PolotskSU

УДК 622.23.051.71:620.178.16

ОСОБЕННОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ОБРАЗЦОВ С АЛМАЗОПОДОБНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Ю. В. КАЛИНЦЕВ, Е. В. ПИСКУН
Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством, Беларусь

Были проведены триботехнические испытания полиуретановых образцов с алмазоподобными покрытиями (АПП) с различными наполнителями. Выявлено, что наилучшими свойствами обладает азотсодержащий АПП.

Работа оборудования, применяемого в машиностроении, во многом зависит от уплотнений. При использовании некачественного уплотнения может произойти утечка рабочих жидкостей, что значительно влияет на работу использованного оборудования.

Так как уплотнения применяют для герметизации подвижных соединений гидро- и пневмосистем, в узлах трения работающих при возвратно-поступательном движении [1], было решено провести триботехнические испытания на микротрибометре возвратно-поступательного действия.

Испытания проводились до 2500 циклов, запись значений коэффициента трения в процессе испытания регистрировалась с интервалом 0,01 с.

Для проведения триботехнических испытаний были подготовлены полиуретановые образцы с покрытиями:

– АПП – алмазоподобное покрытие;
– АПП+N_2 – азотсодержащее алмазоподобное покрытие;
– Ti_АПП – алмазоподобное покрытие с подслоем титана.

Наименьшую износостойкость при триботехнических испытаниях показал образец с АПП с подслоем титана. На рисунке 1 приведены графики зависимости коэффициента трения от количества циклов. По кривым 1 и 2 можно судить о моменте отслаивания покрытия. Кривая 1 показывает максимальное значение коэффициента трения, а кривая 2 показывает усредненное значение коэффициента трения по длине дорожки трения. Следовательно, можно полагать, чем раньше происходит расхождение графиков 1 и 2, тем раньше начинается изнашивание покрытия.

Анализируя полученные графики (рисунок 1) видно, что у образца с двухслойным покрытием на начальном этапе процесса трения наблюдается

PolotskSU

рост коэффициента трения от 0,42 до 0,9 за 500 циклов. Это обусловлено интенсивным разрушением покрытия. Далее, от 500 до 1700 циклов, рост коэффициента трения сдерживает оставшееся на образце покрытие. От 1700 циклов происходит резкое увеличение коэффициента трения, что обусловлено полным разрушением покрытия. Это подтверждается схождением графиков 1 и 2.

На рисунке 2 показан снимок образца с подслоем титана после проведения испытания. На полученном снимке видно, что после испытаний покрытие стерто полностью.

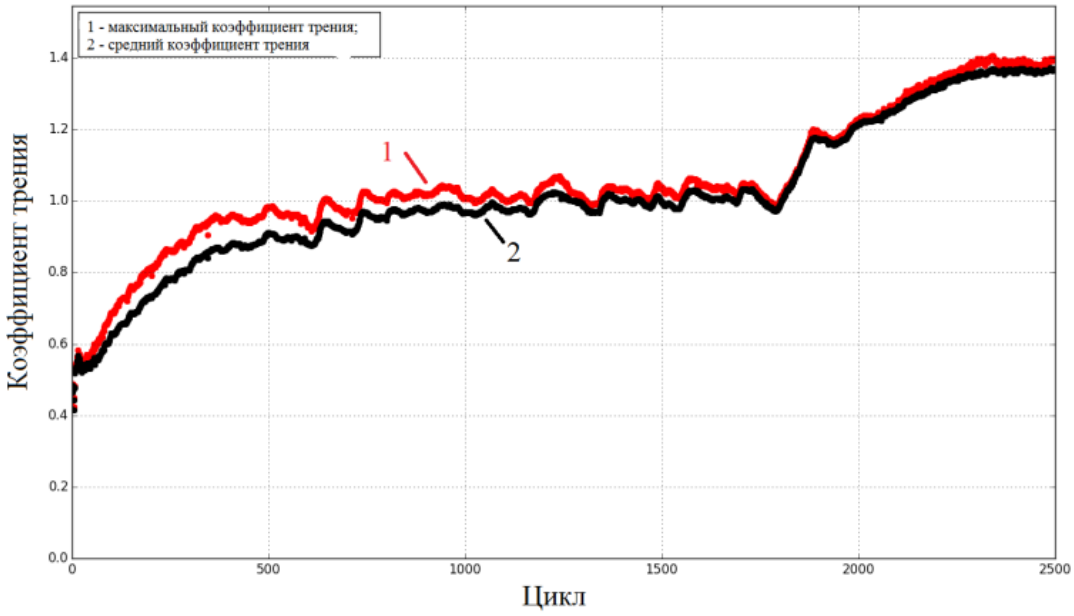

Рис. 1. Зависимость коэффициента трения
от количества циклов образца с АПП с подслоем титана:
1 – максимальное значение коэффициента трения;
2 – среднее значение коэффициента трения

