

Повышение износостойкости деталей сельскохозяйственной техники композитными покрытиями

С.Ю. Жачкин, профессор, д-р техн. наук, доцент

Н.А. Пеньков, канд. техн. наук

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования воронежский государственный технический университет ФГБОУ ВПО «ВГТУ», г. Воронеж, тел: 8-908-149-96-32; 8-950-768-24-07; e-mail: zhach@list.ru)

О.А. Сидоркин, зам. зав. кафедрой, канд. техн. наук

С.В. Нельсов, начальник отдела кадров

(Воронежский учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» ВУНЦ ВВС «ВВА» г. Воронеж, тел: 8-908-138-93-64)

Аннотация. Доказана эффективность использования дисперсно-упрочненных композитных хромовых покрытий для повышения срока службы контактной пары применительно к паре трения сталь-бронза. Проведенные эксперименты показали уменьшение износа в зависимости от режима работы пары трения в 4-14 раз.

Ключевые слова: износостойкость, гальванические композитные покрытия.

Цель исследований. Повышение быстроходности, мощности и производительности сельскохозяйственных машин при одновременно возрастающих требованиях к их надежности и долговечности вызывает необходимость увеличения твердости, износостойкости материалов деталей машин и механизмов. В большинстве случаев достаточно создать рабочие поверхностные слои из материалов, стойких в неблагоприятных условиях, возникающих при работе машин.

С появлением новых устройств и механизмов в сельхозмашиностроении встал вопрос о совершенствовании пары трения стальной поршень-бронзовая втулка, имитирующей работу многих узлов, работающих в условиях дефицитности смазки. Большинство трущихся деталей работает в условиях высоких удельных нагрузок, малых скоростей скольжения и низких температур поверхностей трения. В этих случаях отсутствуют какие-либо структурные изменения, перенос материала с одной поверхности на другую. Износ обусловлен в основном абразивным воздействием частиц. В случае применения одной из сопрягаемых деталей с хромовым покрытием износ наблюдается в основном на детали с меньшей твердостью. На детали с хромовым покрытием отсутствуют риски от абразивных частиц и следы от задиров, а износ деталей невелик [1].

Проблема продления срока службы пары трения может решаться различными способами: улучшением условий трения (применением смазки), применением деталей с контактными поверхностями пониженной шероховатости, использованием более износостойких материалов и др.

Цель работы — изучение возможности повышения срока службы контактной пары сталь-бронза нанесением гальванических композитных дисперсно-упрочненных покрытий, полученных методом гальваноконтактного осаждения (ГКО) на стальную основу.

Методика. Исследовали влияние режимов трения. Покрытия для испытаний наносили на опытной установке ГКО 1, представленной на рис. 1.



Рис. 1. Опытная установка

Проведение исследований. Для испытаний на износостойчивость были взяты образцы, восстановленные по стандартной технологии гальваническим хромированием (серия 1) и по технологии ГКО (серия 2). Характеристики восстановленных образцов и покрытий приведены в табл. 1

Таблица 1

Характеристики восстановленных образцов

№ серии	Шероховатость Ra, мкм	Микротвердость HV, МПа	Толщина покрытия, мкм	Наличие сетки трещин в покрытии
Серия 1	0,1 – 0,16	9800 - 10500	200 - 250	присутствует
Серия 2	0,04 – 0,06	10420 - 11500	200 - 250	отсутствует

В каждой серии обрабатывались 4 детали. Для возможности проведения сравнительного анализа износостойкости покрытий, полученных по разным технологиям, исследования были проведены на режимах проверки износостойкости, опубликованных в [2].

Триботехнические испытания проводили на лабораторной установке торцевого трения. Образец закреплялся в патроне рычага, который лежал на барабане под нагрузкой. Через каждые 50 или 100 оборотов образец

приподнимали и охлаждали. Установка снабжена устройством, обеспечивающим возвратно-поступательное движение образца. Трущаяся пара представляла собой стальной диск из стали 30 ХГСА ГОСТ 4543-71 диаметром около 40 мм, с нанесенным на него покрытием, который перемещался по неподвижной плоскопараллельной пластине. Пластина изготавливалась из бронзы БрАЖ 9-4 ГОСТ 18175-78. В наших исследованиях имитировалась износостойкость с бронзовой поверхностью. В качестве нагрузки на образец использовалась съемная гиря. Одновременно истиралось несколько образцов. Начальная скорость вращения подвижного цилиндра 600 мин⁻¹, начальное усилие его осевого прижима составляло 18,8 МПа. Покрытия толщиной 250 мкм наносились на пластину толщиной 6 мм из стали 30 ХГСА ГОСТ 4543-71, которая и служила эталоном. Критериями оценки износостойкости служили коэффициент трения μ и интенсивность износа Q . Интенсивность износа оценивали по формуле

$$Q = \frac{\Delta m}{L \cdot S}$$

где Δm — убыль массы образца в ходе испытания, мг;
 L — путь трения, км;
 S — площадь трения, см².

