

## ВЛИЯНИЕ ПОРИСТОСТИ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

металлокерамические материалы, используемые в качестве фрикционных и антифрикционных композиций, успешно заменяют литые металлы и сплавы (бронзы, баббиты, чугуны и т.п.) при работе в условиях смазки и всухую, в агрессивных средах и при абразивном изнашивании.

Особенностью этих материалов, обусловленной способом производства, является пористость, оказывающая решающее влияние на механические, физические и химические свойства металлокерамики.

В настоящей работе излагаются экспериментальные исследования, в которых изучалось влияние пористости на абразивный износ меди и железа (первая серия), а также на износ железа при трении по чугуну в условиях капельной смазки (вторая серия).

В первой серии опытов из брикетов, спрессованных до различной плотности, вырезались образцы в форме цилиндрической втулки и торцевой поверхностью истирались по абразивной шайбе, помещенной в бензол<sup>1</sup>. Скорость трения во всех опытах равнялась 0,1 м/сек, а его площадь и путь - 2 см<sup>2</sup> и 258 см соответственно. Износ определялся на аналитических весах с точностью до 0,1 мг.

Испытание проводилось на образцах из пористого железа марки ПЖ2М, пористой меди марки МПС-1, компактной меди марки М1 и компактной стали марки Ст.40. Материал абразива КВ5МЭК.

Брикеты, из которых вырезались образцы, изготовлялись двусторонним прессованием до расчетной плотности и затем спекались в атмосфере диссоциированного аммиака: железо - при температуре 1150°C в течение 2 часов, медь - при температуре 900°C - 3 часа.

Результаты опытов приведены на рис.1 и 2. Из них следует, что абразивный износ металлокерамической меди и железа пропорционален давлению, пути трения и сложным образом зависит от пористости. Характерно, что при 10% железа пористая медь изнашивается несколько меньше компактной.

