

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ УЗЛОВ ТРЕНИЯ МАШИН

В.М. Голуб

Брестский государственный технический университет

Введение. В отраслях промышленности большую группу составляют транспортные, строительные грузоподъемные и другие машины и оборудование, у которых узлы трения работают в тяжелых условиях эксплуатации, когда смазкой трущихся деталей являются рабочие среды, многие из которых содержат механические примеси или являются химически активными.

В условиях модернизации и совершенствования конструкций узлов трения особый интерес представляют композиционные материалы, что объясняется возможностью широкого регулирования их свойств, путем создания композиций, в которых собраны в одно целое лучшие качества составляющих их компонентов. Пара трения из таких материалов сочетает в себе одновременного антифрикционные свойства, высокую прочность и износостойкость.

Наилучшие результаты в этом отношении показывают антифрикционные материалы, структура которых имеет каркас из твердых зерен, распределенных в пластичной основе (рисунок 1).

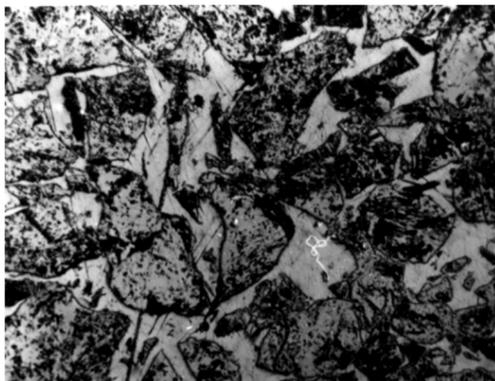


Рисунок 1 – Микрофотография поверхности композиционного материала

Такие спеченные композиционные материалы получены методами порошковой металлургии. Нами разработан способ нанесения их на контактные поверхности пар трения. Определен оптимальный состав материалов.

Наличие абразивных частиц в перекачиваемых жидкостях приводит к износу деталей и узлов. При этом наиболее интенсивно изнашиваются детали и узлы, работающие по закрытой схеме, то есть когда абразивные частицы попадают между контактирующими поверхностями. В насосах таким узлом является узел уплотнения вала – торцовое уплотнение (рисунок 2). Самым ответственным и в то же время наиболее подверженным износу элементом торцового уплотнения является контактная пара трения.

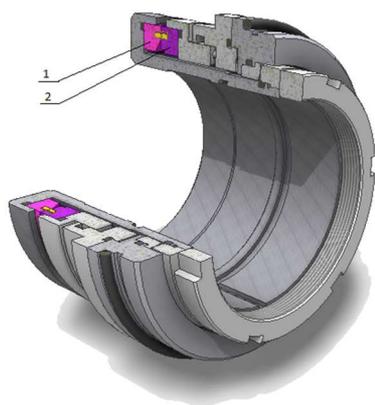


Рисунок 2 – 3D модель торцового уплотнения типа УТН-120С

1 и 2 – кольцо неподвижное и вращающееся

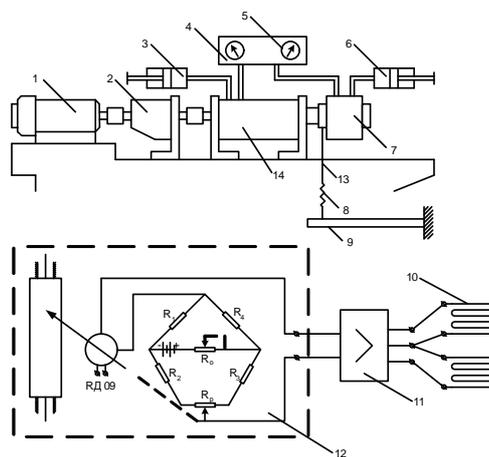


Рисунок 3 – Общий вид станда и схема измерительной аппаратуры

Это обстоятельство выдвигает определенные требования к выбору материалов пар трения торцовых уплотнений в отношении износостойкости, твердости, долговечности, антифрикционности и т.д. Исследование этих характеристик невозможно без создания экспериментального лабораторного станда, позволяющего воспроизводить схему трения и износа контактных поверхностей пары трения торцового уплотнения в условиях работы с абразивной жидкостью. С этой целью был разработан станд (рисунок 3) для испытания материалов пар трения торцовых.

Проведенные на станде испытания торцовых уплотнений в абразивсодержащих жидкостях позволили вскрыть механизм процесса изнашивания материалов пар трения. При этом оказалось, что механизм изнашивания имеет общий характер, практически независимый от соотношения твердости абразивных части и материалов пары трения.

На рисунке 4 показаны профили уплотнительных колец торцового уплотнения, испытанного на лабораторном станде в абразивной жидкости.

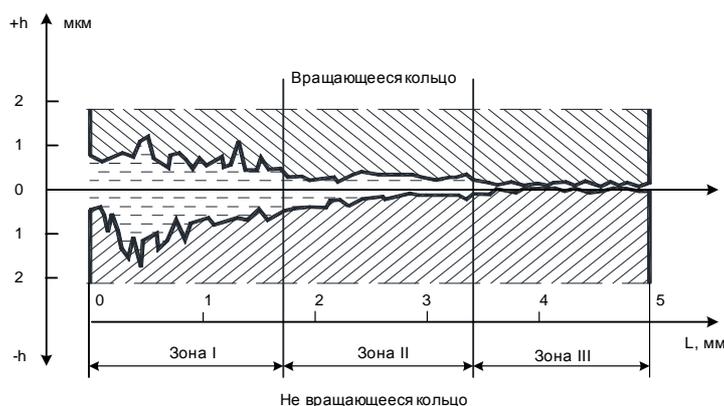


Рисунок 4 – Характер износа пары трения в абразивсодержащих средах

Поверхности трения в радиальном направлении можно разбить на три зоны. Наибольший износ имеет место в зоне I, расположенной со стороны гидро-смеси. Суммарная глубина износа превышает крупность изнашивающих абра-

зивных частиц. В этой зоне контактных поверхностей имеет место гидроабразивный износ материалов пары трения.

В зоне II абразивные частицы, попадающие в щель между поверхностями, не имеют возможности выйти из зоны трения и разламываются до мельчайших частиц, изнашивая поверхности трения и придавая им характерную клиновидность. В этой зоне определяющим видом износа, очевидно, является износ полужакрепленным абразивом. В зоне III износ происходит в результате взаимодействия поверхностей трения без учета абразивных частиц. В некоторых случаях на профиле изношенных поверхностей зоны I и II сливаются, при этом износ по всей поверхности трения носит характер изнашивания полужакрепленными абразивными частицами.

При проведении исследований в качестве абразивного материала использовался кварцевый песок. Испытанию подвергали следующие материалы пары трения: силицированный графит (СГ-П), композиционный материал ТМ-1 (карбид вольфрама, медь, никель), СНГН, нанесенный плазменным напылением. Трение осуществлялось по одноименным материалам. Переменными факторами при испытании были: процентное содержание абразива в жидкости, крупность абразивных частиц, время испытания и т.д. Исследование влияния крупности абразивных частиц на износ материала пары трения было проведено на паре трения СГ-П – СГ-П, для чего были приготовлены четыре фракции кварцевого песка крупность: менее 0,050; 0,050 – 0,063; 0,063 – 0,100; 0,100 – 0,315 мм в количестве, составляющем 3,8% от объема гидросмеси. На рисунке 5 видно, что наибольший износ имеет место при крупности абразивных части менее 100 мкм, так как при большей крупности суммарная скорость изнашивания пары трения изменяется очень медленно и, очевидно, уже мало зависит от наличия абразивных частиц в жидкости.

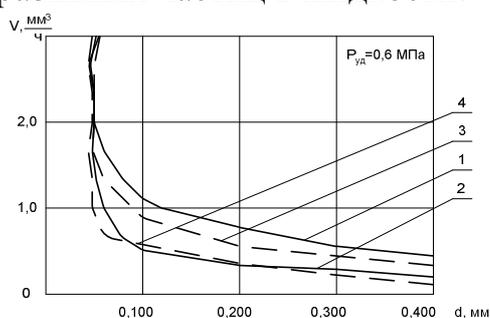


Рисунок 5 – Зависимость скорости изнашивания пары трения СГ-П – СГ-П от крупности абразивных включений в гидросмеси:

1 и 3 – вращающегося кольца;
2 и 4 – не вращающегося кольца; после одного часа работы (кривые 1,2) и после двух часов работы (кривые 3,4)

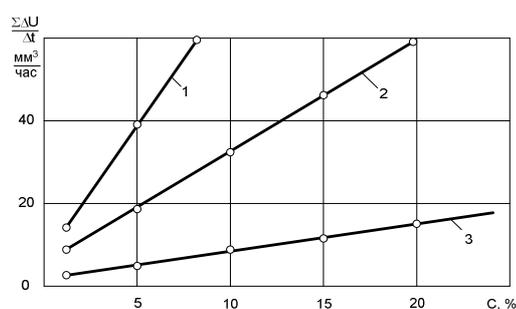


Рисунок 6 – Зависимость суммарной скорости объемного износа от процентного содержания абразивных частиц в гидросмеси для пар трения:

1 – СНГП – СНГП; 2 – СГ-П – СГ-П;
3 – ТМ-1 – ТМ-1;

$v = 15 \text{ м/с}$, $p_{уд} = 0,6 \text{ МПа}$

Таким образом, на износ пары трения оказывают влияние абразивные частицы размером менее 0,100 мм, при этом, чем меньше будет размер частиц,

тем больше износ. Очевидно, что наибольший износ будет наблюдаться при крупности абразивных частиц, сопоставимой с величиной зазора в паре трения, то есть 3 – 5 мкм.

Содержание абразивных частиц в жидкости, в зависимости от условий, колеблется в широких пределах (от 0,02 до 60% и более) и различно по фракционному составу. Наиболее опасная для пары трения фракция (с размером частиц менее 100 мкм) может составлять до 20% от общего содержания абразивных частиц в жидкости.

На рисунке 6 представлена зависимость суммарной скорости износа, вращающегося и не вращающегося колец от процентного содержания абразивных частиц в жидкости. Характерно, что для материала ТМ-1 скорость износа значительно меньше чем у СГ-П и, тем более, чем у СНГП. Это говорит о том, что использование в качестве материалов пары трения в торцовом уплотнении композиционных материалов типа ТМ-1 предопределяет повышение надежности работы уплотнения.

УДК 621.89

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ ПАР ТРЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРИРАБОТКИ

Акулич Я.А.

Брестский государственный технический университет
Брест, Республика Беларусь

Приработка взаимодействующих поверхностей пар трения, протекающая на заключительном этапе изготовления и в большинстве случаев завершающаяся в начальный период эксплуатации готового изделия, во многом определяет общую долговечность и безотказную работу узла трения в целом. При успешном завершении процесса приработки основные параметры качества взаимодействующих поверхностей должны иметь характеристики, соответствующие заданным эксплуатационным. Очевидно, что интенсивность изнашивания в процессе приработки будет во многом зависеть как от нагрузочных факторов, таких как нагрузка и скорость, так и от обеспечения оптимальных параметров качества взаимодействующих поверхностей пар трения на стадии их изготовления.

В рамках данного исследования были использованы образцы пар трения типа “вал-втулка”. Учитывая необходимость определить трибологические характеристики пар трения имеющих отличную исходную шероховатость, полученную разными методами механической обработки, сопрягаемые поверхности группы образцов имели усредненный параметр шероховатости поверхностей, полученных шлифованием $R_a = 0,27$ и точением $R_a = 1,31$. Оптимальные значения шероховатости для исследования пар трения данного типа были подобраны в соответствии с рекомендациями в источнике [1].