

УДК 621.791

**ТЕХНОЛОГИЯ НАПЛАВКИ ОБЕСЧНЫХ ШТАМПОВ С ОБЕСТОЧЕННОЙ
Порошковой проволокой**

©Багров В. А., Дерябкина Е. С.

*Українська інженерно-педагогічна академія***Інформація про авторів:**

Багров Валерій Анатолійович: ORCID: 0000-0002-3014-9901; valerij011163@mail.ru; кандидат технічних наук; доцент кафедри інтегрованих технологій в машинобудуванні та зварювального виробництва; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Дерябкина Євгенія Станіславівна: ORCID: 0000-0002-5531-0124; 216464@mail.ru; кандидат технічних наук; доцент кафедри інтегрованих технологій в машинобудуванні та зварювального виробництва; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Цель работы является усовершенствование технологии наплавки обесчных штампов путем подачи обесточенной порошковой проволоки в головную часть сварочной ванны. При этом состав обесточенной порошковой проволоки может соответствовать составу электродной порошковой проволоки.

Методологически работа выполнена следующим образом: на основе анализа литературных источников и производственных исследований изучены технологии и наплавочные материалы для наплавки штампов горячей обработки металла. Это позволило выявить особенности различных технологий наплавки штампов. Анализ применяемых технологий нанесения износостойких материалов показал, что они имеют как преимущества, так и недостатки. На основании этого были порошковые проволоки системы Cr-Mn-Mo-Ti и предложена технология их нанесения.

Установлено, что применение автоматической наплавки под флюсом с обесточенной присадкой в виде порошковой проволоки увеличивает коэффициенты наплавки на 55-69 %, снижает удельный расход флюса на 23-25 % и удельные затраты электроэнергии, долю участия основного металла в наплавленном до 11...14 %, повышает коэффициенты перехода легирующих элементов на 25-40 % по сравнению с одноэлектродной наплавкой.

Ключевые слова: сталь; наплавка; порошковая проволока; обесточенная присадка.

Багров В. А., Дерябкина Е. С. «Технологія наплавлення відсічних штампів з знеструмленим порошковим дротом».

Метою роботи є удосконалення технології наплавлення відсічних штампів шляхом подачі знеструмленого порошкового дроту в головну частину зварювальної ванни. При цьому склад знеструмленого порошкового дроту може відповідати складу електродного порошкового дроту.

Методологічно робота виконана наступним чином: на основі аналізу літературних джерел і виробничих досліджень вивчені технології та наплавочні матеріали для наплавлення штампів гарячої обробки металу. Це дозволило виявити особливості різних технологій наплавлення штампів. Аналіз застосовуваних технологій нанесення зносостійких матеріалів показав, що вони мають як переваги, так і недоліки. На підставі цього були розроблені порошкові дроту системи Cr-Mn-Mo-Ti і запропонована технологія їх нанесення.

Технологія машинобудування

Встановлено, що застосування автоматичного наплавлення під флюсом з знеструмленою присадкою у вигляді порошкового дроту збільшує коефіцієнти наплавлення на 55-69 %, знижує питомі витрати флюсу на 23-25 % і питомі витрати електроенергії, частку участі основного металу у наплавленому до 11...14 %, підвищує коефіцієнти переходу легуючих елементів на 25-40 % порівняно з одноелектродним наплавленням.

Ключові слова: сталь; наплавлення; порошковий дріт; знеструмлена присадка.

Bagrov V., Deriabkina I. “Technology of Surfacing Gate-type Stamps with Energized Cored Wire”.

The aim of this work is to improve the technology for surfacing of dies gate-type by filing a de-energized cored wire in the head part of the weld pool. The composition of the de-energized flux-cored wire may correspond to the composition of the electrode flux-cored wire.

Methodologically, the work is done in the following way: based on the analysis of literary sources and industrial research studied technology and surfacing materials for surfacing of dies, hot metal treatment. This allowed to identify the features of different technologies overlaying stamps. Analysis of the technologies of spraying of wear-resistant materials has shown that they have both advantages and disadvantages. Based on this, were cored wire of the system Cr-Mn-Mo-Ti and the technology of their application.

