

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТОРЦОВЫХ УПЛОТНЕНИЯХ ГОРНОШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В. В. Гусев, А. Д. Молчанов, Н.В. Вяльцев.

Донецкий национальный технический университет, Украина

Использование в качестве материала торцовых уплотнений керамических материалов, при обеспечении качества поверхностного слоя рабочих поверхностей, позволяет надежно защитить узел трения от попадания в него угольного штыба обеспечить долговечность и надежность работы горных машин.

Работа горношахтного оборудования характеризуется тяжелыми условиями, вследствие неравномерных динамических нагрузок, значительной запыленности воздуха абразивной угольной и породной пылью и наличием агрессивных шахтных вод. Анализ смазочных материалов горных машин показывает [1], что в них может содержаться до 30% механических включений. Угольный штыб вызывает тонкий абразивный износ, а породный штыб, в совокупности с частицами твердых включений, - интенсивный износ с образованием глубоких царапин на поверхности трения. Кроме этого, угольный штыб, смешиваясь со смазкой, способен брикетироваться и заклинивать подшипники качения, в результате чего они перестают выполнять свои функции, и машина выходит из строя. Остановка вращения роликов ленточных конвейеров приводит к быстрому стиранию ленты, а в некоторых случаях и к ее загоранию. Одним из путей улучшения эксплуатационных характеристик горных машин является защита узлов трения с помощью торцовых герметических устройств (ТГУ), в которых для обеспечения долговечности и надежности работы необходимо применение рациональных материалов и качества рабочих поверхностей. Это приведет не только к прямому сокращению энергозатрат при эксплуатации узла трения или машины в целом, но и даст существенное снижение расходов на ремонт и восстановление машин за счет повышения их надежности и долговечности. Одним из важнейших мероприятий в триботехнике является рациональный подбор материалов для узлов трения, среди которых все большую роль начинает играть керамика. Уникальные свойства керамики [2] (высокая твердость, прочность, термо- и химическая стойкости, низкая адгезионная способность) определяют высокую износостойкость керамических узлов трения скольжения, возможность работы в агрессивных средах.

Проведенные ранее исследования, обобщенные в работе [3] показали, что наиболее важными параметрами, характеризующими износостойкость трибосопряжений, работающих в условиях абразивного износа, являются твердость трущихся тел, модуль упругости и равновесная шероховатость. Причем, увеличение твердости элементов трибосопряжения, за исключением деформационного упрочнения, всегда приводит к увеличению их износостойкости, а при достижении равновесной шероховатости значения коэффициента трения и интенсивности изнашивания минимальны. Целью этой работы было определение рациональных материалов и качества поверхностного слоя трущихся поверхностей торцевых уплотнений, работающих в условиях абразивного изнашивания.

Для проведения экспериментальных исследований работоспособности торцевых уплотнений использовался испытательный стенд [4], представляющий собой машину трения, где в качестве трущихся элементов выступали ролики ленточных конвейеров. Условия работы роликов на стенде полностью соответствовали условиям работы реальных машин, в которых они используются. На стенде измерялись и регистрировались параметры, необходимые для получения полной информации о процессе трения: момент трения, измеряемый тензометрической балкой; температура в зоне трения, которая измерялась термопарами, заделанными в вал; радиальная нагрузка, измеряемая тензобалкой; износ сопряженных поверхностей; скорость скольжения и путь трения.

В качестве материалов торцевых уплотнений были выбраны минералокерамические соединения на основе карбида кремния (SiC) и нитрида титана (TiN), и металлокерамические соединения на основе карбида титана (TiC), и карбида вольфрама (WC). Из этих материалов были изготовлены неподвижные кольца ТГУ, которые находились в контакте со стальным кольцом (сталь 45, термообработанные до HRC 46-48).

До начала исследований, после механической обработки, производилось притирание керамических втулок и стальных колец. Критерием требуемого качества рабочих поверхностей выступали равновесная шероховатость и неплоскостность поверхности. Для этого, на специальном приспособлении, производился процесс притирки с режимами, соответствующими режимам эксплуатации. Контактное давление на притираемую поверхность составляло 0,11 МПа, скорость перемещения составляла 0,16 м/с. Окончательная приработка рабочих поверхностей производилась непосредственно на испытательном стенде. Пары трения металл – керамика работали без смазки с контактными давлением 0,15 МПа и скоростью скольжения 1 м/с. Значения установившейся шероховатости показаны на рис. 1.

Таким образом, была определена рациональная шероховатость для данных условий трения (материала трущихся пар, давления, температуры на поверхности контакта и т.д.). В зависимости от вида тугоплавкого материала значение равновесной шероховатости составляет от 0,027 до 0,052 мкм (параметр Ra). Установившаяся шероховатость стального контртела изменяется от 0,029 до 0,068 мкм.

