

УДК 621.771

ОПТИМІЗАЦІЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ З КУЛЬКОВИМ ГРАФІТОМ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ ЗМІННИХ НАВАНТАЖЕНЬ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР ТА ПИТОМИХ ТИСКІВ

**Автухов А.К. д.т.н., професор, Ковалевський Є.В., Блажко В.Е.
здобувачі ВО**

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто можливість застосування високоміцного чавуну з кулястим графітом у машинобудівництві для виготовлення формуючих інструментів, що працюють в умовах високих змінних температури та питомого тиску. Дослідження хімічного складу та механічних властивостей вказують на переваги використання конкретних складів сплавів для виготовлення виробів з високою термічною витривалістю.

Високоміцний чавун з кулястим графітом є прогресивним литим конструкційним матеріалом, який у порівнянні зі сталлю дозволяє створювати складніші конструкції, забезпечує зниження маси деталей, покращення оброблюваності різанням, підвищення коефіцієнта використання металу. У світовому випуску виливків із різних сплавів частка високоміцного чавуну досягає 30%. У структурі випуску виливків в Україні високоміцний чавун становить лише 4-5 %, що украй негативно впливає на техніко-економічні показники машинобудівної продукції [1].

Застосування виливків із високоміцного чавуну замість заготовок із сталевого лиття, прокату, поковок, гарячих штампувань дозволяє на 15-20 % зменшити масу деталей, у 1,5-5,0 разів підвищити коефіцієнт використання металу, значно знизити трудомісткість та енергоємність продукції..

Одним з основних показників, що регламентують рівень експлуатаційних характеристик формуючих інструментів, що працюють в умовах високих змінних навантажень (температури та питомого тиску) є термічна тріщиностійкість матеріалу. При виконанні роботи цей показник ми розглядали, як той що характеризує можливість використання чавунів з кульковим графітом для виготовлення прокатних валків.

Термічну витривалість матеріалів оцінювали на установці УкрНДІМет [2] в інтервалі температур $20 \rightarrow/\leftarrow 600^{\circ}\text{C}$ (нагрівання індуктором, охолодження водою) при жорсткому затисканні зразків. Установка дозволяє автоматично проводити нагрівання та охолодження зразка за заданим режимом, а також фіксувати кількість термоциклів до його руйнування. Як критерій термічної витривалості приймали число циклів до руйнування зразка. Час циклу складав 35 с.

Для оптимізація методів виробництва чавунних виливків з кульковим графітом з попередньо заданими характеристиками в литому стані та визначення ролі структурного фактора у зародженні та розвитку тріщин при термоциклічних

навантаженнях, було проведено дослідження з вивчення експлуатаційних властивостей чавунів із кулястим графітом.

Заходи щодо оптимізації методів виробництва чавунних виливок з кулястим графітом можуть включати в себе застосування спеціальних ливарних технологій, які дозволяють контролювати структуру матеріалу під час зливання. Це може включати використання різних методів ливлення, таких як вакуумне ливлення або ливлення під високим тиском, для забезпечення однорідності кулястого графіту у всій виливці. Також можуть використовуватися спеціальні сплави та добавки для досягнення певних характеристик матеріалу, таких як підвищена міцність чи термічна витривалість. Дослідження різних методів виробництва може допомогти знайти оптимальний спосіб отримання чавунних виробів з необхідними властивостями.

Виконані в роботі дослідження включали аналіз дев'яти різних складів сплавів для чавунних виробів з кулястим графітом. Хімічний склад сплавів варіювався у наступних межах: вміст вуглецю (C) коливався між 3,43% та 3,81%, кремнію (Si) - від 2,19% до 2,29%, магнію (Mg) - від 0,15% до 0,32%, нікелю (Ni) - від 1,78% до 2,93%, хрому (Cr) - від 0,10% до 0,44%, молібдену (Mo) - від 0,03% до 0,65%, міді (Cu) - від 1,3% до 2,9%, та церію (Ce) - 0,04%. Проведений аналіз дозволив встановити оптимальні співвідношення складових для досягнення необхідних властивостей чавунних виробів з кулястим графітом, таких як міцність та термічна витривалість.

Аналіз механічних властивостей чавунів в литому стані засвідчив, що серед досліджених матеріалів для виготовлення валків найбільш придатні високоміцні чавуни наступного хімічного складу C – 3,53-3,78%, Si – 2,20-2,23%, Mg – 0,19-0,28%, Ni – 1,98-2,83%, Cr – 0,10-0,33%, Mo – 0,03 - 0,5%, Cu – 1,5-2,6%, Ce – 0,04%, що володіють достатнім рівнем експлуатаційних і властивостей міцності ($B_v = 820-850$ МПа, $B_i = 880-910$ МПа, $K_C = 6,7-8$, $MДж/м^2$, $HSD = 46-49$; термічна витривалість цих чавунів $N_{ц} = 2080-2400$).

Список використаних джерел

1. Klimenko S. I. Sostoyaniye liteynogo proizvodstva v Ukraine i perspektivy yego razvitiya // *Liteynoye proizvodstvo*. – 2008. – № 5. – s. 37-38.
2. Maslov A.A. Ustanovka dlya ispytaniy metallov v usloviyakh teplosmen // *Zavodskaya laboratoriya*. - 1978. - T 44. - № 5. - S. 622-623.