

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***X Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
116-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***23-24 лютого 2023 року
м. Київ***

УДК 669.14.018.25:620.18:539.374

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ СПОСОБІВ ВИГОТОВЛЕННЯ БІМЕТАЛЕВИХ ВИЛИВКІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА

Є. Г. АФТАНДІЛЯНЦ, доктор технічних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: aftyev@yahoo.com

Із багатьох існуючих методів отримання біметалевих виливків можна виділити чотири основні групи процесів, найбільш поширених у практиці ливарного виробництва, які характеризуються загальними технологічними прийомами:

- одночасне або послідовне заливання рідких сплавів в форму з відокремлюючою перегородкою;
- послідовне заливання в форму рідких сплавів;
- наморожування металу із розплаву на тверду заготовку;
- заливання рідкого металу на тверду заготовку, попередньо розташовану в ливарній формі.

Зазначені групи методів відрізняються температурними режимами процесів, характером підготовки металів, що з'єднуються, складом захисного середовища та покриттів, впливом на процес електромагнітних полів, вібрації, ультразвуку та інше. Для всіх розглянутих вище способів отримання біметалевих виливків на основі заліза з деякими припущеннями можна запропонувати класифікацію, наведену на рис. 1

УДК 669.14.018.25:620.18:539.374

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ БІМЕТАЛЕВИХ ПАР ДЛЯ РОБОТИ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ТА УДАРНО-АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ

Є. Г. АФТАНДІЛЯНЦ, доктор технічних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: aftyev@yahoo.com

Високі вимоги, що висуваються до біметалевих виливків, обумовлюють необхідність визначення оптимального хімічного складу сплавів робочого шару і металу - основи, що забезпечує необхідні властивості відповідно до умов експлуатації та видів зношування. Одною з основних вимог до структури зносостійких сплавів є гетерогенність, яка дозволяє отримувати заданий комплекс властивостей. Оскільки більш м'які складові в процесі тертя

