

АБРАЗИВНО ИЗНОСВАНЕ НА ЕЛЕМЕНТИ ОТ МИННАТА МЕХАНИЗАЦИЯ

Кристина Илиева-Стойчева

Филиал на Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски" София, 6600 Кърджали, ilievakrisi@gmail.com

РЕЗЮМЕ. Оценката на ресурса на елементи от минната механизация е в пряка връзка с качеството на контактните повърхнини, което от своя страна е функция на режима на триене и процесите на износване.

Изследванията на качеството на контактните повърхнини са актуални по технически и икономически причини. Настоящата статия представя резултати от сравнително изследване на абразивно износване на различни материали за производство на детайли от минната механизация

ABRASION WEAR OF ELEMENTS FROM MINING EQUIPMENT

Kristina Ilieva-Stoycheva

Branch of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, 6600 Kardzhali, ilievakrisi@gmail.com

ABSTRACT. The assessment of the resource elements of the mining equipment is in direct relation to the quality of the contact surfaces, which in turn is a function of the system of friction and the wear process.

The studies of the quality of the contact surfaces are relevant to technical and economic reasons. This article presents the results of a comparative study of abrasive wear of different materials for the production of parts for mining machinery.

Увод

Проблемите, свързани с триенето и износването, представляват интерес за съвременната наука. Изследванията на качеството на различни покрития са все по-актуални по технически и икономически причини.

Разрушаването зависи от външните механични въздействия на средата, свойствата и качествата на контактните повърхности при триене. То се класифицира като допустимо и недопустимо. Най-разпространено допустимо разрушаване е окислителното износване, свързано с образуването на вторични защитни структури по повърхностите на триене. Недопустимите видове са задирането, абразивните и якостните процеси.

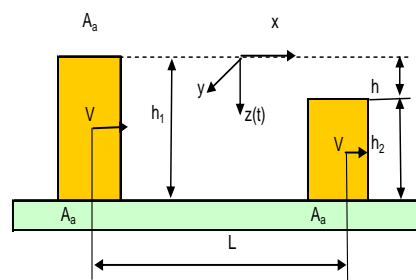
Абразивното износване е сложен процес, който се разглежда като резултат на механично въздействие при наличие на относителна скорост на твърди частици, намиращи се в свободно или закрепено състояние (Гаркунов Д.Н. и др., 2008). Механизмът на абразивното износване се състои в отделяне на материал от износената повърхност. Този материал може да бъде във вид на много тънка стружка; фрагмент от материала от драскотина в следствие на пластична деформация; дисперсни частици, отделящи се при еднократно или многократно въздействие (Крамов, 1987).

Необходимо условие за поява на абразивно износване в процеса на триене е по-голяма твърдост на износващото тяло спрямо износваното.

Методите за измерване на износването са интегрален, диференциален и чрез изменение на изходните параметри на контактната система. Интегралният метод се подразделя на оценка на сумарното износване и анализ на продуктите на износването в смазката. Диференциалният метод се подразделя на микрометриране, метод на изкуствените бази и метод на повърхностна активация.

В настоящата работа се анализират свойствата на различни видове материали за производство на детайли от минната механизация, които са подложени на абразивно износване. Избраната методика за определяне на абразивното износване е по интегралния метод с оценка на сумарното износване и пресмятане на масовото износване на образците.

Масовото износване представлява разрушената маса от повърхностния слой за определен път на триене или за определено време (фиг. 1) (Кандева, 2011).



Фиг. 1. Схема на износването

Износената маса може да се определи от израза:

$$m = \rho V = \rho A_a h, \text{ kg} \quad (1)$$

където:

m е износената маса, kg

ρ - плътността на материала, kg/ m³

V - износен обем, m³

A_a - номинална контактна площ, m².

Износеният слой е:

$$h = \frac{m}{\rho A_a}, \text{ m.} \quad (2)$$

Интензивност на износването i представлява разрушената дебелина на материала за единица път на триене. Получената величината е бездимензионна.

$$i = \frac{h}{L} = \frac{m}{\rho A_a L} \quad (3)$$

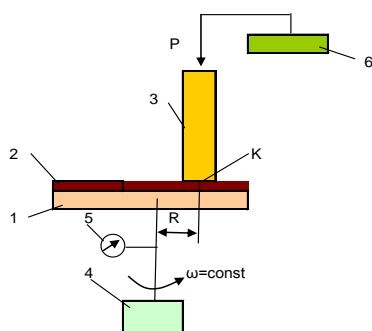
където L е пътът на триене, m.

Абсолютната износоустойчивост е реципрочната стойност на интензивността на износване.

$$I = \frac{1}{i} = \frac{\rho A_a L}{m}. \quad (4)$$

Експериментално изследване

Устройството, с което са проведени експерименталните изследвания за абразивно износване, е представено на фиг. 2 (Кандева, М., 2011).