It is established that the use of the automatic welding under flux with the disconnected additive in the form of flux-cored wire increases the odds of surfacing 55-69 %, reduces specific consumption of flux at 23-25 % and specific energy consumptions, the share of base metal in the weld to 11...14 %, increases the transition rates of the alloying elements by 25-40 % compared to one-electrode welding.

Key words: steel; welding; flux-cored wire; the additive is de-energized.

1. Постановка проблемы

При восстановлении изношенных деталей наплавленные слои по составу и своим свойствам в большинстве случаев отличаются от материалов основы. Легировать наплавленный металл можно различными способами – за счет обменных реакций между металлом и оксидами, входящими в состав флюса, через газовую фазу, введением легирующих элементов через электродный или присадочный материалы. При этом важнейшими характеристиками технологий наплавки являются – коэффициенты расплавления, коэффициенты наплавки электродной проволоки, доля основного металла в металле шва, относительная массу шлака.

Проблема усовершенствования технологий восстановительной наплавки износостойкими сплавами сводится к обеспечению высокой производительность и качества наплавленного металла при низкой доли участия основного металла в наплавленном.

2. Анализ последних исследований

При восстановлении изношенных деталей наплавленные слои по составу и своим свойствам в большинстве случаев отличаются от материалов основы. Легировать наплавленный металл можно различными способами – за счет обменных реакций между металлом и оксидами, входящими в состав флюса, через газовую фазу, введением легирующих элементов через электродный или присадочный материалы.

При наплавке электродами легирование производится через стержень или покрытие электрода либо от совместного воздействия. Однако, при легировании через покрытие коэффициент перехода элементов с высоким сродством к кислороду (Ti, C, Mn, Si и др.) невысокий. Легирование через стержень позволяет получить высокие коэффициенты перехода легирующих элементов. Однако повышенная стоимость легированных стержней ограничивает широкое применение данного способа наплавки

При автоматической электродуговой наплавке легирование металла производится за счет использования одного из четырех сочетаний присадки и флюса:

- 1 – легированная сплошная электродная проволока или лента и плавный флюс;
- 2 – электродная порошковая проволока или лента с легирующими элементами в шихте и плавный флюс;
- 3 – сплошная нелегированная электродная проволока или лента и легирующий флюс;
- 4 – сплошная нелегированная проволока или лента и легированные присадки в виде прутка, проволоки, ленты, порошка, пасты и т.д., нанесенные на наплавляемую поверхность.

Электрошлаковая наплавка позволяет получить практически любой химический состав наплавленного металла. Но широкое применение этого способа ограничено геометрией изделий и размерами восстанавливаемых рабочих поверхностей.

При восстановительной наплавке изношенных поверхностей стремятся при минимальной глубине проплавления основного металла получить требуемый химический состав при меньшем числе нанесенных слоев. Высокую производительность и небольшой провар обеспечивают многоэлектродная наплавка и наплавка электродной лентой.

Для расширения возможностей металлургической и тепловой обработки наплавленного металла, расширения диапазона состава при использовании как серийно выпускаемых для этих целей материалов, так и опытных, для повышения производительности работ и снижения доли участия основного металла в наплавленном, проведен анализ наиболее широко применяемых методов наплавки [1, 2]. Выполненный анализ приведен на рис. 1.

$$v = F_g / (F_z + F_g), \text{ где } F_g, F_z - \text{площади сечения проплавленного и наплавленного металла, мм}^2.$$

В результате проведенного анализа установлено, что применение автоматической наплавки с применением обесточенной присадки (электрод и обесточенная присадка – порошковые проволоки с легированной шихтой) снижает долю участия основного металла в наплавленном и повышает производительность процесса.

3. Экспериментальная часть

В результате патентно-информационного поиска и литературного обзора принята наплавка под флюсом порошковыми легированными проволоками с подачей обесточенной присадки в сварочную ванну. Для подачи обесточенной присадки в сварочную ванну было спроектировано и изготовлено специальное приспособление [3].

Стабильность дугового процесса считали хорошей при отклонении тока и напряжения дуги от заданных средних значений соответственно не более 20...25 А, 1.5... 2 В.

