

ДУГОВЕ ТА ПЛАЗМОВО-ПОРОШКОВЕ НАПЛАВЛЕННЯ УЩІЛЬНЮВАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ РОБОЧИХ КОЛІС НАСОСІВ

О.С. Косторной, М.О. Лактіонов

АТ «Науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут атомного та енергетичного насособудування».
40003, м. Суми, вул. 2-га Залізнична, 2, Україна. E-mail: www.vniiaen.sumy.ua

Розроблено технологію дугового роботизованого наплавлення в середовищі захисних газів ущільнюючих поверхонь робочих коліс насосів порошковим дротом марки ARTINIT DUR 500. Випробування наплавленого металу цього типу на стійкість проти корозії по ГОСТ 9.912-89 показали, що вона знаходиться на рівні сталі 12X18H12M3TЛ. Застосування для наплавлення цих деталей порошкового дроту ARTINIT DUR500 передбачено відповідними стандартами: ГОСТ 31901-2013 (Додаток Н) і ГОСТ 33258-2015 (Додаток В). Розроблено також технологію плазово-порошкового наплавлення ущільнювальних поверхонь робочих коліс насосів на автоматизованій установці РМ-302 з використанням порошоків кобальтових сплавів (стеліта). Той чи інший метод наплавлення ущільнювальних поверхонь робочих коліс насосів вибирають виходячи з умов їх експлуатації та економічних показників. Бібліогр. 8, рис. 2.

Ключові слова: плазово-порошкове наплавлення, дугове наплавлення, наплавлення ущільнювальних поверхонь, типи наплавленого металу, порошковий дріт для роботизованого наплавлення

У гідроагрегатах широко застосовуються з'єднання рухомих частин, які виконані з гарантованим малим зазором і забезпечують взаємне переміщення деталей і певну ступінь герметичності без спеціальних ущільнювачів і засобів. Подібне ущільнення, яке отримало назву щілинного, являє собою капілярну щілину, при відповідній величині і довжині якої може бути створено необхідний опір перетіканню рідини. Їх ущільнюючий ефект заснований на використанні гідравлічного опору кільцевих дроселів з малим радіальним зазором. Радіальний зазор приймають мінімальним за умови забезпечення надійного складання та роботи без металевого контакту обертових і нерухомих елементів насоса.

При експлуатації насосів поверхні, що сполучаються в зоні ущільнення, можуть руйнуватися в результаті корозійного і ерозійного впливу потоку робочого середовища. Неточності при складанні вузлів насосів, деформації валів і робочих коліс в процесі роботи можуть привести до місцевих контактів поверхонь щілинних ущільнень, що викликає механічне зношення поверхонь щілинного ущільнення від сил тертя. Вказані вище фактори є основними причинами передчасного виходу з ладу обладнання.

Виходячи з умов експлуатації насосів, ущільнювальні поверхні робочих коліс повинні відповідати таким вимогам:

- бути стійкими проти ерозійного руйнування при впливі потоку робочого середовища;
- мати високу стійкість проти задирання та схоплювання поверхонь контакту;
- бути стійкими проти загальної та міжкристалічної корозії;

– зберігати структурну стабільність в умовах контактного тертя і нагрівання.

Одночасно необхідно враховувати економічні та технологічні показники застосованих матеріалів.

У конструкціях насосів для атомної і теплової енергетики, нафтопромислового обладнання та хімічної промисловості широко використовуються робочі колеса зі сталей 10X18H9Л, 12X18H12M3TЛ та їм подібних. В даний час основний спосіб отримання надійних ущільнювальних поверхонь робочого колеса насоса – наплавлення зносостійкими і корозійностійкими матеріалами. Є досвід застосування трьох типів матеріалів для наплавлення ущільнювальних поверхонь робочих коліс насосів з цих сталей [1].

До першого типу відносяться електроди марки ЦН-6Л і порошковий дріт ПП-АН133 [2], що забезпечують отримання наплавленого металу типу 08X17H8C6Г. Вони володіють задовільними зварювально-технологічними властивостями. Метал, наплавлений електродами ЦН-6Л і дротом ПП-АН133, має відносно невисоку схильність до утворення тріщин.

Другий тип наплавлювальних матеріалів, до якого відносяться електроди ЦН-12М і порошковий дріт ПП-АН157 [2], забезпечує наплавлений метал типу X16H8M5C5Г4Б, більш високу твердість і, відповідно, стійкість проти задирання і схоплювання в зоні контакту, в порівнянні з першим типом. Однак висока схильність такого металу до утворення тріщин вимагає високих температур підігріву виробів при наплавленні і негайної термообробки після наплавлення.

