

УДК 621.375.826:621

Реалізація вискоефективної технології ливарного виготовлення полегшених корозійностійких біметалів

Романенко В.В., Блощин М.С., Ал Наваісех Тарік Мухамад Ясін
КПІ ім.Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна,

Анотація: У даному дослідженні нікелевий сплав та сталь Ст3 були з'єднанні за допомогою комбінованого лазерно-ливарного процесу. Робочу пластину виконують збірною, в склад якої входять трубчаті утримувачі, котрі кріплять під невеликим кутом до поверхні робочої пластини, в середині трубчатих утримуючих елементів розміщують куски спеціально підібраного металу для створення жертовного аноду. Додаткові елементи необхідні для надійного з'єднання пластин біметалу, оскільки глибина проникнення розплаву основи в робочу пластину при отриманні біметалу за звичайних умов незначна. Рідкий метал основи рухається по робочій пластині зі швидкістю, рівною швидкості вільного розтікання рідкого металу, поступово омиваючи та обволікаючи всі трубчаті утримувачі. При цьому рідкий метал не потрапляє всередину трубчатого утримувача, де створюється порожнина, що полегшує створення біметал. За рахунок механізму теплопровідності куски алюмінію в порожнині поступово розплавляються та розтікаються по поверхні робочої пластини всередині трубчатого утримувача, створюючи шар протектора.

Ключові слова: біметал, комбінований процес, розплав, нікелевий сплав, металургійний зв'язок

В наш час в багатьох галузях промисловості, таких як нафтохімічна, атомно-енергетична, автомобільна, авіаційна, ракетно-космічна широко застосовуються біметали - матеріали, які отримують за рахунок надійного з'єднання двох металів. В цих матеріалах поєднуються можливості звичайних сталей (основи) з особливими властивостями матеріалу покриття (робочого шару). В останній час інтенсивні роботи ведуться при застосуванні ливарного методу отримання біметалів у поєднанні з використанням потужних джерел енергії (наприклад, лазерного випромінювання) в процесі попередньої підготовки поверхонь пластин біметалу перед заливкою робочим шаром. Створення технології виготовлення корозійностійких біметалів, особливо полегшеної конструкції, забезпечить розширені можливості застосування таких матеріалів [1-5].

Запропонований та розроблений пристрій для ливарного виготовлення полегшених корозійностійких біметалевих виробів [6]. Цей пристрій включає в себе форму для створення порожнини для отримання біметалевого виробу, що складається із двох полуформ, виготовлених із піщано-глинястої суміші, встановлену в порожнину форми робочу пластину та ливникову систему для заливання розплавленого металу основи. При цьому новим є те, що робочу пластину виконують збірною, в склад якої входять трубчаті утримувачі, котрі кріплять під невеликим кутом до поверхні робочої пластини, в середині трубчатих утримуючих елементів розміщують куски спеціально підібраного металу для створення жертовного аноду, а на кожному ряду утримуючих елементів зверху закріплюють пластину металу.

Таким чином, пристрій містить в собі додаткові елементи для надійного з'єднання пластин біметалу, оскільки глибина проникнення розплаву основи в робочу пластину при отриманні біметалу за звичайних умов незначна. В якості таких елементів можуть служити допоміжні утримувачі, які можуть бути виготовлені, наприклад, з круглої труби. Діаметр труби вибирається таким, щоб порожнини, що створюються в середині трубчатих утримувачів забезпечували значне зменшення ваги біметалу. При виготовленні утримувача труба відрізається під кутом в 10...30°, щоб забезпечити (після закріплення на робочій пластині та заливання) надійне утримання нахилоного трубчатого елемента шаром металу основи.

Закріплення трубчатого утримувача 1 до поверхні робочої пластини 2 може бути виконане за допомогою, наприклад, приварювання лазерним випромінюванням 3 (рис. 1).

