

УДК 621.113.006/1852

НЕКОТОРОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КАМЕННЫХ ПОРОШКОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ФРИКЦИОННЫХ НАКЛАДОК

НАЛБАНДЯН Г. Б., ТОВМАСЯН А. Б., НЕРСИСЯН А. А., ОВСЕПЯН В. Г.

Разработан новый фрикционный металлокерамический материал с применением каменных порошков туфа и базальта.

Экспериментально выявлены сравнительные показатели износостойкости и зависимости коэффициента трения от температуры для обоих материалов. Предложена методика расчета износа трущихся поверхностей, при схеме контакта неподвижный палец-вращающийся диск.

В настоящее время для изготовления фрикционных накладок гидравлических трансмиссий, работающих в условиях смазки, широко применяется металлокерамика марки МК-5 [1].

Материал МК-5 получил производственное применение для изготовления накладок ведомых дисков фрикционных передач автопогрузчиков, тракторов и большегрузных автомобилей. Материал имеет ряд преимуществ по сравнению с асбофрикционными материалами, и тот недостаток, что в его составе применяется свинец в количестве 8%, который является токсичным и дорогостоящим материалом [2].

С целью исключения свинца из состава металлокерамики был разработан новый материал с применением каменных порошков туфа и базальта, которые предварительно подвергались обработке для исключения из их состава оксидов силиция. Химический состав материала МК-5 и вновь разработанного - условно названного МКсКП (металлокерамика с каменным порошком) приведен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование материалов	Химический состав компонентов в %						
	Cu	Sn	Pb	Fe	График	Туф	Базальт
МК-5	72	9	3	4	-	-	-
МКсКП	72	7	-	6	7	4	4

Из этих материалов изготовлены опытные образцы в количестве пять штук из каждого и проверены сравнительные показатели износостойкости и зависимости коэффициента трения от температуры, которые являются наиболее важными показателями для трущихся материалов [4].

Образцы имеют дисковую форму (диаметр 60 мм и толщина 15 мм), с просверленным отверстием, где на расстоянии 2 мм от поверхности трения вмонтирован тензодатчик для регистрации температуры поверхности. Контртелом служит вращающийся в горизонтальной плоскости металлический стальной диск. Образец при вращении контртела под давлением 0,9 МПа прижимается к нему. В это время привод вращения контртела отключается и за счет сил трения образец останавливает контртело. Процесс торможения повторяется многократно в среде смазывающего масла при одинаковом давлении и начального числа оборотов контртела.

Результаты испытания на износостойкость приведены в таблице 2, где в строке "линейный износ" приведены средние значения износа пяти образцов в микрометрах, в зависимости от числа торможений.

Таблица 2

Число торможений	500	1000	1500	2000	2500	3000
Линейный износ МК-5	15.2	23.1	29.5	32.4	34.1	35.1
Линейн. износ МКсКП	14.8	22.7	293	32.6	34.4	35.0

Для определения зависимости коэффициента трения от температуры, при фиксированных значениях температуры измерялась момент трения и расчетным путем определялись значения коэффициента трения при разных температурах на поверхности диска. В таблице 3 приведены зависимости среднего значения коэффициента трения (по результатам трех замеров) от температуры.

Таблица 3

Материалы	Среднее значение коэффициента трения при температуре С						
Температура	40	60	80	120	160	200	280
МКсКП	0.068	0.068	0.063	0.06	0.053	0.046	0.036
МК-5	0.071	0.069	0.06	0.056	0.048	0.042	0,032

Как видно из таблицы 2 суммарный износ при 3000 торможений у обоих материалов почти одинаково, что говорит о взаимозаменяемости материалов МК-5 и МКсКП. Из таблицы 3 видно, что у материала МКсКП значение коэффициента трения на 5,1 % больше, чем у материала МК-5.

У материала МКсКП устойчивость коэффициента трения, определяемого по известной методике [1] так же больше на 15 %, чем у материала МК-5.

С точки зрения себестоимости материалов, она у материала МКсКП ниже, так как входящий в состав МК-5 дорогостоящий материал свинец заменен каменными порошками туфа и базальта.

Объяснение наблюдаемым свойствам материала МКсКП дает более подробное изучение химического состава каменных порошков туфа и базальта.

Туф и базальт по данным работы [3] являются природными каменны-

ми материалами, состоящими из окиси силициума в объеме (45-65) % в зависимости от породы и месторождения камня и окисей алюминия, железа, магнестия и т. д. в объеме (30-40) %. С помощью промывания каменных порошков удаляется часть окиси силициума и получаются тем самым обогащенные металлическими окисями порошки с довольно сложным химическим составом. Наличие дополнительных металлических оксидов придает материалу МКсКП нужную износостойкость и обеспечивает схватывание каменных порошков с частицами других компонентов. С другой стороны, наличие силициума хоть и несколько снижает износостойкость, но повышает устойчивость к воздействию температуры, что было фиксировано при испытаниях (см. табл. 3).