Во второй серии опытов образцы изготовлялись двусторонним

<sup>1</sup>Такая методика позволяла одновременно измерять теплоту трения

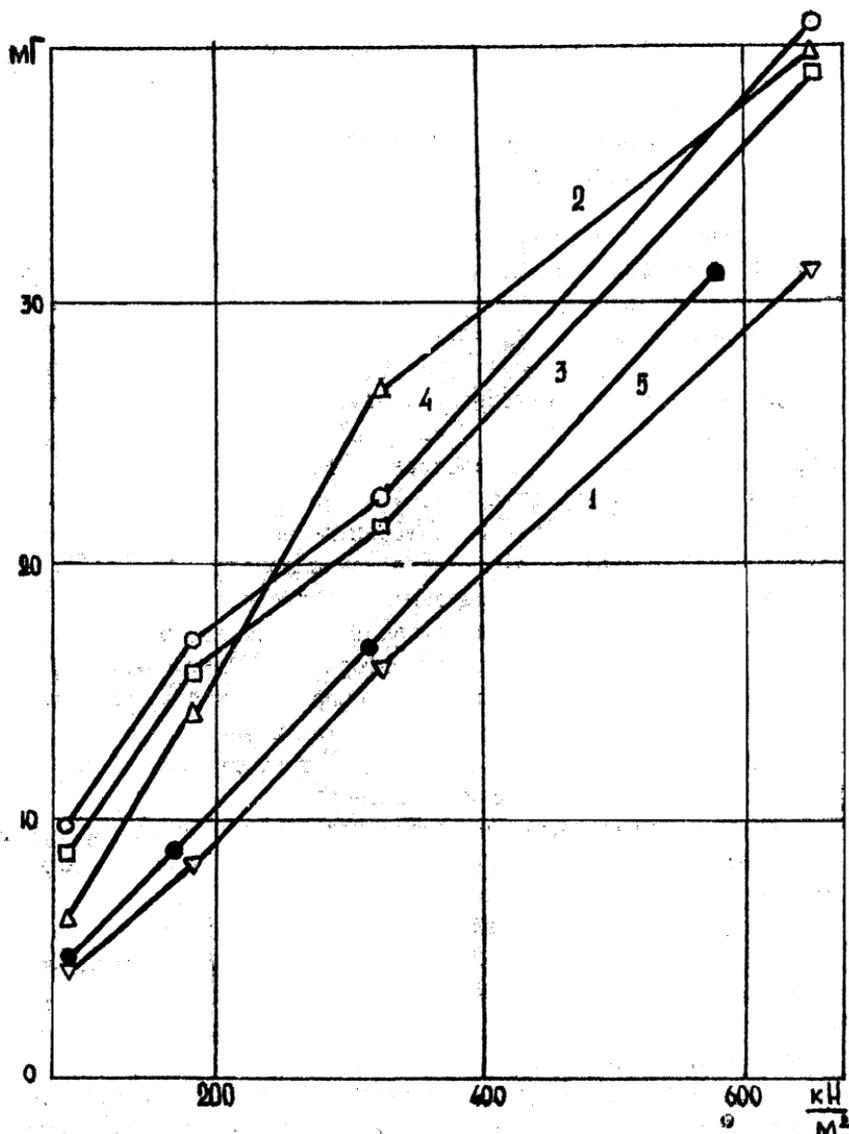


Рис. I. Зависимость абразивного износа металлокерамической меди марки МПС-1 от нормального давления (скорость трения 0,1 м/сек): 1 - пористость 10%; 2 - пористость 20%; 3 - пористость 26%; 4 - пористость 36%; 5 - компактная медь марки М1

