

УДК 621. 793

Діана Глушкова¹, д.т.н., проф.; Володимир Большаков², д.т.н., проф.; Галина Крамар³, к.т.н., доц.

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна

³Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ІОННО-ПЛАЗМОВЕ НАПИЛЕННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ ПРЕС-ФОРМ

Анотація. У роботі досліджено можливість використання іонно-плазмового напилення для обробки поверхні прес-форм. Це дозволяє замінити дорогі вольфрамвмісні сталі іншими матеріалами. Особливо ефективним виявилось застосування покриття нітриду титану, отриманого при тиску азоту 1 Па, яке надійно захищає робочі поверхні деталей прес-форм від руйнування. Лабораторні випробування показали, що нанесене при оптимальних технологічних параметрах покриття нітриду титану забезпечує збільшення корозійної стійкості деталей прес-форм в 3 рази та стійкості до оксидування у 2–4 рази.

Ключові слова: покриття, поверхня, фаза, зміцнення, параметри

Diana Hlushkova, Ph.D., Prof.; Volodymyr Bolshakov, Ph.D., Prof.; Halyna Kramar, Ph.D., Assoc. Prof.

ION PLASMA SPRAYING FOR THE PROTECTION OF PRESS MOLDS

Annotation: The paper considers the use of ion-plasma sputtering for the surface treatment of molds, which allows replacing expensive tungsten-containing steels. The titanium nitride coating, obtained at a nitrogen pressure of 1 Pa, effectively protects the working surfaces of the mold parts from destruction. It provides an increase in corrosion resistance by 3 times and oxidation resistance by 2-4 times, as shown by laboratory tests.

Keywords: coating, surface, phase, strengthening, parameters

Метод лиття під тиском, хоча дозволяє отримувати вироби високої точності та підвищує продуктивність, має недолік у низькій стійкості прес-форм. Понад 30% собівартості виливків витрачається на компенсацію зносу оснастки. Термічна втома приводить до руйнування прес-форм, що особливо актуально під час нагрівання та охолодження, спричинюючи тріщини розпалу. Для підвищення стійкості прес-форми використовують хімічні методи обробки, але це лише частково підвищує стійкість (на 20-30%).

Нові сталі, такі як 4X5B2C, 4X2B2MФC, 4X4BMФC, дозволяють зменшити використання високовольфрамової сталі 3X2B8Ф, що зараз є основним матеріалом для прес-форм лиття під тиском. Однак ці деталі виявляють низьку стійкість і містять вольфрам.

Це підкреслює важливість робіт щодо створення поверхневого шару з низькою теплопровідністю, гарною адгезією до основного металу, низькою адгезією до металу виливки, високою зносостійкістю та корозійною стійкістю.

Використання плазмових покриттів зі зносостійких матеріалів виявляє широкі можливості. Методи нанесення таких покриттів різноманітні, але перевагу слід віддати методу іонного бомбардування, оскільки він дозволяє регулювати температуру процесу та наносити покриття на деталі різних матеріалів. Хоча використання цього методу для прес-форм не досліджувалося, він може бути перспективним, оскільки дозволяє отримувати покриття з необхідними характеристиками та регулювати їх склад.

Поверхневі шари деталей прес-форм, захищені плазмовим покриттям, зазнають температурних коливань до 650°C, що аналогічно тим, що виникають під час лиття алюмінієвих та цинкових сплавів. Матеріал для підкладки підбирали з

напівтеплостійких сталей, які не містять вольфрам і відповідають вимогам щодо підкладки для покриття нітриду титану.

Для прес-форм обрали сталі 4Х5МФС та 5ХНМ. Покриття наносили методом конденсації речовини в умовах іонного бомбардування (КІБ) на установці "Булат-3Т"(рис. 1). Цей метод забезпечує стабільність властивостей, низьку пористість та міцне зчеплення з підкладкою.

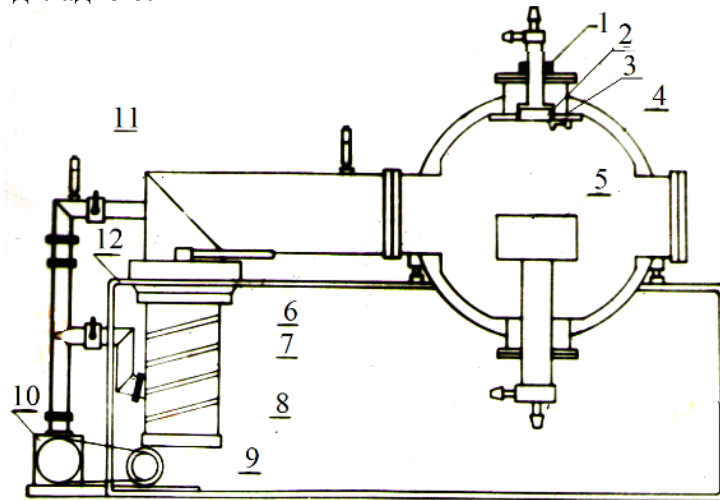


Рис. 1 – Загальна схема установки «Булат-3Т»: 1 – котушка, що фокусує; 2 – катод; 3 - підпалювальний електрод; 4 – камера-анод; 5 – підкладка; 6 – азотна пастка; 7 – водяна пастка; 8 – високовакуумний агрегат; 9 – нагрівач; 10 – форвакуумний насос; 11 – манометрична лампа; 12 – система водяного охолодження установки

Час нанесення покриття на установці "Булат-3Т" варіювався від 12 до 30 хвилин, з урахуванням оптимальної швидкості нанесення покриттів TiN, яка складала 10 мкм/год. Товщина покриття нітриду титану, що найбільш активно взаємодіє з підкладкою і підвищує термічну стійкість сталей 4Х5МФС і 5ХНМ, коливалася від 2 до 5 мікрон.

Гартування вибраних марок сталі проводили при температурах, що дозволяли розчинення більшої частини карбідів та отримання високолегованого мартенситу, зберігаючи при цьому дрібне зерно та достатню в'язкість. Після гартування сталі піддавались високотемпературному відпуску з метою підвищення ударної в'язкості та меж витривалості. Цей процес сприяв додатковому зміцненню внаслідок дисперсійного твердіння, супроводжуваний виділенням дрібних карбідів і досягненням твердості 42–45 HRC.

Лабораторні випробування показали, що покриття нітриду титану, нанесене за оптимальних технологічних параметрах, значно підвищує корозійну стійкість деталей прес-форм, на які воно нанесено, втричі, а окалиностійкість - у 2-4 рази.

Загальний висновок з отриманих результатів полягає в тому, що максимальна стійкість деталей прес-форм з плазмовими покриттями досягається при розігріванні робочої поверхні при іонному бомбардуванні до високих температур, але не вище за температуру відпуску матеріалу прес-форм. Це необхідно для забезпечення хорошої адгезії покриття з підкладкою, а також при подальшій конденсації на цю розігріту поверхню покриття з мінімальним вмістом краплинної фази для запобігання налипанню покриття на матеріал виливки.

У разі нанесення покриття нітриду титану на установці "Булат-3Т" на робочі поверхні деталей прес-форм, виготовлених з економнолегованих сталей, найкраща адгезія покриття до підкладки, мінімальна взаємодія його з розплавом латуні, а також значне підвищення термічної витривалості матеріалу підкладки досягається при розігріванні до температури 500 °С та конденсації покриття при парціальному тиску азоту 1 Па.