

УДК 621.45.038.7

Особенности нанесения диффузионных покрытий на изделия из порошковых материалов

С.А. Арефьева

ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет", 2,
ул. Московская, Краснодар, 350042, Россия

E-mail: 4492698@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены преимущества и недостатки нанесения диффузионных покрытий на изделия из порошковых материалов, влияние различных факторов на интенсификацию процесса формирования покрытия.

Ключевые слова: покрытие, диффузионное насыщение, адгезионная прочность, толщина покрытия, порошковые материалы

Features of applying diffusion coatings on products of powder materials

S.A. Arefeva

Kuban State Technological University, 2, Moskovskaya st., Krasnodar, 350042,
Russia

E-mail: 4492698@mail.ru

Abstract. The advantages and disadvantages of applying diffusion coatings to powder material products, the influence of various factors on the intensification of the coating formation process are considered.

Keywords: coating, diffusion saturation, adhesive strength, coating thickness, powder materials

Одним из наиболее эффективных технологических путей повышения надежности работы деталей машин и механизмов является нанесение на рабочую поверхность изделий различных покрытий [1, 2]. Выбор материала покрытия и метода его нанесения определяется с одной стороны эксплуатационными требованиями, предъявляемыми к изделиям, с другой стороны – особенностями формирования покрытия на данном материале. Особенностью изделий, спеченных из металлических порошков, является наличие в них остаточной пористости.

Агрегатное состояние и физико-химическая природа насыщающих сред при диффузном насыщении спеченных материалов в связи с особенностями их строения оказывают намного большее влияние на формирование покрытия, чем при насыщении компактных материалов. Более того, успех использования того или иного конкретного процесса диффузионного насыщения нередко определяется правильностью выбора насыщающей среды. В первую очередь это относится к жидкостным процессам. От агрегатного состояния насыщающей среды и физико-химической природы ее основных компонентов зависит глубина диффузионной зоны, характер распределения диффундирующих элементов по глубине слоя, их максимальная концентрация в поверхностных слоях насыщаемых изделий, строение, а, следовательно, и свойства диффузионного слоя и всего изделия в целом.

Насыщающие среды по отношению к материалам, имеющим открытую пористость, могут быть условно разделены на проникающие, полупроницающие и непроницающие. К первому типу насыщающих сред относятся газообразные (в том числе, образующиеся при диффузионном насыщении в порошках). При использовании проникающих сред происходит доставка диффузанта в поры, и, как следствие, интенсификация процесса формирования покрытия. Толщина покрытий, полученных газовым методом на материалах с открытой пористостью, может на 30...40 % превышать толщину покрытий на компактных аналогичных материалах. К полупроницающим относятся некоторые жидкие среды (расплавы солей, металлические расплавы и др.), которые могут проникать в открытые поры на определенную глубину [3]. При насыщении в полупроницающих средах также происходит интенсификация роста покрытия, но в меньшей мере, чем в газовых средах. Непроницаемыми являются среды, применяемые при твердофазном методе насыщения, а также некоторые вязкие расплавы. При их использовании адсорбция диффундирующего элемента происходит только на внешней поверхности спеченного изделия. Конкретные процессы диффузионного

насыщения группируются по используемому методу и способу формирования покрытий. Различают четыре метода диффузионного насыщения – газовый, парофазовый, жидкий и твёрдый – в зависимости от типа насыщающей среды (её фазового состояния). В настоящее время применяют следующие способы формирования покрытий: контактный и неконтактный, нанесение покрытий в вакууме, в расплавах солей, окислов и металлов, насыщение из паст и суспензий (шликерный способ).

При диффузионном насыщении спечённых материалов на общие показатели эффективности того или иного способа обработки накладывается ряд дополнительных ограничений:

1. Насыщающая среда, проникающая в изделие через открытую пористость, не должна оказывать агрессивного действия на насыщаемый материал и впоследствии не должна вызывать его коррозионного разрушения. Если насыщающая среда агрессивна по отношению к обрабатываемому материалу, возможность его проникновения внутрь изделия должна быть минимальной.

2. Насыщающие элементы, проникающие по порам вглубь изделия могут существенно изменять не только свойства поверхностных слоёв, но и физико-механические свойства всего изделия. Если влияние легирующего элемента на физико-механические свойства изделия благоприятны, необходимо обеспечить как можно более глубокое его проникновение и наоборот.

