

УДК 631.31

Силяков С.Л., зав. лабораторией, кандидат технических наук,
ФГБУН ИСМАН, г. Черноголовка, Российская Федерация

Аулов В.Ф., зав. лабораторией, кандидат технических наук,

Рожков Ю.Н.,

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Федеральный научный агроинженерный центр ВИИМ»,

г. Москва, Российская Федерация

ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ СВС-ПРОЦЕССОМ И ТВЧ-НАГРЕВОМ

***Аннотация.** Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) – одно из наиболее перспективных направлений для получения новых материалов, включая покрытия. Сам процесс представляет собой экзотермическую реакцию, в которой выделение тепла сконцентрировано в конкретной области детали. В данной статье рассматривается технологическая процедура получения новых износостойких покрытий, с использованием СВС-процесса с инициацией процесса нагревом детали токами высокой частоты (ТВЧ). Приведены результаты испытаний на износостойкость полученных образцов.*

***Ключевые слова:** ТВЧ-нагрев, СВС-процесс, ХТО, износостойкость, твердость.*

Введение

Интенсивный износ рабочих органов является общей проблемой всех почвообрабатывающих комплексов и сельскохозяйственных машин [3]. Во время работы почвообрабатывающей техники поверхность рабочих органов при их взаимодействии с почвой подвергается интенсивному износу. Поэтому, требуется упрочнение рабочих поверхностей деталей нанесением износостойких покрытий. В данном случае, для получения поверхностного слоя детали, обладающего высокой твердостью и прочностью, стойкостью к коррозии, абразивной стойкостью, применен метод химико-термической обработки (ХТО), заключающейся в одновременном воздействии на упрочняемую поверхность детали температуры, скоростного нагрева токами высокой частоты и активных компонентов, способных химически реагировать с материалом детали.

Технологическая часть

Предварительно подготавливаются образцы размером $30 \times 50 \times 5$ мм, вырубленные из проката стали 65Г. Проводится пескоструйная обработка поверхности. На поверхность наносят смесь в виде порошка, который содержит в себе равномерно распределенные слои реагентов в определенной пропорции, рассчитанной по уравнению реакции синтеза сплавов внедрения. В результате ТВЧ-нагрева, температура подложки составляет порядка 850°C , происходит СВС процесс с видимым, медленным, фронтом горения и температурой около 2500°C . После окончания процесса проводится охлаждение образцов в воде с добавкой соли. Это позволяет получить заданную твердость основы.

Результаты и их обсуждение. При одновременном осуществлении СВС-процессов и ТВЧ-нагрева стали 65Г, покрытой упрочняющими составами, на всех образцах образовались покрытия, по внешнему виду имеющие серебристый оттенок, напоминающие твердый сплав.

На оборудовании Наносцентра ГОСНИТИ исследованы полученные покрытия для определения микротвердости (использован микротвердомер КМТ-1).

Результаты исследований микротвердости приведены на рисунке 1.

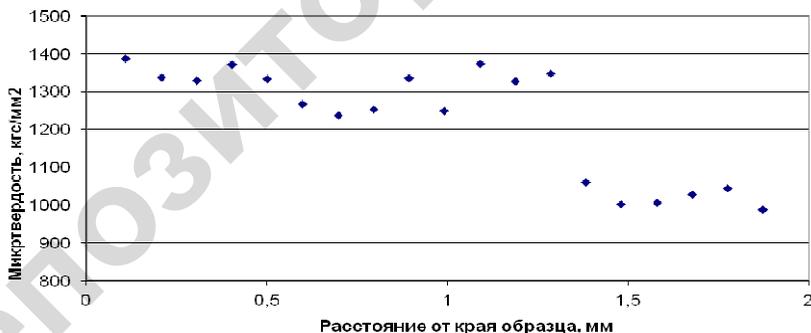


Рисунок 1 – Распределение микротвердости по глубине образца на основе Fe-W-Si-B

Максимальная микротвердость наплавленного слоя составляет 1400 кгс/мм^2 . Толщина наплавленного слоя – 1,5 мм.

Образцы были испытаны на абразивный износ на установке

ИМ-01 в РГАУ МСХА им. К.А Тимирязева.

Примеры образцов с нанесенными покрытиями и следами испытаний на износостойкость изображены на рисунке 2.

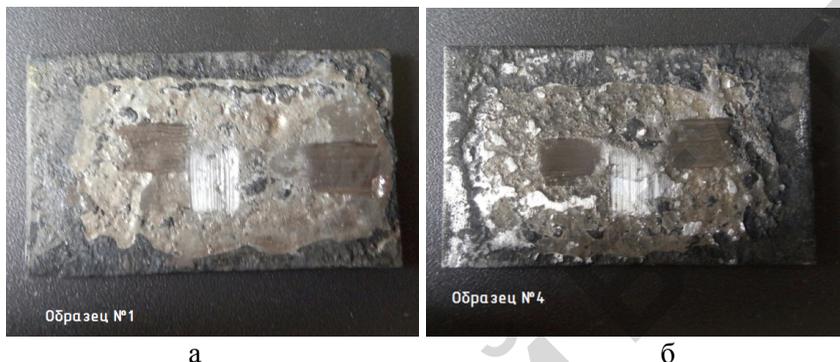


Рисунок 2 – Образцы с покрытиями на основе смесей: а - Fe-W-Si-B; б - Fe-Si-B.