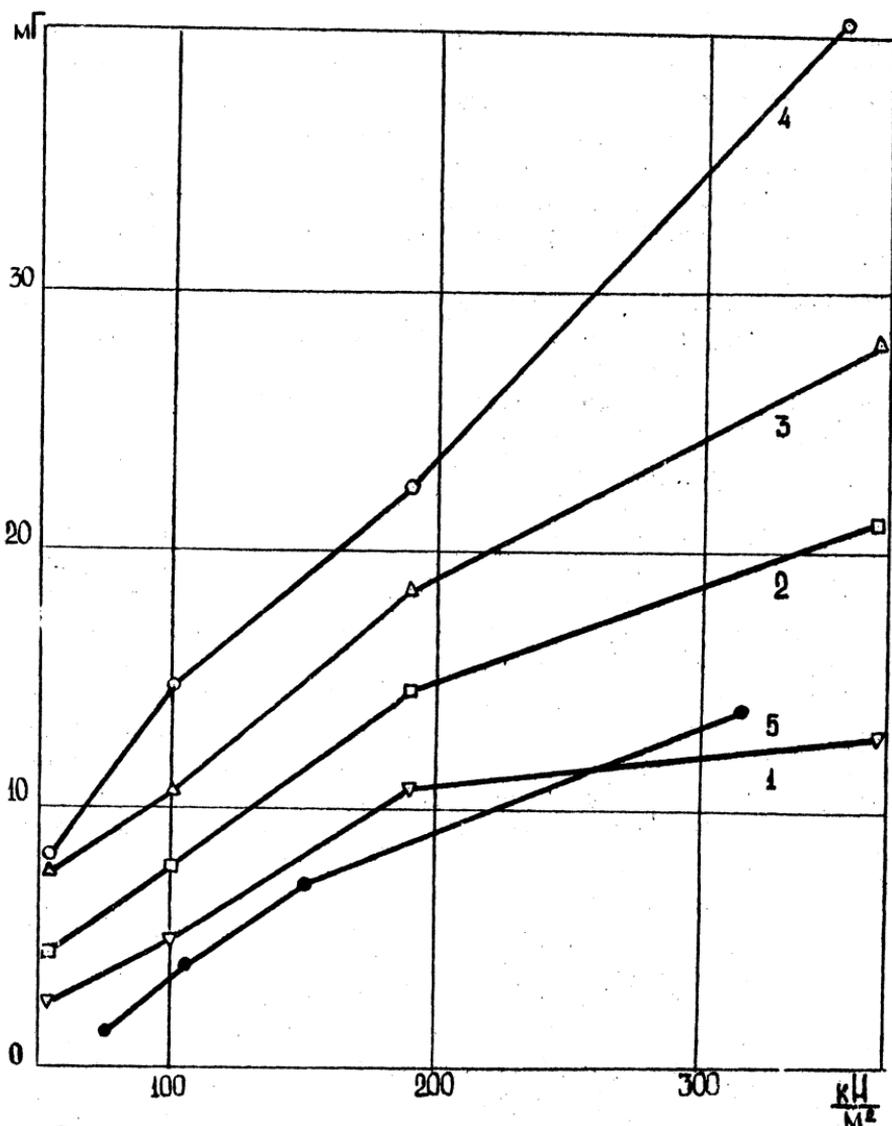


Рис.2. Зависимость абразивного износа металлокерамического железа марки ПЛ2М от нормального давления (скорость трения 0,1 м/сек); 1 - пористость 9%; 2 - пористость 19%; 3 - пористость 30%; 4 - пористость 40%; 5 - компактная сталь марки Ст.40 в состоянии поставки

прессованием из порошкового железа марки ИЖМ и спекались в атмосфере диссоциированного аммиака в течение 2 часов при температуре 1150°C. Образцы изнашивались по чугунному валу СЧ21-40 с подачей в зону трения в минуту 5-7 капель машинного масла. Площадь трения - 0,25 см<sup>2</sup>, его путь - 200 тыс. метров. Линейный износ определялся на вертикальном измерителе ИЗВ-1 с точностью до 1 мкм. Величина пути трения выбиралась из такого расчета, чтобы суммарный износ на нем не превосходил ошибку измерения. Скорость трения и давления на образец изменялись ступенями до таких значений, при которых наступало резкое повышение температуры образцов и возрастал износ.

Экспериментальные данные этой серии приведены в таблице I и на рис. 3 и 4. В таблице даны значения относительного износа при различных скоростях и давлениях, т.е. отношение износа пористого железа к износу компактного армко-железа при прочих равных условиях. Установлено, что если скорость трения и давление не превосходят критических значений, то износ пористого железа меньше износа компактного. В этих условиях износ мало зависит от скорости и давления. При достижении критических скорости и давления износ пористого железа резко возрастает. По терминологии Б.И.Костецкого /1/, осуществляется переход от нормального режима изнашивания к патологическому. Чем ниже пористость (в исследованных пределах), тем при больших давлениях и скоростях удовлетворительно работает металлокерамический материал.

Износные испытания относятся к малоточным и для них характерно значительное рассеяние результатов. Подобные рассеяния присущи металлокерамическим материалам еще в большей степени, так как кроме прочих факторов на износ влияет пористость, которая в поверхностном слое может изменяться от образца к образцу. В таком случае строят зону рассеяния экспериментальных данных, что и показано на рисунках.

Износ металлокерамических материалов изучался в работах /2-4/, однако механизм явления в настоящее время не ясен. На основании полученных в данной работе результатов можно сделать вывод, что сама технология производства пористых материалов предопределяет те особенности, благодаря которым эти материалы в определенных условиях обладают лучшей износостойкостью по сравнению с компактными такого же химического состава. При трении со

Таблица I

Давление, кН/м <sup>2</sup>	Скорость трения											
	0,7 м/сек			1,6 м/сек			2,2 м/сек			3,6 м/сек		
	Относительная пористость, %											
	10	21	31	10	21	31	10	21	31	10	21	31
1470	0,40	0,50	0,60	0,34	0,56	0,61	0,22	-	1,25	0,10	0,60	-
4214	0,30	0,35	0,36	0,20	5,50	0,50	0,03	-	2,47	0,93	1,60	-
6958	0,15	0,20	0,45	0,40	0,70	2,10	0,50	-	-	-	-	-
9702	0,83	0,75	0,90	0,20	0,10	3,20	0,25	-	-	-	-	-
12446	0,62	1,55	2,20	6,50	-	-	-	-	-	-	-	-
15190	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17934	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20678	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. Цифры, характеризующие относительный износ, представляют средние арифметические 5 - 8 результатов.

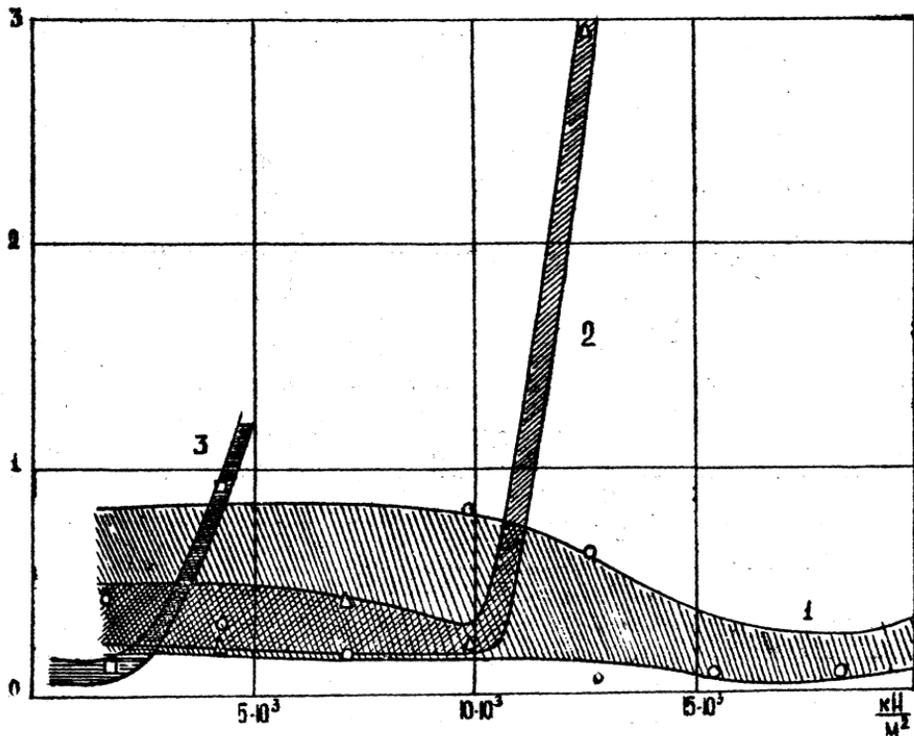


Рис.3. Зависимость относительного износа металлокерамического железа марки ПЖ2М (пористость 10%) от нормального давления при трении со смазкой по чугуну: 1-скорость трения 0,7 м/сек; 2-скорость трения 1,6 м/сек; 3-скорость трения 3,6 м/сек

