

Дорошенко В.С., Калюжний П.Б.

(ФТІМС НАН України, м. Київ)

**МЕТОД ЗОВНІШНЬОГО ВПЛИВУ НА ЧАВУННІ ВИЛИВКИ ДЛЯ
ОТРИМАННЯ ЇХ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИХ МЕХАНІЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ**

E-mail: doro55v@gmail.com

В роботах, виконаних ФТІМС НАНУ (В.П. Гаврилюк, І.Г. Неїжко), та інших показана залежність механічних властивостей виливків з графітізованих чавунів від температури аустенізації, з якої виконують ізотермічне гартування (ІГ). Це підтверджують також інші публікації, наприклад, про вплив температури аустенізації на твердість загартованих зразків з високоміцного чавуну (ВЧ) з наступним відпуском (рис. 1) [1].

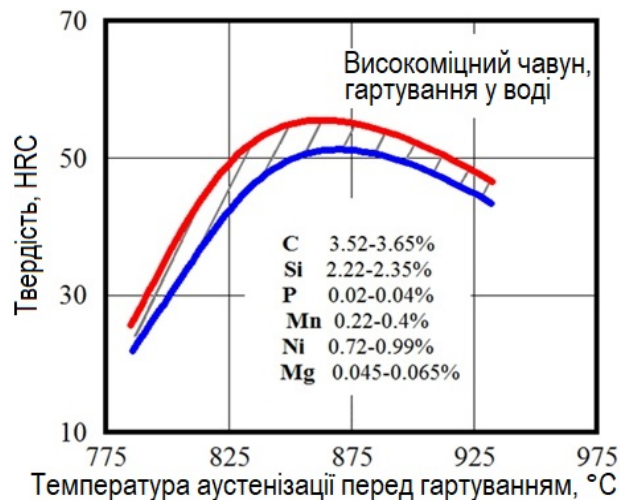


Рис. 1. Вплив температури аустенізації на твердість загартованих зразків

Підвищення властивостей залізовуглецевих сплавів виконують методами отримання двофазних (dual phase, DP) [2] чи багатофазних (зокрема, вітчизняні праці Л.С. Малинова, К. І. Узлова та інших) мікро- і макронеоднорідних структур (аусферит, бейніт, мартенсит тощо), зокрема, у виливках. Прикладом цього є двофазні за металевою матрицею ізотермічно загартовані чавуни DP-ADI, структура яких складається з аусфериту, вільного (проевтектоїдного), пересиченого вуглецем фериту та графіту. DP-ADI чавуни мають більшу пластичність, кращу оброб-

люваність, ніж звичайні ADI, що містять, наприклад, аусферит і графіт [2]. На рис. 2 [3] показано вертикальні розрізи потрійної діаграми Fe-C-Si паралельно стороні Fe-C при Si – 2,0% і Si – 3,8%.

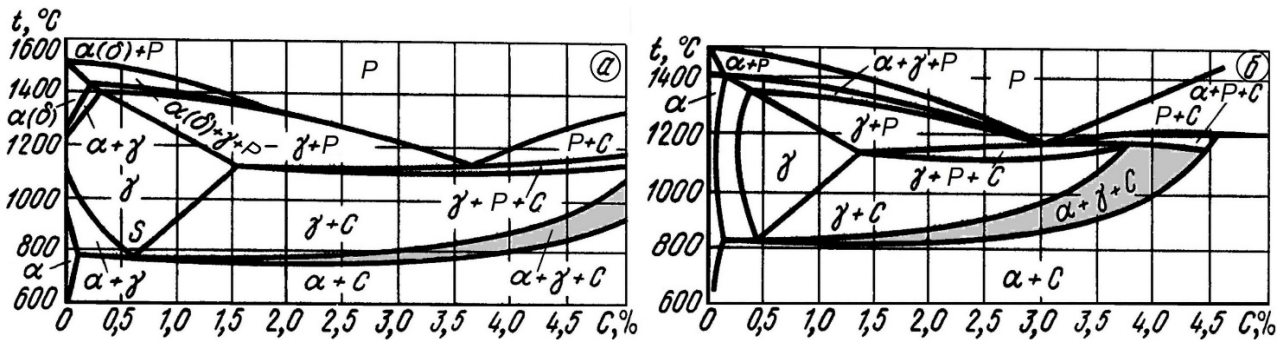


Рис. 2. Вертикальні розрізи потрійної діаграми Fe-C-Si паралельно стороні Fe-C при Si – 2,0% (а) та Si – 3,8% (б) [3]: α – ферит, γ – аустеніт, P – рідина, C – вуглець (графіт); область міжкритичного інтервалу температур (МКІТ) зафарбовано сірим кольором

Методом ІГ з області МКІТ забезпечують певну долю у структурі DP-ADI вільного (проєвтектоїдного) пересиченого вуглецем фериту і тим самим регулюють твердість DP-ADI. Так, в зразках [2] чавуну з мас. %: 3,53 C; 2,53 Si; 0,35 Mn; 0,045 Cu; 0,07 Ni; 0,055 Mg; 0,031 P; 0,015 S; при долі 18,4% і 78,8% (за об’ємом) такого фериту (решта – аусферит і графіт) твердість DP-ADI, відповідно, доступна для регулювання від 300 до 178 НВ (рис. 3).

