

Проведено дослідження зносостійкості деталей з вуглецевої сталі з покриттям TiN. Запропоновано комплексну порівняльну методику оцінки ефективності зміцнюючих і тонкоплівкових технологій

Ключові слова: іонно-плазмова технологія, метод склерометрії, зносостійкість

Проведено исследование износостойкости деталей из углеродистой стали с покрытием TiN. Предложена комплексная сравнительная методика оценки эффективности упрочняющих и тонкопленочных технологий

Ключевые слова: ионно-плазменная технология, метод склерометрии, износостойкость

Research of wear resistance of details from a carbon steel with coating TiN is carried out. The complex comparative technique of an estimation of efficiency of strengthening and thin-film technologies is offered

Keywords: ionic-plasma technology, a method scratch-hardness test, wear resistance

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ С ПОКРЫТИЯМИ НИТРИДА ТИТАНА

И. А. Селиверстов

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра основ конструирования
Херсонский национальный технический университет
Бериславское шоссе, 24, г. Херсон, Украина, 73008
Контактный тел.: (0552) 32-69-39
E-mail: sia-72@yandex.ru

С. Р. Селиверстова

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра автоматизации та електрооборудования
Херсонский филиал национального университета
кораблестроения им. адмирала Макарова
ул. Ушакова, 44, г. Херсон, Украина, 73002
Контактный тел.: 067-438-59-07
E-mail: sia-72@yandex.ru

1. Введение

Надежность работы машин и механизмов определяется в первую очередь качественным состоянием рабочих поверхностей входящих деталей. Создание на рабочих поверхностях композиционных покрытий на металлической матрице позволяет успешно решить задачу создания поверхностей трения с определенным комплексом требуемых эксплуатационных параметров по надежности, износостойкости, контактной выносливости и усталостной прочности, а применение тонких покрытий является весьма перспективным направлением, открывающим широкие возможности управления физико-механическими свойствами контактирующих поверхностей.

Одним из перспективных методов, позволяющих решить задачу повышения износостойкости поверхности, является новый, эффективный и экологически чистый способ нанесения покрытий, конденсации ионной бомбардировкой или ионно-плазменный метод. На сегодняшний день достаточно успешно доказали свою эффективность тонкие пленки нитрида титана (TiN) наносимые на режущий инструмент [1], однако нанесение покрытий на интенсивно изнашивающиеся детали (ножи, лезвия, скальпели), осталось без должного внимания. Как известно, большинство таких деталей

изготавливается из углеродистых и легированных сталей, не обладающих достаточной теплостойкостью, что в процессе нанесения покрытия может приводить к структурным изменениям основного материала из-за высоких температур конденсации и ухудшению эксплуатационных свойств деталей с покрытием.

В этой связи, используя результаты работы [2,3], нами было предложена технология получения тонких покрытий TiN, которая позволяет прогнозировать температуры конденсации и не допускать чрезмерного перегрева поверхности материала.

2. Методика эксперимента

Тонкие покрытия TiN (3-5 мкм) наносились на поверхность углеродистой и легированной стали твердостью 45-55 HRC. Для получения покрытий использовалась модернизированная вакуумная установка ионно-плазменного напыления АНГА – 1.

Для оценки износостойкости поверхности с покрытиями применяли общеизвестный склерометрический метод испытаний в котором имитируется реальные условия эксплуатации изделий (например, абразивный износ), заключающийся в «царапании» (деформировании) твердым индентором поверхности металла с

заданной шероховатостью как при нормальной, так и повышенной температурах [4]. В качестве индентора использовалась четырехгранная алмазная пирамида Виккерса с ромбической основой и углом между гранями при вершине 136°.

Шероховатость испытываемого образца по ГОСТ 2789-73 не была грубее $R_\alpha = 0,32$ мкм. Глубина внедрения пирамиды в исследуемый материал составляла $h \approx 1-10$ мкм.