При наплавленні запірної арматури і робочих коліс насосів застосовуються також сталі – сплави на основі кобальту, які можна віднести до третього типу наплавлювальних матеріалів, що застосовуються для цих цілей. Наплавлений метал цього типу забезпечує найкращий комплекс необхідних властивостей – стійкість проти ерозії та корозії, відмінну зносостійкість при терті металу по металу і структурну стабільність в процесі нагрівання при терті [3].

Для закачування води в нафтові пласти з метою підтримання пластового тиску серійно випускаються відцентрові секційні насоси типу ЦНС-180. Пластові води є досить агресивними і тому для виготовлення насосів ЦНС застосовується сталь 12Х18Н12М3ТЛ. Поверхні робочих коліс в зонах щільних ущільнень раніше наплавляли ручним аргонодуговим зварюванням прутками на основі кобальту марок Пр-ВЗК або Stellite 6. Процес наплавлення передбачав високий попередній підігрів (550...650 °С) і негайну термообробку після наплавлення.

З метою оптимізації процесу наплавлення була виконана робота, спрямована на вирішення наступних завдань:

- підвищити продуктивність праці;
- знизити температуру попереднього і супутнього підігріву виробів при наплавленні;
- поліпшити умови праці зварювальників;
- зменшити витрати на закупівлю наплавлювальних матеріалів.

Для автоматичного дугового наплавлення ущільнювальних поверхонь робочих коліс відцентрових секційних насосів типу ЦНС-180 був обраний дріт марки ARTINIT DUR500 фірми Bohler. Зварювально-технологічні властивості дроту оцінювали при дуговому наплавленні в аргоні окремих валиків на пластини зі сталей 12Х18Н10Т та 12Х18Н12М3ТЛ. Визначили оптимальний режим зварювання, при якому спостерігається мінімальне розбризкування. Для вимірів твердості на пластини товщиною 16 мм із сталей 12Х18Н10Т та 12Х18Н12М3ТЛ виконували наплавлення в один, два і п'ять шарів. Заміряли твердість наплавленого металу в початковому стані і після термообробки при різних температурах. Термообробка може підвищити твердість наплавленого металу; найбільш істотне підвищення твердості на 10...15 одиниць *HRC* спостерігається при термообробці в діапазоні температур 500...550 °С. При температурах близько 860 °С можливо зниження міцності наплавленого металу – відбувається коагуляція вторинних карбідів, в результаті чого знижується твердість наплавленого металу.

Мікроструктура наплавленого металу в початковому стані складається з аустеніту і фери-

ту (більше 50 % феритної фази). Нагрівання і витримка при 550 °С не привели до значних змін мікроструктури. Спостерігається утворення надлишкових вторинних фаз переважно по межах і всередині феритних ділянок.

Випробування наплавленого металу на стійкість проти корозії виконали по інструкції ЦК-01-99 (визначення вагових втрат) і по ГОСТ 9.912-89 [4]. Корозійна стійкість наплавленого металу виявилася на рівні сталі 12Х18Н12М3ТЛ.

Для уточнення технології виконали наплавлення натурного зразка, що імітує геометрію канавки і діаметр робочого колеса в зоні наплавлення. Наплавлення виконували без підігріву, температура зразка між наплавленням окремих шарів не перевищувала 400 °С. Після наплавлення забезпечувалося уповільнене охолодження зразка.

Візуальний контроль і кольорову дефектоскопію проводили після послідовного шліфування наплавленого металу на товщину 0,5 мм. При товщині наплавленого шару 2,5 мм виконано завершальне чистове шліфування. При візуальному огляді та контролі кольоровою дефектоскопією дефектів наплавленого металу не виявлено. Твердість наплавленого металу в початковому стані *HRC* 40...43, після термообробки при 860 °С – *HRC* 43...47.

Розроблена роботизована та механізована технологія дугового наплавлення в середовищі аргону ущільнюючих поверхонь робочих коліс ЦНС порошковим дротом марки DUR500 була впроваджена у виробництво. В даний час застосування для наплавлення порошкового дроту ARTINIT DUR500 передбачено стандартами: ГОСТ 31901-2013 (Додаток Н) [5] і ГОСТ 33258-2015 (Додаток В) [1].

