

- окислы азота 4,5-5 мг/м<sup>3</sup> (ПДВр.з. - 5 мг/м<sup>3</sup>)
- окислы углерода 19-20 мг/м<sup>3</sup> (ПДВ р.з. - 20 мг/м<sup>3</sup>)
- сернистый ангидрид 1,5 мг/м<sup>3</sup> (ПДВ р.з. - 10 мг/м<sup>3</sup>)
- сероуглерод 1,0 мг/м<sup>3</sup> (ПДВ р.з. - 1,0 мг/м<sup>3</sup>)

При проведении реконструкции взрывной камеры планируется установка пылеулавливающей нейтрализационной вытяжки, что уменьшит фактические показатели содержания вредных газов в окружающей среде.

Измельчение и сушка ВВ, смешивание компонентов ВВ не предусматривает выделение вредных веществ.

Таким образом, разработанная технология переработки лома сверхтвердых материалов предусматривает меры безопасности при работе с ВВ.

**Вывод.** Проведена экологическая оценка технологий регенерации металлокерамических сплавов. Предложена экологически чистая технология переработки сверхтвёрдых и металлокерамических материалов. Показана принципиальная возможность использования ударно-волновой обработки, как фактора стимулирующего процессы разрушения порошковых изделий любой конфигурации, с целью получения высококачественного порошка для дальнейшей формовки, спекания и производства инструмента различного назначения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Экономический анализ технологий регенерации металлокерамического инструмента / Ю.В. Савченко, А.Ю.Гуренко // Материалы международной конференции «Развитие информационно-ресурсного обеспечения образования и науки в горно-металлургической отрасли и на транспорте 2014» 27-28 сентября 2014 / НГУ – Д., 2014. – С. 349 – 354.

2. Патент №15322, МКИ В22F 3/08, 3/12; С22В 34/36 (Украина), Дидык Р.П., Савченко Ю.В. и др. Спосіб регенерації вольфрамівмісних твердих сплавів. - Бюл. №6.-2000.

УДК 541.64:678.6

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭПОКСИДИРОВАННОГО НАТУРАЛЬНОГО КАУЧУКА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ОТХОДОВ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА

**Д.О. Шаповалов<sup>1</sup>, В.В. Ведь<sup>2</sup>, С.Н. Зыбайло<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Аспирант кафедры оборудования химических производств, Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: [shapovalov.d.o@gmail.com](mailto:shapovalov.d.o@gmail.com)

<sup>2</sup>Ассистент кафедры оборудования химических производств, Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: [vvved@mail.ru](mailto:vvved@mail.ru)



<sup>3</sup>Кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры химии и технологии переработки эластомеров, Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск, Украина e-mail: [szybaylo@rambler.ru](mailto:szybaylo@rambler.ru)

**Анотация.** Предложена технология переработки отходов производства натурального каучука путем эпоксидирования скрапа среде вода-ксилол и дальнейшее использование полученных продуктов в качестве защитных покрытий металлов.

*Ключевые слова:* отходы производства натурального каучука, эпоксидирование в среде ксилол-вода, эпоксидированный натуральный каучук.

## APPLICATION OF EPOXIDIZED NATURAL RUBBER OBTAINED FROM WASTE OF ITS PRODUCTION

D.O. Shapovalov<sup>1</sup>, V.V. Ved<sup>2</sup>, S.N. Zybalyo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Postgraduate, Chemical Production Equipment Department, State Higher Educational Institution "Ukrainian State University of Chemical Technology", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: [shapovalov.do@gmail.com](mailto:shapovalov.do@gmail.com)

<sup>2</sup>Assistant, Chemical Production Equipment Department, State Higher Educational Institution "Ukrainian State University of Chemical Technology", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: [vvved@mail.ru](mailto:vvved@mail.ru)

<sup>3</sup>Ph.D., Senior Researcher, Chemistry and Processing of Elastomers Department, State Higher Educational Institution "Ukrainian State University of Chemical Technology", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: [szybaylo@rambler.ru](mailto:szybaylo@rambler.ru)

**Abstract.** The technology for processing waste products by epoxidation of natural rubber scrap in water-xylene medium, and further use of the products obtained as a protective coating of metals was proposed.

*Keywords:* waste products of natural rubber, epoxidation in xylene-water medium, epoxidized natural rubber.

**Введение.** Эпоксидированный натуральный каучук (ЭНК) является потенциально полезным материалом, который обладает уникальными свойствами, такими как высокая устойчивость к маслам, низкая проницаемость газа, а, следовательно, и отличная устойчивость к старению, повышенная температура стеклования [1]. ЭНК производят путем реакции эпоксидирования натурального каучука (НК) на стадии латекса в суспензии, содержащей значительное количество гель-частиц, с надуксусной кислотой [2]. Или с использованием ледяной уксусной кислоты и перекиси водорода [3].

Реакция эпоксидирования представляет собой случайный процесс: присоединение кислорода к двойным связям случайным образом распределенных вдоль молекулы полимера. Скорость эпоксидирования возрастает с увеличением концентрации каучука. Существуют различные методы

эпоксидирования НК. Один из них *in situ*, с использованием надмуравьиной кислоты: сочетание муравьиной кислоты и перекиси водорода. Это известный коммерческий метод получения ЭНК [4].

