

В. Б. Бубликов, О. П. Нестерук, Ю. Д. Бачинський

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

otdel.vch@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛИТТЯ З ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ В УКРАЇНІ

Високоміцний чавун за темпами збільшення обсягу виробництва і різноманітністю сфер застосування займає лідируючі позиції серед інших литих конструкційних матеріалів. У технологічно розвинених країнах зменшується випуск виливків зі сталі та сірого чавуну, а виготовлення виливків з ВЧ, навіть в періоди криз, щорічно збільшується. Загальний обсяг випуску високоміцного чавуну на сьогодні перевищує випуск сталевих виробів більш ніж у 2,3 рази, а у більшості розвинених країн випуск перевищує випуск сірого чавуну. Високоміцний чавун з кулястим графітом широко застосовується у сучасних конструкціях або в обладнанні для підвищення їх техніко-економічних показників при значно нижчих витратах ресурсів та вартості, в порівнянні зі сталлю. Застосування високоміцного чавуну дозволяє знизити масу литих виробів, збільшити продуктивність, надійність і довговічність машин при економних витратах матеріалів і енергоресурсів.

На даний момент на території України діють два стандарти для високоміцного чавуну – ДСТУ 3925-99 та ДСТУ EN 1563:2019. Існуючі марки високоміцного чавуну з підвищеною пластичністю в стандартах США, Великобританії, Німеччини, України та інших країн мають недостатній рівень показників міцності ($\sigma_B = 350-450$ МПа, $\sigma_{0,2} = 230-320$ МПа). Це значно звужує область застосування високоміцних високопластичних чавунів на залізничному транспорті, в автомобільній, тракторній і інших галузях машинобудування. В зв'язку з цим багатьма провідними фірмами («FIAT», «KSB Pumpen», «British Lyland», «Georg Fischer», «Meehanite») розроблені та застосовуються феритні високоміцні чавуни з комбінацією передбаченого стандартами тимчасового опору під час розтягування $\sigma_B = 500-600$ МПа з відносним видовженням $\delta = 14-10$ %, відповідно.

Широкого застосування набули високоміцні чавуни на залізничному транспорті іноземних країн. Так, фірмою ACO GUSS при загальному випуску чавунного литва 80000 т/рік виготовляються литі деталі для залізничного транспорту, в тому числі корпуси букс із високоміцного чавуну. З цього матеріалу виготовляють також фрикційні

клини для вантажних і пасажирських вагонів, які витримують більше 1,5 млн. км пробігу, лабіринтні кільця, корпуси, кришки підшипників, з'єднувальні головки та кінцевики, які встановлюються на рукави для подачі повітря в гальмівну систему рухомого складу.

Високоміцний чавун за значеннями показників умовної границі плинності, границь витривалості при згинанні та крученні в 1,3-1,7 разів перевершує аналогічні показники вуглецевих сталей та ковкого чавуну за однакових значень тимчасового опору підчас розтягування σ_B . Демпфувальна здатність високоміцного чавуну в 2-3 рази вища, порівняно з конструкційними сталями. Крім того, високоміцний чавун має значно кращі теплофізичні властивості, а його швидкість корозії в атмосфері промислового середовища у 1,5-2 рази менша, в порівнянні зі сталями 25Л, 35Л.

Недостатнє використання високоміцного чавуну є причиною високої металоємності існуючої продукції та її малої конкурентоздатності, у порівнянні з продукцією іноземних фірм. Для подальшого розповсюдження використання високоміцного чавуну в різних галузях промисловості України, необхідно створити нові марки високоміцного чавуну з покращеними механічними властивостями та економічними технологіями виготовлення литих виробів, з можливостями формування в ньому унікальних заданих структур і властивостей. Зокрема, потрібні нові марки високоміцних чавунів перлітного класу з тимчасовим опором під час розривання $\sigma_B = 700-900$ МПа та відносним видовженням δ в межах від 10 % до 5 %.

Одним з перспективних напрямків розвитку технологій одержання високоміцних чавунів підвищеної пластичності є застосування для сфероїдизувального модифікування феросиліцій-магній-кальцієвих лігатур. В реакціях десульфуровання і розкислення чавуну кальцій має вищу термодинамічну активність, ніж магній. Кальцій знижує переохолодження, зумовлене введенням магнію в рідкий чавун, збільшує кількість центрів кристалізації графіту, зменшує схильність тонкостінних виливків до утворення відбілу, знижує лінійну і об'ємну усадку. В результаті підвищення ступеня рафінування розплаву кальцієм і утвореним рідкоплинним шлаком збільшується ефективність процесу модифікування на 25-30 %, що дозволяє зменшити витрату модифікувального сплаву, та підвищуються показники міцності і пластичності.

Розроблення та застосування нових марок високоміцних чавунів з кулястим графітом з підвищеним рівнем механічних та службових властивостей дозволить модернізувати існуючі та створити нові сучасні машини та обладнання меншої метало- та енергоємності, підвищеної надійності, подовжити ресурс їх експлуатації.

М.М. Воробйов, О.І. Пономаренко, Н.С. Євтушенко

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",
Україна, м. Харків

ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКИ БЛОК КАРТЕРА В УМОВИ ДРІБНОСЕРІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

Як показує світовий досвід, удосконалення виробів машинобудування неможливе без істотного підвищення складності, якості, експлуатаційних властивостей, точності та зменшення товщини стінок литих заготовок.

Традиційно вважається, що якість виливків значно вища, отриманих в умовах автоматизованого виробництва на автоматичних лініях формування. Проте в даний час застосування нових прогресивних методів формоутворення та сполучних матеріалів дозволяє отримувати виливки високої якості і в дрібносерійному та одиничному виробництвах [1,2].

Крім того, це стало можливим з використанням сучасних інформаційних технологій та переходом у ливарному виробництві на цифрові та адитивні технології, що особливо важливо для високотехнологічних галузей машинобудування, де характерною є висока складність, точність та вартість лиття.

Саме перебудова традиційних ливарних технологій, застосування сучасних методів одержання ливарних форм та моделей дає можливість скоротити час та витрати на відпрацювання технологій, ливарного оснащення та, як наслідок, підвищити ефективність створення нової продукції в машинобудуванні. Отримання якісних виливків за рахунок використання нових методів та програмних продуктів таких як *SolidWorks* та *LVMFlow* є актуальним завданням ливарного виробництва.

Традиційна технологія отримання виливків виконується за схемою – розробка конструкторської документації, виготовлення промоделі, виготовлення піщаної форми та її заливка металом розплавом. Найбільш трудомісткою частиною цього процесу є виготовлення промоделей відповідно до вимог до майбутнього виливка.

Підготовка виробництва виробу є найважливішим етапом, під час якого визначається можливість його виробництва в умовах конкретного підприємства, тут розробляється 3D-модель майбутнього виробу, виробляється моделювання, доведення технології виробництва, випускається технологічна документація виробу.