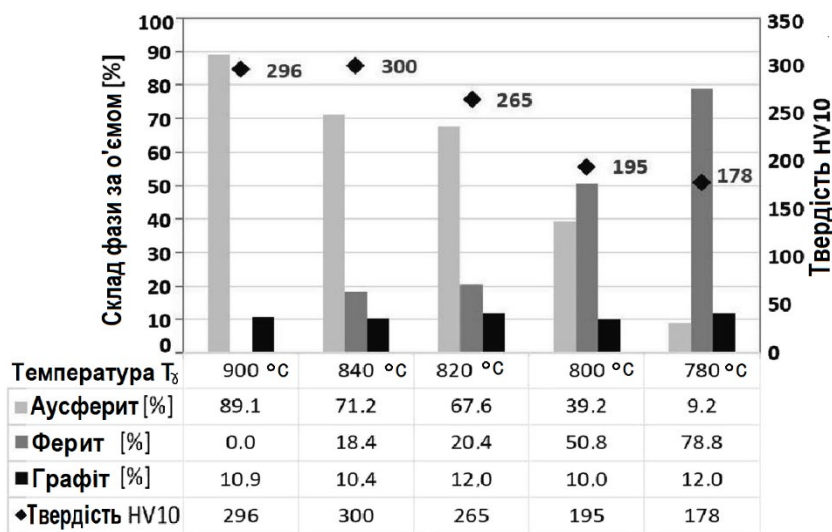


Рис. 3. Вплив відносного вмісту фаз (% за об’ємом) в структурі чавуну DP-ADI на його твердість [2]; T_γ – температура аустенізації

Оскільки у відділі проф. О. Й. Шинського запатентовано ряд способів взаємного доповнення лиття та термообробки – ІГ (або термообробки з литого стану) виливків з чавуну, то нас зацікавила можливість зовнішнього впливу на затверділий виливок для створення його диференційованих механічних властивостей. Відділ давно удосконалює ЛГМ-процес, а в нових способах регулювання і підвищення властивостей виливків використовували унікальний потенціал ЛГМ не лише для легкої формовки з сипкого піску, але і легкого вибивання чи видалення виливка з форми. Тому гарячий виливок в аустенітному стані нескладно видалити з сипкого піску і провести його ІГ, підвищивши механічні показники чавуну в 1,5...2,0 рази, або виконавши більш складне регулювання його властивостей.

З прикладу на рис. 3 видно, якщо одну поверхню виливка при ІГ загартувати з температури 820 °С, а другу – з 800 °С, то твердість першої поверхні буде 265 НВ, а другої – 195 НВ. Запропонований спосіб ґрунтувався на тому, що слід одну поверхню гарячого виливка захистити від охолодження, а другій прискорити охолодження, досягнувши, наприклад, вказаного перепаду температур. При цьому застосували прийом під умовною назвою «холодильник-навпаки» або металевий «нагрівальник чи теплоізолятор».

Металеві зовнішні холодильники давно застосовують для регулювання охолодження виливків у піщаній формі. Наведемо такий приклад. Якщо в термічній печі (термосі) тримати, наприклад, металеві пластини нагрітими до температури $(820 + 5) ^\circ\text{C}$, видалити чавунний виливок з сипкого піску форми (при ЛГМ) при температурі $(830 \pm 10) ^\circ\text{C}$, накласти гарячу пластину на одну стінку виливка, а другу відкриту охолодити до температури 800 °С самовільною конвекцією повітря, обдуванням повітря, в тому числі, вологого чи з аерозолем, і при досягненні 800 °С провести гартування виливка в воді чи іншому гартувальному середовищі з подальшим виконанням операцій згідно ІГ, то одна поверхня загартується з температури 820 °С, а друга – з 800 °С, відповідно буде і твердість цих поверхонь (як ми вище розглянули), а також міцність, що прямо залежить від твердості. Сучасні пірометри дають похибки $\pm 3 ^\circ\text{C}$ і менше.

З такими диференційованими механічними властивостями виливків є потенціал застосування для деталей, що служать в умовах регульованого зношування (рис. 4), потребують однієї поверхні твердої і міцної, а другої – більш м'якої, в'язкої чи з неважкою оброблюваністю тощо. При цьому металева матриця [4] однієї поверхні вилівка може бути аусферитною з твердістю 300...550 НВ, а друга – майже повністю феритна з твердістю 150...200 НВ.



Рис. 4. Приклади виливків (а, б), що застосовують в умовах зношування, та їх пінополістирольні моделі (в) для ЛГМ

Література:

1. Jon L. Dossett, Howard E. Boyer. Practical Heat Treating: Second Edition. 2006. ASM International. 296 p. DOI: 10.1361/pht2006_FM.
2. Olivera Eric et al. Dual Phase Austempered Ductile Iron - The Material Revolution and Its Engineering Applications // Computational and Experimental Approaches in Mat. Sc. and Engineering. CNNTech. – 2019, September. – P. 22–38.
3. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. М.: Metallurgiya, 1989. – 456 с.
4. Макаренко К. В. Рациональное структурирование графитизированных чугунов // Труды Нижегородского ГТУ им. Алексева, 2014. – № 2. – С. 196–205.