УДК 621.74

DOI: 10.35211/1990-5297-2021-7-254-53-56

*Н. И. Габельченко, Д. Ю. Гребнев, В. Ф. Жаркова, Ю. В. Гребнев***СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ПОВЕРХНОСТНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ОТЛИВОК
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ****Волгоградский государственный технический университет**

e-mail: lp@vstu.ru

Проведены сравнительные исследования технологии поверхностного легирования с помощью газопламенного напыления и окрашивания легирующей литейной краской. Приведены результаты исследований. Разработан режим поверхностного легирования с использованием газопламенного напыления.

Ключевые слова: поверхностное легирование, газопламенное напыление, легирующая композиция, упрочнение поверхности отливок, легирование отливок.

*N. I. Gabelchenko, D. Y. Grebnev, V. F. Zharkova, Y. V. Grebnev***IMPROVEMENT OF THE SURFACE ALLOYING PROCESS
OF CASTINGS USING GAS-FLAME SPRAYING****Volgograd State Technical University**

Comparative studies of the technology of surface alloying using gas-flame spraying and painting with alloying casting paint have been carried out. The research results are presented. A mode of surface alloying using gas-flame spraying has been developed.

Keywords: surface alloying, flame spraying, alloying composition, surface hardening of castings, alloying of castings.

Введение

Процесс поверхностного легирования отливок в литейной форме весьма эффективный метод для повышения служебных свойств изделий. Методом поверхностного легирования можно повысить эксплуатационную надежность изделий из литых заготовок в несколько раз [1, 2]. Однако широкого применения этот процесс в производстве не получил. Причина тому отсутствие теоретических и практических разработок по этому процессу. В частности, наиболее распространенную в литейном производстве сырую песчано-глинистую форму из-за низкой поверхностной прочности практически невозможно окрасить металлосодержащей легирующей краской. В литературе описаны только отдельные примеры положительного эффекта легирования в сырой песчано-глинистой форме. При этом легирующий порошок, без связующего свободно размещался на поверхности нижней полуформы [3]. Окраска легирующими металлосодержащими порошками красками сухих стержней или стержневых форм также представляет определенные технологические затруднения. Металлосодержащие краски имеют высокую плотность, склонны к расслоению по удельному весу. Краски необходимо постоянно примешивать. Окраска стержней и форм проводится вручную. После окраски

стержни и формы необходимо просушивать для удаления влаги и полимеризации связующего.

Все вышеперечисленные процессы снижают производительность, усложняют технологический процесс, требуют увеличения затрат. Поэтому в крупносерийном и массовом производстве процесс производства отливок с градиентными свойствами практически не применяется.

Для расширения возможностей процесса поверхностного легирования было предложено напылять поверхность стержней, стержневых форм методом газопламенного напыления.

Метод газопламенного напыления широко используется в машиностроении для придания поверхности изделий особых свойств: износостойкости, коррозионной стойкости, антифрикционных свойств.

Метод газопламенного напыления легирующих порошков имеет следующие преимущества:

1. Возможно нанесение легирующих порошков на формы и стержни практически из любых материалов.

На формы и стержни, изготовленные с применением неорганических связующих (жидкое стекло, цемент, фосфаты и другие), возможно наносить покрытия из любых легирующих порошков, любой толщины. На сырые песчано-глинистые формы возможно нанесение тонких покрытий толщиной до 0,1 мм.

2. Напыление разных легирующих материалов с помощью одного и того же оборудования.

3. Быстрый переход с одной легирующей композиции на другую.

4. Отсутствие ограничений по размеру обрабатываемых изделий. Покрытия можно напылять как на большую площадь, так и на ограниченные участки больших и малых форм и стержней.

5. Частичная возможность напыления легирующих порошков в различных отверстиях и поднутрениях форм и стержней.

6. Широкий выбор материалов для напыления. В процессе возможно использовать алюминий, медь, титан и их сплавы, чугуны и стали различного химического состава, высоколегированные сплавы, карбиды и нитриды.

7. Нанесение многослойных покрытий разнородными легирующими материалами, что обеспечивает получение покрытий со специальными свойствами.

8. Относительная простота конструкции оборудования для напыления, его малая масса, простота эксплуатации, возможность быстро и легко перемещать оборудование. Установку газопламенного напыления легко транспортировать с одного участка литейного цеха на другой.

9. Простота технологических операций, относительно небольшая трудоемкость, высокая производительность нанесения покрытия.

10. Отсутствие процессов сушки легирующих покрытий после нанесения.

11. Возможность в условиях многосерийного и массового производства механизации и автоматизации процесса нанесения легирующих покрытий.

Вышеперечисленные преимущества газопламенного напыления легирующих порошков и композиций указывают на высокую эффективность применения технологии в процессах поверхностного легирования отливок.