Далее рассмотрим возможность определения износостойкости теоретическим методом с целью оценки линейного износа в стадии проектирования фрикционного узла. Для этого, основываясь на энергетическую теорию трения [4], пользуясь зависимостью фактической площади касания от внешней нагрузки, условиями микрогеометрии трущихся поверхностей [5], для линейного износа l_{ϕ} получим

$$l_{\phi} = \frac{A_{cp} (HB)}{P \cdot S \cdot \tau_{cp}} \quad (1)$$

где: A_{cp} - среднее значение работы буксования, HB - твердость по Бринелю, менее твердого материала, P - удельное давление в зоне трения, S - площадь трения, τ_{cp} - среднее касательное напряжение при трении.

При определении работы буксования и касательных напряжений необходимо учитывать влияние температуры на коэффициент трения, а также изменение температуры по радиусу, так как по данным работ [4,5] температура в зоне трения является важным фактором, влияющим на износостойкость и коэффициент трения трущихся поверхностей.

Для определения зависимости температуры (v) от радиуса рассмотрим линейную зависимость.

$$v = k + lr \quad (2)$$

Для определения зависимости коэффициента трения (f) от температуры взята функция полученная от аппроксимации экспериментальных данных, приведенных в табл. 3. На основании этого получаем:

$$f = m + n \cdot v \quad (3)$$

где: k, l, m, n - коэффициенты аппроксимаций.

Предполагаем, что образец находится под воздействием кольцевой силы $q = P \cdot S \cdot f$ и переменного температурного поля.

Учитывая зависимость перемещения серединкой плоскости от напряжений, обобщенный закон Гука, условия равновесия диска [6], а также известные зависимости работы буксования и соотношение между угловыми скоростями образца и контр тела [7] для касательного напряжения и работы буксования получим:

$$\tau = \left\{ \frac{PnG}{4} r^2 + PS (m + nk)r + \frac{2\beta k}{G} \right\} G \quad (4)$$

$$A_6 = \left\{ \frac{2\pi (m + nk) P}{3} r^3 + \frac{\pi l_n P}{2} r^4 \right\} \omega t \quad (5)$$

где β - коэффициент температурного расширения, ω - угловая скорость вращения контргела, G - модуль упругости, t - время буксования, r - промежуточное значение радиуса образца. Таким образом, зависимости (4) и (5) достаточно хорошо могут описывать напряженно деформированное состояние образца при контакте типа палец - диск.

Для большей убедительности рассмотрим числовую задачу, для которого в качестве расчетных параметров взяты условия описанные выше эксперимента:

$$\begin{aligned} m &= 0,07; n = -1,2 \times 10^{-4}; k = 400; b = 2000; t = 4 \text{ сек.} \\ \omega &= 120 \text{ с}^{-1}; P = 8 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2; S = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2; G = 5,6 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2; \\ \beta &= 22 \cdot 10^{-4} \text{ град.м} \end{aligned}$$

Полученные значения касательных напряжений и работы буксования приведены в таблице 4.

Таблица 4

м/г	0	0.01	0.02	0.03
н/м/τ	17.8	2.73 10	5.6 10	8.34 10
а/дж/ A ₆	0	32.1	163.9	592.4

Взяв среднее значение (по радиусу) работы буксования и касательных напряжений из таблицы 4, учитывая, что НВ 30...35, по зависимости (1) для линейного износа получим - $l_{\text{ф}} = 7,6 \cdot 10^{-8} \text{ м}$

Сопоставим полученное значение с данными таблицы 2, можно утверждать, что предложенная формула (1) с учетом зависимостей (4) и (5) может достаточно точно с ошибкой не более 30 % описывать процесс изнашивания, при контактировании трущихся поверхностей по схеме неподвижный палец - вращающийся диск.

Кафедра механики

Поступила 19.06.1997

Литература

1. Федорченко И. М., Крячек В. М., Панаиоти И. И. Современные фракционные материалы. Киев., Науково думка, 1975, 335 с.
2. Раковский В. С. Новые спеченные материалы в технике. М., Металлургия, 1978, 232 с.
3. Агаджанян З. А. Природные каменные материалы Армении. М., Строительство, 1967, 238 с.
4. Крайневский И. В., Комбаров В. С. Основы расчета на трение и износ. М. Наука, 1977, 526 с.
5. Драздов Ю. Н., Павлов В. Г. Трение и износ в экспериментальных условиях. М. Машиностроение, 1986, 224 с.
6. Тимошенко С. П., Гудьер Дж. Теория упругости. М., Наука, 1978, 452 с.

Նալբանդյան Գ. Բ., Թովմասյան Ա. Բ., Ներսիսյան Ա. Հ., Հովսեփյան Վ. Գ.

**Քարի փոշիների մի քանի կիրառությունները ֆրիկցիոն ներդիրների
պատրաստման ժամանակ:**

Ամփոփում

Մշակվել է նոր մեղադուկերամիկական նյութ՝ սուաֆի և բուգալաի վաշիների
օգտագործմամբ:

Փայծուկան ճանապարհով, երկու նյութերի համար, սրաշվել է մաշակայունությունը և
շփման գործակցի ջերմաստիճանից կախվածությունը:

Առաջարկվում է շփվող մակերեսների մաշի հաշվարկի նոր մեթոդիկա: անշարժ մաս
սխալվող սկավառակ շփման սխեմայի համար: