

0,6 МПа без приложения УЗ колебаний, составила 1255 кг/м³, что существенно ниже в сравнении с плотностью прессованных образцов в условиях УЗ колебаний (таблица). Введение в состав ПТФЭ более 30 мас. % его регенерата отрицательно сказывается на плотности полученных образцов, что проявляется в пористости образцов. Причиной этого эффекта может быть увеличение доли дисперсных частиц неправильной формы характерных для регенерированного сырья.

Литература

1. Лесун, А. Н. Технологические особенности рециклинга промышленных отходов переработки политетрафторэтилена / А. Н. Лесун, А. А. Скаскевич, В. А. Кочерова // Веснік ГрДУ імя Янкі Купалы. Сер. 6, Тэхніка. – 2016. – Т. 6. – № 2. – С. 66–72.

2. Mechanisms for the Formation of Anti-Based Coating Fluorinated Polymer-oligomeric Composition / Y. Auchynnika, S. Avdeychik, A. Antonov, A. Skaskevich, V. Kravchenko // Mechanika 2015: 20th International Scientific Conference. – Kaunas : 2015. – С. 23–28.

А. А. Шанчук

(ГрГУ имени Я. Купалы, Гродно)

Науч. рук. **Е. В. Овчинников**, д-р техн. наук, доцент

МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ВАКУУМНЫХ ПОКРЫТИЙ КАРБОНИТРИДА ХРОМА

Введение

Тенденцией последнего десятилетия является тренд увеличение работоспособности изделий и технологической оснастки, используемой при металлообработке путем применения покрытий на базе карбонитрида хрома, нитрида хрома, карбида хрома, получаемые различными технологическими приемами в вакууме. Метод осаждения материала путем плазменной ионной бомбардировки поверхностных слоев подложки (КИБ) является одним из основных технологических подходов, применяемых для создания защитных слоев в промышленности. Требование к повышенной прочности конструктивных компонентов, используемых в сложных условиях эксплуатации, привело к развитию исследований в области создания материалов для покрытий, обладающих высокой твердостью и обеспечивающих большую

износостойкость. Благодаря своим уникальным характеристикам в трибологии, покрытия на основе соединений хрома получили широкое распространение в различных областях промышленности. В частности, в машиностроении данные покрытия наносят на различные компоненты: шестерни, кулачки токарных патронов, различные компоненты трансмиссии. Для повышения физико-механических характеристик вакуумных покрытий применяется обработка изделия с покрытием в криогенной среде. Применение данного технологического приема позволяет увеличить прочностные характеристики исходных вакуумных покрытий на 20-30 %. Одним из факторов, исходя из которых, можно оценить стойкость вакуумных покрытий является морфология поверхностей разрушения и частиц, получаемых при внедрении индентора в поверхностные слои модифицированного образца.

Целью данной работы является исследование поверхностей разрушения вакуумных покрытий, подвергнутых воздействию криогенных температур.

Методика исследований

В качестве объектов исследований использовали покрытия карбонитрида хрома. Данные покрытия осаждали на поверхности стальных подложек. В качестве металлических субстратов применяли сталь 40Х. Для получения качественных покрытий применяли специальную подготовку подложки, заключающуюся в предварительной термообработке до получения твердости порядка 52-54 по методу Роквелла шкала С. Далее стальная подложка подвергалась полировке до 10 класса чистоты. Покрытия карбонитрида хрома получали на установке вакуумного напыления УВНИПА-1-001, оборудованной катодно-дуговым испарителем с системой электромагнитной фильтрации плазмы, а также ионным источником ИИ-4-0,15. Образцы с покрытием выдерживали в криогенной среде в течение от 30 минут до 72 часов. По технологии скретч-анализа определяли адгезионные характеристики вакуумных покрытий и формировали профиль царапины. Методом оптической микроскопии изучали морфологию получаемых следов разрушения покрытий. Для исследований использовали оптический специализированный металлографический комплекс.