К недостаткам технологии газопламенного напыления можно отнести трудность нанесения легирующих покрытий на поверхность форм, изготавливаемых методами литья по выплавляемым моделям.

Методика работы

Исследование процесса поверхностного легирования после газопламенного напыления легирующего порошка проводилось в сравнении с поверхностным легированием отливок металлосодержащими красками.

Легирующие покрытия наносились на стержни $\varnothing 50 \times 50$ мм, изготовленные из песка марки $2K_1O_3O_2$ с использованием лигносульфоната «Фаскон-350», жидкое стекло после тепловой сушки.

В экспериментах одна половина стержня окрашивалась водной металлосодержащей краской, и в качестве связующего для легирующей краски использовалось жидкое стекло. После окрашивания стержень подсушивался в течение 30 минут. Затем на другую половину стержня напылялся металлический порошок такого же состава, что и в литейной краске при температуре $150-180^\circ\text{C}$. Экспериментальный стержень с нанесенными легирующими композициями представлен на рис. 1. Нанесение порошка проводилось с помощью модернизированной сварочной горелки марки ГАЛ-2 с бункером для легирующего порошка (рис. 2).

Рис. 1. Экспериментальный литейный стержень:

а – нанесение на поверхность стержня легирующей композиции по технологии газопламенного напыления; б – переходная зона: легирующий порошок/стержень; в – нанесенная на поверхность стержня легирующая композиция с помощью технологии окрашивания легирующей краской

Рис. 2. Газовая горелка для газопламенного напыления легирующей композиции

Напыление порошка на экспериментальный стержень проводилось со следующими параметрами технологического процесса:

1. Давление, кгс/см²:
 - кислорода – 2–3;
 - пропана – 0,1–0,2;
2. Расход газов, л/час:
 - кислорода – 230–240;
 - пропана – 230–400.

Расход металлического порошка г/мин 100–150.

Все вышеперечисленные параметры соответствуют параметрам рядового процесса газопламенного напыления. Только расход легирующего порошка увеличен в три раза, так как слой, нанесенный на стержень, не обязательно должен быть плотный. При контакте с жидким металлом порошок легирующего материала должен расплавиться и привариться к основному металлу отливки.

В качестве легирующей композиции использовался широко распространенный для упрочнения деталей машиностроения порошок марки ПГ-С27.

Толщина слоя легирующей краски и напыленного порошка на литейном стержне составляла 1,8–2,1 мм. После заливки литейных форм углеродистой сталью марки 45Л отливки охлаждались и подвергались комплексным металлографическим исследованиям.

Результаты исследования

Исследования показали, что при окраске и напылении литейного порошка толщина легированного слоя на отливке составляет 1,4–1,7 мм. Усадка легирующего материала составляла > 20 %.

Было отмечено, что поверхностно легированный слой, полученный из напыленного порошка, в среднем имеет более высокую твердость HRC 49–51, против HRC 45–47 при использовании легирующей краски. Это обеспечивается тем, что легированный слой, полученный с использованием процесса газопламенного напыления, более плотный. В нем отсутствуют металлические включения, образующиеся из пленок связующего (рис. 3).

а

б

Рис. 3. Микроструктуры легированного слоя на поверхности экспериментальной отливки:

- а – слой, полученный с помощью технологии газопламенного напыления;
- б – слой, полученный с помощью окрашивания стержня легирующей краской

Выводы

1. Выбран метод нанесения легирующего порошка на поверхность литейной формы.

2. Разработаны основы технологии газопламенного напыления металлических порошков на литейную форму.

3. Сравнительные исследования методов нанесения легирующей композиции показали, что метод газопламенного напыления отличается равномерностью толщины легирующего слоя и отсутствием дефектов легирующей композиции по сравнению с методом окрашивания легирующей краской.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Наплавка износостойкого слоя на детали почвообрабатывающего инструмента в литейной форме / Ю. В. Гребнев, В. В. Шлепин, Т. Г. Захаров, И. Е. Афонин, В. П. Каляева, О. А. Богатырева // Литейное производство. – 2000. – № 4. – С. 11.

2. Поверхностное легирование деталей порошковыми материалами в литейной форме / Е. И. Тескер, В. А. Гурьев, Ю. В. Гребнев, Е. И. Афолина, С. Е. Тескер // Физическая химия и обработка материалов. – 2004. – № 4. – С. 48–51. – Рус.; рез. англ.

3. Поверхностное легирование стальных отливок в песчано-глинистых формах с помощью гибких вставок (Surface alloying of steel castings in sand and clay forms using flexible inserts) / Ю. В. Гребнев, Е. Ю. Карпова, Д. Ю. Гребнев, И. О. Гузденак, А. О. Куляба // Journal of Advanced Research in Technical Science (USA). – 2020. – Issue 22. – P. 113–117.