

Т.В. Лавриненко, Б.Н. Седых, А.С. Монаков

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В настоящее время освоены технологии, позволяющие снизить зависимость производств от отрицательных последствий воздействия абразивных и агрессивных сред. Полимерные материалы открывают такие возможности без существенных капитальных затрат. Описан ряд полимерных материалов АБРАЗИВЭЛАСТ®, УКРЕПАН®, КРЕМКРЕПАН®, разработанный технологами ООО «РВСК». Представлены основные физико-механические показатели полиуретанов. Дан перечень деталей и элементов технологического оборудования горнодобывающих предприятий, изготовленных из полиуретанов. Использование деталей из полиуретана позволяет значительно улучшить эксплуатационные характеристики оборудования и увеличить межремонтный период.

Ключевые слова: абразивные и агрессивные среды, полиуретаны, детали машин, напыление полиуретана.

Абразивный износ и коррозия – негативные факторы, влияющие на работу основного производственного оборудования многих промышленных предприятий. Износ и коррозия конструктивных элементов технологического оборудования влекут значительные материальные затраты на ремонт, создают условия для снижения показателей производства, остановок технологических линий и аварий. Это сказывается на конкурентоспособности и стабильности работы промышленных предприятий в современных условиях рыночной экономики. Масштабы таких явлений во многом зависят от свойств материалов, из которых изготовлены конструктивные элементы технологического оборудования.

В настоящее время освоены технологии, позволяющие снизить зависимость производств от отрицательных последствий воздействия абразивных и агрессивных сред. Применение износостойких материалов, устойчивых к абразивному износу и коррозии, позволяет значительно увеличить межремонтный срок эксплуатации оборудо-

вания, улучшить технологический уровень производства. Полимерные материалы открывают такие возможности без существенных капитальных затрат.

Одной из ведущих российских компаний разрабатывающих, производящих полимерные материалы и осуществляющих их внедрение в условиях различных производств, является ООО «Разработка, Внедрение Синтетических Каучуков» (ООО «РВСК») г. Санкт-Петербург. Производственной базой данного предприятия является ООО «Химпласт» в г. Мурманске.

Технологами ООО «РВСК» разработаны следующие полимерные материалы: АБРАЗИВЭЛАСТ®, УКРЕПАН®, КРЕМКРЕПАН®. Помимо материалов собственного производства применяются полиуретан, капролон, графитонаполненный капролон, армированные ткани. Характеристики наиболее используемых материалов представлены в табл. 1. Разработанные материалы эксплуатируются в широком диапазоне температур (от -40 °С до +90 °С), имеют стабильные свойства в течение

Таблица 1

Основные физико-механические показатели полиуретанов

Наименование показателей	УКРЕПАН®	АБРАЗИВЭЛАСТ®
Предел прочности при разрыве, кгс/см ² не менее	380	300
Истираемость, см ³ /кВт·ч (мм ² /дж)	13 (0,068)	96 (0,038)
Твердость по Шору, усл.ед.	88–94	76–80
Сопротивление раздиру, кгс/см	не менее 60	не менее 30
Эластичность по отскоку, %	36	28
Условная прочность при растяжении, МПа (кгс/см ²)	38 (380)	35 (350)
Условная прочность при удлинении 100%, МПа	9,1	4,6
Условная прочность при удлинении 300%, МПа	15,6	11,0
Относительное удлинение при разрыве, %	460	470
Относительное остаточное удлинение, %	4	3
Плотность, г/см ³	1,15	1,2
Масло-бензостойкость	высокая	высокая
Гидролитическая стойкость	высокая	высокая

длительного времени и являются экологически безопасными для людей. Также они обладают высокой адгезией с металлами, стойкостью к абразивному износу, агрессивным средам, обледенению, солям и морской воде, УФ излучению, химическим и нефтяным продуктам, налипанию пульпы, угольной и другой пыли. В зависимости от технических требований такие материалы могут иметь необходимые твердость либо эластичность, прочность на разрыв, герметичность, низкий либо высокий коэффициент трения и другие свойства.