В работе исследовали покрытия, полученные при стандартном хромировании, и композитные хромовые покрытия, наносимые по новой технологии гальваноконтактного осаждения (ГКО) [3]. Эталон для сравнения — образец из стали 30 ХГСА ГОСТ 4543-71 и образец из бронзы БрАЖ 9-4 ГОСТ 18175-78 — контртело. В работе при построении экспериментальных кривых износа применялось следующее обозначение: все пары трения маркировались двойным кодом. Причем первая цифра кода указывала на тип покрытия в паре (1 – стандартный хромовое покрытие; 2 – покрытие дисперсно-упрочненным композитным хромом), а вторая на характеристику детали в паре трения (1 – образец, 2 - контртело). При проведении эксперимента варьировали давление прижима и условия трения (без смазки или с пропиткой графитовой смазкой).

Результаты и обсуждение. Изучение зависимости триботехнических свойств основы и покрытий от условий трения в установившемся режиме трения показало (рис.2 а,б), что наличие смазки снижает коэффициент трения и износ контактной пары на всех образцах, однако для композитного покрытия наличие смазки не является определяющим условием повышения износостойкости.

Из анализа данных, полученных в ходе экспериментальных работ, следует, что с увеличением нагрузок интенсивность изнашивания увеличивается. Видно, что при любых значениях нагрузок интенсивность изнашивания исследуемой пары трения значительно ниже, чем серийной пары.

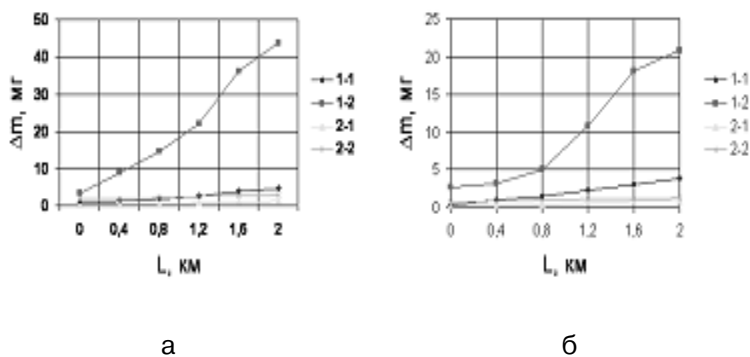


Рис. 2. Зависимость износа пары хромовое покрытие – бронза от типа используемого покрытия ($P = 18,8$ МПа): а – без смазки; б) со смазкой

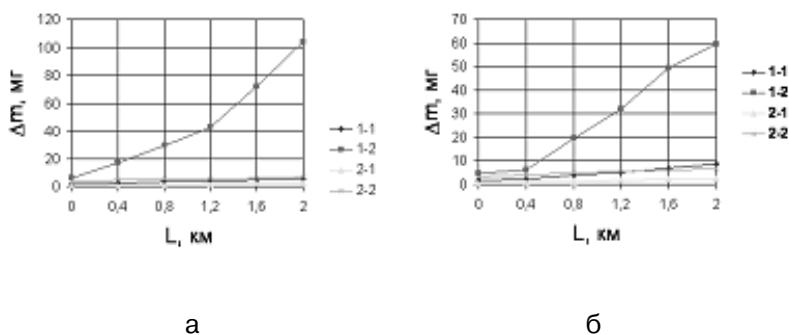


Рис. 3. Зависимость износа пары хромовое покрытие – бронза от типа используемого покрытия ($P = 42,2$ МПа): а) – без смазки; б) – со смазкой

Объясняется это, видимо, особой структурой получаемого покрытия. При увеличении усилия прижима увеличивается коэффициент трения и износ контактной пары.