Фиг. 2. Схема на устройството за изследване на износване при сухо триене по закрепен абразив

Изследваният образец 3 се монтира неподвижно със специално приспособление в натоварващата глава 6 като челната му повърхнина К контактува с абразивната повърхнина 2 на противотялото 1 /хоризонтален диск/. Централното нормално натоварване P се предава на образца чрез сферичен накрайник като се задава автоматично с лостова система. Почистването на контактната зона от фини частици от износването се осъществява чрез засмукване от вакуумпumpa 5.

Изменението на оборотите на въртене на диска е от управляващ блок 4. Регулира се и разстоянието R от центъра на контактната площадка до оста на въртене на диска.

Пътят на триене е

$$L = 2\pi RN, \text{ m,} \quad (5)$$

където

N са оборотите на въртене на диска, min⁻¹

R – разстоянието от центъра на контактната площадка до оста на въртене на диска, m.

Номиналното контактено налягане е

$$p_a = \frac{P}{A_a}, \text{ N/m}^2. \quad (6)$$

Опитът се провежда при следните параметри: натоварване 1 kg, абразив - шкурка № E-28-P80, радиус $R=40$ mm. Отчитането на масата на образците е с електронна везна WPS180/C/2 с точност до 0,1 mg.

Номиналното контактено налягане на уреда върху образците, пресметнато по геометрична площ е

$$p_a = \frac{P}{A_a} = \frac{g \cdot m}{A_a} = \frac{9,81 \cdot 2,05}{2,56} = 7,855 \text{ N/cm}^2 \quad (7)$$

Резултати и обсъждане

В работата са изследвани следните опитни образци:

1- стомана Sanbar20, използвана за пробивен инструмент моноблок – химически състав C 0,97 %, Si 0,24 %, Mn 0,27 %, Cr 1,0 %, Mo 0,22 %, твърдост 40 HRC;

2- сравнителна стомана 40X;

3- твърдосплавна пластина, използвана за пробивен инструмент моноблок;

4– твърдосплавна пластина за стругарски нож;

5– покритие с електрод Lincoln Hardfacing2008 – химически състав C 4,2%, Si 2,7 %, Cr 18 %, Mo 8,5 %, Nb 9 %, W 7%, твърдост 63 HRC;

6– образец EN 350 – химически състав на стоманата – C 0,20%, Si 1.00 %, Mn 1.60 %, Cr 1.80 %, твърдост 279 HB;

7– образец EN 550 – химически състав на стоманата – C 0,50 %, Si 2,40 %, Mn 0,40 %, Cr 9 %, твърдост 60 HRC;

8– образец EN 600 – химически състав на стоманата – C 0,58 %, Si 2,50 %, Mn 0,30 %, Cr 9,5 %, твърдост 61 HRC;

Данни за образците са посочени в Таблица 1

Таблица 1.

образец	наименование на образца	номинална площ A_a [cm ²]	номинална площ A_a [m ²]	плътност ρ [g/cm ³]
1	стомана за моноблок	2.8396856	2.8397.10 ⁻⁴	7.210
2	сравнителна стомана 40X	2.8396856	2.8397.10 ⁻⁴	5.604
3	твърдосплавна пластина за моноблок	1.9600000	1.96.10 ⁻⁴	13.748
4	твърдосплавна пластина за ст.нож	2.5600000	2.56.10 ⁻⁴	12.642
5	покритие Lincln Hardfacing2008	1.3225000	1.3225.10 ⁻⁴	7.610
6	EN350	3.2400000	3.24.10 ⁻⁴	7.104
7	EN550	2.5600000	2.56.10 ⁻⁴	5.009
8	EN600	3.2400000	3.24.10 ⁻⁴	7.800

В резултатите на проведените експерименти образците могат да се обособят в две групи – абразивно неизносоустойчиви /1, 2, 6, 7 и 8/ и абразивно износоустойчиви /3, 4 и 5/.

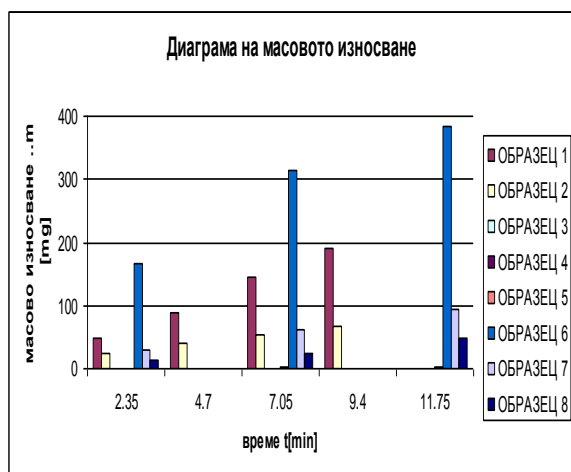
В таблица 2 са показани опитните резултати за параметрите на масовото износване на типичните представители от групата на абразивно неизносоустойчивите материали /образец 1/ и групата на абразивно износоустойчивите /образец 5/.