Результаты испытаний на абразивный износ представлены в таблице.

Таблица – Значения износостойкости образцов

Образец: №, компоненты смеси	Относительный износ	Относительная износостойкость Сталь 45	Относительная износостойкость Сталь 65Г	Среднеквадратичное отклонение, S
Эталон: сталь 45	1	1	0,7543	0,0070
Сталь 65Г			1	
1 - Cr- B-Si	0,4256	2,3497	1,7723	0,0024
2 - Fe-W-Si-B	0,3257	3,0700	2,3157	0,0031
3 - Fe-W-Mn-Si-B	0,4337	2,3056	1,7390	0,0032
4 - Fe-Mn-Co-Cr-Si-B-C	0,2897	3,4516	2,6034	0,0010
5 - Fe-Si-B	0,2799	3,5731	2,6951	0,0053
6 - Fe-Si-C	0,4607	2,1705	1,6371	0,0046

Как видно из таблицы, наиболее высокой относительной износостойкостью обладает образец № 5: в 3,5 раза больше по отношению к стали 45 и в 2,7 раза больше, чем у стали 65Г.

Выводы

Показано, что в условиях одновременного осуществления СВС-процессов и ТВЧ-нагрева на поверхности образца 65Г образуются износостойкие композиционные покрытия. Наибольшая микротвердость покрытий составляет 1400 кгс/мм^2 , толщина достигает 1,5 мм. Износостойкость полученных образцов в 3,5 выше, чем стали 45, и в 2,7 раза выше, чем стали 65Г. Процесс протекает при температуре нагрева индуктора $850 \pm 20 \text{ }^\circ\text{C}$, что облегчает проведение работ в реальных технологических условиях существующих производств на установках ТВЧ, предназначенных для проведения закалки. Наибольшую износостойкость имеют смеси на основе Fe-Si-B и Fe-Mn-Co-Cr-Si-B-C. Работы с этими ингредиентами будут продолжены для поиска наиболее рациональных режимов и составов, обеспечивающих максимальное повышение износостойкости и минимальный коэффициент трения.

Список использованной литературы

1. Борисенко, Г. В. Химико-термическая обработка металлов и сплавов: справочник: [Текст] / Г.В. Борисенко, Л.А. Васильев, Л.Г. Ворошнин. – М.: Металлургия, 1981.
2. Химико-термическая обработка металлов и сплавов: справочник: [Текст] / под ред. Л.С. Ляховича. – М.: Металлургия, 1981.
3. Ворошнин, Л.Г. Борирование стали: [Текст] / Л.Г. Ворошнин, Л.С. Ляхович. – М.: Металлургия, 1978.
4. Ишков, А.В. Физико-химические и инженерные основы создания функциональных боридных покрытий на сталях при ТВЧ-нагреве: [Текст] / А.В. Ишков, Н.М. Мишустин, В.В. Иванайский // Научно-технический вестник Поволжья. – 2010. – № 2. – С. 92 – 97.
5. Ишков, А.В. Износостойкие боридные покрытия для почвообрабатывающих органов сельхозтехники: [Текст] / А.В. Ишков, Н.Т. Кривочуров, Н.М. Мишустин, В.В. Иванайский, А.А. Максимов // Вестник АГАУ. – 2010. – Т.71. – № 9. – С.71 – 75.
6. Аулов В.Ф., Иванайский В.В., Ишков А.В., Лялякин В.П., Коваль Д.В., Кривочуров Н.Т., Соколов А.В. Получение износостойких композиционных боридных покрытий на стали 65Г при ТВЧ-нагреве //Труды ГОСНИТИ. 2014. – Т.115. – С. 139 – 145.

Abstract. Self-propagating high-temperature synthesis (SHS) is one of the most promising directions for the production of new materials, including coatings. The process itself is an exothermic reaction in which

the heat release is concentrated in a specific area of the part. This article deals with the technological procedure for obtaining new wear-resistant coatings, using the SHS process with the initiation of the process by heating the parts with high-frequency currents (HF). Results of tests on wear resistance of the obtained samples are given.

Keywords: high-frequency heating, SHS-process, НТО, wear resistance, hardness.

УДК 501.22:621.763

Андрюшевич А.А.¹, кандидат технических наук, доцент;

Калиниченко В.А.², кандидат технических наук, доцент

¹) УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

²) Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь

СИНТЕЗ ЛИТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЯЖЕЛЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

***Аннотация.** В статье представлены сведения о литых композиционных материалах с макрогетерогенной структурой высокой износостойкости для работы в высоконагруженных узлах трения с малыми линейными скоростями, предназначенными для использования в сельскохозяйственных и энергетических машинах агропромышленного комплекса. Описан ряд аспектов применения данных изделий.*

Введение

При эксплуатации машин и оборудования важную роль играет снижение расходов на техническое обслуживание, плановые и текущие ремонты путём повышения надежности узлов и агрегатов [1,2]. В узлах трения данный аспект может быть решен с помощью выхода эксплуатационных свойств материала в режим «безизносного трения», для реализации которого наиболее предпочтительно идеальное выполнение принципа Шарпи. Литые композиционные материалы (КМ) с матрицами на основе медных сплавов и армирующими чугунами гранулами максимально приближены к заяв-