



05.02.07 – технология и оборудование механической и физико-технической обработки

ОСОБЕННОСТИ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ЖЕЛЕЗА ЭЛЕКТРО-ГАЛЬВАНМЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

FEATURES OF IRON COATING ELECTRO-GALVANIC METHOD

✉¹**Горожанкина Ольга Владимировна**
ст. преподаватель кафедры самолетостроения Воронежского государственного технического университета (РФ)
e-mail: winter.07@mail.ru

✉¹**Gorozhankina Olga Vladimirovna**
art. lecturer, Department of Aircraft Engineering, Voronezh State Technical University (RF)
e-mail: winter.07@mail.ru

Аннотация. В работе проведен анализ технологического процесса электро-гальваномеханического нанесения покрытий в сравнении аналогичным процессом без механического воздействия на формируемое покрытие.

Annotation. The paper analyzes the technological process of electro-electroplating-mechanical coating in comparison with a similar process without mechanical impact on the formed coating.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ЭЛЕКТРО-ГАЛЬВАНМЕХАНИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПОКРЫТИЕ, ТВЕРДОСТЬ, ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

Keywords: ELECTROPLATING PROCESS, ELECTRO-ELECTROPLATING-MECHANICAL PROCESS, COATING, HARDNESS, WEAR RESISTANCE

¹*Автор для ведения переписки*

1 Состояние вопроса исследования и актуальность работы

В настоящее время актуальной задачей машиностроения является разработка различных покрытий для ремонта изношенных деталей ДВС, например валов, цилиндров и т. д., в том числе и крупногабаритных. На данный момент детали восстанавливают различными способами: наплавкой, напылением, плакированием и т. д., как правило, с интенсивным тепловым воздействием на поверхность. Это приводит к негативному изменению свойств поверхностного слоя, короблению деталей, снижению сопротивления усталости и др. Разработка способа нанесения эффективных и недорогих толстослойных покрытий, которые наносились бы при невысоких температурах, практически не влияющих на основные свойства поверхности и объема детали и имеющих заданные эксплуатационные свойства, могла бы устранить вышеуказанные недостатки.

Таким, достаточно перспективным, способом является сравнительно новый способ электрогальванического нанесения покрытий (ЭГ) с одновременным механическим воздействием инструмента на формирующееся покрытие. Покрытия, полученные данным способом, обладают рядом преимуществ по сравнению с обычными электрогальваническими покрытиями. При механическом активировании катодной поверхности, как правило, используется инструмент в виде бруска из минералокерамики с полированной поверхностью. Этот процесс получил название «гальваномеханическое осаждение металла» [1-6] (в нашем случае электро-гальваномеханическое железнение (ЭГМЖ)).

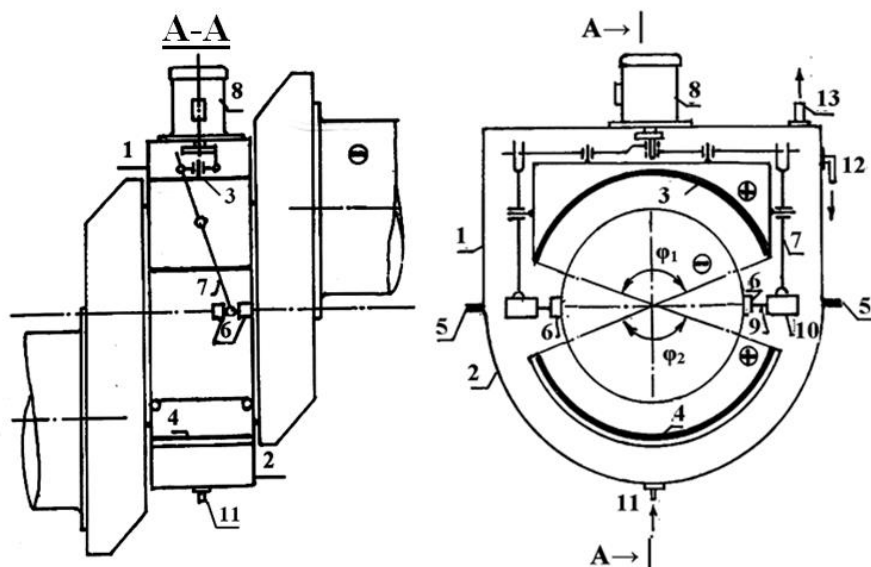
2 Материал и методы

Сущность его состоит в одновременном сочетании электрохимического осаждения покрытий и механического формообразования рабочей поверхности деталей. В этом случае создаются условия для получения покрытий с высокой прочностью сцепления между различными металлами и осадков большой толщины (порядка 2,0 мм) при значительных плотностях тока (на порядок больше, чем при традиционных способах осаждения). Метод ЭГМЖ имеет невысокие материальные и энергетические затраты и быструю окупаемость за счет применения экологически приемлемого недорогого электролита хлористого железа.