Для оценки эффективности нанесенного покрытия использован метод в основу которого положено контактное взаимодействие (трение двух скрещенных цилиндров, при котором индентор внедряют при его вращательном движении в контртело (исследуемый образец), твердость которого ниже твердости индентора, и по размерам отпечатка на контртеле оценивают состояние поверхности и эксплуатационные характеристики объекта. Образцы для исследований изготавливаются в форме цилиндра диаметром 8 мм и длиной 80 мм, шероховатость поверхности цилиндра должна быть не выше $R_\alpha = 0,63 \dots 0,30$. При различном задании количества циклов нагружения на контртеле получают отпечатки, измеряют их диаметры, ориентированные вдоль (d_{np}) и поперек (d_{nop}) оси контртела и определяют d_{cpi} .

$$d_{cpi} = \frac{d_{npi} + d_{nopi}}{2}$$

Затем образец подвергают обработке или нанесению покрытия и вновь измеряют диаметры отпечатков d_{cpi} , полученных на контртеле. По соотношению k средних величин диаметров отпечатков до и после обработки, определяют эффективность покрытия. Индентор изготавливали из быстрорежущей стали P6M5, нагрузка на контртело (образец) составляла 10Н.

Микроструктуру исследуемых образцов в зоне трещина, а также его геометрические параметры изучали на микроскопе МИИ-8.

3. Результаты и обсуждение полученных данных

Результаты исследований по приведенной методике в работе [4] приведены в таблице.

Таблица

Свойства деталей с покрытиями TiN

Материал	Нагрузка P_v , Н	Микротвердость, H_v , ГПа	Микротвердость, HGV, МПа	Интенсивность изнашивания, г/км ($\pm 3\%$)
Без покрытия	1,0	5,77	13520	2,88
С покрытием TiN	1,5	6,18	15305	2,22
	1,0	7,01	18946	1,65
	0,5	16,20	61654	0,40
Покрытие TiN	0,25	37,10	93124	0,25

Используя рассмотренный метод, может быть определена не только твердость и износостойкость, а также адгезионная и когезионная прочность покрытия, количественно оцененная в паскалях по величине HGV.

Можно сделать вывод о механизме разрушения покрытия. По появлению следов разрушения покрытия

при наблюдении в оптический микроскоп, определяется какая минимальная (фактическая) нагрузка, привела к его разрушению, в нашем случае при равномерной постоянно увеличивающейся нагрузке на индентор в процессе царапания эта нагрузка составляет $P_{кр} = 3,5Н$. Таким образом, установлено, что при нагрузках меньших $P_{кр}$, работа разрушения материала связана только со свойствами и составом покрытия, а выше $P_{кр}$ со свойствами и составом покрытия и основного материала.

При оценке эффективности работы образцов с покрытиями установлено, что средняя величина диаметра пятна при исходном состоянии образца была равна 0,58 мм, после нанесения покрытия - 0,22 мм, при количестве 1000 циклов нагружения, при 5000 циклах средняя величина диаметра пятна составляла 0,78 мм. и 0,34 мм. соответственно Испытания показали существенное уменьшение диаметра пятна, что свидетельствует о высокой защитной способности покрытия нитрида титана, сформированного на поверхности образца.

4. Выводы

Как видно из приведенных данных механические свойства образцов с покрытиями повышаются, а интенсивность износа снижается при уменьшении нагрузки на индентор, что обуславливается свойствами и эффективностью защиты от абразивного износа тонкой пленки TiN.

Таким образом, комплексным исследованием установлено, что применение тонкопленочных покрытий нитрида титана снижает интенсивность изнашивания при грубом абразивном износе более, чем на 20%, а при незначительном, тонком абразивном износе, при работе самого покрытия, более чем в 10 раз. Вышесказанное позволяет успешно применять такие покрытия на интенсивно изнашивающихся деталях станков и механизмов машиностроительного производства: ножи, лезвия, иглы и др.

Литература

1. Верещака А.С., Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями – М.: Машиностроение, 1986. – 192 с.
2. Копилов В.І. Процеси іонно-плазмового плакування порошків для газотермічних покриттів / В.І. Копилов, І.В.Смирнов, І.А.Селіверстов // НАУКОВІ ВІСТІ Національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”. – 2009. – №3(65). – С.11–20.
3. Копылов В.И. Исследования параметров плазменных потоков вакуумного дугового разряда при плакировании порошков / В.И. Копылов, И.В. Смирнов, И.А. Селиверстов, А.А. Давыдов // Проблемы техники. – 2008. – №1. – С.63-78.
4. Матюнин, В.М. Определение механических свойств и адгезионной прочности ионно-плазменных покрытий склерометрическим методом / В.М. Матюнин, П.В. Быков, Р.Х. Сайдахмедов и др. //МИТОМ, 2002.№ 3. С. 36-39.