В результате исследования антифрикционных свойств пар трения сталь-бронза установлено, что наибольшая убыль массы отмечена для пары сталь-бронза со стандартным хромовым покрытием без смазки, а наименьшая — для пары сталь-бронза с композитным хромовым покрытием со смазкой (рис. 2, 3). Наличие графитовой смазки положительно влияет на интенсивность износа (рис. 2б, 3б). Масло заполняет все открытые поры и в начальный момент значительно снижает износ и коэффициент трения на участках приработки. Но после вскрытия закрытых пор наблюдается значительное увеличение износа. Объяснение этому эффекту авторы видят в накоплении в углублениях пор продуктов износа, которые в дальнейшем выполняют роль абразива. Для исследуемой пары трения с композитным хромовым покрытием характерно отсутствие пор на поверхности детали. В связи с этим, по нашему мнению, продукты износа своевременно удаляются из зоны трения, а не накапливаются в ней. Все это обеспечивает наиболее благоприятные условия работы контактируемых пар и повышает их износостойкость.

При увеличении давления прижима контртела с 18,8 МПа до 42,2 МПа (рис. 3) при испытании пары со стандартным покрытием износ образца и контртела в начальный период увеличивается примерно в три раза. Затем, без наличия графитовой смазки, происходит ухудшение условий трения

и резкий рост коэффициента трения, по-видимому, из-за заполнения пор в поверхности покрытия продуктами износа. На рис. 3, видно, что убыль массы контртела в случае исследования стандартного покрытия при работе без смазки значительно выше, чем при использовании смазочного материала.

Что касается композитного хромового покрытия, то, как видно из экспериментальных графиков, убыль массы как образца, так и контртела во всех случаях значительно ниже по сравнению с парой трения, имеющей стандартное хромовое покрытие. Причем наличие или отсутствие смазочного материала в зоне трения не играет особой роли в интенсивности износа исследуемой пары. Это объясняется тем, что пористость стандартного хромового покрытия значительно выше, чем покрытия, полученного по методу ГКО, а твердость хромового покрытия выше, чем бронзы, поэтому и износ контртела выше. Не существенное влияние смазочного материала при применении композитного хромового покрытия, полученного по технологии ГКО, на повышение износостойкости, авторы объясняют наличием в новом типе покрытия строго ориентированных инородных включений, которые при взаимодействии с контртелом играют роль твердого смазочного материала.

Выводы. Таким образом, композитные гальванические хромовые покрытия, получаемые методом ГКО, значительно повышают стойкость контактной пары как на этапе приработки, так и на установившемся участке трения. Наличие определенным образом ориентированных твердокомпонентных специальных включений, играющих роль наполнителя хромовой матрицы, позволяет снизить износ в несколько раз по сравнению с известными гальваническими покрытиями. Причем желательное присутствие смазки в узле трения для снижения износа деталей со стандартным хромовым покрытием для нового композитного покрытия, получаемого по методу ГКО, не является существенным фактором увеличения износостойкости.

Литература

Жачкин С.Ю. Моделирование усилия механического воздействия на растущий композит с целью прогнозирования физико-механических свойств покрытия [Текст] / С.Ю. Жачкин, О.А. Сидоркин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2010. – №12. – С. 35 – 40.

Жачкин С.Ю. Исследование износостойкости композитных хромовых покрытий [Текст] / С.Ю. Жачкин, П.В. Цысоренко // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2009. – №11. – С. 25-28

Жачкин С.Ю. Получение хромовых покрытий с заданными свойствами методом гальваноконтактного осаждения [Текст] / С.Ю. Жачкин, А.И. Болдырев, А.А. Болдырев, Н.А. Пеньков // Вестник ВГТУ. – 2012. – № 12.1. – С. 12 – 16.

UDC 621.9.047

Increased wear resistance of parts of agricultural machinery composite coatings

Zhachkin S.Yu., Penkov N.A., Sidorkin O.A., Nelysov S.V.

Annotaition. *Efficiency of use of the dispersion-strengthened composite chromic coverings for increase of service life of contact pair with reference to pair a friction a steel – bronze is proved. The made experiments have shown reduction of deterioration depending on an operating mode of pair a friction in 4-14 times.*

Keywords: *wear resistance, galvanic composite coverings.*

References

1. Zhachkin S.Yu. Modeling mechanical impact force to the growing composite in order to predict the physical and mechanical properties of the coating [Text] / S.Yu. Zhachkin, O.A. Sidorkin // High Tech. -2010. - №12. - P. 35 - 40.
2. Zhachkin S.Yu. Investigation of wear resistance of composite chromium coatings O [Text] / S.Yu. Zhachkin, P.V. Tsysorenko // Hardening and coating technology. - 2009. - №11. - P. 25-28.
3. Zhachkin S.Yu. Getting chromium coatings with the properties specified by you, galvanokontaktного deposition [Text] / S.Yu. Zhachkin, A.I. Boldyrev, A.A. Boldyrev, N.A. Penkov // Bulletin of Voronezh State Technical University. - 2012. - № 12.1. - P. 12 - 16.