

повністю контролюється ступенем розчинення нітридів ванадію в аустеніті, а оптимальна температура аустенітизації таких сталей повинна бути не нижче температури повного розчинення нітридів ванадію на 110°C.

В заключенні необхідно відзначити, що механічні властивості нормалізованих конструкційних сталей з феррито-перлітною структурою, з коефіцієнтом кореляції від 0,759 до 0,924 і похибкою від 8,3 до 17,8%, залежать від ступеня легування аустеніту і вмісту в ньому нітридванадієвої фази, вмісту вуглецю, температури закінчення розпаду пересиченого твердого розчину і кількості карбідної і нітридванадієвої фаз, що виділилися.

УДК 622.276.6

А. С. Барсук

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

ВПЛИВ СКЛАДУ ЧАВУНУ ДЛЯ ЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ТЕРТЯ, НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ

Об'єктом дослідження був доевтектичний чавун, легований титаном для лопаток змішувачів, що працюють в умовах абразивного тертя.

При виборі матеріалу для лопаток та технології його виготовлення важливо вирішувати завдання підбору хімічного складу, що забезпечує задані властивості. При виборі як матеріал чавуну його легують елементами, що забезпечують процеси карбідоутворення, наприклад ванадієм у поєднанні з марганцем, хромом і нікелем [1, 2] або титаном і бором [3, 4]. Такі елементи по-різному впливають на структуру та властивості залежно від абсолютного значення концентрацій елементів та їх співвідношень, дозволяючи отримувати чавуни різних марок, варіюючи цими величинами.

При виборі як матеріал сталі, важливо забезпечити високі поверхневі властивості, на відміну від чавуну, де важливі властивості за обсягом. Це забезпечується технологіями азотування [5] або борування [6], що забезпечують високу поверхневу твердість та задану глибину дифузійного шару.

Виходячи з міркувань вартості і металургійної складності виготовлення, кращим є чавун, структура якого повинна забезпечувати високу стійкість до стирання, для чого вона повинна включати карбіди елементів різної складності.

На основі результатів чисельного моделювання показано, що застосування титану в чавуні, основною вимогою якого є висока зносостійкість, дозволяє значно підвищити коефіцієнт зносостійкості в порівнянні з білим нелегованим чавуном. Так, застосування Ti у кількості 0.28% забезпечує збільшення коефіцієнта зносостійкості на 78–98% залежно від вмісту вуглецю та вуглецевого еквівалента чавуну. Легування сплаву титаном у кількості 1.61% забезпечує максимально можливе значення коефіцієнта зносостійкості (K_{wrmax} 12%). Проте подальше збільшення вмісту титану рівня $Ti=2.94\%$ демонструє зворотну тенденцію – величина K_{wr} зменшиться до значення $K_{wrmax}\approx(7-9)\%$. Причому, починаючи зі значення Ti 1.61%, кількість вуглецю в сплаві та його вуглецевий еквівалент практично не впливають на характер залежності $K_{wr} = f(Ti)$. При цьому чисельні значення коефіцієнта зносостійкості при тому самому вмісті титану в сплаві практично збігаються. Оптимальним і рекомендованим хімічним складом чавуну, що забезпечує максимум коефіцієнта зносостійкості, є: $C=2.68\%$, $Ti=1.61\%$, і вміст кремнію в функції марганцю, що описується лінійним рівнянням виду $Si=a_0+a_1Mn$, в якому $a_0 = 1.2$, $a_1 = 0.1$.

Отримані результати можуть бути використані в промислових підприємствах, оснащених ливарними цехами чавунного литва, конструкторами, що вибирають матеріали для виготовлення деталей машин, схильних до інтенсивного тертя за умовами експлуатації. Такі деталі знаходять застосування в змішувальних установках різного типу, що застосовуються переважно у дорожньому будівництві, будівництві та сільському господарстві, а також в ливарному виробництві при виготовленні формувальних чи стрижневих сумішей.

Список літератури

1. Frolova, L., Barsuk, A., Nikolaiev, D. (2022). Revealing the significance of the influence of vanadium on the mechanical properties of cast iron for castings for machine-building purpose. *Technology Audit and Production Reserves*, 4 (1 (66)), 6–10. doi: <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.263428>
2. Demin, D. A. Change in cast iron's chemical composition in inoculation with a Si-V-Mn master alloy [Text] / D. A. Demin // *Litejnoe Proizvodstvo*. – 1998. – Vol. 6. – P. 35.
3. Kontorov, B. M., Kunin, N. M. (1960). *Iznosostoykie belye chuguny, legirovaniy borom i titanom*. Liteynoe proizvodstvo, 4.

4. Emelyushin, A. N. (2000). Vliyanie titana i bora na iznosostoykost' chuguna prednaznachennogo dlya mehanicheskoy obrabotki nemetallicheskih materialov instrumenta iz hromistyh chugunov. Izvestiya vysshih uchebnyh zavedeniy. Chernaya metallurgiya, 2, 28–29.

5. Mohanad, M. K., Kostyk, V., Domin, D., & Kostyk, K. (2016). Modeling of the case depth and surface hardness of steel during ion nitriding. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(5(80)), 45–49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.65454>

6. Kostyk, K. O. Development of the high-speed boriding technology of alloy steel [Text] / K. O. Kostyk // *Eastern-European Journal of Enterprise Technology*. – 2015. – Vol. 6, Issue 11 (78). – P. 8–15. doi: 10.15587/1729-4061.2015.55015

УДК 669.715:536.46:539.24/.27;669.788

В. І. Белік, А. Г. Пригунова, М. В. Кошелєв, А. Г. Вернідуб

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

e-mail: belikv@ukr.net

ВПЛИВ ВОДНЕВОГО ОБРОБЛЕННЯ АЛЮМІНІЙ-КРЕМНІЄВОГО СПЛАВУ НА ФОРМОУТВОРЕННЯ ТА РОЗМІР ПЕРВИННИХ КРИСТАЛІВ КРЕМНІЮ

Згідно з сучасними уявленнями водень може позитивно впливати на властивості алюмінієвих сплавів. Так, багатьма дослідженнями встановлено, що водневе оброблення (ВО) сприяє подрібненню кристалів первинного кремнію в силумінах заевтектичного складу [1,2,3]. Такий ефект спостерігався при різних методах ВО, у тому числі - зануренні вологого азбесту в розплав [1], витримці розплаву в атмосфері водяної пари [2], введенні водню разом з електролітично наводненою шихтою [3]. Вплив водню посилюється при збільшенні його вмісту в розплаві, що твердне. Цьому сприяють більш тривалий термін газонасичення [4] та швидкісне охолодження розплаву в формі. В роботах [2,3,4,] останнє змінювалося в діапазоні від 0,04 °C/c до 70 °C/c. Проте, аналізуючи дію ВО на розмір первинних кристалів кремнію, поза увагою дослідників залишився такий важливий чинник, як форми їх росту. Тому метою даної роботи є визначення дії водневого оброблення та швидкості тверднення розплаву на розмір і морфологію кристалів первинного кремнію в заевтектичних силумінах.

Дослідження проведено на бінарному сплаві Al - 19 % Si. Водневе оброблення розплаву здійснювали продуванням паром. Для цього у заливний ківш з розплавом