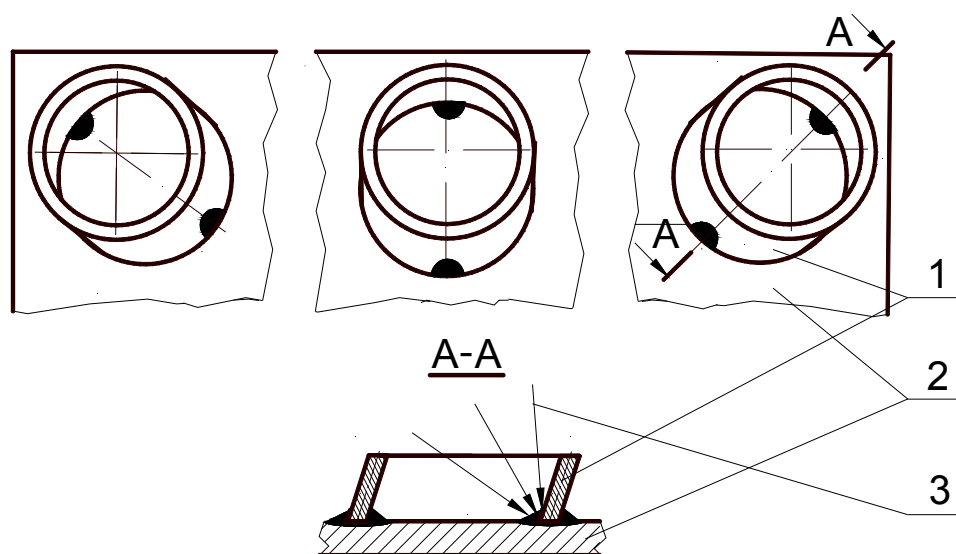


Рис. 1 - Розміщення та приспінання трубчатих утримуючих елементів до робочої пластини за допомогою лазерного приварювання.

В середині трубчатих утримувачів розміщують куски 4 спеціально підібраного металу для створення жертвовного електроду. Таким протектором можуть бути, наприклад, куски алюмінію, оскільки останній має достатньо широкий діапазон між температурою плавлення ($\sim 660\text{ }^{\circ}\text{C}$) та температурою кипіння ($\sim 2520\text{ }^{\circ}\text{C}$). При цьому слід враховувати, що температура заливки сталі основи складає $\sim 1700\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для створення порожнього простору всередині кожного трубчатого утримувача (для зменшення ваги біметалу) зверху кожного ряду утримувачів закріплюють пластини 5 за допомогою зварних швів 6 (рис. 2).

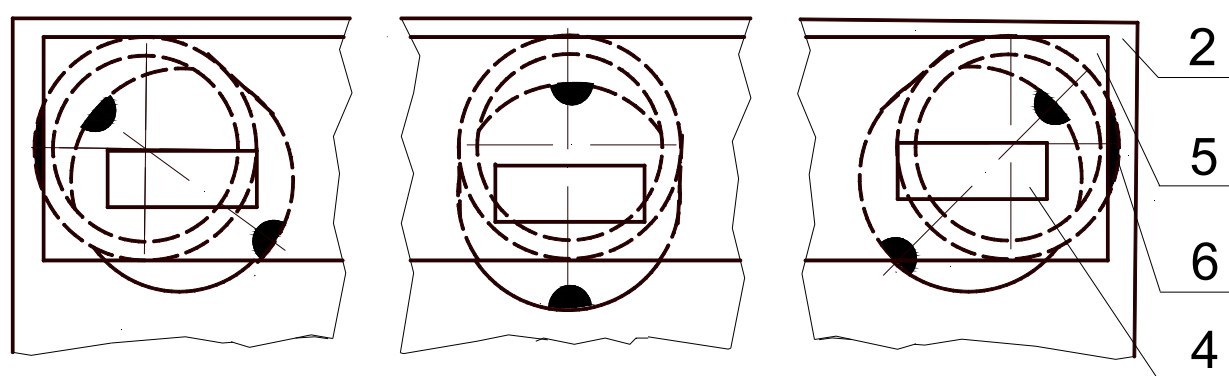


Рис. 2 - Збірна робоча пластина з розміщеними в середині кусками металу жертвовного аноду.

Для отримання шару основи біметалевого виробу збірну робочу пластину встановлюють (при орієнтуванні утримувачів вгору) у форму, в яку ущільнюють формувальну суміш 7, та закривають верхньою полуформою 8 (рис. 3). Розплав металу основи 9 через ливникову систему 10 подають в порожнину форми для створення (після охолодження) основи біметалу.

В порожнині форми рідкий метал основи рухається по робочій пластині (стрілка 11) зі швидкістю, рівною швидкості вільного розтікання рідкого металу, поступово омиваючи та обволікаючи всі трубчаті утримувачі.