Для наплавлення ущільнювальних поверхонь робочих коліс насосів використовується також



Рис. 1. Установка для плазово-порошкового наплавлення РМ-302

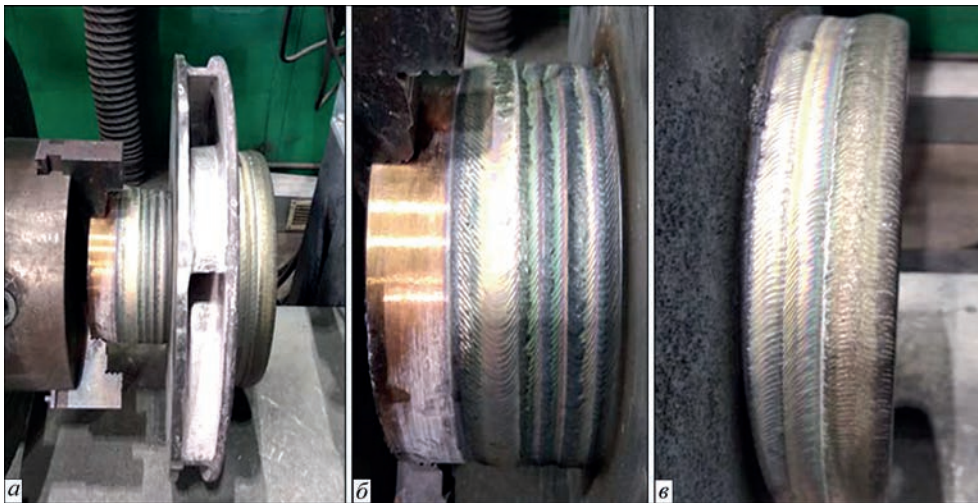


Рис. 2. Плазмово-порошкове наплавлення робочого колеса насоса (а) та зовнішній вигляд напавленої поверхні на малому (б) та більшому (в) діаметрах робочого колеса

плазмово-порошковий метод. Великою перевагою цього методу є невелике перемішування напавленого металу з основним металом (3...8 %) і можливість напавлення тонких шарів (0,5...3,0 мм). Завдяки малому проплавленню основного металу необхідна твердість і заданий хімічний склад напавленого металу забезпечуються вже в першому напавленому шарі [6–8].

Як напавні матеріали в цьому випадку використовуються порошки сплавів на основі кобальту (стеліти) та нікелю (колмоної). У наших експериментах використовувався сплав на основі кобальту Стеліт 6.

Для напавлення ущільнювальних поверхонь деталей насосів використовувалася універсальна автоматизована установка для плазмово-порошкового напавлення РМ-302, яка виготовлена фірмою «Плазма-Майстер» (рис. 1).

Оператор установки РМ-302 перед напавленням вводить основні параметри процесу: струм дуги прямої дії, витрату порошку, швидкість напавлення, амплітуду та частоту коливань плазмотрона, зміщення дуги з zenіту та відстань від плазмотрона до виробу, витрату газів: плазموутворюючого, що транспортує порошок, та захисного. Вибір параметрів залежить від розмірів напавляючого шару, габаритів і конструкції виробів та теплофізичних властивостей основного і присадного матеріалу. Критеріями оптимальності обраних режимів служать добре формування напавленого валика, мінімальне проплавлення основного металу і відсутність дефектів в напавленому шарі (тріщин, пор, неметалевих включень та ін.).

Напавлення ущільнювальних поверхонь робочих коліс насосів на установці РМ-302 виконується в автоматичному режимі, що забезпечує високу якість напавлених поверхонь (рис. 2). Візуальний

контроль і кольорова дефектоскопія показали, що дефектів в напавленому металі немає.

Висновок

Розроблено технологію дугового роботизованого напавлення в середовищі захисних газів ущільнюючих поверхонь робочих коліс насосів порошковим дротом марки ARTINIT DUR 500. Розроблена також технологія плазмово-порошкового напавлення цих деталей на автоматизованій установці РМ-302 з використанням порошку кобальтового сплаву стеліт 6. Обидва методи забезпечують високу продуктивність і високу якість напавленого металу при низькій витраті дорогих напавлювальних матеріалів і мінімальних затратах. Вибір методу напавлення ущільнювальних поверхонь робочих коліс насосів виконується виходячи з умов їх експлуатації та економічних показників.