Технологическая база и высокий уровень подготовки инженерно-технического персонала ООО «РВСК» позволяют успешно решать задачи, связанные с использованием собственных разработок в различных отраслях промышленности. Отличные результаты внедрений технологий ООО «РВСК» в горнорудной, нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности отражены в соответствующих актах и подтверждены положительными

отзывами ведущих специалистов промышленных предприятий. Технологии отработаны при долголетнем сотрудничестве с такими предприятиями как ОАО «Лебединский ГОК», ОАО «Михайловский ГОК», ОАО «Карельский окатыш», ОАО «Ковдорский ГОК», ОАО «КГМК Печенганикель», ОАО «КМА-Руда», ОАО «ОЛКОН», ОАО «Уралхиммаш», ОАО «Машиностроительный завод Труд», СП ЗАО «ИВС», Качканарский ГОК «Ванадий» и др.

ООО «РВСК» производит полиуретановые изделия и металлические детали с полиуретановой облицовкой, выполняет напыление полиуретана на поверхности с любой конфигурацией, восстанавливает и облицовывает конструктивные элементы оборудования. В основном, данные работы выполняются на производственной базе ООО «РВСК». В случаях нецелесообразности демонтажа или транспортировки элементов оборудования, на которые необходимо нанесение полиуретанового покрытия (емкости большого объема, желоба и другие элементы),

осуществляется выезд специалистов с оборудованием для выполнения необходимых работ на производственных площадках заказчика.

Многие конструкторские решения специалистов ООО «РВСК» при разработке деталей или изделий с заменой проектных материалов (нержавеющей стали, бронзы, чугуна и др.) на полиуретан отличаются оригинальностью, позволяют добиться значительного снижения массы деталей, шума, вибрации.

Детали из полимерных материалов

На данный момент освоено производство следующих деталей и элементов технологического оборудования горнодобывающих предприятий:

- роликовых грохотов и питателей, ролики конвейеров, бортовины конвейеров, скребки конвейерных лент, футеровки канатоведущих и отклоняющих шкивов;
- втулки грузовых роликов обжиговых тележек;
- гидроциклоны, насадки песковые, сливные, шламовые для ГЦ;
- импеллера и статоры аэрационных узлов сита для разделения сухих и влажных сыпучих материалов;
- втулки, вкладыши буровых станков и экскаваторов;



Рис. 1. Ролик роликового питателя, изготовленный из черного металла и облицованный полиуретаном марки АБРАЗИВЭЛАСТ®

• отбойные кольца сепараторов, отсекатели, отводы, манжеты, уплотнительные кольца, компенсаторы, трубы;

• демпфирующие элементы грузовых вагонов и др. деталей из полиуретана позволяет значительно улучшить эксплуатационные характеристики оборудования и увеличить межремонтный период.

Наработка импеллера, облицованного полиуретаном, превышает срок службы импеллера из чугуна более чем в 7 раз. В акте проверки технического состояния статоров-импеллеров ОАО «Фосфорит», облицованных полиуретаном марки УКРЕПАН®, отмечено, что после 4605 часов наработки импеллера, облицованного полиуретаном, наблюдается полное отсутствие износа полиуретановых поверхностей статора-импеллера. Окончательный срок эксплуатации данного импеллера не определен. Разработанные конструкции импеллеров и статоров флотомашин весят меньше металлических аналогов, что облегчает монтаж, уменьшает нагрузку на опорные узлы.

Например, демпфирующие элементы грузовых вагонов из полиуретана марки АБРАЗИВЭЛАСТ® выдерживают более 20000000 циклов нагружений. Скребки для конвейерных лент изготовленные из полиуретана марки УКРЕПАН® увеличивают срок службы транспортной ленты. За двухлетний период эксплуатации конвейеров, укомплектованных скребками, износа скребков практически не наблюдается.

Например, на роликовый питатель в цехе производства окатышей ОАО «Карельский окатыш» были одновременно установлены ролики из нержавеющей стали и ролики из черного металла, облицованные полиуретаном марки АБРАЗИВЭЛАСТ®. Через два года эксплуатации максимальный износ облицованных роликов составил 0,3 мм, а роликов из нержавеющей



Рис. 2. Нарботка чугунного импеллера 720 часов

стали – 4 мм. С учетом высоких эксплуатационных характеристик полиуретана марки АБРАЗИВЭЛАСТ® конструкция роликов с заменяемыми хвостовиками, так как рабочая поверхность роликов с полиуретаном превышает срок эксплуатации хвостовиков. Тем самым достигнуто дополнительное увеличение ремонтпригодности роликов и снижение их стоимости.