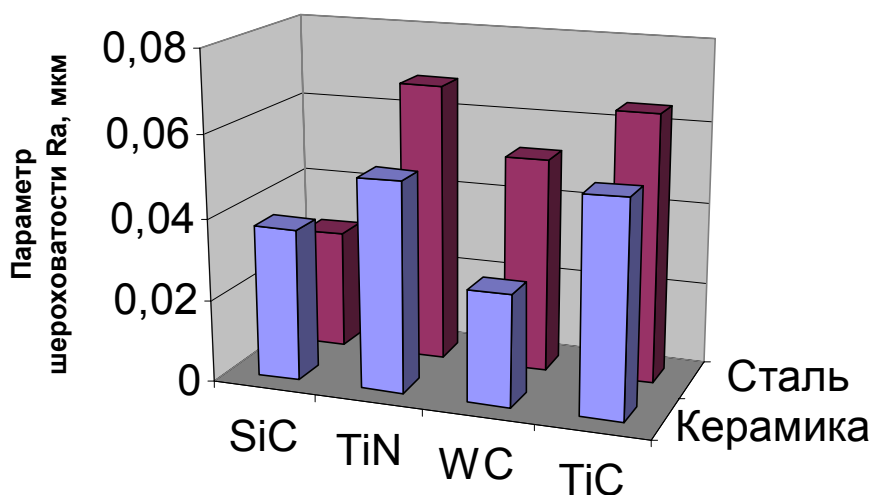


Рис. 1 – Установившаяся шероховатость рабочих поверхностей

Исследование рабочего режима работы сводилось к определению материала рациональной пары трения исходя из минимального значения коэффициента трения. Полученные характеристики процесса трения представлены на рис. 2.

Как видно из представленной графической зависимости изменение коэффициент трения носит нелинейный характер. В начальный момент времени, для всех рассматриваемых трибосопряжений, значение коэффициента трения высоко и практически совпадает. Далее, с увеличением продолжительности работы испытательного узла, коэффициент трения снижается и стабилизируется. Причиной этого является изменение температуры в рабочей зоне. Как известно [3], с увеличением температуры происходит уменьшение сдвигового сопротивления молекулярной связи, которое обусловлено термофлуктуационной природой. Это падение замедляется уменьшением фактического давления, уменьшением твердости или модуля упругости материала. Наибольшее снижение значения коэффициента трения наблюдается в паре трения с карбидом вольфрама. Этот тугоплавкий материал имеет наибольшую зависимость твердости от температуры. Так при увеличении температуры с 20⁰С до 400⁰С твердость уменьшается в 6 раз.

Введение консистентной смазки, которая используется в существующих конструкциях роликов ленточных конвейеров, в зону трения позволяет снизить значение коэффициента трения на 10% – 20%. Была, также проверена работоспособность узла ролика при введении в зону трения угольной пыли (30% от объема смазки). Значения коэффициентов трения, для всех материалов трибосопряжений, увеличивались до 20%. Наибольшее значение коэффициента трения (0,18) наблюдалось у пары трения карбид кремния – сталь.

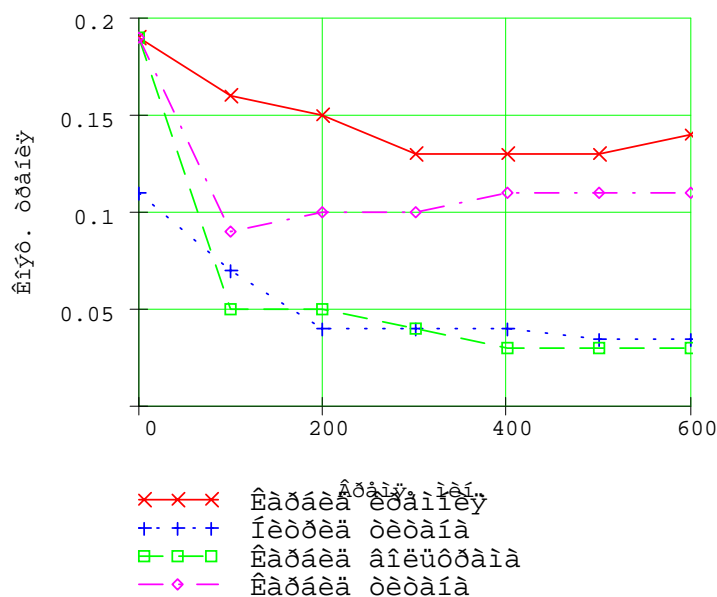


Рис. 2 – Влияние времени работы на коэффициент трения

Таким образом, использование в качестве материала торцовых уплотнений керамических соединений представляет определенный интерес. Значение коэффициента трения при работе без смазки трибосопряжения на основе карбида вольфрама составляло 0,03, что является более чем удовлетворительным значением для узлов трения горных машин. Попадание в зону трения угольной пыли не является критическим и не приводит к существенному ухудшению режима работы.

Литература

1. Тененбаум М.М. Износостойкость деталей и долговечность горных машин. – М.: Машиностроение, 1966. – 331с.
2. Кацура А.А., Семенов А.П. Трибологические свойства корундовой керамики при трении со смазкой.//Трение и износ.- 1993.- том 14, №6.- С.1037 - 1040.
3. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977. – 526с.

4. Стенд для исследования долговечности подшипников скольжения / Вяльцев Н.В., Горкуша А.Е., Гусев В.В., Молчанов А.Д. //Прогрессивные технологии и системы машиностроения. Сб. науч. статей. – Донецк: ДонГТУ. - 1996. - Вып.3. – С.10-13.

Поступила в редакцию 15.12.2003г.