Актуальным является снижение ресурсоемкости и энергопотребления при производстве ЭНК. Данная задача решается путем применения в качестве исходного сырья отхода при производстве НК в виде скрапа.

Предложена схема процесса проведения эпоксидирования скрапа НК перекислотами в среде вода-ксилол нефтяной в термоизолированном реакторе [5].

Изучена возможность проведения совмещенных физико-химических процессов в двухфазной среде вода-ксилол в одном реакционном пространстве при снижении общих энергетических затрат [6]

**Цель работы.** Задача исследований состояла в исследовании возможности применения продукта эпоксидирования натурального каучука – латекса ЭНК в качестве защитных покрытий металлов.

**Материал и результаты исследований.** В работе предложено использовать ЭНК в качестве защитных покрытий металлов, учитывая то обстоятельство, что эпоксидные группы в составе полимеров способны реагировать с гидратированной поверхностью металлов с образованием прочных химических связей [7].

Защитное покрытие наносилось методом макания в 10%-й масс. раствор ЭНК с последующей сушкой в течении 24 часов при комнатной температуре. В качестве сравнения использовался 10%-й масс. раствор исходного низкомолекулярного каучука.

Для оценки адгезии полученных покрытий применялся метод решетчатых надрезов по ГОСТ 15140-78. Поверхность металла (Ст.3) обрабатывалась на наждачном круге до 6-го класса шероховатости по ГОСТ 2789-75 и обезжиривалась бензином марки Нефрас.

Толщина пленок на поверхности Ст.3 из скрапа НК и ЭНК после эпоксидирования снизилась с 60 до 20 мкм, а адгезия улучшилась с 2 до 1 балла. Это связано с тем, что раствор ЭНК лучше смачивает металлическую поверхность, чем исходный раствор НК за счет большей поверхностной энергии эпоксидированного каучука [8].

**Вывод.** Таким образом, установлена возможность использования ЭНК, полученного из скрапа НК, для создания защитных покрытий на поверхности металлов (Ст.3), с меньшим расходом при их нанесении. Перспективным является дальнейшее изучение закономерностей и кинетики протекания процесса эпоксидирования, разработка инженерных приемов ее улучшения. Кроме этого, многоцелевой ЭНК можно использовать для защиты металлического оборудования от коррозии при его консервации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гришин Б.С. Материалы резиновой промышленности: информационно-аналитическая база данных: Справочник в 2-х т. – Казань: КГТУ, 2010. – Т1. – 506 с.
2. Synthesis and Characterization of Epoxidized Styrene–Butadiene Rubber/Silicon Dioxide Hybrid Materials / M.A. de Luca, T.E. Machado, R.B. Notti, M.M. Jacobi // Journal of Applied Polymer Science. – 2004. – № 92.– p. 798–803.
3. Эпоксидирование жидких каучуков и резиновой крошки перкислотами in situ /Л.В. Ермольчук, В.П. Бойко, В.К. Грищенко, Е.В. Лебедев // Вопросы химии и химической технологии. – 2008. – №5.– С. 53-58.
4. Chemical Modification of Polydienes in Latex Medium: Study of Epoxidation and Ring Opening of Oxiranes / D. Derouet, S.Mulder-Houdayer, J.C. Brosse // Journal of Applied Polymer Science. – 2005. – № 95.– P. 39–52.
5. Епоксидування натурального каучуку в середовищі вода – ксилол / Д.О. Шаповалов, В.В. Ведь, С.М. Зибайло, В.Л. Юшко // Вопросы химии и химической технологии. – 2014. – №3.– С. 89-93.
6. Совмещенный реакционно-разделительный процесс эпоксидирования отходов производства натурального каучука / Д.О. Шаповалов, С.Н. Зыбайло, В.Л. Юшко // Международная научно-техническая конференция «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2014» (Днепропетровск 14 февр.-28 марта. 2014 г.). – Днепропетровск: НГУ, 2014. – С.324.
7. Ниашавили, Г.А. Адгезивы и клеевые композиции для крепления эластомеров к металлам в процессе вулканизации [Текст] /Г.А. Ниашавили, О.В. Лакиза – М.: ЦНИИТ-Энефтехим, 1991. – 76 с.
8. Эбич, Ю.Р. Физико-химические аспекты формирования адгезионных металлополимерных систем [Текст] / Эбич, Ю.В. Емельянов, С.Н. Зыбайло //Геотехническая механика: Сб. научн. тр. – 2002. – Вып. 31. – С.193-200.

УДК 681.51

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫМИ  
ФАБРИКАМИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ<sup>1</sup>****К.А. Ивушкин<sup>1</sup>, М.В. Шипунов<sup>2</sup>, В.В. Грачев<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>кандидат экономических наук, заместитель генерального директора, ООО «Объединенная компания «Сибшахтострой», г. Новокузнецк, Россия, [e-mail: info@oksshs.ru](mailto:info@oksshs.ru)

<sup>2</sup>начальник отдела систем управления производством, ООО «Научно-исследовательский центр систем управления», г. Новокузнецк, Россия, e-mail: [mihail.shipunov@gmail.com](mailto:mihail.shipunov@gmail.com)

<sup>3</sup>кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации и информационных систем, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия, e-mail: [vitaly.v.grachev@gmail.com](mailto:vitaly.v.grachev@gmail.com)

<sup>1</sup> Работа поддержана грантом РФФИ по проекту №15-07-01972