Еще одним примером эффективности применения полимерных материалов является замена бронзовых втулок грузовых роликов обжиговых тележек на втулки, изготовленные из капролона. Это позволило увеличить срок службы втулок в десять раз.

В акте на эксплуатацию полиуретановых вкладышей, используемых на буровых станках СБШ-250 ОАО «Ковдорский ГОК», отмечено, что замена вкладышей из чугуна на полиуретановые значительно (в 4–5 раз) увеличила срок их службы. Не изнашиваются направляющие цепей на роликовых грохотах.

Вставка из полиуретана АБРАЗИВЭЛАСТ®, установленная на шланговых клапанах трубопроводов хвостового хозяйства ОФ КГМК, в сравнении с втулкой из традиционной резины, работает в три раза дольше, обеспечивает эффективный пережим клапана при низких температурах.



Рис. 3. Нарботка импеллера, облицованного полиуретаном, 4605 часов

Напыление полиуретана на поверхность с любой конфигурацией

Полиуретановые двухкомпонентные композиции наносятся методом напыления на поверхность. Минимальный срок полимеризации позволяет почти не прерывать работу при напылении и обеспечить монолитность покрытия. После нанесения полиуретана на всей поверхности формируется герметичная, монолитная пленка, мембрана без швов и стыков. Такое сплошное покрытие практически исключает проникновение воды и химических веществ под пленку.

Напыление полиуретана производится на камеры флотомашин, ванны магнитных сепараторов, коллекторные системы и ванны дисковых вакуумных фильтров, внутренние поверхности различных емкостей и т.д.

Восстановление и покрытие полиуретаном элементов оборудования

Технология восстановления и покрытия полиуретаном конструктивных элементов оборудования позволяют наряду с изготовлением новых изделий восстанавливать геометрию деталей с предельным износом, подлежащих утилизации.

В таком случае изношенная деталь является основанием, обеспечивающим



Рис. 4. Обечайка магнитного сепаратора

необходимую жесткость конструкции. Данная технология успешно применяется при изготовлении и ремонте аэрационных узлов для механических и пневмомеханических флотомашин, движителей, валов, роторов, гидроциклонов, классификаторов и др. Возможно повторное нанесение полиуретана на уже восстанавливаемые детали, тем самым, увеличивая их рабочий ресурс на период ограниченный физическими возможностями основания.

Покрытие обечаек магнитных сепараторов ПБМ 120/300 и ПБМ 90/250 трехмиллиметровым слоем полиуретана позволяет значительно срок их службы по сравнению с резиновым

покрытием и с нержавеющей сталью, в зависимости от условий эксплуатации. Барабаны сепараторов, облицованные полиуретаном, находятся в эксплуатации на ОАО «Карельский окатыш» и на других комбинатах с 2002 г. по настоящее время. Покрытие обечаек производится на производственных площадках ООО «РВСК» в Мурманске и Екатеринбурге.

В результате проведенных исследований и экспериментов установлено, что в ряде случаев использование данных технологий позволяет заменить дорогостоящие детали из бронзы и нержавеющей стали на изделия из полимерных материалов или из черного металла, облицованного полимерными материалами. Срок службы деталей увеличивается от двух до десяти и более раз (втулки, ролики, вкладыши и т.д.).

При определении экономической эффективности использования материалов необходимо учитывать комплекс факторов, влияющих на целесообразность применения деталей с теми или иными физическими свойствами. К таким факторам относятся затраты

