Записки Санкт-Петербургского горного института им.Г.В.Плеханова.
Т. 141. СПб, 1995

УДК 622.85:622.684:629.11.012.5

В.Ю.КОПТЕВ, А.А.КУЛЕШОВ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШИН НА ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТКАХ

Ежегодно на I8 заводах стран СНГ изготавливается 70 млн. шин, на производство которых расходуется I5 % суммарной валовой продукции нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. Количество шин для грузовых автомобилей составляет 52,5 млн. - 75 % всех шин (в США - 20 %, в странах Западной Европы - до I2 %). Доля крупногабаритных шин (КГШ), которыми оборудуются карьерные автомобили-самосвалы, строительные и сельскохозяйственные машины, достигает 2 % (в США - I %). КГШ имеют большие материалоемкость и энергоемкость, что определяет их высокую стоимость. Горные работы наносят большой урон окружающей среде, комплексная экологическая оценка их в настоящее время еще не дана. Поскольку карьерный автотранспорт является одним из основных источников загрязнений, в работе предпринята попытка оценить экологическое воздействие КГШ на окружающую среду при их эксплуатации на карьерах России и утилизации.

При оценке ущерба окружающей среде от производства и эксплуатации КГШ рассматриваются следующие виды загрязнений:

отходы и химические соединения на шинных заводах от производства шин;

резиновая пыль и крошка от истирания протектора, часть которых оседает на дорогах, а часть, смываясь дождями и талыми водами, попадает в реки и водоемы; под воздействием тепла, света, озона и влаги возможно образование вредных химических соединений с угольной и рудной пылью, техническими маслами, отработавшими газами и др.;

захламление изношенными шинами отвалов карьеров;

образование химических соединений и резиновой пыли при местном и восстановительном ремонте шин на горном предприятии.

Значительная доля загрязнений при эксплуатации КГШ падает на процессы износа, истирания протектора шин. Технические данные о КГШ приведены в табл.I.

При передаче крутящего момента и под действием горизонтальных сил в области контакта шины с дорогой происходит рассеивание механической энергии и проскальзывание элементов протектора, вызывающие износ шин. Сколь-

Таблица 1

Параметры крупногабаритных шин

Типоразмер шины	Модель	Завод-изготовитель	Масса шины, кг	Масса протектора, кг	Грузоподъемность автосамосвала, т
18.00-25 (500-635)	ВФ-76Б, ВФ-76БМ, ФД-35, Ф-27, Ф-13А, Ф-154, ВФ-177А	Бобруйский, Днепропетровский, Красноярский, Волжский	350-420	80	27-32
21.00-33 (570-838)	ВФ-166А, ВФ-166АМ, ФБел-2, ФБел-10, ВФ-166В, Ф-24А, Ф-100	Бобруйский, Днепропетровский	520-630	135	40-42
27.00-49	ФБел-1, ФБел-77А, ФТ-115	Бобруйский	1300-1500	550	70-80
33.00-51	Ф-90, ФТ-116	"	2200	850	110-120
40.00-57	ФВ-180, Ф-75, ФТ-117	"	3550	1500	170-180

жение и потери механической энергии зависят от режима качения колеса, материала и конструкции шин, величины внутреннего давления, свойств опорной поверхности. Выделяют следующие механизмы износа шин: абразивный, посредством скатывания, усталостный и термической деструкции. Первые два характеризуются отделением частиц резины от наружной поверхности протектора, остальные - внутренними и наружными разрушениями материалов шины. При эксплуатации шины эти механизмы протекают одновременно, разделить их и оценить долю каждого из них невозможно. Аналитические модели износа шин удовлетворительны для лабораторных испытаний, но не работают в условиях эксплуатации шин. Поэтому для определения износа, в частности при прогнозировании ресурса, используют эмпирические зависимости. Установлены зависимости снижения ресурса КГШ от абразивности дорожного покрытия [1], времени года [4]. Комплексная оценка условий эксплуатации предложена в работе [5]. В ряде работ указывается на увеличение расхода топлива при износе протектора и вероятности повреждения шин о куски породы и посторонние предметы [6,7].

Нами выполнена оценка массы истираемой резины протектора шин при эксплуатации автосамосвалов на карьерах России (табл.2).