Таблица 2.

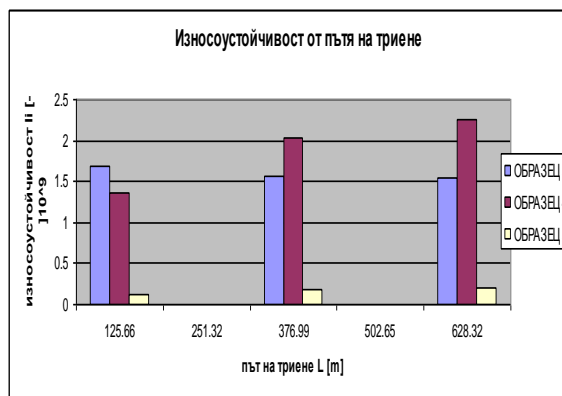
ОБРАЗЕЦ 1							
1	обороты N	0	500	1000	1500	2000	2500
2	време t [min]		2.35	4.7	7.05	9.4	11.75
3	изминат път L [m]		125.66	251.32	376.99	502.65	628.32
4	тегловна маса m [g]	13.161	13.1123	13.0741	13.0151	12.9707	11.9707
5	изношена маса Δm [mg]		49.1	87.3	146.3	190.7	203.7
6	скорост на износване dm/dt [mg/min]		20.9894	18.574	20.751	20.287	20.265
7	интензивност по маса $i_m = m/\rho A_s L$		$0.190 \cdot 10^{-6}$	$0.170 \cdot 10^{-6}$	$0.190 \cdot 10^{-6}$	$0.190 \cdot 10^{-6}$	$0.190 \cdot 10^{-6}$
8	износоустойчивост по маса I_m		$5.26 \cdot 10^6$	$5.88 \cdot 10^6$	$5.26 \cdot 10^6$	$5.26 \cdot 10^6$	$5.27 \cdot 10^7$

ОБРАЗЕЦ 5							
1	обороты N	0	500	1000	1500	2000	2500
2	време t [min]		2.35	4.7	7.05	9.4	11.75
3	изминат път L [m]		125.66	251.32	376.99	502.65	628.32
4	тегловна маса m [g]	39.85	39.8493	39.8486	39.8482	39.8477	39.8473
5	изношена маса Δm [mg]		1.00	2.00	2.10	2.56	3.00
6	скорост на износване dm/dt [mg/min]		0.43	0.43	0.30	0.28	0.26
7	интензивност по маса $i_m = m/\rho A_s L$		$7.87 \cdot 10^{-9}$	$7.87 \cdot 10^{-9}$	$5.51 \cdot 10^{-9}$	$5.21 \cdot 10^{-9}$	$4.73 \cdot 10^{-9}$
8	износоустойчивост по маса I_m		$0.127 \cdot 10^9$	$0.127 \cdot 10^9$	$0.1813 \cdot 10^9$	$0.201 \cdot 10^9$	$0.21156 \cdot 10^9$

На базата на експериментално получените стойности за параметрите на износването са построени диаграмите на масовото износване спрямо времето (фиг.3) и на износоустойчивостта на абразивно износоустойчивите материали (фиг.4)



Фиг. 3. Диаграма на масовото износване на всички образци спрямо времето



Фиг. 4. Диаграма на износоустойчивостта спрямо пътя на триене на абразивно износоустойчивите образци

Експериментално получените резултати са илюстрирани на направените под микроскоп снимки с 4-кратно учеличение (фиг. 5 до фиг. 12). Опитните образци са с размери: ширина 7 mm на височина 5 mm.



Фиг. 5. Образец 1



Фиг. 6. Образец 2



Фиг. 7. Образец 3



Фиг. 8. Образец 4



Фиг. 9. Образец 5



Фиг. 10. Образец 6



Фиг. 11. Образец 7



Фиг. 12. Образец 8

Изводи

На базата на проведените изследвания могат да се направят следните изводи:

1. Сравнителното изследване на различни материали за производство на детайли от минната механизация дава възможност да се обосноват нови решения за избора на материал и/или конструкция на отделни части от минната техника, които работят в условия на абразивно износване.

2. Моделирането на процесите на абразивно износване в лабораторни условия създава възможност за правилен избор между подходяща технология за повърхностна обработка на контактната повърхност и/или полагане на подходящо покритие.

3. Анализът на резултатите от абразивно износване на конкретни елементи от минната механизация създава възможност за предприемане на мерки за повишаване на тяхната дълготрайност.

Литература

- Гаркунов, Д.Н., З.Л. Мельников, В.С. Гаврилюк, 2008. *Триботехника*, М., МГТУ, 80-81 с.
- Икрамов, У.А. 1987. *Расчетные методы оценки абразивного износа*, М., Машиностроение, 40 с.
- Кандева, М.К. 2011. *Цикъл лекции по инженерна трибология за докторанти* – С, Проект BG051PO001-3.3.06-0046, 3, 50,61 с.