

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ З ЧАВУНУ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглядаються сучасні способи підвищення механічних властивостей чавунів шляхом створення бейнітної структури матриці через модифікування та термообробку.

Ключові слова: бейнітний чавун, графіт, гартування, аустеніт, модифікатор.

Вступ

Чавун з бейнітною матрицею за комплексом властивостей є конкурентоспроможним по відношенню до сталевих виробів у багатьох галузях народного господарства, особливо в швидкозношуваних конструкціях. Але процес отримання таких матеріалів виявився більш складним, ніж у випадку звичайних чавунів. Технологія виготовлення виливків з необхідними службовими характеристиками вимагає врахування багатьох факторів, здатних впливати на процес структуроутворення бейніту і залишкового аустеніту. Критерієм доцільності їх застосування є відносні затрати на одиницю виробленої продукції. Одна з привабливих областей використання бейнітних чавунів – це змінні знаряддя (лапи культиваторів та ін.) обробки ґрунту у сільськогосподарській техніці.

Результати досліджень

Бейнітний чавун слід розглядати як складний матеріалознавчий об'єкт, кінцева структура та властивості якого залежать від легувального комплексу та технологічних операцій на різних етапах виготовлення виробів. У світовій практиці знайшли застосування бейнітні чавуни з різними видами графітних включень: пластинчасті (сірі, найбільш дешеві чавуни), з дрібнозернистим компактним графітом, вермикулярні, кулясті (найдорожчі). Собівартість визначається складністю технологічного процесу та застосованими легувальними добавками та модифікаторами. Заслужують на увагу технології, що дозволяють досягти найкращого співвідношення якості/вартість. У склад модифікатора КМК1, розробленого в ІПМ НАН України, який використовується для модифікування високоміцного чавуну з кулястим графітом, входять: Mg, SiCa, Al, SiBa, Fe, рефтокон, рідкоземельні матеріали. При цьому для збереження оптимальних ливарних властивостей і міцності базовий чавун має склад: 3,2-3,4% C; 1,4-1,6% Si; 0,2-0,3% Mn; 0,18% Mo; 0,3% Cu; 0,4% Ni; Cr<0,02%; P<0,02%; S<0,02% інше Fe. Такий склад забезпечує високі фізико-механічні характеристики та зносостійкість деталей. Але його вартість та складність технологічних процесів залишаються високими.

Структура отриманого чавуну складається з перліто-феритної матриці і кулястого графіту, при цьому ступінь сфероїдизації графіту становить 90-93%. Модифікатор КМК1 добре засвоюється, проявляє стабільну дію і забезпечує отримання бейнітних чавунів без відбілювання.

Механічні властивості чавуну в литому стані: межа міцності $\sigma_b = 641$ МПа, відносне видовження $\delta = 4,4\%$, твердість 2100 МПа.

Основну роль у виробництві литих деталей з бейнітних чавунів з використанням порошкових модифікаторів відіграють режими термічної обробки, які впливають на процес утворення бейніту і залишкового аустеніту. Результати досліджень показали, що оптимальна температура аустенізації – 890 ± 10 °С, оскільки при цій температурі відбувається перехід фериту в аустеніт. При цьому структура чавуну складається з аустеніту, слідів фериту і кулястого графіту. Після ізотермічного гартування при температурах 310 і 350 °С основу металевої матриці складає бейніт (до 75%), залишковий аустеніт і кулястий графіт. Результати випробувань показали, що твердість

дещо знижується при підвищенні температури гартування, а пластичність, ударна в'язкість та тріщиностійкість незначно зростають. Підвищення температури гартування необхідно для деталей, які працюють з ударними навантаженнями [1].

Для отримання кулястої форми графіту можливе модифікування з ЖНМГЦ лігатурою [2]. Кількість лігатури з магнієм складає 1% від маси розплавленого чавуну. Разом з лігатурою додають феросиліцій марки ФС75, як графітизувальний модифікатор, а також фтористий кальцій – як рафінувальну добавку. Склад чавуну перед модифікуванням: 3,3-3,6% С; 2,3-2,7% Si; 0,3-0,5% Mn; P<0,1%; S<0,02% інше Fe. Такий модифікатор дозволяє стабільно забезпечувати високі показники сфероїдизації графіту. Отримана структура складається з 80% фериту і 20% перліту.

Економним способом гартування сірих чавунів на бейніт з вмістом кремнію більше 2% є режим [3,4,5]: нагрівання до температури 850-900 °С з витримкою 0,5-1 години відповідно та подальша короткочасна витримка в холодній воді або розчині NaCl, швидке перенесення у киплячу воду і одразу ж у повітряну піч із температурою ізотермічного розпаду аустеніту, подальше охолодження на повітрі. Межа міцності чавуну після гартування зростає з 180 до 250 МПа. В залежності від температури і тривалості ізотермічного гартування отримують твердість до 3110 МПа [3].

Висновки

1. Використання технологій отримання чавунів з бейнітною матрицею підвищує зносостійкість деталей в умовах абразивного зношування порівняно з сталевими штампованими.
2. Стійкість лап культиваторів, виготовлених за технологією з використанням порошкового модифікатора КМК1 в 5-7 разів вище в порівнянні з аналогами зі сталі 65Г. Така технологія дозволяє отримати чавуни з високими механічними властивостями, але є високовартісною.
3. Гартування на бейніт сірих чавунів дозволяє підняти їх марку та відповідні властивості мінімум на два пункти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гогаев К. А. Технология производства деталей из бейнитного чугуна с шаровидным графитом для почвообрабатывающей сельхозтехники / К. А. Гогаев, Ю. Н. Подрезов, С. М. Волощенко // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 1. – С. 210-216. – Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/omd_2017_1_33.
2. Тишков Н.А., Казинин А. В., Марширов И. В., Мустафин Г. А. Разработка технологии получения чугуна с шаровидым графитом для отливок сельхозмашиностроения // Ползуновский альманах – 2009. – № 3. – С. 323-324. Савуляк В. І.
3. Економічні технології високоміцних графітизованих сплавів заліза : монографія / В. І. Савуляк, О. Б. Янченко. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 160 с.
4. Савуляк В. І. Повышение триботехнических свойств чугунов с мелкозернистым компактным графитом бейнитной закалкой / В. І. Савуляк, О. Б. Янченко // Проблеми трибології. – 2012. – №1. – С.135-138.
5. Савуляк В. І. Поліпшення механічних характеристик сірих чавунів термообробкою та обґрунтування її параметрів / В. І. Савуляк, Г.А. Грига, А.А. Осадчук // Вісник ВПІ, №1, 2019, с. 72-77.

Савуляк Валерій Іванович – д.т.н., професор кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет. E-mail: korsav84@gmail.com.

Шаргородський Костянтин Сергійович – аспірант кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, факультет машинобудування та транспорту, E-mail: konstantinw@ukr.net.

MODERN TECHNOLOGIES FOR IMPROVING THE QUALITY OF CAST IRON PARTS

Abstract

The paper considers modern methods of improving the mechanical properties of cast irons by creating a bainitic structure of the matrix through modification and heat treatment.

Keywords: *bainite cast iron, graphite, hardening, austenite, modifier.*

Savulyak Valeriy – professor, doctor of technical sciences, Vinnytsia National Technical University, E-mail: korsav84@gmail.com.

Sharhorodskyi Kostyantyn – graduate student of the Department of Industrial Engineering, Vinnytsia National Technical University, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, E-mail: konstantinw@ukr.net