .....	173
<b>Каримов Ш.А., Шакиров Ш.М., Мирзарахимова З.Б.</b> Способы переработки изношенных шин .....	176
<b>Кадиров С.У., Дадаходжаев А.Т.</b> Производство железоксидного пигмента из отработанных среднетемпературных катализаторов .....	179
<b>Inomova D.X., Yunusxodjayeva X.M.</b> Insonning tana tuzilishi xususiyatlarini inobatga olib kiyimning konstruktiv-kompozitsion yechimini takomillashtirish .....	181
<b>Pardayev O.T., Kenjayev N.N., Abdurakhmonov E.B.</b> Kaolin gilidan olingan y-tipli zeolitning rentgen difraksiya tahlili .....	185
<b>Максудходжаева М.С.</b> Комплексное использование промпродуктов переработки клинкера техногенного сырья цинкового производства .....	188
<b>Sherbutayeva D.D., Azizova X.M.</b> Sorbsiya usuli orqali sanoat sharoitida renydan AP-00 ammoniy perrenat olish texnologiyasi .....	191
<b>Yunusxodjayeva N.D., Mirtolipova N.X., Yunusxodjayeva X.M.</b> Ayollar ustki kiyimlarida transformatsiya elementlarini qo'llanilishi va iqlimga mos konstruktiv-dekorativ yechimlarini ishlab chiqish .....	195
<b>Kenjayev N.N., Pardayev O.T., Abdurakhmonov E.B.</b> Skanerli elektron mikroskopiya (SEM) kaolin gilidan sintez qilingan y zeolitning tahlili .....	198
<b>Садикова Н.К., Амонов М.Р.</b> Изучение очистки сточных вод нефтеперерабатывающих производств комбинированным способом .....	201
<b>Abdulahobova S.A., Mirtalipova N.X., Kamilova H.H.</b> Ekstremal sovuq iqlim uchun mo'ljallangan maxsus kiyim paketini takomillashtirish .....	205
<b>Panjiyev O., Negmatov S., Abed N., Talipov N.</b> Rheological and mechanical properties of microsilica composite grouting materials for soil wall stabilization in oil well casing .....	209
<b>Абед Н.С., Негматов С.С., Абдукахаров А.А., Туляганова В.С., Касымов Ш.Б., Джабаров Б.Т., Мурадов И.И., Эргашев Н.Э., Хайдаров И.Ю., Курбанов У.М., Бозорбоев Ш.А.</b> Выбор полимеров и органоминеральных наполнителей и методика получения композиционных материалов с высокими электрофизическими и триботехническими свойствами .....	212
<b>Negmatov S., Panjiyev O., Talipov N., Abed N.</b> Investigation of the physico-mechanical properties of cement-microsilica compositions based on inorganic ingredients for soil wall stabilization in gas wells .....	215

## 7. Вести из лаборатории

<b>Абед Н.С., Улмасов Т.У., Негматов С.С., Негматов Ж.Н., Туляганова В.С., Рузиева Б.Ю., Бозорбоев Ш.А., Шамсиева С.С.</b> Изучение и анализ органоминеральных компонентов, применяемых для улучшения акустических характеристик волокнисто-пористых композитов .....	219
<b>Абед Н.С., Негматов С.С., Касымов Ш.Б., Туляганова В.С., Мурадов И.И., Джаббаров Б.Т., Эргашев Н.Э., Шамсиева С.С., Хайдаров И.Ю., Курбанов У.М., Бозорбоев Ш.А., Абдукахаров А.А.</b> Перспективы создания композиционных полимерных материалов и покрытий с электропроводящими структурами и высокими триботехническими и механическими характеристиками .....	222
<b>Xolmirzayev N.B., Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Toshmatova Sh.T., Nurdinov Z.B., Nazarova N.T.</b> Po'lat qotishmalaridan quymalar olishda nometall qo'shimchalarni kamaytirish ustida olib borilgan tadqiqotlar tahlili .....	224
<b>Muxtorov S.A.</b> Mahalliy va ikkilamchi xom-ashyolardan, issiqlikka chidamli, yuqori xromli cho'yanlar olishning amaliy istiqbollari .....	226
<b>Yakubov M.M., Jumayeva X.Y., Yakubov O.M., Maksudxo'jayeva M.S., Suzeva S.N.</b> "Yoshlik 1" karyerini mis porfir rudasini flotatsiya qilish jarayoni uchun tog'jinlarini hosil qiluvchi minerallarning selektiv yig'uvchi reagentini va depressorini tanlash .....	228