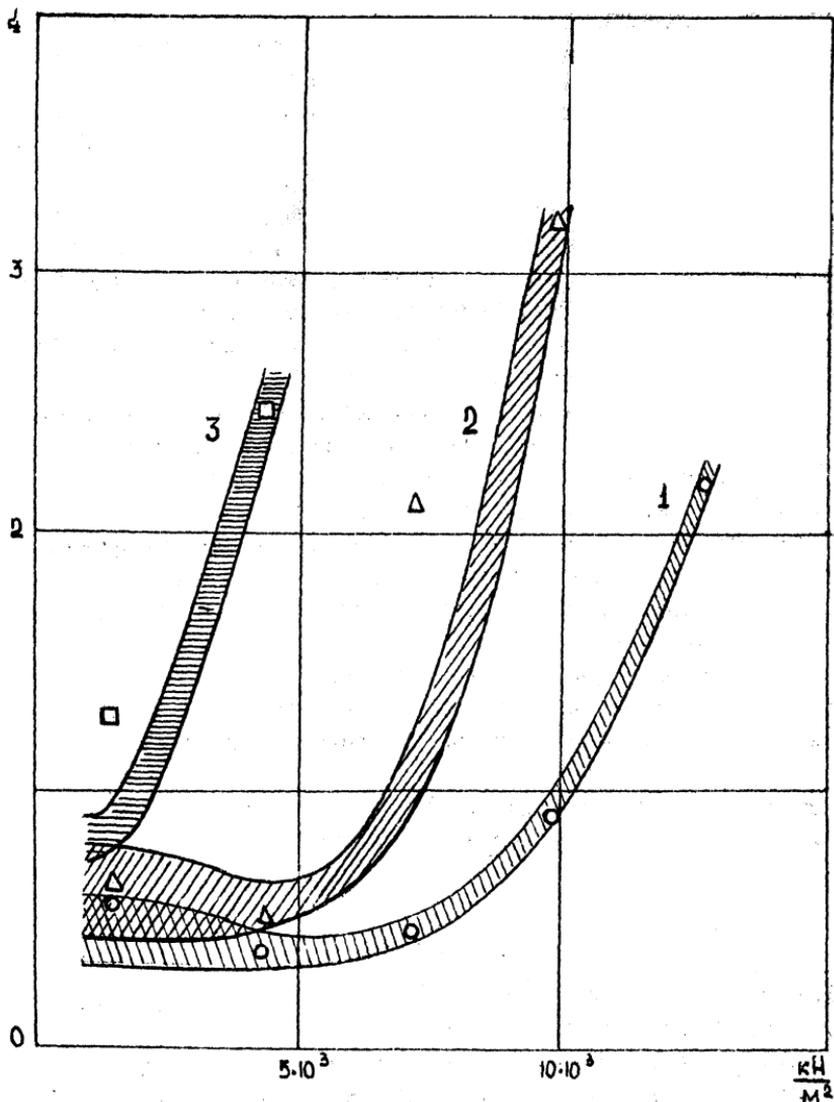


Рис. 4. Зависимость относительного износа металлокерамического железа (пористость 31%) от нормального давления при трении со смазкой по чугуну: 1-скорость трения 0,7 м/сек; 2-скорость трения 1,6 м/сек; 3-скорость трения 2,2 м/сек

смазкой повышение износостойкости в первую очередь обусловлено лучшей подачей смазки в зону трения через сообщающиеся поры. С увеличением пористости смазываемость хотя и улучшается, но при этом ухудшаются механические характеристики и теплопроводность материалов. Теплота трения, аккумулирующаяся в поверхностном слое, может вызывать десорбцию смазки, и износ возрастет.

Повышенная износостойкость пористых металлов может быть также обусловлена топографией поверхности трения. Износ компактных материалов заключается в последовательном образовании и разрушении вторичных структур. Поры, выходящие на поверхность, локализируют разрушение на отдельных микроучастках, благодаря чему работоспособность слоя возрастает.

Наконец, возможна дислокационная модель объяснения изнашивания пористых материалов. Поры служат стоками, образующихся при трении дислокаций, благодаря чему в материале замедляется рост микротрещин, служащих очагами разрушения.

Таким образом, на величину износостойкости металлокерамических материалов пористость при трении влияет по-разному в зависимости от того, происходит ли трение всухую, в условиях самосмазывания или с подачей масла в зону трения.

При трении по чугуну с подачей смазки износостойкость пористого железа выше износостойкости компактного армко-железа, если скорость трения и давление не превосходят критические значения.

Чем выше пористость железа, тем при меньших значениях скорости и давления наступает катастрофический износ.

## Л и т е р а т у р а

1. К о с т е ц к и й Б. И. Трение, износ и смазка в машинах. Киев, "Техника", 1970.

2. Б е б н е в П. И. Пористые подшипники на железной основе с повышенными антифрикционными и механическими свойствами. Сборник ЦНИИТМАШ, кн.56, М., Машгиз, 1953.

3. Ф е д о р ч е н к о И. М. Проблема антифрикционных материалов в современной технике. Повышение износостойкости и срока службы машин (тр. конференции). Вып.Ш, Киев, 1966.

4. М о ш к о в А. Д. Пористые антифрикционные материалы.  
"Машиностроение", 1968.