

СПОСОБИ ОТРИМАННЯ ЛИТИХ ШАРУВАТИХ ДЕТАЛЕЙ

к.т.н., доц. Фесенко М.А.¹, асист. Лук'яненко І.В.¹, к.т.н. Фесенко К.В.¹, перший проректор ДДМА, к.т.н., доц. Фесенко А.М.²

¹Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ, інженерно-фізичний факультет, кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів

²Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, факультет інтегрованих технологій та обладнання, кафедра технології та обладнання ливарного виробництва
fesmak@ukr.net, fesenkoev87@gmail.com

В роботі запропоновані та досліджені нові способи отримання чавунних виливків для роботи в умовах навантажень та ударно-абразивного зношування з використанням методу внутрішньоформового модифікування одного вихідного розплаву. Запропоновані способи дозволяють значно спростити технологічний процес отримання шаруватих литих деталей з диференційованими властивостями, скоротити витрату дефіцитних і дорогих легувальних елементів, знизити собівартість литва та не потребують додаткового встановлення плавильних агрегатів або іншого обладнання, що покращує умови праці в цехах підприємств.

Зубчасті вінці, вальці, лемехи плугів, коронки зубів ковшів екскаваторів, шестерні, рейки, робочі деталі прокатних станів, молотки та інші деталі дробарок під час експлуатації піддаються знакозмінним навантаженням, а також ударно-абразивному зносу.

Для таких умов роботи перелічені деталі частіше за все виготовляють монолитними з низьколегованих сталей 35ХН2ВЛ, 35ХН2МЛ, високомарганцевої сталі 110М13Л, високолегованих сталей типу 27ХГСНМДТЧЛ, 12ДХН1МФЛ, а також легуваних чавунів типу ЧХ28Н2.

Данні матеріали містять значну кількість дорогих та дефіцитних елементів, що в свою чергу збільшує вартість матеріалу та деталей.

Перспективним напрямком сучасної промисловості при виробництві деталей для роботи в умовах навантажень та ударно-абразивного зношування є покращення економічних показників та зниження витрат дефіцитних, дорогих легувальних матеріалів.

Це можливо забезпечити шляхом використання в їх складі чавунів з протилежною структурою та властивостями в локальних їх частинах (шарах) наприклад, робоча частина (поверхня) таких деталей повинна мати високу твердість і зносостійкість, а серцевина або монтажна частина – в'язкість та ударостійкість.

Високу зносостійкість робочої поверхні литих деталей в достатній мірі може забезпечити вибілений чавун з карбідами заліза та інших елементів в ледебуритній евтектиці, а підвищену пластичність і ударну в'язкість – високоміцний чавун з кулястим графітом ферито-перлітного класу.

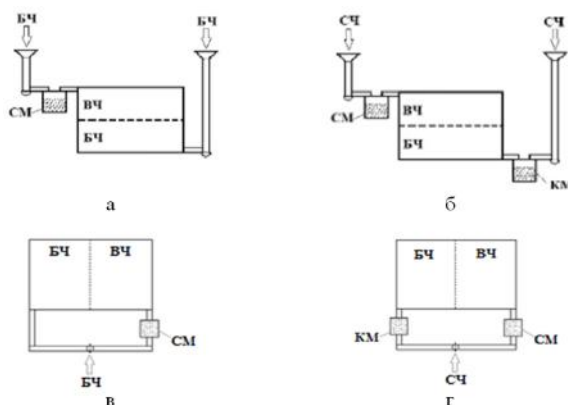
На практиці виробництво чавунних литих деталей з поєднанням таких типів чавунів здійснюється різними методами. Найчастіше – послідовною заливкою ливарної форми різними чавунами через незалежні ливникові системи з паузою між заливаннями; виливанням рідкого залишку одного чавуну з доливанням серцевини іншим чавуном; відцентровим литвом з пошаровим заливанням різними чавунами виливниці, яка обертається, та іншими методами.

Загальними недоліками більшості методів отримання шаруватих литих деталей є необхідність використання спеціального обладнання та виплавляння різних чавунів у двох плавильних агрегатах, що значно ускладнює технологічний процес і збільшує собівартість литва. При цьому потрібна чітка синхронізація процесів виплавляння та розливання різних чавунів.

На кафедрі ливарного виробництва чорних і кольорових металів Національного технічного університету України КПІ (м. Київ), спільно з співробітниками кафедри технології та обладнання ливарного виробництва Донбаської державної машинобудівної академії (м. Краматорськ) запропоновано нові способи отримання шаруватих виливків з диференційованою структурою і властивостями в різних їх частинах (поверхнях).

Способи реалізуються шляхом заливання ливарної форми одним вихідним розплавом через ливникову системи, яка забезпечує підвід розплаву до виливка через живильники з різних сторін (частин, шарів) і передбачає можливість внутрішньоформової обробки модифікувальними добавками розплаву в реакційній камері на шляху руху до порожнини форми (рис.1). Модифікувальна обробка розплаву всередині ливарної форми призводить до зміни структури та властивостей металу в порівнянні з вихідним розплавом, який заливається, та в разі не змішування різних чавунів дозволить отримати диференційовані властивості в окремих зонах або частинах литих деталей.

Моделюванням можливих варіантів вибрано перспективні конструктивно-технологічні варіанти, які передбачають розділення вихідного чавуну, схильного до кристалізації з вибіленням (БЧ) на потоки один з яких заповнює порожнину форми без обробки, а інший піддається сфероїдизувальному модифікуванню в реакційній камері ливарної форми (рис.1, а, в). При використанні в якості вихідного чавуну, схильного до кристалізації з графітизацією (СЧ) потоки розплаву чавуну піддаються сфероїдизувальному та карбідоутворювальному модифікуванню (рис. 1, б, г) [1-5].



БЧ – вибілений чавун, СЧ – сірий чавун, схильний до кристалізації з графітизацією, ВЧ – високоміцний чавун з кулястим графітом, СМ – сфероїдизувальний модифікатор, КМ – карбідоутворювальний модифікатор

Рис 1. Схема технологічних варіантів отримання шаруватих литих деталей з диференційованою структурою та властивостями в різних її частинах (шарах) отриманих шляхом внутрішньоформового модифікування з одного вихідного розплаву

Однак, незважаючи на простоту ідеї в перших лабораторних випробуваннях досліджуваних конструктивно-технологічних варіантах замість очікуваних литих деталей з диференційованою структурою та властивостями в різних шарах всі експериментальні виливки кристалізувалися з монолітною структурою. Гідродинамічне перемішування різних потоків чавунів при заливанні форм і подальше конвективно-дифузійне перерозподілення в рідко-твердому сплаві елементів-модифікаторів з однієї зони в іншу призводило до нівелювання та усереднення структури і властивостей чавуну по всьому об'єму виливка.

Проблему запобігання гідродинамічного перемішування і перерозподілу елементів при отриманні литих деталей за схемами представленими на рисунку 1 в, г усунули установкою в порожнину ливарної форми розділової перегородки з листового оцинкованого заліза. При певному поєднанні товщини перегородки та температури заливання розплаву час розчинення або розплавлення перегородки збігається з часом знаходження чавуну в рідкому та рідко-твердому стані, що забезпечує отримання виливків з диференційованими структурою й властивостями в лівій і правій їх частинах.

При отриманні литих деталей за схемами приведеними на рисунку 1, а, б проблему запобігання гідродинамічного перемішування усували шляхом часової витримки між етапами заливки форми. При певній паузі, достатньої для утворення на поверхні нижнього шару виливка твердої розділової скоринки, гідродинамічний перемішування і дифузійне перерозподіл елементів - модифікаторів запобігається.

В результаті експериментів були отримані виливки, що складаються в лівій (нижній) частині (половинці) з твердого зносостійкого білого чавуну (БЧ) і в правій частині (половинці) – з високоміцного чавуну з кулястим графітом (ВЧ) (рис.2). Різниця в твердості між лівою і правою частинами виливка складала 100...160 НВ. При цьому, як підтверджують експерименти, перегородка повністю не розчиняється, а надійно зварюється з різнорідними чавунами по центру виливка.

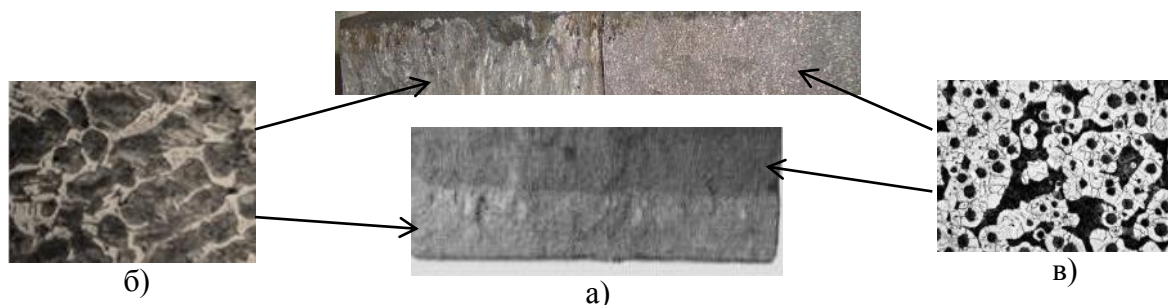


Рис. 2. Колір зламу (а), мікроструктура в лівій (нижній) (б) БЧ і правій (верхній) ВЧ (в) частинах експериментальних литих деталей

Таким чином, в роботі підтверджена можливість реалізації запропонованих способів диференціації структури і властивостей чавуну в локальних частинах або зонах деталей, одержаних з застосуванням технології внутрішньоформового модифікування базового (вихідного) розплаву, виплавленого в одному плавильному агрегаті.

Результати численних лабораторних досліджень свідчать про перспективність застосування запропонованого способу на промислових підприємствах при виготовленні деталей, що працюють в умовах ударно-абразивного зносу замість литих деталей отриманих з високолегованих сталей, а також легованих спеціальних зносостійких чавунів.

Запропонований спосіб дозволяє значно спростити технологічний процес отримання виливків з диференційованими властивостями, скоротити витрату дефіцитних і дорогих легуючих елементів, знизити собівартість литва та не потребує додаткового встановлення плавильних агрегатів або іншого обладнання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Патент №27681 U 2007 07328, B22D27/00. Спосіб виготовлення виливків з диференційованими властивостями / Фесенко М.А., Косячков В.О., Фесенко А.М. – Заявл. 02.07.2007; опубл. 12.11.2007, Бюл.№18, 2007.
2. Патент № 32662 U 2008 00343, B22 D27/00. Спосіб виготовлення виливків з диференційованими структурою і властивостями // Фесенко А. М., Фесенко М. А., Косячков В. О. Заявл. 10.01.2008, опубл. 26.05.2008. Бюл. № 10, 2008 р.
3. Патент № 41383 U 2008 11908, B22 D27/00. Спосіб виготовлення виливків з диференційованими структурою і властивостями // Фесенко А. М., Фесенко М. А., Косячков В. О., Ємельяненко К. В. Заявл. 07.10.2008, опубл. 25.05.2009. Бюл. № 10, 2009 р.
4. Патент № 42477 U 2009 00188, B22D 27/00. Спосіб виготовлення виливків з диференційованими структурою і властивостями // Фесенко А. М., Фесенко М. А., Косячков В. О., Ємельяненко К. В. Заявл. 12.01.2009, опубл. 10.07.2009. Бюл. № 13, 2009 р.
5. Патент № 42795 U 2009 00009, B22D 27/00. Спосіб виготовлення виливків з диференційованими структурою і властивостями // Фесенко М. А., Фесенко А. М., Косячков В. О., Ємельяненко К. В. Заявл. 05.01.2009, опубл. 27.07.2009. Бюл. № 14, 2009 р.