PolotskSU

УДК 621.793.1

СРАВНИТЕЛЬНАЯ СТОЙКОСТЬ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ

Н.Н. ПОПОК, В.С. АНИСИМОВ, Д.А. БАШЛАЧЁВ, Е.В. ПУЙМАН
Полоцкий государственный университет, Беларусь
В.А. КУКАРЕКО
Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Минск, Беларусь

В связи с постоянным увеличением действующих нагрузок, скоростей, рабочих температур и применением агрессивных сред повышение стойкости деталей машин становиться всё более актуальным. Одним из наиболее перспективным направлением решением этой проблемы является инженерия поверхностных слоёв материала путём формирования регулярного микрорельефа и нанесения покрытий газотермическим и вакуумным ионно-плазменным методами.

Предлагаемый механизм формирования комбинированного покрытия включает получение регулярного микрорельефа поверхности основы с высотой неровности не более R_a 0,63-1,2 мкм с помощью лезвийной обработки на высокой скорости резания порядка 5-10 м/с, что исключает недостатки шлифования – низкую производительность и шаржированияповерхности абразивными частицами. Затем с использованием газотермического метода наносится покрытие из материалов различной твёрдости, что создаёт «мягкую» основу во впадинах неровностей и повышенную твёрдость вершин микронеровностей. Это покрытие вновь обрабатывается лезвийным инструментом и его поверхность доводится до минимально возможной шероховатости. Потом на эту поверхность наносится тонко плёночное покрытие из тугоплавкого металла вакуумным ионно-плазменным методом, что ещё более повышает твёрдость вершин неровностей. Таким образом, создаётся комбинированное покрытие, имеющее высокую твёрдость и прочность, а также обладающее хорошими смазывающими свойствами, что должно обеспечить повышение стойкости деталей машин.

Исследование стойкости комбинированного покрытия на деталях машин проводилось в два этапа. На первом этапе исследовались группы образцов из стали 40Х и 12Х18Н10Т с покрытием из стали 20Н80 и инструментальной стали 95Х18, нанесенных газотермическим методом, и по-

PolotskSU

крытием из нитрида титана, нанесённым вакуумным и ионно-плазменным методом. На втором этапе исследовались группы образцов из техже марок сталей, что и на первом этапе, но газотермическое покрытие включало материал «бронза–сталь».

Методикой исследований предусматривалось определение микроструктуры газотермического покрытия на оптическом микроскопе АЛЬТАМИ МЕТ 1МТ, рентгеновская съёмка поверхности на дифрактометре ДРОН-2, измерение коэффициента трения и износа образцов с использованием машины трения модели МТ-393 и аналитических весов модели ВК-1500,измерение шероховаточти поверхности профилографом-профилометром модели «Abris», твёрдости и микротвёрдости образцов на приборе Darascan 20. Внешний вид используемого в исследованиях оборудования и образцов предоставлен на рисунке 1.