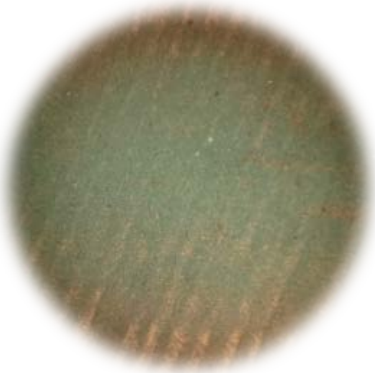

Рис. 2. Снимок поверхности образца с Ti_АПП после испытания

PolotskSU

Наименьший коэффициент трения до разрушения покрытия, показал образец с АПП. На рисунке 3 показана зависимость коэффициента трения от количества циклов образца с АПП.

У образца с АПП на начальном этапе (этап приработки) наблюдается уменьшение коэффициента трения с 0,4 до 0,2. Далее, на протяжении 400 циклов коэффициент трения остается стабильным, т.к. покрытие сохраняет свою работоспособность. После 400 циклов наблюдается резкое увеличение коэффициента трения. Это обусловлено интенсивным изнашиванием покрытия (об этом свидетельствует расхождение кривых 1 и 2).

На рисунке 4 видно, что разрушились верхние слои покрытия. Местами просматривается полиуретан.

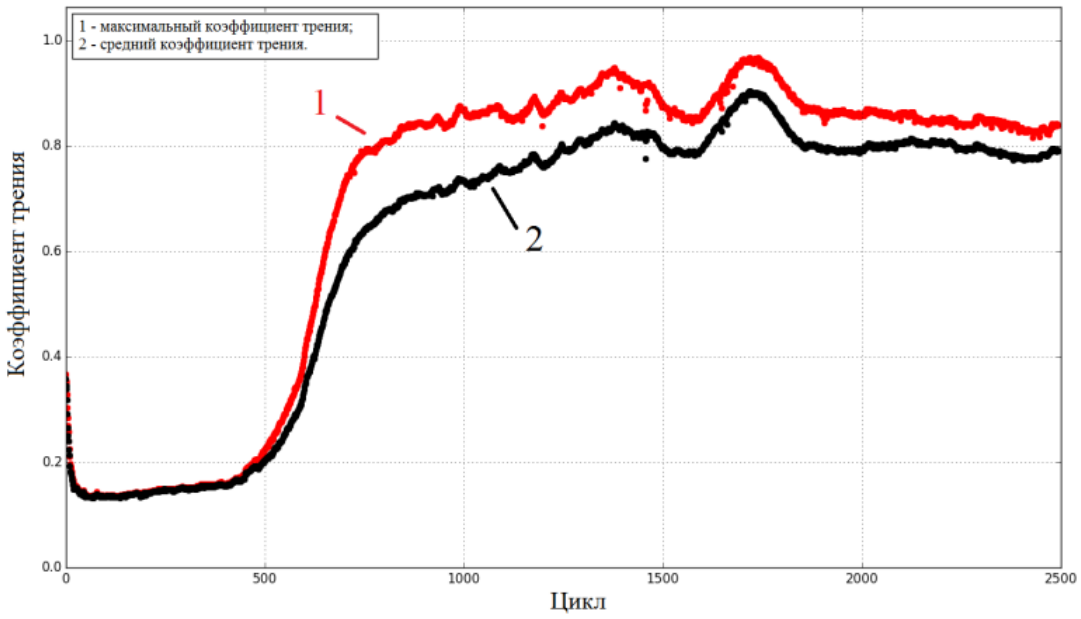

Рис. 3. Зависимость коэффициента трения от количества циклов образца с АПП:
1 – максимальное значение коэффициента трения;
2 – среднее значение коэффициента трения

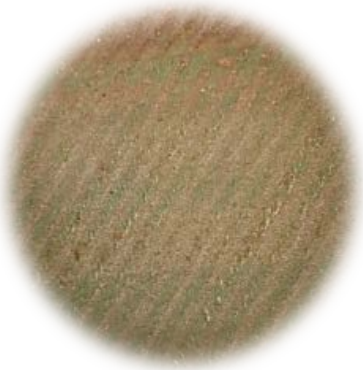

Рис. 4. Снимок поверхности образца с АПП после испытания

PolotskSU

Наилучшие результаты при проведении триботехнических испытаниях показал образец с азотсодержащим АПП. На рисунке 5 показана зависимость коэффициента трения от количества циклов образца с азотсодержащим АПП.