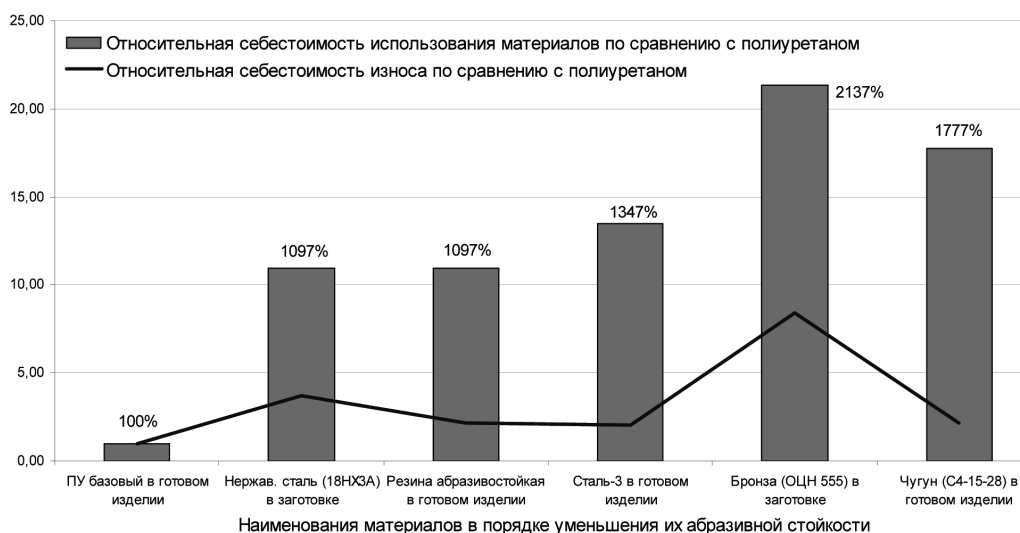


Рис. 5. Экономический эффект использования материалов при абразивном износе по сравнению с полиуретаном

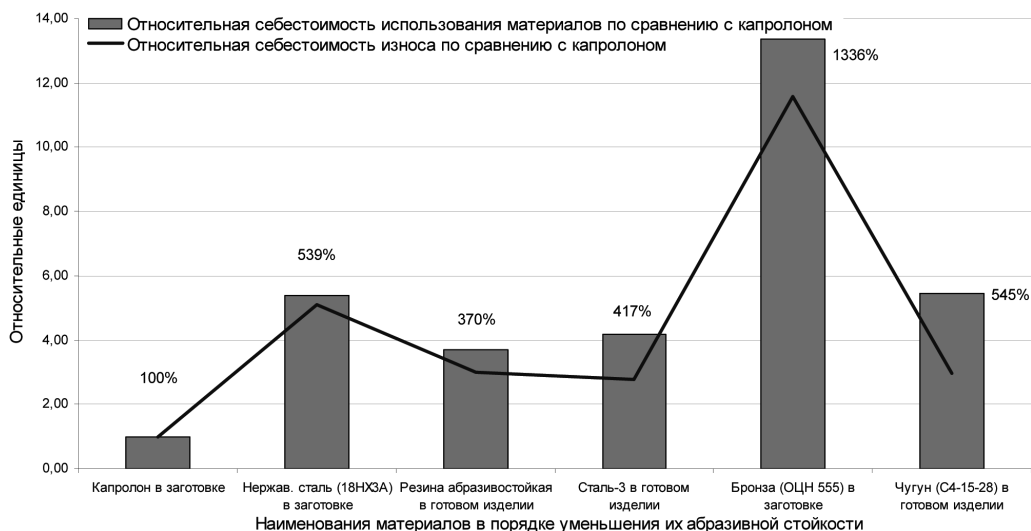


Рис. 6. Экономический эффект использования материалов при абразивном износе по сравнению с капролоном

на осуществление ремонта, простой оборудования, межремонтные периоды, стоимость деталей.

На рис. 5, 6 отражена экономическая эффективность использования различных материалов при абразивном износе по сравнению с полиуретаном и капролоном. Относительная себестоимость использования материалов – это основной показатель для оценки экономической эффективности применения полиуретана и капролона в сравнении с другими материалами. Данная величина показывает во сколько раз дороже применение различных материалов вместо полиуретана и капролона с учетом затрат демонтажа и простоя оборудования. Относительная себестоимость износа – сравнительный коэффициент, показывающий во сколько раз себестоимость износа деталей из полиуретана и капролона ниже по сравнению с изделиями из других материалов. Таким

образом, применение полиуретана по сравнению с нержавеющей сталью дешевле минимум в 10 раз. Использование капролона в 5 раз эффективнее применения нержавеющей стали и чугуна и в 13 – бронзы.