Насыщающие элементы могут влиять на процессы спекания сравнительно слабо и очень сильно. Причём, как известно, интенсификация процессов спекания и связанное с ними уменьшение пористости не всегда желательны. При нанесении диффузионных покрытий, в зависимости от насыщающего элемента, может произойти полное или неполное "залечивание" открытой пористости [3].

"Залечиванию" трещин открытых пор способствует насыщение элементами, по своей природе близкими к железу: хромом, ванадием, медью и, возможно, марганцем, никелем и другими переходными металлами. Насыщение элементами, резко отличающимися по своей природе от железа: алюминием и, вероятно, кремнием, углеродом, азотом, не приводит к полному залечиванию трещин, а лишь несколько уменьшает их сечение.

Анализ рассмотренных выше особенностей нанесения покрытий позволяет сделать вывод, что диффузионное насыщение поверхности является наиболее

перспективным методом повышения технических свойств спечённых материалов. Преимущества данного метода следующие:

- 1) возможность получения покрытий, обладающих комплексом таких свойств, как высокая коррозионная стойкость и высокая износостойкость;
- 2) полное «залечивание» открытой пористости спечённых изделий при диффузионном насыщении хромом, титаном и другими элементами;
- 3) покрытия, полученные методом диффузионного насыщения обладают наиболее высокой адгезионной прочностью;
- 4) возможность получения равномерных покрытий на изделиях сложной геометрической формы;
- 5) возможность совмещения нанесения покрытия со спеканием порошковых изделий;
- 6) простота технологического оборудования при некоторых способах диффузионного насыщения;
- 7) возможность обеспечения экологической чистоты технологического процесса.

Вместе с тем, недостатками этого метода являются:

- 1) необходимость специального оборудования;
- 2) малая стойкость ванн;
- 3) невысокая стабильность толщины покрытия;
- 4) недостаточно высокое качество поверхности;
- 5) трудность подбора среды – растворителя для многокомпонентного насыщения;
- 6) недостаточная адгезия покрытий к подложке.

Кроме того, общим для процессов диффузионного насыщения является длительность технологического процесса. Наибольшая продолжительность свойственна газовому методу насыщения, а наименьшая продолжительность свойственна жидкостному методу.

Малоизученным является способ получения диффузионных покрытий из жидкометаллических растворов. Данный способ основан на изотермическом массопереносе разнородных твердых металлов в среде жидкого металла [4]. Формирование покрытий из жидкометаллических растворов позволяет получать на компактных материалах покрытия, обладающие хорошим качеством поверхности,

высокой коррозионно- и износостойкостью [5]. Указанный способ обеспечивает достаточную стабильность толщины покрытия и не требует применения сложного оборудования. Исходя из этого, можно предположить, что способ формирования покрытий из жидкометаллических растворов является наиболее перспективным способом диффузионного насыщения поверхности изделий.

Список литературы

1. Соколов, А.Г. Повышение стойкости диффузионно-титанированного твердосплавного режущего инструмента термической обработкой / А.Г. Соколов, Э.Э. Бобылёв, С.А. Арефьева // Перспективные материалы. – 2016. – № 12. – С. 45-51.
2. Шевцов, Ю.Д. Прогнозирование параметров технического состояния двигателей энергетических установок / Ю.Д. Шевцов, Л.Н. Дудник, С.А. Арефьева, Е.Д. Фадеев, Р.С. Полугодкин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 132. – С. 508-517.
3. Химико-термическая обработка металлокерамических материалов / Под ред. О.В. Романа. – Минск: Наука и техника, 1977. – 272 с.
4. Sokolov, E.G., Ozolin, A.V., Svistun, L.I. Cobalt mass transfer through the liquid phase in sintering of Sn-Cu-Co and Sn-Cu-Co-W powder materials // JP Journal of Heat and Mass Transfer. – 2019. – 16(2). – P. 297-305.
5. Артемьев, В.П., Соколов, Е.Г., Юрчик, С.М. Способ химико-термической обработки изделий, спрессованных из металлических порошков. Патент на изобретение RU 2174059 C1, 27.09.2001. Заявка № 2000100894/02 от 11.01.2000.