На протяжении испытания наблюдалось практически линейное повышение коэффициента трения от 0,2 до 0,7. Добавление азота в покрытие увеличивает шероховатость, и, следовательно, коэффициент трения. В тоже время, в покрытии уменьшаются внутренние напряжения [2]. Уменьшение внутренних напряжений положительно сказывается на износостойкости покрытия.

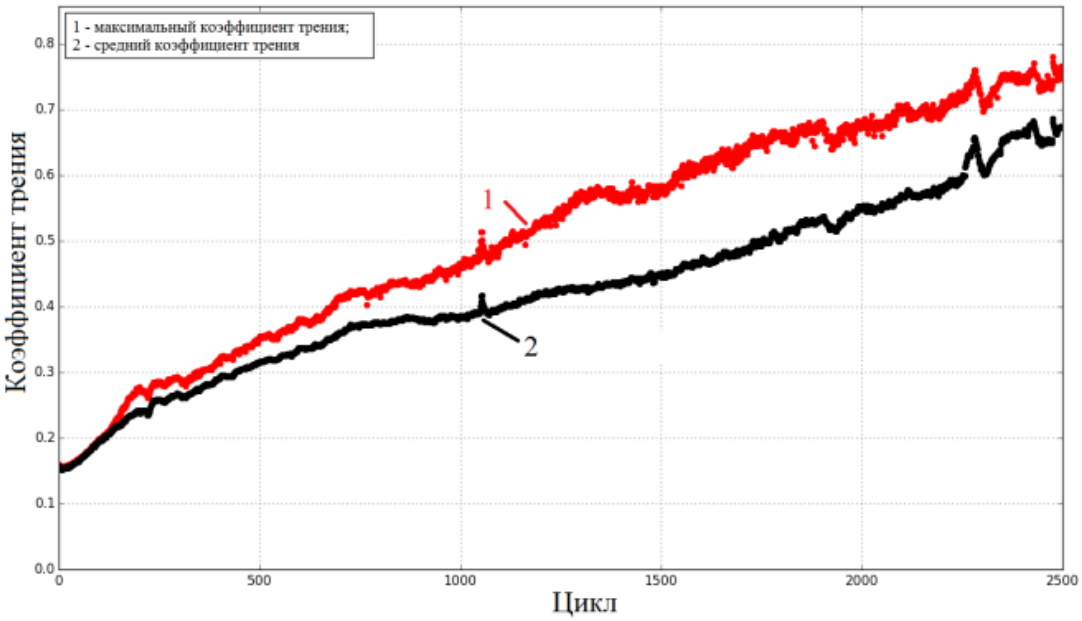

Рис. 5. Зависимость коэффициента трения от количества циклов образца с азотсодержащим АПП:
1 – максимальное значение коэффициента трения;
2 – среднее значение коэффициента трения

Рис. 6. Снимок поверхности образца с АПП после испытания

PolotskSU

На рисунке 6 показан снимок поверхности образцов с азотсодержащим АПП после проведения испытания. На фотографии видно, что были изношены только поверхностные слои покрытия, что свидетельствует о хорошей износостойкости покрытия в сравнении с другими образцами.

Заключение. Нанесение алмазоподобных покрытий повышает триботехнические свойства полиуретана. Лучшие свойства при триботехнических испытаниях показал образец с азотсодержащим АПП. Возможно, это связано с тем, что добавление азота уменьшает внутренние напряжения в покрытии, следовательно, улучшается его износостойкость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование и внедрение износостойких полиуретанов в узлах трения технологического оборудования нефтедобывающей промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/24_NPM_2010/Chimia/71407.doc.htm. – Дата доступа: 02.04.2018.
2. Влияние внутренних напряжений на морфологию поверхности твердых наноразмерных углеродных покрытий / А.Я. Калпаков [и др.]. // Российские нанотехнологии. – 2008. – № 3. – С. 9–10.