Список літератури

1. (2015) ГОСТ 33258-2015 *Арматура трубопроводная. Наплавки и контроль качества наплавленных поверхностей. Технические требования.*
2. (1979) *Наплавочные материалы стран – членов СЭВ.* Каталог. Фрумин И.И. (ред.). Киев–Москва, Международный центр научной и технической информации
3. Гладкий П.В., Переплетчиков Е.Ф. (1997) Свойства кобальтхромвольфрамовых наплавочных сплавов, легированных бором и никелем. *Автоматическая сварка*, 7, 14–18.
4. (1989) ГОСТ 9.912-89 *Единая система защиты от коррозии и старения. Сталь и сплавы коррозионностойкие. Методы испытаний на стойкость к язвенной коррозии.*
5. (2013) ГОСТ 31901-2013. *Арматура трубопроводная для атомных станций. Общие технические условия.*
6. Переплетчиков Е.Ф. (2007) *Плазменно-порошковая наплавка в арматуростроении.* Киев, Экотехнология.
7. Гладкий П.В., Переплетчиков Е.Ф., Рябцев И.А. (2007) *Плазменная наплавка.* Киев, Экотехнология.
8. Рябцев И.А., Сенченков И.К., Турик Е.В. (2015) *Наплавка. Материалы, технологии, математическое моделирование.* Гливице, Изд-во Силезского политехнического института.

References

1. (2015) GOST 33258-2015: Pipeline valves. Surfacing and quality control of surfaced surfaces. Technical requirements [in Russian].
2. (1979) Surfacing materials of countries-members of CMEA: Catalogue. Ed. by I.I. Frumin. Kiev-Moscow, Int. Center of Sci. and Techn. Information [in Russian].
3. Gladky, P.V., Pereplyotchikov, E.F. (1997) Properties of cobalt-chrome-tungsten surfacing alloys doped with boron and nickel. *Avtomatich. Svarka*, 7, 14-28 (in Russian).
4. (1989) GOST 9.912-89: United system of corrosion and ageing protection. Corrosion resistant steels and alloys. *Methods of accelerated tests for resistance to pitting corrosion* [in Russian].
5. (2013) GOST 31901-2013: Pipeline valves for nuclear stations. General specifications [in Russian].
6. Pereplyotchikov, E.F. (2007) *Plasma-powder surfacing in valve manufacturing*. Kiev, Ekotekhnologiya [in Russian].
7. Gladky, P.V., Pereplyotchikov, E.F., Ryabtsev, I.A. (2007) *Plasma surfacing*. Kiev, Ekotekhnologiya [in Russian].
8. Ryabtsev, I.A., Senchenkov, I.K., Turik, E.V. (2015) *Surfacing. Materials, technologies, mathematical modeling*. Gliwice, Silesia Polytechn. Inst.

ARC AND PLASMA-POWDER SURFACING OF SEALING SURFACES OF PUMP IMPELLERS

O.S. Kostornoj, M.O. Laktionov

JSC «Research and Design Institute of Nuclear and Power Pump Construction»,
2, 2nd Zheleznodorozhnaya Str., 40022, Sumy, Ukraine. E-mail: www.vniiaen.sumy.ua

Technology of gas-shielded robotic arc surfacing of sealing surfaces of pump impellers with flux-cored wire of ARTINT DUR500 grade was developed. Corrosion resistance testing of deposited metal of this type to GOST 9.912-89 showed that it is on the level of 12Kh18N12M3TL steel. Application of flux-cored wire ARTINIT DUR500 for surfacing these parts is envisaged by the respective standards: GOST 31901-2013 (Appendix O) and GOST 33258-2015 (Appendix C). Technology of plasma-powder surfacing of sealing surfaces of pump impellers in automatic unit PM-302 with application of powders of cobalt alloys (Stellite) was also developed. A particular method of surfacing the sealing surfaces of pump impellers is selected proceeding from the conditions of their operation and economic parameters. 8 Ref., 2 Fig.

Keywords: plasma-powder surfacing, arc surfacing, surfacing of sealing surfaces, deposited metal type, flux-cored wire for robotic surfacing

Надійшла до редакції 24.10.2019

ВЕДУЩАЯ ВЫСТАВКА В МИРЕ
СВАРКА • РЕЗКА • ОБРАБОТКА

LET'S JOIN
THE WORLD!

13.-17. сентября 2021

РЕГИСТРИРУЙТЕСЬ
СЕЙЧАС!

www.schweissen-schneiden.com

DVS GERMAN WELDING SOCIETY

MESSE ESSEN

SCHWEISSEN & SCHNEIDEN
No. 1 IN THE WORLD