Полиуретан марок АБРАЗИВ-ЭЛАСТ®, УКРЕПАН®, КРЕМКРЕПАН® является наилучшим материалом для производства изделий, работающих при воздействии абразива и агрессивных сред. Их эксплуатационные характеристики значительно выше, чем у изделий из бронзы, чугуна, марганцовистой стали, абразивостойкой резины. Это позволяет успешно использовать эти марки полиуретанов в горнодобывающей и других промышленности для улучшения качества производственных процессов, увеличения сроков безремонтной эксплуатации оборудования и повышения эффективности производства.

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Лавриненко Татьяна Викторовна – заместитель генерального директора,
Седых Борис Николаевич – генеральный директор,
Монаков Алексей Сергеевич – кандидат технических наук, ведущий инженер,
ООО «Разработка внедрение синтетических каучуков», e-mail: pgir@net-star.ru.

EFFECTIVE APPLICATION OF POLYMERIC MATERIALS IN INDUSTRY

Lavrinenko T.V.¹, Deputy General Director,

Sedykh B.N.¹, General Director,

Monakov A.S.¹, Candidate of Technical Sciences, Leading Engineer,

¹ Synthetic Rubber Development and Introduction–RVSK Ltd, Saint-Petersburg, Russia, e-mail: pgir@net-star.ru.

The current technologies reduce the dependence of production on negative aftereffect of abrasive and aggressive environments. Polymeric materials offer this opportunity with no heavy capital input required. The author describes polymeric materials ABRAZIVELAST®, UKREPAN® and KREMKREPAN® developed by RVSK. The article reviews basic physico-mechanical parameters of polyurethane rubber and specifies spare parts and elements made of polyurethane rubber for process equipment in mines. With the polyurethane parts, the equipment performance is improved and the repair interval is extended.

Key words: abrasive and aggressive environment, polyurethane rubber, machine parts, polyurethane rubber sputtering.

**ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ
ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ
(ПРЕПРИНТ)****ЛОКАЛЬНЫЙ УГЛЕГАЗОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
КАК ИННОВАЦИОННАЯ НЕТРАДИЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Васючков Юрий Федорович – доктор технических наук, профессор,
Федорова Марина Александровна – старший преподаватель,
МГИ НИТУ «МИСиС».

Представлен анализ функциональной структуры локального углегазоэлектрического комплекса, включающего получение синтетического газового топлива из ископаемого угля и выработку из него электрической энергии с использованием угольного метана, и оценку его энергетической эффективности. Приведен перечень и тип оборудования, осуществляющего функционирование подсистем. Нетрадиционные технологии разработки полезных ископаемых отличаются использованием скважинных способов освоения месторождений, малооперационностью и меньшим уроном окружающей среде по сравнению с традиционными технологиями. Они используются при разработке рудных, россыпных и угольных месторождений. Приведена их классификация и сформулирована необходимость повышения их энергетической и экологической эффективности. На основе анализа методов газификации угля приведена их классификация по ряду характерных признаков. Составлена классификационная таблица по виду воздействия, энергетической ценности газового топлива, выхода золы, используемого в процессе газификации давления в газовой фазе.

Ключевые слова: углегазоэлектрический комплекс, технологии разработки полезных ископаемых, газификация угля, экологическая эффективность, энергия угля.

**CLASSIFICATION OF UNCONVENTIONAL TECHNOLOGIES
FOR HARD ECONOMIC MINERALS EXTRACT**

Vasychkov Y.F., Doctor of Technical Sciences, Professor,

Moscow Mining Institute, National University of Science and Technology «MI SiS», Moscow, Russia,

Fedorova M.A., Assistant Professor, Moscow Mining Institute,

National University of Science and Technology «MI SiS», Moscow, Russia, e-mail: ud@msmu.ru.

Unconventional technologies of the mineral resources extraction are characterized decreased volume of productive operations and smaller influence on the environment and more energy effectiveness. The unconventional technology as Local coal and gas and power generation complex corresponds with the upper requirements. A table of unconventional technologies classification is cited in the article. The classification is executed on the base of classification features. In particular main features were as a kind of treatment of rock mass and phase condition of the made products. In power generation there are technologies of coal gasification. Methods of coal gasification are considered and conclusion is made. Method Lurgy is more attractive for the industrial enterprises both technical and ecological view point. Table of methods used for making of gas fuel from the coal is cited in the article.

Key words: unconventional technologies, economic minerals, classification, energy value, classification of coal transformation methods.