В качестве анода используются электроды из стали 30. В качестве инструментов для механического воздействия на восстанавливаемый слой применяются пластины из минералокерамики. В ячейку подается проточный электролит. Деталь вращается, при подключении тока начинается процесс осаждения железа на поверхность детали и параллельно с этим поверхность детали выглаживается инструментом из минералокерамики. При этом усилие прижатия инструмента к поверхности покрытия нормированное, инструмент совершает возвратно-поступательные движения.

Очень важным моментом является подготовка поверхности детали к осаждению, а именно – электрохимическое декапирование. Как правило, декапирование проводят в отдельной ванне, и при переносе подготовленной детали из ванны декапирования в ванну осаждения на ее поверхности появляется тонкий слой окислов, что значительно уменьшает прочность сцепления покрытия с основным металлом [1].

Устройство для нанесения электро-гальваномеханического покрытия (рис. 1) содер-



- 1, 2 – две половины разъемного контейнера; 3, 4 – анод из двух частей;
 5 – уплотнение; 6 – инструмент для выглаживания; 7, 9 – рычаги;
 8, 10 – электропривод; 11 – штуцер для подачи электролита; 12 – штуцер для слива электролита; 13 – штуцер для удаления образующегося водорода

Рисунок 1 – Устройство для нанесения электро-гальваномеханического покрытия

содержит электрогальваническую ячейку в виде разъемного контейнера, анод из двух частей, и инструмент для выглаживания формируемого слоя покрытия.

В нашем случае декапирование производится в ванне железнения, без доступа кислорода, чтобы исключить образование слоя окислов и увеличить прочность сцепления покрытия с основным металлом. После подготовки поверхности электролит декапирования (30 %-ный раствор серной кислоты) из ячейки откачивается, ванна промывается и далее в

объем ячейки подается электролит железнения в проточном режиме (расход 10 л/мин), который осуществляется уже до полного окончания процесса электро-гальваномеханического железнения.

3 Результаты исследований

Декапирование в ванне железнения подготовленной к осаждению поверхности позволяет повысить значения прочности сцепления $\sigma_{сц}$ до 201,2-247,4 МПа (для ЭГМ покрытия), то есть приблизительно в 5 раз относительно обычного декапирования в сернокислй ванне. Так как деталь не переносят в другую ванну и предотвращается контакт детали с воздухом, то на поверхность ее не попадают посторонние вещества и не образуются окисные пленки, что обеспечивает наилучшую прочность сцепления покрытия с основой. Прочность сцепления (по методу Олларда-Мелкова) покрытия с основой $\sigma_{сц}$ при подготовке поверхности только стандартным декапированием достигает значений 38,5-57,7 МПа (для электрогальванического покрытия, полученного стандартным способом).

Максимально достигнутая толщина ЭГМ покрытия за период времени осаждения 6 часов составляет 1,8 мм без замедления прироста толщины слоя. То есть электрогальваномеханическое железнение позволяет получать слой достаточно больших толщин без замедления со временем производительности процесса. Формируемая структура ЭГМ покрытия становится более плотной и однородной, пористость ЭГМ покрытия снижается в 2-3 раза в сравнении со случаем электрогальванического нанесения покрытия без механического воздействия. Это обеспечивает покрытию высокие физико-механические и триботехнические свойства – микротвердость возрастает с 400-520 HV при ЭГ нанесении покрытия до уровня значений 600-780 HV при ЭГМ, а интенсивность изнашивания, определяемая как отношение удаляемой массы покрытия с единицы номинальной площади за единицу пути трения, снижается с 35×10^{-6} кг/м³ при ЭГ нанесении покрытий до значений $25,5 \times 10^{-6}$ кг/м³ при ЭГМ [7].

Обсуждение и заключение

Таким образом, значительную роль в улучшении свойств получаемых электрогальваномеханических покрытий железа играет подготовка поверхности детали и технология нанесения, а также состав электролита.

Из полученных данных следует, что ЭГМ покрытия являются достаточно перспективными и могут применяться при ремонте изношенных крупногабаритных деталей, а дальнейшая разработка новых эффективных технологий восстановления изношенных деталей поможет решению глобальной проблемы ресурсосбережения [8].