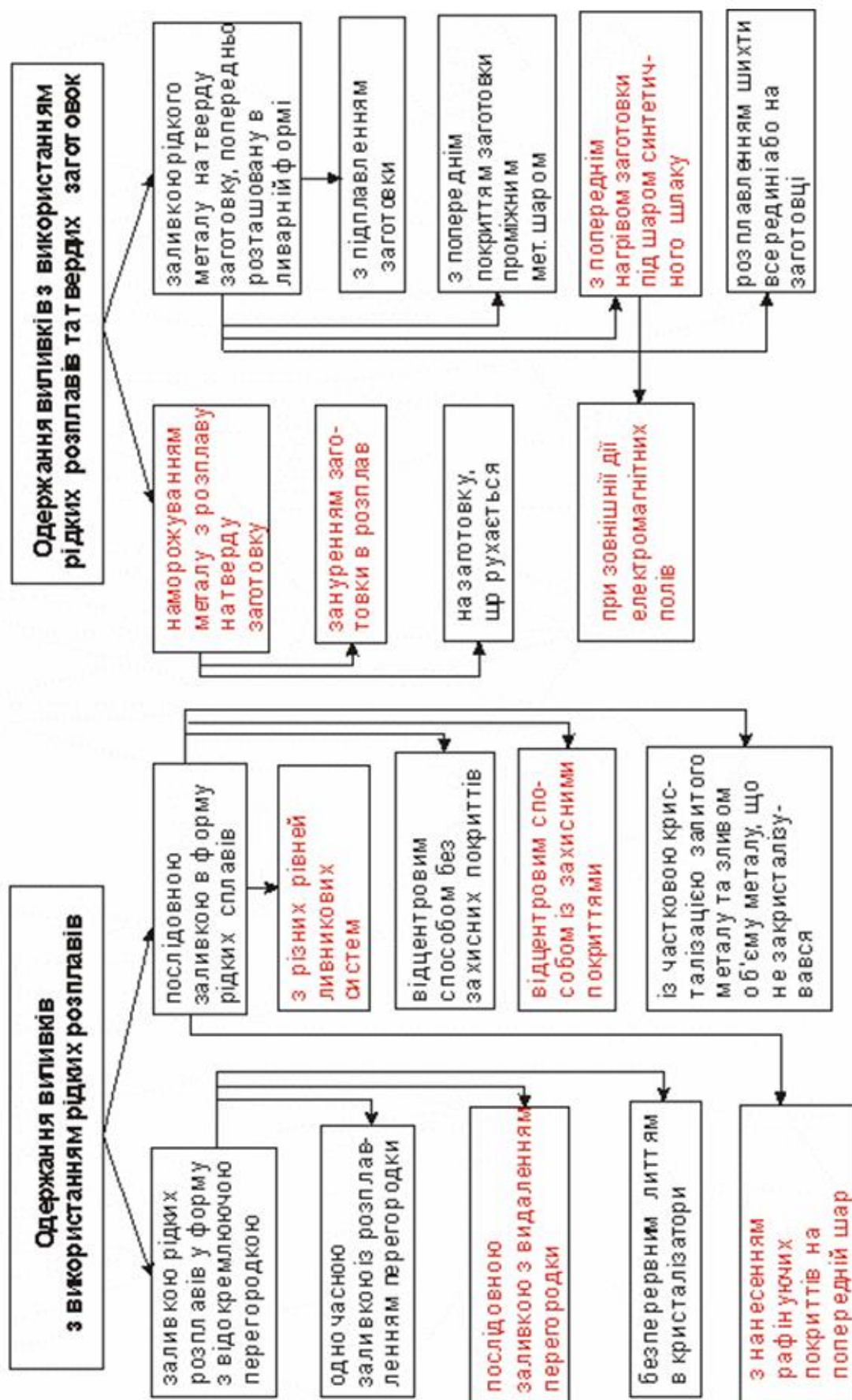


Рис. 1. Класифікація способів отримання біметалевих випливів на основі заліза

зношуються сильніше, питоме навантаження збільшується на більш зносостійкі фази структурних складових і зменшується на менш зносостійкі. Основний внесок у опір матеріалу зношуванню роблять більш тверді складові – карбіди. Для виготовлення деталей, які працюють в умовах інтенсивного абразивного та ударно-абразивного зношування, найбільш широко використовуються комплекснолеговані білі чавуни. Легуючі елементи значною мірою визначають тип карбідів і металеву основу білих чавунів. Одним з основних легуючих елементів білих чавунів є хром. Вміст хрому в білих чавунах більше 10% призводить до утворення в їх структурі первинного карбіду тригонального типу $(Cr, Fe)_7C_3$. Карбіди Me_7C_3 більш тверді та дисперсні ніж Me_3C , що забезпечує чавунам з карбідами першого типу більш високу зносостійкість і міцність по зрівнянню з перлітними та ледебуритними чавунами. Мікротвердість карбідів Me_7C_3 значно перевищує мікротвердість цементиту. Максимальну зносостійкість мають білі чавуни з 12-24% хрому.

Найбільш високі значення механічних властивостей і зносостійкості чавуну визначаються оптимальним співвідношенням у ньому вмісту хрому та вуглецю, які формують карбідну фазу. Найбільш високі властивості мають доевтектичні та евтектичні чавуни. В заевтектичних чавунах при кристалізації утворюються крупні голкоподібні карбіди $Me_{23}C_6$, які знижують зносостійкість і особливо міцність виливків. Тому хімічний склад чавуну необхідно підбирати таким чином, щоб він не був заевтектичним. Максимуму зносостійкості хромистих чавунів відповідає щільна евтектична структура з максимальною кількістю карбідів. При вмісті в чавунах 12-20% хрому сплави стають заевтектичними при концентрації вуглецю більш 3,5%, а при 25-30% хрому – більш 2,6%.

Збільшення розмірів карбідів призводить до зниження зносостійкості. При однаковій кількості карбідів чавун з карбідами пластинчатої та скелетоподібної форми має більшу зносостійкість, ніж з кулястими карбідами. Карбіди в процесі зношування не повинні викришуватися, тобто кількість та властивості більш м'якої і менш зносостійкої складової повинні забезпечувати надійне утримання карбідів. Оптимальний тип структури металевої основи залежить від величин питомого тиску та ударних навантажень. При низьких питомих тисках, коли характер зносу наближається до ерозії, максимальну зносостійкість має мартенситна металева основа, твердість якої наближається до твердості карбідів (10000 – 11500 МПа). При високих питомих тисках і ударних навантаженнях доцільна аустенітна металева основа. Таким чином, металева основа білих чавунів повинна бути достатньо міцною, щоб не руйнуватися при прикладанні навантажень, зносостійкою, щоб чинити опір стиранню, та достатньо в'язкою, щоб перешкодити викришуванню карбідів. Найбільш оптимальною в цьому відношенні є аустеніто - мартенситна металева основа, оскільки мартенсит надає значний опір зношуванню, а аустеніт перешкоджає викришуванню карбідів.

Присутність в структурі металевої основи навіть невеликої кількості м'яких продуктів розпаду аустеніту різко знижує зносостійкість чавуну.

Подавлення перлітного перетворення пов'язано з додатковим легуванням чавуну та проведенням термічної обробки. Для зносостійких легованих чавунів недостатня прогартованість будь-якого перерізу означає і недостатньо високу твердість на поверхні та всередині виливки. При недостатній прогартованості неможливо забезпечити необхідну структуру металевої основи чавуну і, як наслідок, високу зносостійкість. Тому прогартованість необхідно розглядати як одне з основних властивостей, що визначає зносостійкість білих чавунів.