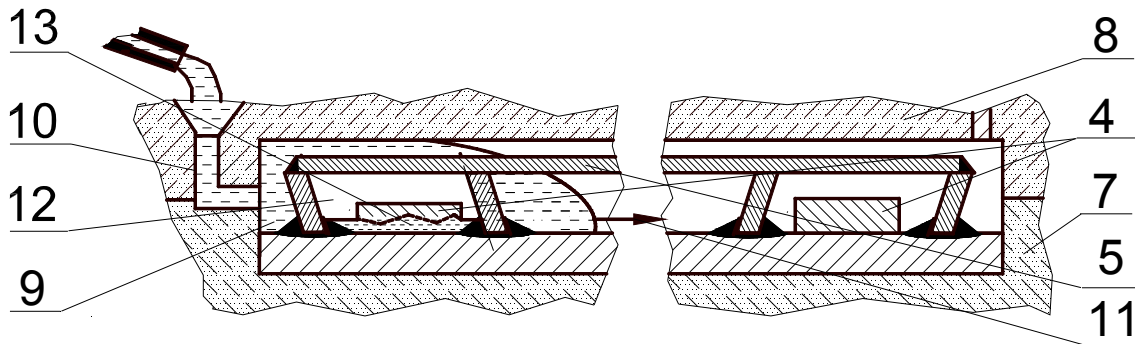


Рис. 3 - Форма з встановленою в неї збірною робочою пластинною для заливання металом основи.

При цьому рідкий метал не потрапляє всередину трубчатого утримувача, де створюється порожнина 12. Враховуючи, що температура плавлення алюмінію нижча температури заливки сталі основи, то за рахунок механізму теплопровідності куски алюмінію 4 поступово розплавляються та розтікаються по поверхні робочої пластини всередині трубчатого утримувача, створюючи шар протектора 13.

В результаті після кристалізації та затвердіння рідкого металу отримують основу біметалу, яка надійно зчеплена з робочою пластинною за рахунок приварених до робочої пластини нахилених трубчатих утримуючих елементів та прикріплених до утримувачів верхніх пластин. Разом з тим, наявність порожнин 12 забезпечує значне зменшення ваги основи біметалевого виробу, а протектора 13 - досягнення більш високої корозійної стійкості цієї основи. В кінці технологічні напливи металу від ливникової системи потрібно видалити, наприклад, зішліфувати.

Висновки

Пропонований пристрій для ливарного виготовлення полегшених корозійностійких біметалевих виробів істотно розширює можливості свого застосування в результаті забезпечення високого рівня міцності зчеплення шарів біметалевого виробу, що гарантує низьку вірогідність відокремлення робочої пластини в процесі подальшого використання біметалевих матеріалів, зменшення ваги основи біметалевого виробу та досягнення високої корозійної стійкості цього виробу під час його експлуатації.

Список літератури

1. Патона, под ред. Б. Е. Электрошлаковая сварка и наплавка: Москва: Машиностроение, 1980. 511с.
2. Походня, И. К., Шлепаков, В. Н., Максимов, С. Ю., et al. Исследования и разработки ИЭС им. ЕО Патона в области электродуговой сварки и наплавки порошковой проволокой (Обзор). Автоматическая сварка. 2010. No. 12. С. 34–42.
3. Шмидт, М., Курынцев, С. В. Получение биметаллических заготовок с помощью лазерной сварки проплавным швом. Автоматическая сварка. 2014. No. 4. С. 47–51.
4. Rigal, E., Burlet, H. Method for assembling by diffusion welding a martensite stainless steel and a copper alloy and resulting bimetal element / Google Patents, 2002.

5. Shah, L. H. A., Sonbolestan, S., Midawi, A. R. H., et al. Dissimilar friction stir welding of thick plate AA5052-AA6061 aluminum alloys: effects of material positioning and tool eccentricity. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2019. Vol. 105, No. 1–4. С. 889–904.
6. Салій, С. С., Головка, Л. Ф., Романенко, В. В., et al. Комбінований лазерно-ливарний процес виготовлення біметалів. *Mechanics and Advanced Technologies*. 2020. Vol. 88, No. 1.

Implementation of highly efficient technology of foundry manufacture of lightened corrosion-resistant bimetals

Romanenko V., Bloschchysyn M., Al Navayisheh Tarik Mukhamad Yasin

Abstract. *In this study, nickel alloy and steel St3 were joined by a combined laser casting process. The working plate is made of a prefabricated part, which includes tubular holders, which are attached at a small angle to the surface of the working plate, in the middle of the tubular retaining elements are placed pieces of specially selected metal to create a sacrificial anode. Additional elements are necessary for the reliable connection of the bimetallic plates, since the depth of penetration of the base melt into the working plate during the production of bimetal under normal conditions is insignificant. The liquid base metal moves along the working plate at a speed equal to the speed of free spreading of the liquid metal, gradually washing and enveloping all the tubular holders. At the same time liquid metal does not get inside the tubular holder where the cavity facilitating the created bimetal is created. Due to the thermal conductivity mechanism, the pieces of aluminum in the cavity gradually melt and spread on the surface of the working plate inside the tubular holder, creating a layer of tread.*

Keywords: *bimetal, combined process, melt, nickel alloy, metallurgical bond.*