Для определения количества изношенных шин и массы резины, образующейся при истирании протектора, примем, что в России эксплуатируется 60 % автосамосвалов грузоподъемностью 27-42 т, выпущенных Белорусским автозаводом. Количество автосамосвалов грузоподъемностью 110-180 т определено их подсчетом по карьерам России. Полученные результаты необходимо рассматривать как оценочные, поскольку пробеги автосамосвалов и их шин отличаются для отдельных карьеров более чем в два раза. Часть шин списывается

Таблица 2

Масса истираемой резины протектора при эксплуатации КГШ

Грузоподъемность автосамосвала, т	Количество автосамосвалов, шт.	Нормативный пробег автосамосвала, тыс.км	Срок службы автосамосвала, годы	Пробег шин, тыс.км	Количество изношенных шин, тыс.шт.	Масса истираемой резины, тыс.т/год
27-30	9360	250	6,0	30	78,0	6,2
40-42	7900	300	6,0	33	71,8	9,7
75-80	270	350	7,0	25	3,2	1,8
110-120	1190	350	7,0	38	9,4	8,0
170-180	180	400	8,0	35	1,5	2,3
Всего	–	–	–	–	163,9	28,0

в утиль по причине механических повреждений (пробои шин, расслоение каркаса, производственные дефекты), а часть шин после ремонта продолжает эксплуатироваться.

При оценке влияния изношенных шин на окружающую среду рассмотрим в качестве примера выделение загрязнений при эксплуатации разрезов концерна Кузбассуголь [2,3].

На двадцати разрезах Кузбасса с общим количеством автосамосвалов 1130 добывается 60 млн.т угля. В год истирается резины 5,3 тыс.т, в то время как количество пыли, образующейся от разрушения и экскавации горных пород, составляет 16,8 тыс.т, при проведении взрывных работ – 79,2, бурении – 273,2. Общая масса изношенных шин, отправляемых в отвал, 9,2 тыс.т, а масса вскрышных пород (из расчета 3 т породы на 1 т угля) 180 млн.т. Заметим, что для получения 1 т чугуна в отвалы направляется до 25 т, а для 1 т меди – до 200 т горных пород. Можно считать, что доля изношенных КГШ в общем загрязнении ничтожна, поскольку, если допустить, что вся истираемая резина протектора – пыль, ее масса составляет менее 10 % всей массы пыли, выделяющейся при проведении работ в карьере, а масса изношенных шин составляет менее 0,05 % от массы пород отвала.

Для оценки влияния измельченной резины и изношенных шин на организм человека и окружающую среду необходимо располагать данными гранулометрического и химического составов. Данных гранулометрического состава истираемых резин в настоящее время нет.

Протектор КГШ изготавливают из синтетических каучуков – ненасыщенных углеводородов типа СКД (бутадиеновый) и СКИ (изопреновый), содержащих в отдельных композициях до 70 % натурального каучука. Технология приготовления протекторных резин предусматривает термическую обработку смеси каучуков с вулканизаторами (сера до 5 %), активизаторами (оксиды цинка, магния до 5 %), замедлителями (производные фталемида, бензойная кислота, ангидриды до 0,5 %), активными наполнителями (технический углерод до 30-60 %), нефт-

тяными маслами и другими добавками. Отдельные рецептуры содержат олигомеры с изоционатными (ФП-65) и олигодиены с уретановыми, гидрозоновыми и нитрозоаминными группами [6,7].

В естественном виде некоторые из этих веществ ядовиты. Принято считать, что при соблюдении нормальных условий (обычных температур, влажности) протекторная резина не выделяет вредных загрязнений, т.е. является химически устойчивой и нейтральной. С другой стороны, недопустимыми условиями, например, при хранении шины, считается попадание солнечных лучей, повышенная влажность, хранение вблизи источников тепла, попадание нефтепродуктов и др. Под их воздействием на поверхности шины выделяются такие вредные вещества, как спирты, кетоны, гидропероксиды. К сильным окислителям, вызывающим деструктурирование резины, относятся кислород и озон.

Даже не проводя химических исследований, очевидно, что в присутствии таких природных активизаторов химических реакций, как тепло самой шины (достигает 110 °С) и окружающего воздуха (летом до 50 °С), солнечных лучей, кислорода и озона воздуха, возможно образование вредных химических соединений резиновой крошки с угольной и рудной пылью, отработавшими газами, нефтепродуктами. Однако результаты исследований по образованию вредных соединений пока не опубликовывались, что должно заинтересовать экологов и химиков. Особый интерес для исследований представляют водоемы и отвалы карьеров, где концентрация шинных материалов наибольшая. За период эксплуатации карьера в них могли скопиться десятки и сотни тысяч тонн измельченной резины и изношенных шин.