При збільшенні вмісту вуглецю прогартованість чавуну знижується, що пов'язано з збідненням твердого розчину хромом і молібденом внаслідок утворення карбідів. Молібден підвищує зносостійкість чавунів не тільки завдяки подавленню перлітного перетворення, тобто підвищенню прогартованості, але й в результаті подрібнення карбідів Me_7C_3 , які у високохромистих чавунах без молібдену звичайно бувають крупними. Крім цього, молібден підвищує корозійну стійкість хромистих чавунів при його вмісті до 2%. Для отримання високої зносостійкості вміст молібдену в хромистих чавунах (12-20% Cr) не повинен перевищувати 1,5 – 2,5%. Збільшення вмісту кремнію знижує прогартованість. Тому для забезпечення задовільної прогартованості та високої зносостійкості білих чавунів, а також для уникнення графітоутворення вміст кремнію не повинен перевищувати 0,7-1,0%. Марганець застосовують як активний стабілізатор аустеніту і порівняно недорогий легуючий елемент. При концентрації в хромистих чавунах 4,8-5,2% марганцю забезпечується достатньо висока твердість та зносостійкість. В структурі металевої основи при такому вмісті марганцю переважає мартенсит. При концентрації марганцю вище 5,6% в результаті зниження мартенситної точки металева основа містить значну кількість залишкового аустеніту, що викликає зменшення зносостійкості. Для отримання максимальної зносостійкості вміст марганцю в хромистих чавунах має знаходитися в межах 3,5-4,0%. Максимальне підвищення прогартованості високохромистого чавуну досягається при сумісному його легуванні марганцем і молібденом. При відсутності марганцю практично весь молібден зв'язаний у карбіди і лише невелика його частина розчиняється в аустеніті, перешкоджаючи перлітному розпаду при термічній обробці. Введення одночасно з молібденом марганцю призводить до збагачення молібденом твердого розчину, що гальмує перлітне перетворення. Марганець не впливає на мікротвердість карбідів і мартенситу. Надмірне підвищення вмісту марганцю призводить до зменшення кількості карбідів із-за підвищеної граничної розчинності вуглецю в аустеніті і, як наслідок, зниження зносостійкості. Марганець, входячі в карбідну фазу, витискує з неї хром і таким чином підвищує стійкість легованої матриці. Нікель є одним з основних елементів, які вводять у білі зносостійкі чавуни для подавлення перлітного перетворення.

До матеріалу металу-основи пред'являються підвищені вимоги до механічних властивостей (границя міцності, границя плинності, ударна в'язкість та ін.). В якості матеріалу металу-основи найбільш доцільно використовувати низьколеговані (до 2-3% легуючих елементів)

хромомарганцовисті, хромомолібденові та інші сталі, які поряд з високими механічними властивостями мають підвищені показники зносостійкості.

При збільшенні вмісту вуглецю підвищуються твердість і міцність та зменшуються пластичність і в'язкість. Марганець підвищує зносостійкість сталі. Крім цього, марганець та кремній розчиняються у фериті і підвищують його твердість та міцність. Молібден суттєво збільшує міцність сталі, зміцнюючи феритну основу і підвищуючи дисперсність структури, а також знижує схильність сталі до відпускнуї крихкості. Хром підвищує зносостійкість та міцність сталей. Нікель підвищує міцність сталі при одночасному збільшенні пластичності та в'язкості, зменшує чутливість до концентраторів напружень та знижує температуру порогу холодноламкості. Легування сталей невеликою кількістю титану, ванадію, ніобію (0,05-0,15%) подрібнює зерно, що знижує поріг холодноламкості та чутливість до концентраторів напружень. При більшому вмісті цих елементів опір сталі крихкому руйнуванню зменшується внаслідок виділення великої кількості карбідів по границях зерен.

У випадках, коли метал-основа виконує переважно технологічні функції (основа для кріплення до корпусу, конструктивним елементам обладнання та інше) доцільно використовувати низьковуглецеві сталі, які мають високі показники пластичних властивостей, ударної в'язкості, опору утомленості, надійну зварюваність, низький поріг холодноламкості. Відсутність значних ударних навантажень дозволяє використовувати в якості металу-основи середьовуглецеві сталі, які по зрівнянню з низьковуглецевими мають більш високу міцність при більш низькій пластичності. В умовах підвищених вібрацій та ударно-динамічних навантажень у якості металу-основи раціонально використовувати матеріали, що мають високі демпфіруючі властивості.

УДК 621.78

УТВОРЕННЯ ОКСИДІВ НА МІЖФАЗНИХ ПОВЕРХНЯХ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ

Є. Г. АФТАНДІЛЯНЦ, доктор технічних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: aftyev@yahoo.com

На поверхні вуглецевих сталей 25 Л, 30 Л, і 45 Л під дією кисня повітря можливо окислення заліза, вуглецю, кремнію, марганцю, хрому, сірки та фосфору. Можливі також реакції взаємодії заліза та марганцю із сіркою з утворенням сульфідів заліза і марганцю:

