

4. Гаврилов В.Л., Ермаков С.А., Хосоев Д.В. Оценка состояния открытой разработки угольных месторождений Центральной и Северной Якутии // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № 11. С. 29-36.
5. Москаленко Т.В., Ворсина Е.В. Управление отходами горной промышленности как элемент устойчивого развития республики Саха (Якутия) // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. №10. С. 98-102.
6. Москаленко Т.В., Михеев В.А. Применение устройства фракционирования для удаления высокозольных примесей из низкосортных углей // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2004. №2. С. 112-116.
7. Панкевич Ю.Б., Шимм Б., Дженге П. Опыт применения горных комбайнов Wirtgen Surface Miner на угольных разрезах мира / Горная промышленность. 1999. - №3. - С. 46-52.
8. Рассказов И.Ю., Секисов Г.В., Чебан А.Ю. Состояние и перспективы открытой разработки месторождений твердых полезных ископаемых в южной части Дальневосточного региона // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № S56. С. 86-96.
9. Чебан А.Ю., Хрунина Н.П. Техника и технологии разработки месторождений цементного сырья на Дальнем Востоке и перспективы их развития // Системы. Методы. Технологии. 2014. №1 (21). С. 131-135.

УДК 622.23:05459

ИССЛЕДОВАНИЕ АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА РЕЗИНОВЫХ ЗАЩИТНЫХ ФУТЕРОВОК ДЕТАЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

А.А. Черний¹, Е.С. Афанасьев², И.Н. Цаниди³

¹аспирант, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, e-mail: sanek20.1984@gmail.com

²инженер, ООО «Валса ГТВ» г.Белая Церковь, Украина, e-mail: guma.2007@mail.ru

³аспирант, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, e-mail: ivan.tsanidy@gmail.com

Аннотация. В работе проведено экспериментальное исследование влияния наработки резиновой футеровки на процесс её абразивного изнашивания. Определены зависимости интенсивности абразивного износа от величины контртела.

Ключевые слова: *вибрационный питатель, защитная футеровка, абразивный износ, старение резины.*

A STUDY OF ABRASIVE WEAR OF RUBBER PROTECTIVE LININGS OF TECHNOLOGICAL MACHINES PARTS

Aleksandr Cherniy¹, Evgeniy Afanasev², Ivan Tsanidy³

¹Postgraduate Student of Elastomeric Component Mechanics in Mining Mashines Department, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: sanek20.1984@gmail.com

²Engineer, ООО «Valsa GTV», Bila Zercva, Ukraine, e-mail: guma.2007@mail.ru

³Postgraduate Student of Elastomeric Component Mechanics in Mining Mashines Department, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: ivan.tsanidy@gmail.com

Abstract. The experimental research of working time with a rubber lining on the process of it abrasive wear effect. Defined the dependence of wear intensity of abrasive material size.

Keywords: *vibrating feeder, protective linings, abrasion wear, ageing of rubber.*

Введение. Современная горная промышленность характеризуется стремительной интенсификацией процессов добычи, доставки, сортировки, дробления и обогащения минерального сырья. Внедрение поточно-циклических технологий подразумевает использование вибрационных машин. Это связано с определенными режимами работы технологических линий и преимуществами вибрационной техники. Так при добыче руд был разработан и внедрен комплекс машин, включающий в себя: вибрационный питатель для загрузки вагонов, вибрационных конвейер для транспортировки сырья, вибрационный питатель-перегрузчик пустых пород, вибрационную балластировочную машину, вибрационную шпалоподбивочную машину, виброустройство для подачи пустых пород в выработанное пространство, виброгрохот для сортировки материала [1, 2]. и др. Применение вибрационных питателей и комплексов на выпуске и доставке руды повысило производительность и интенсивность выпуска в 1,5-2 раза, а вторичное разубоживание свело к нулю, уменьшило в 5-10 раз число завесаний, что сократило количество взрывов для их ликвидации, существенно улучшило условия труда горнорабочих [1, 2]. Но, наряду с высокими преимуществами использования вибрационных машин, возник вопрос защиты их рабочих поверхностей от абразивного износа. Так как именно этот вид износа является преобладающим, учитывая принцип работы вибромашины. Хорошо себя, для этой цели, зарекомендовали детали из эластомерных материалов [1-3]. Резина среди них наиболее подходящий композит. Это, прежде всего, связано с свойствами резины и её вязко-упругими характеристиками. Таким образом, вопрос прогнозирова-



ния ресурса деталей, изготовленных из резины, является очень актуальным [3-5]. В данной работе рассмотрено только один вид износа резины – абразивный.

Анализ публикаций и исследований показал, что износ резин есть более сложным процессом, чем внешнее трение, и представляет собой результат взаимно-функционального действия механических и физико-механических процессов протекающих в основном в поверхностном слое контактируемых тел. Исследователи различают пять видов истирания резин: абразивное, усталостное, износ посредством «скатывания», термическое и коррозионное [3]. Такими работами занимались: И.В. Крагельский, Г.М. Бартенев, Шалламах, Д.Ф. Мур, Грош и другие [1-5]. Важным является то, что аналитический расчет износостойкости резины при абразивном износе с учетом внешних факторов практически отсутствует в связи с его сложностью. Элементарный акт абразивного износа резины рассматривался Шалламахом и другими учеными [1, 2].

Цель работы. Определение истираемости и сопротивления истиранию при скольжении образцов резины марки А, взятых с деталей резиновой защитной футеровки и их сравнение.

Материал и результаты исследований. Нормативно-правовой базой работы являлся Межгосударственный стандарт ГОСТ 426-77 «Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении».

Работа проводилась на машине трения МИ-2 (машина Грассели), которая соответствует требованиям стандарта.

На испытания было представлено ряд образцов размером 20x20x8 мм (по три пары), изготовленных из резины на основе каучука СК(М)С -30 АРКМ- 15 (шифр С), резины новой футеровки марки А (шифр С1), резины футеровки отработавшей 3221 ч. марки А (шифр С2). Перед истиранием они были наклеены на твердую подкладку и их общая высота соответствовала $10 \pm 0,2$ мм. Затем образцы из контрольной резины притирались до появления следов износа на всей поверхности их контакта с абразивом.

В качестве абразивного материала, который истирал резину, было использовано шлифовальную шкурку по ГОСТ 6456-82 с зернистостью абразива :

- 6Н(ГОСТ 3647-80) или P180 (ISO-6344);
- 8Н(ГОСТ 3647-80) или P150 (ISO-6344);
- 25Н(ГОСТ 3647-80) или P60 (ISO-6344);

Перед началом испытания была проведена стабилизация шкурки стандартной резиной (шифр С), а также определена истирающая способность шкурки, согласно стандарта.



Измерение веса образцов проводилось лабораторными весами с точностью измерения 0,001 г.

Проведение испытаний осуществлялось по методике указанной в стандарте. Основными параметрами были: нормальная сила действующая на два образца - 26 Н(2,6 кгс), окружная скорость диска в точке касания образцов - 0,29 м/с.

Обработка результатов.

Определялись два параметра:

Сопротивление истиранию β в Дж/мм³ вычисляли по формуле:

$$\beta = \frac{A}{\Delta V} K, \quad (1)$$

A- работа трения в Дж.

$$A = F \cdot L, \quad (2)$$

F - среднее значение силы трения, Н;

L- путь трения, м (Для машины МИ-2 L=87 м)

$$\Delta V = \frac{10^9 (G_1 - G_2)}{\rho}, \quad (3)$$

G₁- масса пары образцов в начале истирания в кг;

G₂- масса пары образцов в конце истирания в кг;

ρ - плотность резины по ГОСТ 267-60 в кг/м³ (Для испытуемой резины принимали 1200 кг/м³);

Коэффициент K, учитывающий истирающую способность шлифовальной шкурки, принимали равным 1.

Истираемость α в м³/ТДж вычисляли по формуле:

$$\alpha = \frac{\Delta V}{A} \cdot \frac{1}{K} \quad (4)$$

Учитывая свойства испытуемых резин, были проведены испытания по следующему плану. Вначале определялась на образцах резины с шифром С истирающая способность шкурки. Затем проводили испытание резин одного шифра не менее трех раз. Так как шкурка замасливалась, после серии испытания резин одного шифра, определялась истирающая способность шкурки. Если она была ниже начальной (больше чем на 20%), то она заменялась новой. Результаты проверки истираемости абразивных кругов представлены таблице 1.

Характер поверхности износа образцов приведены на рисунках 1 и 2.

Выводы: Результаты полученные при обработке опытных данных следующие:

По шкурке с абразивом P180:

- сопротивление истиранию новой резины (шифр С1) в 1,1 раза больше чем старой (шифр С2);

- истираемость старой резины (шифр С2) в 1,1 раза больше новой (шифр С1).

- сопротивление истиранию стандартной резины (шифр С) 13,5Дж/мм³, истираемость 73,8 м³/ТДж.

Таблица 1-Результаты испытания резин

Шифр резины	P180		P150		P60	
	Сопрот. истир. Дж/мм ³	Истираемость м ³ /ТДж	Сопрот. истир. Дж/мм ³	Истираемость м ³ /ТДж	Сопрот. истир. Дж/мм ³	Истираемость м ³ /ТДж
С стандарт	13,5	73,8	10,3	97,1	9,14	109,4
С1 (до эксплуатации)	114,4	9,66	135,2	7,4	215,0	5,03
С2 (после эксплуатации)	103,7	10,65	114,2	8,8	193,2	5,52
Истираемость шкурки		Уменьшается на 92%		Уменьшается на 95%		Уменьшается на 99%

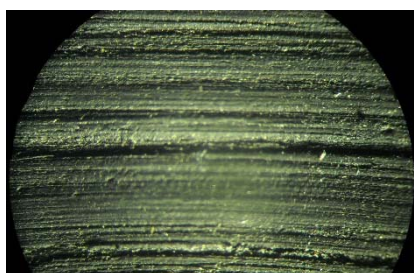


Рисунок 1 - Поверхность износа образцов новой резины марки А на шкурке P100. (50^x)

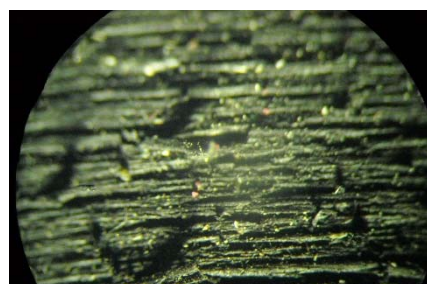


Рисунок 2 - Поверхность износа резины с наработкой 3221 ч. марки А на шкурке P100 (50^x)

Шкурка замасливалась при испытании всех резин, кроме стандартной. В среднем утрата истирающей способности шкурки в результате замасливания составляет 92% (до 6 м³/ТДж).

По шкурке с абразивом P150:

- сопротивление истиранию новой резины (шифр С1) в 1,2 раза больше чем старой (шифр С2);

- истираемость старой резины (шифр С2) в 1,2 раза больше новой (шифр С1).

- сопротивление истиранию стандартной резины (шифр С) 10,3Дж/мм³, истираемость 97,1 м³/ТДж.

Шкурка замасливалась при испытании всех резин, кроме стандартной. В среднем утрата истирающей способности шкурки в результате замасливания составляет 95% (до 5 м³/ТДж).

По шкурке с абразивом Р60:

- сопротивление истиранию новой резины (шифр С1) в 1,11 раза больше, чем старой (шифр С2);

- истираемость старой резины (шифр С2) в 1,09 раза больше новой (шифр С1).

- сопротивление истиранию стандартной резины (шифр С) 9,14Дж/мм³, истираемость 109,4 м³/ТДж.

Шкурка замасливалась при испытании всех резин, кроме стандартной. В среднем утрата истирающей способности шкурки в результате замасливания составляет 99% (до 1,5 м³/ТДж).

Таким образом можно сделать вывод о том что, показатели абразивного износа испытуемых резин марки А (сопротивление истиранию и истираемость) разнятся между собой. Износ образцов изготовленных из резины марки А с наработкой 3221 часов больше в среднем на 10-12%, чем новой резины той же марки. Также, установлено, что с увеличением размера абразива шлифовальной шкурки, истираемость опытных образцов уменьшается, когда у резины стандартной (шифр С) увеличивается. Это доказывает, что процесс абразивного износа футеровочных резин требует дальнейшего изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дырда В.И. Резиновые футеровки технологических машин / В.И. Дырда, Р.П. Зозуля.- Москва- Днепропетровск, 2013. - 237 с.

2. Булат А.Ф. Разработка и широкое промышленное внедрение вибрационных машин и комплексов выпуска и доставки урановых руд при подземной добыче / А.Ф. Булат, В.И. Дырда, В.Н. Пухальский, Н.И. Лисица, А.А. Черний, Е.Ю. Заболотная // Геотехническая механика.- Межвед. сб. научн. тр.- Вып. 121.- с. 12-19.

3. Кобец А.С. Энергетическая оценка износа антифрикционных материалов / А.С. Кобец, В.И. Дырда, Е.В. Калганков, И.Н. Цаниди // Геотехническая механика.- Межвед. сб. научн. тр. - Вып. 106. - с. 78-90.

4. Дирда В.І. До розрахунку гумової футерівки з урахуванням особливостей поведінки матеріалу / В.І. Дирда, Е.В. Калганков, І.М. Цаніді, О.А. Черній, О.І. Кириленко // Геотехнічна механіка.- Міжвід. зб. наук. пр.- Вип. 121.- с. 201-206.

5. Калганков Е.В. Теоретичне та експериментальне дослідження довговічності гумової футеровки / Е.В. Калганков, І.М. Цаніді // Геотехнічна механіка.- Міжвід. зб. наук. пр.- Вип. 116.- с. 180-184 с.