

**Тульчинська М.В., Федоров Г.Є.**

*(НТУУ «КПІ», м. Київ)*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ СПЛАВІВ ДЛЯ РОБОТИ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ ТЕРМІЧНИМ ОБРОБЛЕННЯМ**

Дослідженнями механічних та експлуатаційних властивостей базових, мікролегованих і модифікованих чавунів з високим вмістом хрому та марганцю встановлено, що такі матеріали можуть бути використаними для виготовлення литих деталей, які здатні працювати тривалий час в умовах інтенсивного абразивного і гідроабразивного зносу. Технологічні властивості цієї групи сплавів досліджено достатньо глибоко для того, щоб їх можна було б використовувати як матеріал для виготовлення деталей будь-яких розмірів і складності литтям. Що ж стосується впливу різних режимів термічного оброблення на оброблюваність виготовлюваних із них деталей на металорізальних верстатах, а також на їх експлуатаційні властивості, інформації в технічній літературі обмаль. Отже дослідження щодо впливу термічного оброблення на покращання експлуатаційних властивостей і механічного оброблення таких чавунів є досить актуальними.

Метою цієї роботи є дослідження впливу режимів термічного оброблення на покращання оброблюваності виготовлюваних із хромомарганцевих чавунів литих деталей на металорізальних верстатах і підвищення експлуатаційних характеристик. Об'єктом дослідження є процеси термічного оброблення базового та мікролегованих і модифікованих хромомарганцевих зносостійких чавунів. Предметом дослідження є хімічний склад, структура, твердість і зносостійкість чавунів до та після термічного оброблення.

Термічне оброблення – одна із найважливіших технологічних операцій у загальному технологічному процесі виготовлення деталей із зносостійких високохромистих чавунів, яка значною мірою визначає можливість їх механічного оброблення та експлуатаційні характеристики деталей. Для виконання операцій механічного оброблення деталі з високохромистих чавунів піддають відпалу для зниження твердості та покращання оброблюваності. На практиці часто після механічного оброблення такі деталі не піддають гартуванню на повітрі для отримання мартенситної структури, а відправляють їх на експлуатацію, що практично втриє знижує потенційну зносостійкість цих сплавів. Очевидно, що деталі із хромомарганцевих сплавів необхідно піддавати гартуванню після механічного оброблення для надання їм високої твердості. Зазначений режим термічного оброблення слід застосовувати і для виливків із цих сплавів, які не піддають механічному обробленню.

Досліджено вплив різних режимів відпалу на твердість і структуру шести варіантів хромомарганцевого чавуну базового складу та додатково мікролегованого й модифікованого титаном, ванадієм, бором і РЗМ. Встановлено, що твердість литих зразків, виготовлених із різних чавунів, знаходиться в межах 49...56 HRC, причому вона мало залежить від вмісту вуглецю, кремнію, хрому та модифікувальних добавок. Основним елементом, який впливає на твердість зразків у литому стані, є марганець.

Після відпалу (нагрівання до температур 840 та 900 °С, витримування протягом години та охолодження разом з піччю) твердість чавунів зменшується несуттєво. Найтехнологічнішим серед досліджених режимів термічного оброблення виявився ступінчастий відпал. Твердість хромомарганцевих чавунів після ступінчастого відпалу знаходиться в межах 39,5...55,0 HRC, причому найнижчу твердість мають зразки з найменшим вмістом марганцю, а найвищу – з максимальним його вмістом. Твердість чавуну різних плавок після термічного оброблення знаходиться практично в прямолінійній залежності від вмісту марганцю і мало залежить від вмісту інших елементів у межах зміни хімічного складу. Із підвищенням вмісту марганцю від 2,5 до 4,4 % твердість термооброблених зразків зростає з 39,5 до 55 HRC.

Структура зразків у литому стані складається переважно з первинних дендритів аустеніту та евтектики  $\gamma + (\text{Cr, Fe, Mn})_7\text{C}_3$ . Різницю твердості литих зразків можна пояснити різною кількістю аустеніту внаслідок різного вмісту марганцю, оскільки останній його стабілізує. Аустеніт чавунів з мінімальним вмістом марганцю під час ступінчастого відпалу розпадається повністю на зернистий перліт – м'які продукти розпаду – різної дисперсності, що призводить до зниження твердості до 39...40 HRC. Чавуни з такою твердістю уже можуть задовільно оброблятися на металорізальних верстатах за традиційними технологіями, що підтверджено відповідними випробовуваннями.

Отже за даними впливу різних режимів відпалу можна зробити наступні висновки:

– для деталей, що потребують механічного оброблення, необхідно застосовувати чавуни із зниженим вмістом марганцю (до 2,5...2,7 %);

– для зниження твердості хромомарганцевого чавуну до рівня 40 HRC і нижче його необхідно піддавати відпалу за одним із наступних режимів:

1) нагрівання до температури 840 °C ( $\pm 20$  °C), витримування протягом однієї години, охолодження в печі із швидкістю не вищою за 40 °C/год;

2) нагрівання до 870 °C, витримування протягом 1 год, охолодження з піччю до 610 °C, витримування протягом 3 год, нагрівання до 690 °C, витримування протягом 2 год і охолодження з піччю (ступінчастий відпал);

– для досягнення максимальної твердості та зносостійкості хромомарганцевих чавунів їх необхідно гартувати з температур 900...950 °C на повітрі.

Рекомендовані чавуни мають задовільні ливарні властивості. Рідкотекучість цих чавунів задовольняє вимогам щодо заливання форм, навіть під час виробництва тонкостінних та складних за конфігурацією виливків. За температури заливання форм 1400 °C, чавуни мають рідкотекучість 500...580 мм. Така рідкотекучість перевищує рідкотекучість вуглецевої сталі та трохи поступається рідкотекучості сірого чавуну. Лінійна усадка рекомендованих чавунів складає 1,72...2,20%, що вище, ніж сірого чавуну, і є приблизно такою, як середньовуглецевих сталей.

Отже, за сукупністю ливарних властивостей рекомендовані чавуни є перспективними матеріалами для виготовлення зносостійких деталей, що працюють в екстремальних умовах, методами лиття.