Вследствие окислительных процессов, происходящих в отвалах пород, что особенно характерно для угольных отвалов, в них повышается температура, приводящая к пожарам. Известно, что горение таких отвалов продолжается несколько лет, в течение которых в атмосферу выбрасываются десятки и тысячи тонн вредных веществ. Наличие в отвале шин, являющихся органическим горючим материалом, очевидно будет способствовать процессу горения. К примеру, пожары на крупных свалках шин в США и Канаде (в 1987-1988 гг.) тушились несколько месяцев. Следовательно, существующая практика складирования шин в отвалы опасна.

Проблема использования изношенных шин стоит остро для многих стран мира. Годовое количество шин, выходящих из эксплуатации, в ведущих странах составляет, тыс.т: США – до 2300, Япония – 750, Германия – 450, Франция – 425, Англия – 400. Общего подхода к решению этой проблемы в настоящее время нет. В нашей стране практические вопросы этой проблемы обсуждались на различных ежегодных симпозиумах, конференциях и семинарах.

По оценочным данным, расход нефти на изготовление материалов для одной легковой шины составляет 20 л, а для их переработки в готовую шину – до 18 л. Если считать, что затраты нефти на материалы и энергию для ее изготовления пропорциональны массе готовой шины, то суммарные затраты нефти для КГШ типоразмеров, приведенных в табл.1, составят соответственно 703, 1080, 2660, 4180 и 6745 л.

Из-за большой стоимости каркаса шины (ее силовой основы), достигающей 70 % стоимости всей шины, и конструктивно сохраняющего ресурс на I-2 срока, наиболее эффективным считается вернуть шине вторую жизнь за счет местного ремонта повреждений и восстановительного ремонта протектора. Для КГШ затраты на эти ремонты составляют соответственно 5 и 35 % при среднем послеремонтном ресурсе 60 % (для шин общего назначения гарантированный ресурс 50 %) от ресурса новых шин.

Правилами эксплуатации КГШ предусматривается восстановительный ремонт протектора при износе 2/3 первоначальной высоты протектора; ремонт заключается в наложении нового протектора.

Шины в неудовлетворительном состоянии, с регламентированными повреждениями каркаса, брекера, боковин и бортов бракуются и складируются в отвалы. На практике шины, имеющие пробег более 25-30 тыс.км, восстановительному ремонту не подвергаются вследствие накопления пластических деформаций (разнашиваемость шин) и усталостных повреждений материалов. Ремонтировать их экономически нецелесообразно из-за расходов на транспорт, ремонт, монтаж-демонтаж, простоев автосамосвалов, длительности и трудоемкости дефектации, а также небольшого послеремонтного ресурса. В этом случае шины эксплуатируются до полного износа протектора (до слоев брекера) с последующим складированием в отвалы. Критерием целесообразности служит коэффициент ремонтопригодности, который равен 0,I8, 0,3 и 0,5 соответственно для шин типоразмера 27.00-49, 33.00-5I и 40.00-57.

Опыт показывает, что каждая пятая шина автосамосвалов грузоподъемностью 75-80 т снимается с эксплуатации по механическим повреждениям, каждая третья - у автосамосвалов грузоподъемностью II0-I20 т и каждая вторая - у автосамосвалов грузоподъемностью I70-I80 т. До 80 % этих шин можно было бы отремонтировать. Однако в настоящее время ремонтируется только I тыс. шин (I3 %). Причинами малого объема ремонта являются: ограниченные мощности шиноремонтных производств (5 заводов и 4 опытных производства); отсутствие научно обоснованной методологии формирования схемы размещения по стране шиноремонтных заводов; разобщенность заводов (всего 85); отставание от современного уровня технологии ремонта.

Необходимость восстановительного ремонта КГШ продиктована не только экономическими причинами, но и требованиями защиты окружающей среды. Данные по выделению шинными заводами вредных веществ указывают на экологическую целесообразность повторного использования шин. Предприятия шинной промышленности ежегодно выбрасывают в окружающую среду свыше 2,5 тыс.т взвешенных веществ (пыли), до 30 тыс.т газообразных веществ, больше половины которых (I7,7 тыс.т) приходится на пары бензина, и до I00 млн.м^3 сточных вод. Выбросы преобразуются в амины, нитрозомины и полициклические ароматические вещества, способствующие злокачественным заболеваниям. Имеются сведения о сворачивании производства бутадиенстирольного каучука на зарубежных заводах. Следовательно, повышение срока службы шин выгодно и по экономическим, и по экологическим причинам.