Результаты исследований

При проведении исследований проводили изучение морфологии разрушения исходных вакуумных покрытий (рисунок 1 а). Далее образцы выдерживали в криогенной среде в течение 30 минут, затем их термостатировали до нормальной температуры, проводили скретч-анализ и изучали морфологию поверхности разрушения, модифици-

рованного в криогенной среде покрытия карбонитрида хрома (рисунок 1 б). По сравнению с первой царапиной видели небольшие изменения (неровности) внутри самой царапины и появление отслоек.



Рисунок 1 – Фрагменты морфологии поверхности после проведения скрэтч-анализа. а) исходное покрытие; б) царапина криогенно обработанная в течение 30 минут

Затем модифицированный образец подвергался обработке в криогенной среде в течение 60 минут, после чего проводили третье испытание определения адгезионной прочности царапину. Видны изменения вначале царапины, появились характерные полосы, стал немного толще край царапины.



Рисунок 2 – Фрагменты морфологии поверхности после проведения скрэтч-анализа. а) покрытие, криогенно обработанное в течение 30 минут; б) покрытие, криогенно обработанное в течение 60 минут

Обработка покрытий в течение 180 минут приводит к заметным изменениям по всей царапине (появились выразительные отслойки); ширина царапины немного стала больше, но незначительно

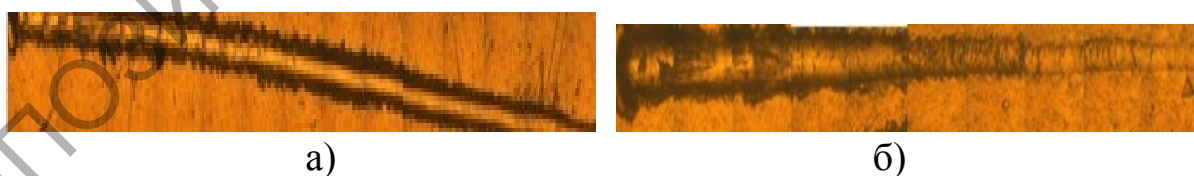


Рисунок 3 – Фрагменты морфологии поверхности после проведения скрэтч-анализа: а) покрытие, криогенно обработанное в течение 180 минут; б) покрытие, криогенно обработанное в течение 24 часов

Увеличение времени выдержки в криогенной среде до 24 часов приводит к изменению геометрических размеров области разрушения

покрытия. Ширина царапина стала еще больше, наблюдается толстый выразительный край, на самом материале видны микроцарапины.

Обработка в течение 72 часов в жидком азоте покрытия не приводит к существенным изменениям в морфологии поверхности разрушения. Край царапины мало отличается от предыдущего испытания, внутри наблюдаются ярко выраженные поперечные борозды.



Рисунок 4 – Фрагменты морфологии поверхности после проведения скрэтч-анализа: покрытие криогенно обработанное в течение 72 часов

Заключение

Таким образом, установлено, что покрытия после обработки в криогенной среде имеют различную адгезионную стойкость. Об этом свидетельствуют геометрические и морфологические размеры области разрушения. Характерные морфологические особенности областей разрушения вакуумных покрытий зависят от продолжительности криогенной обработки.

В. Ю. Шумская

(ИММС НАН Беларуси, Гомель)

Науч. рук. **А. Я. Григорьев**, д-р техн. наук, профессор

МНОГОСЛОЙНЫЕ ФИЛЬТРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ СРЕДСТВ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ И ПРОТИВОВИРУСНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Сложившаяся в 2019–2021 гг. неординарная эпидемиологическая ситуация обусловила значительный рост внимания к средствам индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД): именно на их применении основано соблюдение правил так называемого «респираторного этикета», предполагающего предохранение от вирусных инфекций, включая SARS-CoV-2 (2019-nCoV). Защита дыхательных путей человека осуществляется с помощью лицевых масок и респираторов (клапанных и бесклапанных), рабочим компонентом которых является фильтрующий слой, составленный из сорбирующего (как правило, волокнисто-пористого) материала. Последний должен быть способен