

Іванова Л.Х., Колотило Є.В., Білий О.П., Хрінік Є.В.

(УДУНТ, м. Дніпро)

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИЛИВКІВ ДРОБИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

E-mail: baplitvo@gmail.com

Постановка проблеми та стан питання. При виробництві високомарганцевої сталі [1] доводиться вирішувати ряд моментів, які негативно впливають як на технологічні, ливарні, так і експлуатаційні властивості виливків: а) при експлуатації сталі 110Г13Л в умовах високих абразивних і низьких динамічних навантажень не встигає утворитися зміцнений поверхневий шар до швидкого виходу деталей із ладу; б) високий вміст фосфору, що вноситься в сталь із середньо- та високовуглецевим феромарганцем, і як наслідок – виділення фосфідної евтектики по межах зерен; в) виділення карбідів за межами зерен; г) високий вміст у металі газів та неметалевих вкраплень за високого вмісту закису марганцю в шлаку; д) схильність до зростання дендритів за високої температури заливання тощо.

Склад високомарганцевої сталі коливається у межах: вуглець від 1,0 % до 1,4 %; кремній від 0,4 % до 1,0 %; марганець від 10,0 % до 14,0 %; фосфор від 0,08 % до 0,12 %; сірка від 0,02 % до 0,04 %. Середній, найкращий склад сталі для фасонних виливків: 1,25 % C; 0,8 % Si; 12,5 % Mn; P < 0,10 %; S < 0,02 %. У цьому складі оптимальним є відношення Mn/C, що дорівнює 10. Високий вміст вуглецю в сталі одержується автоматично, при присадці звичайного доменного феромарганця, в якому відношення Mn/C дещо вище 10 (80 % Mn і 7% C). Вміст кремнію визначається як розкислювач і частково як заспокійлювач. Незважаючи на високий вміст марганцю в сталі, її необхідно розкислювати, маючи на увазі й відоме відновлення MnO. Встановлено, що при присадці кремнію від 0,6 % до 1,0 % замість звичайних 0,25...0,45% одержуються вищі властивості сталі через її очищення, спливання легкоплавких силікатів марганцю. Вміст фосфору зазвичай не вдається мати нижче за 0,08 % (іноді 0,06 %). Фосфор вводиться в сталь феромарганцем, який містить фосфору від 0,3 % до 0,4 %. Видалити фосфор у

процесі плавлення звичайними методами (залізо-вапняними шлаками) не можна, оскільки одночасно окислюватиметься марганець. Невеликого зниження вмісту фосфору можна досягти введенням піролюзиту в шлак після добавки феромарганцю. Незважаючи на високий вміст вуглецю, фосфор до 0,12 % мало впливає на зниження пластичності сталі, оскільки він знаходиться у твердому розчині всередині аустенітного зерна. Тільки за вмісту $P > 0,12 \%$, коли вільні складні фосфіди можуть бути вже у межах зернин, з'являється значна крихкість як за нормальних, так і за високих температур. Низький вміст сірки в 0,02 % часто одержується також автоматично, завдяки високому вмісту марганцю в сталі, тому при плавленні високомарганцевої сталі зазвичай не проводяться якісь спеціальні заходи щодо десульфурзації сталі в печі під шлаками.

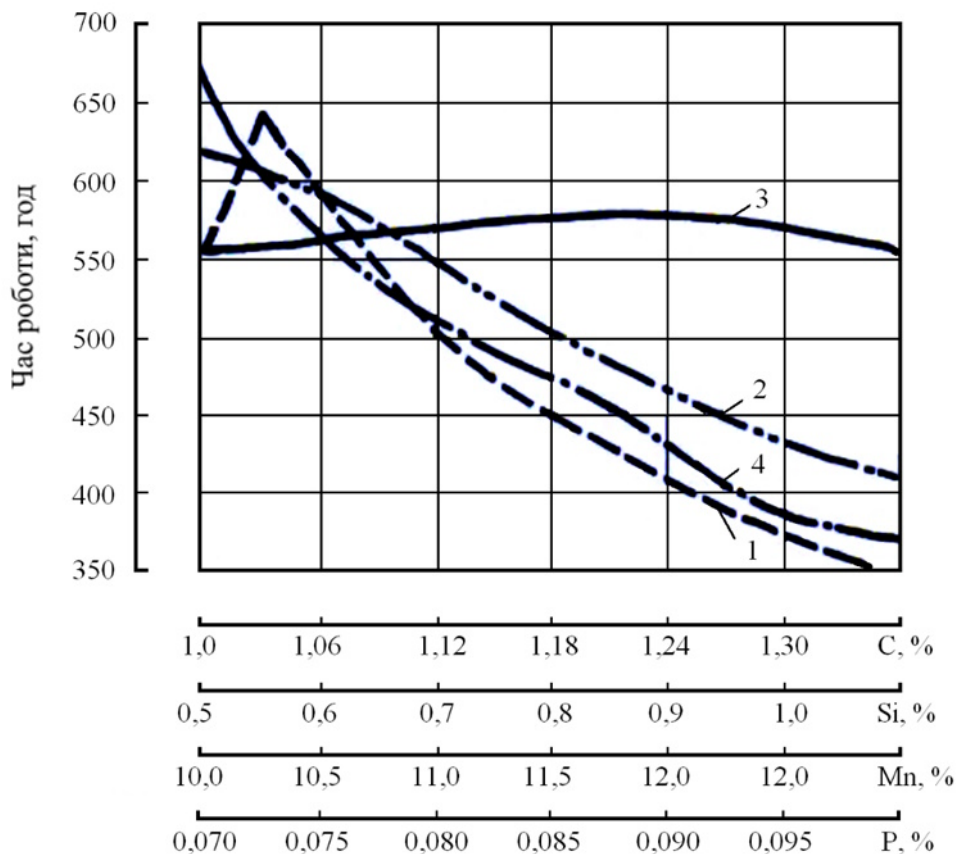
Залежно від умов роботи деталей із сталі 110Г13Л, до її хімічного складу та механічних властивостей, а також до способів виробництва пред'являються різні вимоги. Однак широкі межі концентрацій вуглецю і марганцю за інших рівних умов не гарантують сталості властивостей навіть для деталей того самого призначення.