Другие способы (регенерация, использование в качестве топлива, строительного материала, извлечение различных компонентов и др.) выгодны только для шин, не пригодных к восстановлению.

Анализ научно-технической и патентной литературы показал широкую область использования изношенных шин: строительство различных сооружений, использование материалов шин в качестве добавок для производства различных изделий, сжигание шин в качестве топлива или в виде добавок к нему и др. Существенным препятствием, например, для сжигания и переработки КГШ являются большие размеры и масса шин, высокая прочность их каркаса, наличие металлокорда в каркасе и брекере.

Проведенный по исследуемой проблеме патентный поиск показал, что специального класса, посвященного использованию изношенных шин или повышению срока их службы, ни в МКИ5, ни в предыдущих редакциях не предусмотрено. Технические решения практических задач проблемы предлагаются в изобретениях и патентах, попадающих в следующие классы редакции МКИ:

В 02 С – дробление и измельчение различных материалов дробилками, мельницами, ударными и режущими органами, а также прочие способы и устройства для этих целей; например, В 02 С 18/02 – измельчение ножами, режущими или разрывающими органами; В 02 С 19/18 – измельчение ... разрушением материалов (см. патент США 4912121, БИ № 47 за 1992 г., разрушение шин взрывом); В 02 С 19/20 – истирание ... использование для измельчения материалов;

В 21 К – изготовление конструктивных элементов железнодорожных путей; например, В 21 К 9/00 – ремонт конструкций железнодорожного пути, В 29 К – регенерация и переработка отходов ... регенерация пластиков;

С 08 I – переработка, общие способы приготовления композиций ... для последующей обработки; например, С 08 I 11/04, С 08 I 17/00 – ... растворение в смеси химических веществ ... (см. патент СРР – 96604, выдерживание изношенных шин при температуре до 200 °С в смеси ароматических соединений и парафиновых углеводородов для получения вязкой пасты; патент ФРГ 3420609, растворение резин при температуре до 600 °С в минеральном масле);

Е 01 С 23/00-23/16 – ремонт дорожных и других покрытий;

Е 04 G 23/00-23/02 – ремонт зданий и сооружений.

Поиск технических решений по различным классам МКИ не способствует практическому решению проблемы, актуальной для многих стран мира. Учитывая экономическую и экологическую необходимость использования изношенных шин, необходимо иметь специальный подкласс, например, класс G 01 M "Испытание шин ..." дополнить разделом "Использование изношенных шин".

На основе проведенного исследования можно выделить следующие меры снижения вредного воздействия крупногабаритных шин на окружающую среду:

I. Повышение срока службы шин за счет: применения протекторных резин с высокой прочностью к истиранию за счет новых рецептур; повышения качества шин; создания новых конструкций шин, например, с радиальным кородом; снижения абразивности дорожного покрытия; нормализации тепловых и нагрузочных режимов.

2. Повышение процента шин, годных к восстановительному ремонту, за счет более широкого применения шин радиальной конструкции, повышение контроля за тепловыми и нагрузочными режимами эксплуатации КГШ.

3. Применение современных экологических методов переработки или использования изношенных шин.

4. Инвентаризация водоемов вблизи карьера и организации сброса измельченных резин, например, с помощью флотоаккулянтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Влияние крепости материалов дорожного покрытия на ходимость шин для автосамосвалов БелАЗ / А.Г.Нечипоренко, В.А.Мартюшевский, Е.А.Хоменя, С.С.Якушкин // Промышленный транспорт. 1988. № 10.

2. Ждамиров В.М. Проблемы открытого способа добычи угля и пути их решения в РФ // Уголь. 1992. № 1.

3. Кузнецов В.И. Концерн „Кузбассразрезуголь" / Уголь. 1992. № 1.

4. Левчик А.П., Белозеров В.И. Моделирование износа шин большегрузных карьерных автосамосвалов // Открытые горны работы: Научн. сообщ. / Ин-т горного дела им.А.А.Скочинского. М., 1988.

5. Опыт эксплуатации автосамосвалов БелАЗ на горнорудных предприятиях / А.Н.Казарез, В.Ф.Ванчукевич, В.Д.Штейн, В.С.Апанасенко // Цветметинформация. М., 1977.

6. Тарновский В.Н., Гудков В.А., Третьяков О.Б. Автомобильные шины: устройство, ремонт и эксплуатация. М.: Транспорт, 1990.

7. Эксплуатация и ремонт крупногабаритных шин / Э.С.Скорняков, Э.Н.Кваша, А.А.Хоменя, В.П.Бойков. М.: Химия, 1991.