Список литературы

- 1 Olga V. Gorozhankina, Yuri R. Kopylov, Alexandr A. Zhirkov. Peculiarities of heavy electro-mechanical plating on medium carbon steel 30 and 38 CHN3MA // «MATEC Wed of Conferences», 129, 02004 (2017). – P. 1-5.
- 2 Жачкин, С. Ю. Разработка и исследование способа восстановления деталей гальваномеханическим хромированием : дис. канд. техн. наук : 05.03.01 : защищена 24.12.1992 / Сергей Юрьевич Жачкин. – Воронеж, 1992. – 157 с.
- 3 Батищев, А. Н. Пособие гальваника-ремонтника : пособие / А. Н. Батищев. – Москва : Изд-во «Колос», 1980. – 240 с.
- 4 Батищев, А. Н. Восстановление деталей гальваническими покрытиями : учеб. пособие и произв. рекомендации / А. Н. Батищев ; Всесоюз. с.-х. ин-т заоч. образования. – М. : Изд-во «ВСХИЗО», 1991. – 72 с.
- 5 Петров, Ю. Н. Прогрессивные способы восстановления деталей машин и повышения их прочности / Ю. Н. Петров, В. Н. Малянов, Н. И. Корнейчук // Сельскохозяйственная радиобиология : межвузовский сборник научных трудов. – Кишинев :

Изд-во «Кишиневский сельскохозяйственный институт им. М. В. Фрунзе», 1979. – С. 48-51.

6 Спицин, И. А. Новые технологические процессы восстановления деталей машин гальваническими покрытиями / И. А. Спицин, И. Г. Голубев. – Москва : ФГНУ «Росинформротех», 2001. – 48 с.

7 Копылов, Ю. Р. Износостойкость восстановленного слоя, нанесенного гальваномеханическим осталиванием [Текст] / Ю. Р. Копылов, А. В. Толчеев // Проблемы качества машин и их конкурентоспособности: материалы 6-й Международной научно-технической конференции, 22-23 мая 2008 г. Брянск : Изд-во БГТУ, 2008. – С. 517-518.

8 Копылов, Ю. Р. Исследование морфологии поверхности электрогальваномеханического покрытия железа повышенной толщины, полученного из хлористого электролита / Ю. Р. Копылов, О. В. Горожанкина, Ю. А. Щетинин // Комплексные проблемы техносферной безопасности : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Воронеж : ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2016. Ч. III. – С. 159-162.

References

1 Olga V. Gorozhankina, Yuri R. Kopylov1, Alexandr A. Zhirkov. Peculiarities of heavy electro-mechanical plating on medium carbon steel 30 and 38 CHN3MA // «MATEC Wed of Conferences», 129, 02004 (2017). – R. 1-5.

2 Zhachkin, S. YU. Razrabotka i issledovaniye sposoba vosstanovleniya detaley gal'vanomekhanicheskim khromirovaniyem : dis. kand. tekhn. Nauk : 05.03.01 : zashchishchena 24.12.1992 / Sergey Yur'yevich Zhachkin. – Voronezh, 1992. – 157 s.

3 Batishchev, A. N. Posobiye gal'vanika-remontnika : posobiye / A. N. Batishchev. – Moskva : Izd-vo «Kolos», 1980. – 240 s.

4 Batishchev, A. N. Vosstanovleniye detaley gal'vanicheskimi pokrytiyami : ucheb. posobiye i proizv. rekomendatsii / A. N. Batishchev; Vsesoyuz. s.-kh. in-t zaoch. obrazova-niya. – M. : Izd-vo «VSKHIZO», 1991. – 72 s.

5 Petrov YU. N. Progressivnyye sposoby vosstanovleniya detaley mashin i povyshe-niya ikh prochnosti / YU. N. Petrov, V. N. Malyanov, N. I. Korneychuk // Sel'skokhozyay-stvennaya radiobiologiya: mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov. – Kishinev: Izd-vo «Ki-shinevskiy sel'skokhozyaystvennyy institut im. M. V. Frunze», 1979. – 69 s. – S. 48-51.

6 Spitsin, I. A. Novyye tekhnologicheskiye protsessy vosstanovleniya detaley mashin gal'vanicheskimi pokrytiyami / I. A. Spitsin, I. G. Golubev. – Moskva : FGNU «Rosinformagrotekh», 2001. – 48 s.

7 Kopylov, YU. R. Iznosostoykost' vosstanovlennogo sloya, nanesennogo gal'vanomekhanicheskim ostalivaniyem / YU. R. Kopylov, A. V. Tolcheyev // Problemy kachestva mashin i ikh konkurentosposobnosti : materialy 6-y Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, 22-23 maya 2008 g. Bryansk : Izd-vo BGTU, 2008. – S. 517-518.

8 Kopylov, YU. R. Issledovaniye morfologii poverkhnosti elektrogal'vanomekhanicheskogo pokrytiya zheleza povyshennoy tolshchiny, poluchennogo iz khloristogo elektrolita / YU. R. Kopylov, O. V. Gorozhankina, YU. A. Shchetinin // Kompleksnyye problemy tekhnosfernoy bezopasnosti: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Voronezh : FGBOU VO «Voronezhskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet», 2016. CH. III. – S. 159-162.

© Горожанкина О. В., 2021