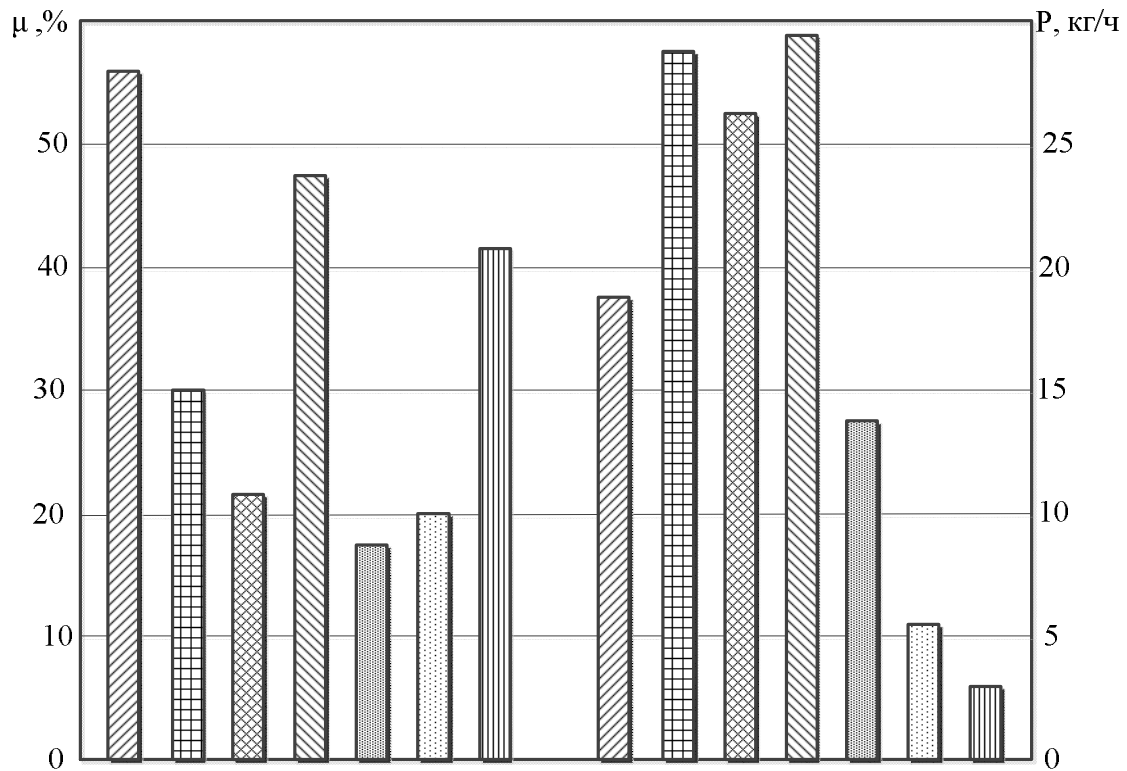


Рис. 1 – Технические характеристики различных методов наплавки:

- дуговая под флюсом;
- дуговая ленточным электродом под флюсом;
- дуговая под флюсом с применением обессточенной присадки;
- электрошлаковая;
- плазменная;
- вибродуговая;
- газопламенная.

Наплавку производили опытными порошковыми проволоками, изготовленными в лаборатории кафедры сварочного производства УИПА.

Оценивали влияние коэффициента ввода обессточенной присадки $\beta = m_{пр.} / m_{эл.}$ (где $m_{пр.}$, $m_{эл.}$ - соответственно, масса расплавленных присадочной и электродной проволок) на технико-экономические показатели плавления – коэффициенты наплавки α_n , α_p , коэффициенты усвоения легирующих элементов K_{yi} , коэффициенты относительной массы шлака $K_{ш1}$, энергетические характеристики [3] – удельные затраты энергии и тепловой КПД процесса.

Определение влияния доли участия обессточенной присадки β в наплавленном металле на коэффициенты относительной массы шлака произведено по следующим выражениям:

$$K_{ш1} = M_{ш} / M_{P.M.} \quad (1)$$

$$K_{ш2} = M_{ш} / M_{Э+П} \quad (2)$$

$$K_{ш3} = M_{ш} / M_{П} \quad (3)$$

где $K_{ш1}$, $K_{ш2}$, $K_{ш3}$ – соответственно отношение массы шлака ($M_{ш}$) к массе расплавленного металла ($M_{P.M.}$), к массе расплавленных электродной и присадочной проволок ($M_{Э+П}$), к массе расплавленной присадочной проволоки ($M_{П}$).

