

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАКИРОВАНИЯ ГИБКИМ ИНСТРУМЕНТОМ ДЛЯ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

М.А. ЛЕВАНЦЕВИЧ

*Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь*

Рассмотрены технологические возможности метода деформационного плакирования гибким инструментом по восстановлению геометрических размеров рабочих поверхностей деталей машин, подвернутых незначительному износу или «прослабленным» на финишных операциях механической обработки в процессе изготовления.

Введение. Из известных способов ремонта и восстановления изношенных поверхностей деталей машин путем нанесения покрытий таких, например, как сваркой и наплавкой, газотермическим напылением, пластическим деформированием, гальваническим осаждением и др., метод деформационного плакирования гибким инструментом (ДПИ) выгодно отличается несложностью в реализации, экономичностью и экологической чистотой, отсутствием в необходимости предварительной подготовки поверхности и последующей механической обработке, а также привлечения высококвалифицированных специалистов. В качестве гибкого инструмента здесь используется вращающаяся цилиндрическая щетка с проволочным ворсом фрикционно взаимодействующая одновременно с поверхностью обрабатываемой детали и бруском из материала покрытия (донором). В результате механотермического воздействия проволочного ворса на поверхностные слои донора, на локальных участках контакта возникает адгезионное схватывание микрообъемов материала донора с кончиками ворсинок, их отрыв (срез) от основного материала и перенос налипших частиц на поверхность обрабатываемой детали. При этом вследствие ударного воздействия ворса щетки на поверхность детали происходит совместная пластическая деформация ее поверхностного слоя и микрочастичек донора, сопровождаемая измельчением зеренной структуры, и формируется слой прочно сцепленного с основой покрытия. К недостаткам этого метода следует отнести сложность формирования толщин слоев покрытий более 50 мкм на сторону. Вместе с тем практика показывает, что толщина слоя сформированного покрытия менее 50 мкм, во многих случаях оказывается вполне достаточной для компенсации погрешностей сборки обусловленных износом сопрягаемых поверхностей. Например, посадочных поверхностей валов и втулок под подшипники, рабочего профиля зубьев шестерен и шлицевых валов, плунжеров топливных насосов и др.

Цель работы заключается в ознакомлении с технологическими возможностями покрытий сформированных из различных материалов доноров

методом ДПГИ. **Методы исследований.** Для формирования покрытий методом ДПГИ используется вращающаяся цилиндрическая щетка с проволочным ворсом. Диаметр щетки выбирается в зависимости от габаритных размеров обрабатываемых плоских, внутренних или наружных цилиндрических поверхностей и составляет 60...250 мм. Вылет и диаметр проволочного ворса, соответственно, 20...40 и 0,2...0,3 мм. Линейная скорость вращения щетки – 20...35 м/с. Для измерения толщины слоя, микротвердости и шероховатости поверхности покрытий, сформированных методом ДПГИ, используются стандартные измерительные средства, включающие микрометры, с ценой деления 0,001 и 0,01 мм, толщиномер МТЦ-3, микротвердомер ПМТ-3. Прочность сцепления сформированного слоя покрытия с основой оценивается с помощью разрывной универсальной гидравлической машины Instron Satec 300LX. Для рентгеноструктурных и металлографических исследований используют дифрактометр ДРОН 3.0, инвертированный микроскоп Альтами МЕТ 1МТ и сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения "Vega" фирмы "Tescan" (Чехия).

Результаты и обсуждение. Практика промышленного применения технологии ДПГИ, а также результаты экспериментальных исследований, выполненных в [1-3], позволяют обобщить и представить следующую информацию о служебных свойствах покрытий:

1. Толщина слоя покрытия, сформированного методом ДПГИ, во многом зависит от физико-механических свойств используемого материала донора и режимных параметров процесса плакирования и может достигать от 1,0 до 50 мкм на сторону для покрытий из цветных металлов (алюминия, меди, латуни, бронзы), и от 1,0 до 15 мкм - для покрытий из хрома и нержавеющей стали.