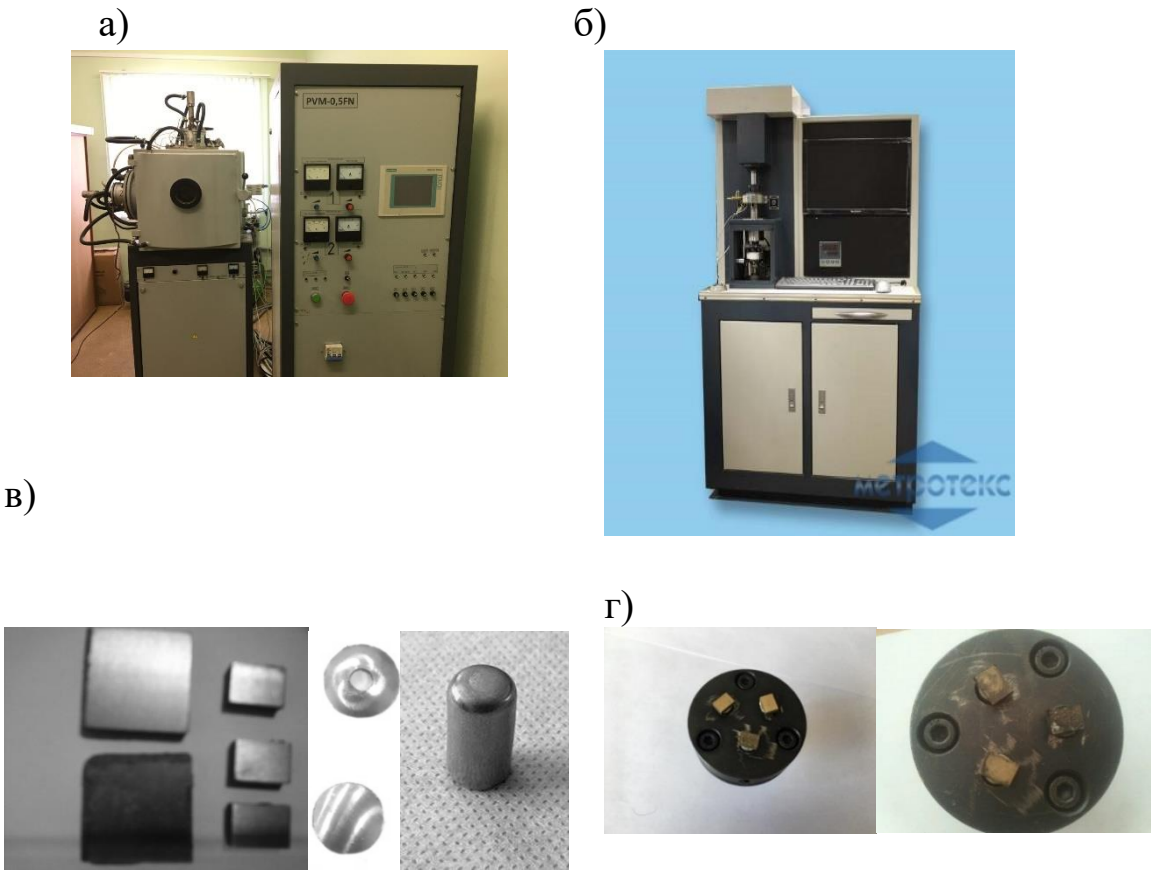
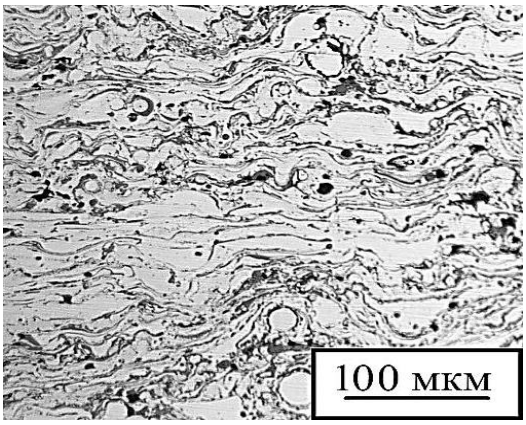


Рисунок 1. – Внешний вид ионно-лучевой установки (а), машины трения (б), образцов первой, второй и третьей групп (в), образцов до и после испытания (г)

Микроструктура покрытия из стали 95Х18 содержит перемеживающиеся прослойки металла и оксидов порядка 25 об.%, пористость покры-

PolotskSU

тия не превышает 3% (рис.2а). На рентгенограммах комбинированного покрытия зафиксированы фазы TiN, γ-Fe, α-Fe, Fe_3O_4, FeO (рис.2,б), причём отмечено существенное уменьшение γ-фазы в связи с γ→α превращением при нанесении покрытия из нитрида титана.



б)

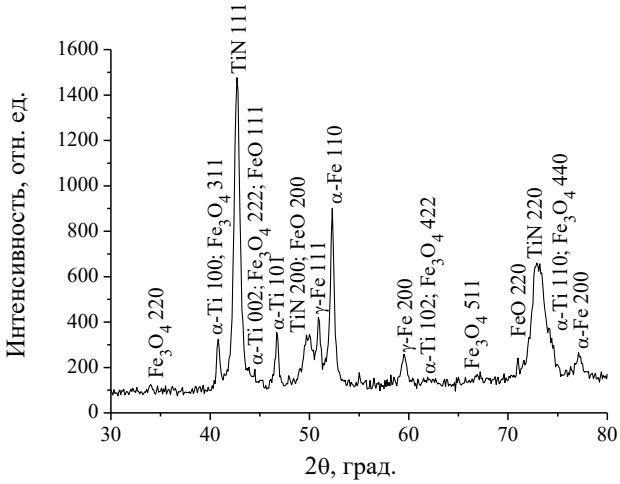


Рисунок 2. – Микроструктура газотермического покрытия из проволочной стали 95Х18 (а) и фрагмент рентгеновской дифрактограмы (CoKα) покрытия из стали 95Х18 и нитрида титана (б)