Масса расплавленного металла (основного, электродной и присадочной проволоки) определена по формуле

$$M_{P.M.} = (F_0 + F_n) \times L \times \gamma. \quad (4)$$

4. Результаты исследований

Наплавка с обесточенной присадкой в виде порошковой проволоки (электрод – порошковая проволока такого же состава или иного) под флюсом предусматривает подачу присадки в головную часть сварочной ванны. При этом сокращается этап, в котором происходят массообмены: капля – шлак, капля – дуговой промежуток, капля – шлаковая ванна. На этих стадиях массообмена происходят наиболее активные процессы окисления легирующих элементов [4].

Исследования влияния коэффициента ввода обесточенной присадки на показатели плавления электродного и присадочного металла – коэффициенты расплавления, коэффициенты наплавки электродной проволоки и обесточенной присадки, долю основного металла в металле шва, относительную массу шлака - показали следующее.

С увеличением коэффициента ввода обесточенной присадки повышаются (рис. 2, 3) коэффициенты наплавки, снижается доля участия основного металла в металле шва, а снижается относительная масса флюса [4].

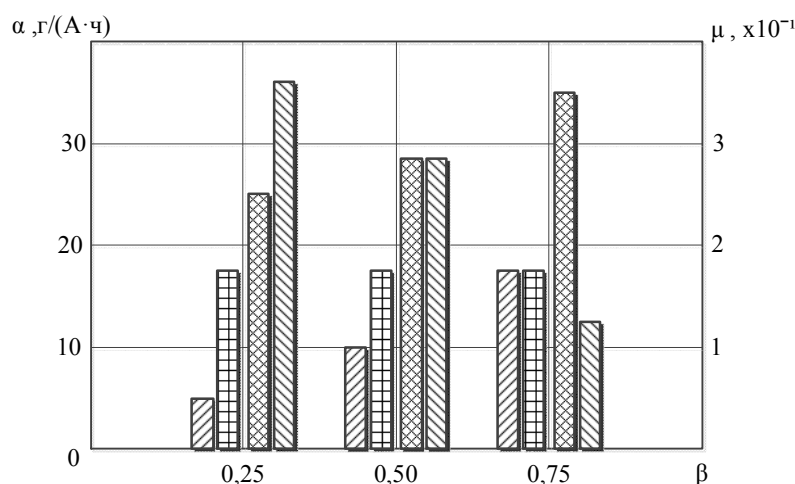


Рис. 2 – Влияние ввода обесточенной присадки $\beta = m_n/m_s^{-1}$, на показатели плавления и долю участия основного металла в наплавленном, где m_n , m_s – массы расплавленных обесточенной и электродной проволоки, г:

- коэффициент расплавления обесточенной проволоки, α , г/(А·ч)⁻¹;
- коэффициент расплавления электродной проволоки, α , г/(А·ч)⁻¹;
- коэффициент наплавки электродной и присадочной проволоки, α , г/(А·ч)⁻¹;
- доля участия основного металла в металле шва, μ

Обработка экспериментально-расчетных данных показала, что с увеличением коэффициента ввода обесточенной присадки удельная энергия, затраченная на образование шва ниже условной границы сплавления, и тепловой КПД процесса наплавки увеличивается.

