

## ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ЖЕЛЕЗНЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ

© 2006 Д.Г. Громаковский, А.Н. Ганин, А.И. Потапкин, С.В. Шигин,  
В.А. Николаев, В.И. Хаустов

Самарский государственный технический университет,

В статье описывается процесс железнения, технология которого может быть применена к деталям технологического оборудования при капитальном ремонте.

В последние годы в практике машиностроительных и ремонтных предприятий наблюдается все больший интерес к опыту использования технологии электролитического железнения [1, 5] и др.

Эта технология позволяет получать высококачественные износостойкие покрытия твердого железа на деталях различной конфигурации.

Для технологий электролитического железнения определены условия получения воспроизводимых структур покрытия, разработаны средства стабилизации состава электролита, регулирования конвективных потоков и объемной плотности тока, созданы основы расчета параметров гальванического оборудования, проектирования технологических процессов и др.

На базе решения отмеченных вопросов способ электролитического железнения оказался востребованным в современном производстве как конкурентоспособный в сопоставлении с технологиями наплавки, металлизации, хромирования и др.

При железнении по сравнению с другими гальваническими технологиями, например с хромированием, не требуется дорогостоящих очистных сооружений, не создаются вредные для здоровья условия труда, весьма проста утилизация отходов производства, уменьшено электропотребление, используются более дешевые химикаты и др.

Однако при разработке технологических процессов и оборудования для электролитического железнения возникает немало сложных технических вопросов, обусловленных спецификой, конфигурацией и размерами деталей, на которые должны наноситься покрытия.

Среди разработок, отвечающих на требования современного производства, может быть рассмотрена технология и установка для электролитического железнения посадочных поверхностей подшипников, выполненная на ОАО «Самарский подшипниковый завод» совместно с Самарским государственным техническим университетом в соответствии с ГОСТ 520-2002 п. 8.33.3. (ИСО 492-943, ИСО 199-97), допускающим хромирование или железнение поверхностей отверстий и наружных поверхностей подшипников по согласованию с основными потребителями. Фото установки приведено на рис. 1., схема – на рис. 2.



Рис. 1. Фото установки для электролитического железнения посадочных поверхностей крупногабаритных подшипников

Потребность восстановления посадочных поверхностей возникает как при производстве крупногабаритных подшипников так и в эксплуатации, а разработка основных технических задач по ее созданию связана с

их габаритами и формой, что потребовало разработки или использования оригинальных технических решений.

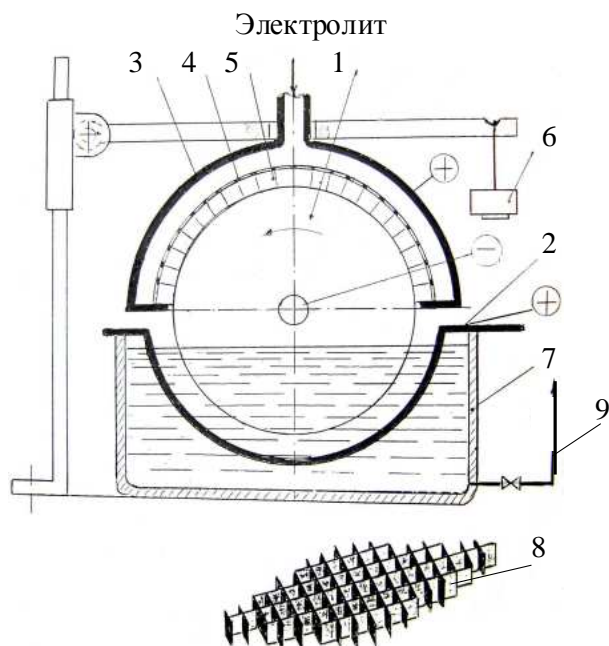


Рис. 2. Схема устройства для железнения наружных посадочных поверхностей крупногабаритных подшипников:

1 – обрабатываемая поверхность детали, 2 – основной анод, 3 – дополнительный анод, 4 – конструкция из стеклопластика, 5 – рычаг нагружающего устройства, 6 – тарированный груз, 7 – ванна с электролитом, 8 – возможная структура конструкции из стеклопластика, 9 – магистраль подачи электролита

В частности, при компоновке установки была использована схема расположения колец подшипника с частичным погружением его сегмента в ванну. Обрабатываемая поверхность, погруженная в электролит, движется со скоростью 20...40 м/мин. Вертикальное расположение детали позволило также уменьшить площадь, занимаемую оборудованием, и предоставило возможность визуально наблюдать за ходом процесса железнения. Созданная установка позволяет выполнять железнение на крупногабаритных кольцах подшипников до  $\varnothing 1000$  мм, а достижение высокого качества и производительности наносимых покрытий базируется на усовершенствовании известного нестационарного электроконтактного способа [3], при котором перенос частиц металла осуществляется с помощью адсорбирующего тампона.

Недостаток известного решения состоит в изготовлении тампона из войлока, фетра и тому подобных материалов, которые быстро загрязняются и теряют свою адсорбционную способность.

В нашей разработке тампон заменён конструкцией из стеклопластика, имеющего сотовую структуру, что исключает не только засорение, но и загазованность зоны покрытия. Конструкция из стеклопластика непрерывно взаимодействует с образующимся покрытием, препятствует образованию пор и росту кристаллических дендритов, обеспечивает структурную однородность и низкий уровень остаточных напряжений. Используемая нами конструкция сотовой конструкции не только препятствует росту дендритов, но и формирует покрытия с твёрдостью до HRC 64.

С помощью новой конструкции тампона появилась возможность наложить слой электролитического железа неограниченной величины, что лимитирует лишь время процесса при использованной плотности тока. Структура тампона показана на рис. 2.

Важным элементом технологии является применение хлористого электролита с концентрацией 600 г/литр, что позволило производить травление, активацию и железнение в одном растворе и исключило промежуточные операции промывки.

В решении этой задачи были согласованы путем подбора плотность тока скорость растворения стальных анодов со скоростью осаждения железа из электролита.

Вторая задача состояла в стабилизации равновесия электролиза по соли железа. Был получен псевдостационарный электролит путем изменения его кислотности и плотности тока.

В результате отработки были установлены следующие параметры процесса. После погружения в электролит на деталь подаётся положительный потенциал, а на аноды – отрицательный и производится активация поверхности под железнение при плотности тока  $60 \text{ А/дм}^2$  в течение 2...3 минут. Деталь приобретает серебристо белый цвет, шлам легко снимается тампоном.

После завершения активации полюса переключаются на противоположные для выполнения операции «Железнение».

В операции «Железнение» используют асимметричный переменный ток с катодно-анодным соотношением 10:1 и плотностью тока 15...40 А/дм<sup>2</sup>.

Получение необходимой амплитуды и асимметрии токов осуществляют от силовой электроустановки, содержащей мощный (100 кВт) трансформатор, выходы вторичной обмотки которого, коммутируются силовыми тиристорами в соответствии с необходимым режимом технологии с помощью кнопок и переключателей на лицевой панели. Уровень асимметрии тока определяют по показаниям двух амперметров, расположенных также на лицевой панели.

Железнение ведётся в электролите концентрацией 600 г/литр с рН = 0,8... 1,0.

Для получения качественного покрытия методом холодного электролитического железнения необходимо согласование токовых режимов с давлением со стороны конструкции из стеклопластика на деталь (катод), которая выбирается из условия необходимой твёрдости восстанавливаемой поверхности. Регулирование твёрдости производится подбором значения плотности катодного тока и производительности насосно-фильтровальной установки опытным путём. При этом повышение удельного давления тампона из стеклопластика и плотности катодного тока согласовывается с производительностью насосно-фильтровальной установки, таким образом, чтобы обеспечить гарантированное вымывание из стеклопластика продуктов его износа, срезанных микродендритов и других твердых частиц. При оптимальных соотношениях этих параметров твёрдость наносимого покрытия до HRC64.

Одним из элементов модернизации схемы [3] является нагружающее устройство, обеспечивающее стабильность давления тампона из стеклопластика на образующееся покрытие и устойчивость стационарного гидродинамического режима электролита в зазоре на дополнительном аноде. Этот результат достигается применением постоянной навески в нагружающем рычажном механизме.

Для колец подшипников больших размеров является сложной операция обезжиривания их поверхностей. Наиболее приемлемым оказался способ, основанный на ис-

пользовании водно-щелочного – мелового раствора. Деталь (её обрабатываемая поверхность) покрывается меловым раствором успешно поглощающим все жировые отложения. Обезжиривание выполняют натиранием восстанавливаемых поверхностей кольца с помощью капроновых щеток с последующей промывкой водой. Процедуру повторяют 2...3 раза до тех пор, пока вода не будет равномерно смачивать поверхность без следов сухих пятен.

Запуск всех операций по железнению деталей производят в следующей последовательности.

После обезжиривания деталь 1 (катод) устанавливают и закрепляют в катододержателе (рис. 2), поверх детали устанавливают собранный с тампоном из стеклопластика анод 3 и нагружающий механизм 5 и 6, включают механизм вращения детали и насосно-фильтровальную установку (на рисунке не показана), которая по магистрали 9 подаёт электролит из ванны 7 в анодный узел 3 и 4.

После выполнения подготовительных операций включается блок питания гальванической установки и выполняются операции «Травление», «Активация», а затем «Железнение».

Качественные покрытия получаются при температуре электролита около 60°C.

При отработке технологии и конструктивных решений была достигнута устойчивость процессов «Травления», «Активации» и «Железнения»; необходимая однородность и плотность наносимого покрытия.

О качестве нанесённого покрытия можно судить по внешнему виду поверхностей рис. 3. Как видно после шлифования визуально пористость покрытия не наблюдается.

По сечению покрытие имеет характерные для железнения микродефекты (рис. 4), но их оцененная энергетика не представляет опасности для работоспособности покрытий в сопряжениях с натягом колец подшипников и корпусных деталей.

Высокая прочность сцепления нанесенного покрытия на посадочные поверхности подшипников была обеспечена подбором электрохимических параметров процесса, которые обеспечили высокие значения сил сцепления.

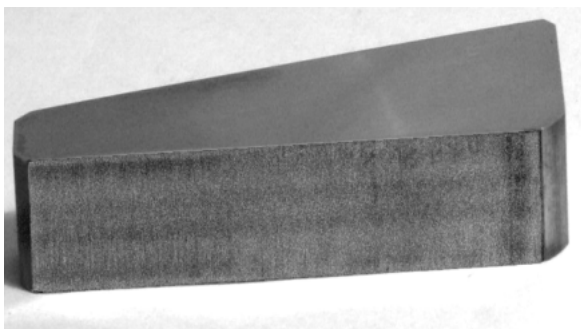


Рис. 3. Фото вырезанного из кольца подшипника ( $\varnothing 480$  мм и шириной 80 мм) образца с наложенным электролитическим железом (0,5 мм после шлифования)



Рис. 4. Характерные микродефекты покрытия (цена деления прибора 30 мкм)

Были достигнуты условия, благоприятствующие физическому сцеплению переносимых ионов металла с кристаллической решеткой, образования металлургического «сплава» и соответствующих интерметаллических соединений, осаждаемого металла с

подложкой и механических сил сцепления за счет взаимодействия нанесенного слоя с шероховатой поверхностью детали.

Заключительная операция восстановления посадочных поверхностей подшипников производится шлифованием по требованиям к точности и шероховатости указанным в технических требованиях на конкретные подшипники.

Экономичность применения разработанной технологии оценивалась отношением стоимости восстановления к цене на деталь и составляет порядка 10...15%.

Созданная технология будет применена к деталям при капитальном ремонте технологического оборудования.

#### Список литературы

1. Мелков М.П., Швецов А.Н., Мелкова И.М. Восстановление автомобильных деталей твердым железом. – М.: Транспорт. 1982. 197 с.
2. Инженерная гальванотехника в приборостроении. Под ред. А.М. Гринберга. – М.: Машиностроение. 1977. С. 512...612.
3. Митряков А.В. Получение прочносцепляющихся электролитических железных покрытий. – Саратов: Саратовский университет. 1985.
3. Батищев А.Н. Пособие гальванщика-ремонтника. - М.: Агропромиздат. 1986.
4. Эпштейн А.А., Дрейдлин А.С. Восстановление деталей машин холодным гальваническим железованием. – Киев: Техника. 1981.

## EXPERIENCE OF USING THE TECHNOLOGY OF ELECTROLYTIC IRONING ON MANUFACTURING THE HEAVY-LOADED BEARINGS

© 2006 D.G. Gromakovskij, A.N. Ganin, A.I. Potapkin, S.V. Shigin,  
B.A. Nikolaev, V.I. Haustov

Samara State Technical University

In the report results of development and application of technology electrolytic ironing are presented on manufacture heavy-loaded bearings. The design of the equipment for covering is described and modes of processing are resulted.