Установлено, что нанесение на поверхность образцов регулярного микрорельефа и покрытия из нитрида титана обеспечивает повышение микротвёрдости в среднем на 100 HV0,01 по сравнению с основой. При этом шероховатость поверхности снижается до 10 раз.

PolotskSU

Характер изменения зависимости коэффициента трения от времени испытаний примерно одинаков для различных составов покрытий: в начале на этапе притирания коэффициент трения возрастает до значений 0,2-0,32 и затем его значение стабилизируется; причём значение коэффициента трения тем больше, чем больше усилие прижима образца и контртела (быстрорежущая сталь Р6М5), снижению коэффициента трения способствует введения в состав покрытия нитрида титана и сплава «бронза-сталь», что связано со снижением шероховатости поверхности и смазывающим эффектом «бронза-стального» покрытия.

Комбинированное покрытие из инструментальной стали 95Х18 и TiN обеспечивает снижение износа упрочнённых образцов на 30-50% по сравнению с образцом из стали 12Х18Н10Т с покрытием TiN. Введение в состав покрытия сплава «бронза-сталь» и TiN обеспечивает снижение износа образцов по сравнению с не упрочнёнными образцами.

Исследование коррозионного износа комбинированного покрытия в 45% растворе плавиковой кислоты показало, что коррозионная стойкость образцов из стали 12Х18Н10Т с покрытием TiN увеличивается в 1,7-2 раза по сравнению с другими образцами. Введение в состав покрытия сплава «бронза-сталь» не способствует повышению коррозионной стойкости образцов.

В результате проведенных исследований можно рекомендовать комбинированное покрытие из инструментальной стали 95Х18 и TiN для упрочнения тяжелонагруженных деталей, работающих в агрессивных средах, а введение в состав комбинированного покрытия сплав «бронза-сталь» обеспечивает повышение работоспособности узлов трения.

PolotskSU

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОАО «НПО «ЦЕНТР
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРК
ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Инновационные технологии в машиностроении

Электронный сборник материалов международной
научно-технической конференции,
посвященной 50-летию машиностроительных специальностей
и 15-летию научно-технологического парка
Полоцкого государственного университета
(Новополоцк, 21-22 апреля 2020 г.)

ИнноТехМаш

Под редакцией
чл.-корр. НАН Беларуси, д-ра техн. наук, проф. В. К. Шелега;
д-ра техн. наук, проф. Н. Н. Попок

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

Об издании – 1, 2

PolotskSU

УДК 621(082)

Редакционная коллегия:
Н. Н. Попок (председатель), В. П. Иванов (зам. председателя),
Р. С. Хмельницкий (отв. Секретарь), А.В. Дудан, В. А. Данилов, Е.В. Бритик

Инновационные технологии в машиностроении [Электронный ресурс] : электронный сборник материалов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию машиностроительных специальностей и 15-летию научно-технологического парка Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 21-22 апр. 2020 г. / Полоц. гос. ун-т ; под. ред. В. К. Шелега; Н. Н. Попок. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-691-7.

Отражены современное состояние и направления развития технологии и оборудования механической и физико-технической обработки; рассмотрены вопросы создания современных материалов, изготовления, восстановления и упрочнения деталей машин, автоматизации производства, эксплуатации и модернизации автомобилей и других машин.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов технических специальностей учреждений образования.

Прилагаются титульные листы презентаций докладов участников конференции.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3141815008 от 28.03.2018.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 59-95-53, e-mail: n.popok@psu.by

№ госрегистрации 3141815008
ISBN 978-985-531-691-7 © Полоцкий государственный университет, 2020

PolotskSU

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Инновационный технологии в машиностроении» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

Компьютерный дизайн *Е. А. Балабуевой*
Техническое редактирование и верстка *И. Н. Чапкевич*

Подписано к использованию 23.04.2020.
Объем издания: 10,9 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 264.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
http://www.psu.by