Відомо, що модифікування та легування є одними з найважливіших засобів підвищення надійності та довговічності литих деталей. Під модифікуванням розуміється процес регулювання первинної кристалізації сталі, зміни ступеню дисперсності фаз, що кристалізуються, шляхом введення в розплав малих добавок окремих елементів або їх сполук. Вплив хімічного складу та деяких легувальних елементів досліджували автори [1]–[2].

Метою роботи було дослідження впливу основних хімічних елементів, що входять у високомарганцеву сталь, а також хрому на її механічні та експлуатаційні властивості.

Уточнення хімічного складу системи C-Mn-Si-P здійснювали за допомогою активного експерименту. При проведенні дослідів була реалізована напіврепліка від повного факторного експерименту 24. За результатами механічних та експлуатаційних випробувань досліджуваних варіантів сталі, було обчислено коефіцієнти рівнянь регресії та перевірено математичну модель на адекватність.

Аналіз абсолютних значень, довірчих інтервалів значущості та знаків коефіцієнтів рівнянь регресії показав, що з усіх елементів складу найбільший вплив на властивості сталі та стійкість дробильного обладнання (броні конусних дробарок) надавали вуглець та фосфор. За цього вплив фосфору на властивості сталі був у 5 разів сильніший, ніж вуглецю. Вуглець дещо підвищував міцність сталі, але різко знижував пластичність. Марганець, в досліджуваних межах, трохи підвищував міцність і пластичність. Підвищення вмісту кремнію знижувало зносостійкість виливків за допомогою зниження рівня механічних властивостей сталі. Отримані залежності підтверджені багаторічною практикою експлуатації виливків дробильного обладнання (рис.1).



1 – вуглець; 2 – кремній; 3 – марганець; 4 – фосфор

Рис. 1. Вплив основних хімічних елементів високомарганцевої сталі на стійкість бронь дробильного обладнання

З розрахунків випливає, що, знизивши вміст фосфору з 0,07...0,10 % до 0,02...0,05 %, можна підвищити пластичність, в'язкість і зносостійкість сталі на 40...50 %. Вплив фосфору може посилюватися або послаблюватися залежно від вмісту вуглецю в сталі. За високих концентрацій вуглецю фосфор більш небезпечний, ніж за низьких. Дослідження показали, що для важко навантажених виливків вміст вуглецю в сталі повинен обиратися залежно від вмісту фосфору: $C = 1,27 - 2,7 P$.

З метою підвищення зносостійкості литих бронів конусних дробарок застосовували легування сталі хромом у кількості 0,5...1,2 %. За таких концентрацій хрому низькофосфориста сталь при оптимальному вмісті вуглецю (1,2...1,3 %) має досить високу в'язкість і зносостійкість. Підвищення зносостійкості сталі з хромом викликано появою в аустенітній матриці хромистих карбідів, що мають високу твердість і міцність. За термічного оброблення частина карбідів розчиняється та зміцнює високомарганцевий аустеніт. Карбіди, що залишилися, подрібнюються та при експлуатації сприяють зміцненню металу за рахунок створення навколо них заблокованих скупчень дислокацій. Міцність металу за цього підвищується, пластичність і в'язкість дещо знижуються, але залишаються на рівні, що перевищує характеристики звичайної високомарганцевої сталі і забезпечують нормальну експлуатацію бронів без поломок і підвищення зносостійкості в середньому на 15...20 %.

Висновок. У сталевих виливках дробильного обладнання вміст вуглецю пов'язаний з вмістом фосфору. Додаткове легування хромом високомарганцевої сталі сприяє підвищенню механічних властивостей і зносостійкості виливків.

Література:

1. Виробництво виливків із спеціальних сталей / О.П. Макаревич, Г.Є. Федоров, Є.О. Платонов.– К.: НТУУ «КПІ», 2005. – 712 с.
2. Зимокос Г.Н. Свойства высокомарганцевой стали в отливках броней конусных дробилок / Г.Н. Зимокос, Л.А. Адаменко, Л.Х. Иванова // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць.– 2011.– №5. – С.168–172.