2. Параметр шероховатости поверхности сформированного покрытия зависит от вида наносимого материала и толщины слоя и может достигать значений $Ra = 0,07...0,63$ мкм, для покрытий с толщиной слоя 5...12 мкм, и $Ra = 0,8...1,3$ мкм, для покрытий с толщиной слоя 25...50 мкм.

3. Прочность сцепления (адгезия) покрытий с основой зависит от вида наносимого материала, а также вида и состояния материала основы. Для незакаленного серого чугуна (СЧ20) она составляет 5,0...6,0 МПа, закаленного – 11,0...12,0 МПа. Для стальных закаленных и незакаленных деталей (ст. 45) – 15,0...18,0 МПа.

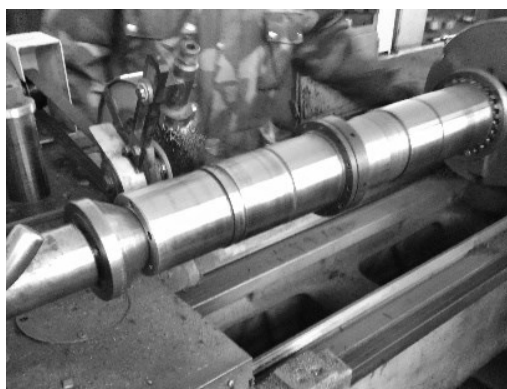
4. Микротвердость поверхностного слоя стальных образцов после нанесения слоя покрытия может увеличиваться в 1,3...2,5 раза в зависимости от исходного состояния материала основы. В большей степени увеличение происходит для незакаленных деталей, в меньшей – для закаленных. Увеличение микротвердости происходит по причине возникновением явления «наклепа» вследствие ударного воздействия ворса проволочной щетки на поверхность обрабатываемой детали.

5. Микротвердость поверхностного слоя закаленных (HRC 43...45) стальных деталей после нанесения щеткой слоя покрытия на основе хрома увеличивается на 10,0...12,0%, по сравнению с непокрытыми деталями. Од-

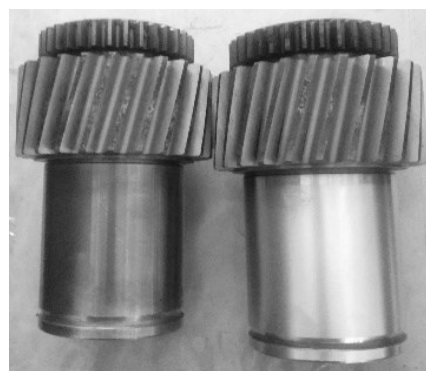
нако по сравнению с гальваническими твердыми хромовыми покрытиями, значение микротвердости плакированных покрытий ниже на 30,0...32,0%.

6. Содержание химических элементов хрома и никеля в покрытиях, сформированных методом ДПГИ из спеченных материалов доноров на основе порошка хрома (содержание Cr – 84,0...92,0%) может достигать, соответственно, до 12,0...15,0 и 5,0...6,0%.

Выводы. Технология ДПГИ обеспечивает возможность проведения качественного ремонта различных деталей машин (рисунок 1) путем нанесения компенсационных покрытий с толщиной слоя до 50 мкм на сторону без существенных капитальных затрат.



а)



б)

Рисунок 1. – Фото процесса восстановления подшипниковой шейки шпинделя шлифовального станка мод. Waldrich Coburg путем нанесения компенсационного покрытия (а) и восстановленной цапфы вал шестерни (б) (справа) «прослабленной» на 15 мкм после шлифования

ЛИТЕРАТУРА

1. Study of the Adhesive Properties of a Coating Prepared by Deformation Cladding with a Flexible Tool / M. A. Levantsevich and ets. // Chemical and Petroleum Engineering. – 2017. – Volume 52, Issue 11. – Pp. 779–784.

2. Особенности фрикционного взаимодействия хромовых покрытий с резиновым контртелом в условиях граничного трения / М.А. Леванцевич и др. // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, 2019. – № 3. – С. 65-71.

3. Формирование функциональных защитных покрытий на основе хрома методом фрикционного плакирования / М.А. Леванцевич и др. // Черные металлы. 2022. - № 12. – С. 86-92.