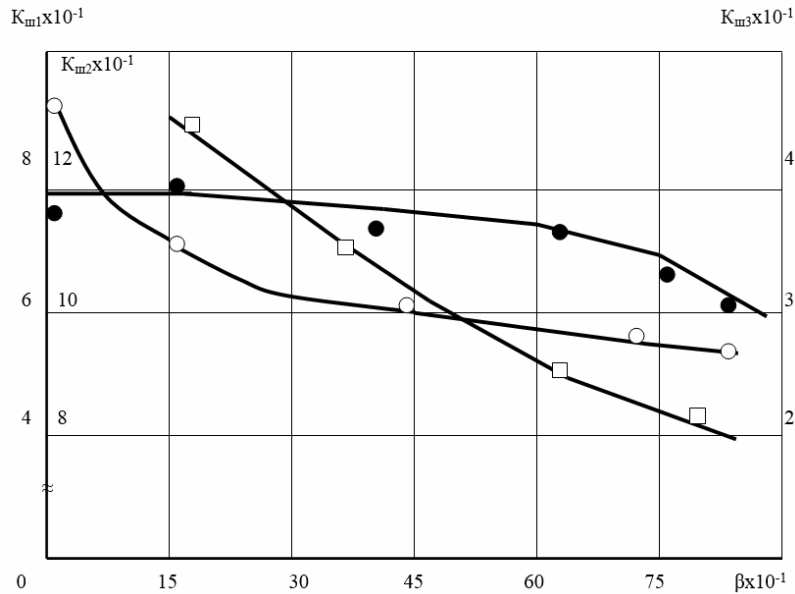


Рис. 3 – Залежність коефіцієнтів відносної маси шлаку $K_{шi}$ від коефіцієнта вводу обесточеної присадки β :

- – відношення маси шлаку до маси розплавлених електродного, присадочного та основного матеріалів, $K_{ш1}$;
- – відношення маси шлаку до маси розплавлених електродного та присадочного матеріалів, $K_{ш2}$;
- – відношення маси шлаку до маси розплавленого присадочного матеріалу, $K_{ш3}$.

Висновки

Таким чином, застосування автоматичної наплавки під флюсом з обесточеною присадкою у вигляді порошкової проволочки збільшує коефіцієнти наплавки на 55-69 %, знижує удільний витрат флюсу на 23-25 % та удільні витрати електроенергії, підвищує коефіцієнти переходу легируючих елементів на 25-40 % порівняно з одноелектродною наплавкою.

Список використаних джерел:

1. Багров В. А. Вплив обесточеної присадки на енергетичні характеристики процесів дугової наплавки та структуру наплавленого металу / В. А. Багров, В. Н. Кальянов // *Вісник Харківського державного політехнічного університету*. – 1999. – Вип. 75. – С. 76-85.
2. Кальянов В. Н. Обґрунтування вибору ресурсозберігаючих технологій наплавки / В. Н. Кальянов, В. А. Багров // *MicroCAD 2000. International Meeting of Information Technology, Kharkov, 24-25 May 2000*.
3. Кальянов В. Н. Вибір наплавочних матеріалів в залежності від виду износу / В. Н. Кальянов, В. А. Багров // *Состояние и перспективы развития сварочных материалов в странах СНГ: сб. докладов I-й Международной конференции по сварочным материалам стран СНГ, г. Краснодар, 22-26 июня 1998 г.* – М., 1998. – С. 173-175.
4. Буки А. А. Моделирование физико-химических процессов дуговой сварки / А. А. Буки. – М.: Машиностроение, 1991. – 288 с.

References

1. Bagrov, V & Kalyanov, V 1999, 'Vliyaniye obestochenoy prisadki na energeticheskiye kharakteristiki protsessov dugovoy naplavki i strukturu naplavlennogo metalla', *Vestnik Kharkovskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta*, iss. 75, pp. 76-85.
2. Kalyanov, V & Bagrov, V 2000, 'Obosnovaniye vybora resursoberegayushchikh tekhnologiy naplavki', *MicroCAD 2000. International Meeting of Information Technology, 24-25 May, Kharkov*.
3. Kalyanov, V & Bagrov, V 1998, 'Vybor naplavochnykh materialov v zavisimosti ot vida iznosa', *Sostoyaniye i perspektivy razvitiya svarochnykh materialov v stranakh SNG: Sb. dokladov I-y Mezhdunarodnoy konferentsii po svarochnym materialam stran SNG, Krasnodar, 22-26 June, Moskva*, pp. 173-175.
4. Buki, A 1991, *Modelirovaniye fiziko-khimicheskikh protsessov dugovoy svarki*, Mashinostroyeniye, Moskva.

Стаття надійшла до редакції 20 квітня 2016 р.