

НОВІ РОЗРОБКИ

УДК 620.718

Б.Татарин, канд. техн. наук; В.Мастенко, канд. техн. наук

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

Б.Сугирбеков, канд. техн. наук

Центральний науково-дослідницький інститут технології машинобудування

МЕТОДИКА І ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТВЕРДОСТІ ЗАГОТОВОК І ВИРОБІВ ІЗ ЧАВУНУ

Запропоновано методику вимірювання твердості заготовок і виробів виготовлених із сірого чавуну із застосуванням переносних електронних малогабаритних твердомірів ТЕМП-2 і ТЕМП-3 безпосередньо у виробничих і експлуатаційних умовах.

Проблема контролю стабільності технологічних процесів на різних стадіях виготовлення промислових виробів і якості готової продукції, а також оцінки зміни властивостей матеріалів в процесі їх експлуатації і для встановлення рівня кінцевого безпечного ресурсу обладнання залишається дуже актуальною. Передусім, це пояснюється тим, що з кожним роком збільшується кількість одиниць обладнання, яке відпрацювало свій ресурс. Тому в умовах дефіциту запасних частин, металопрокату, труб та інш. гостро стоїть проблема можливості відновлення і продовження їх ресурсу роботи.

Завдяки поєднанню високих ливарних властивостей, достатньої міцності, стійкості проти спрацювання, а також відносній дешевизні чавуни отримали широке застосування в машинобудуванні. Їх використовують для виробництва якісних відливок складної форми при відсутності жорстких вимог до габаритів і маси виробів.

У промисловості широко застосовують сірі, високоміцні і ковкі чавуни, в яких весь вуглець або його частина знаходиться у вигляді графіту. Графіт забезпечує понижену твердість, добре оброблення різанням, а також високі антифрикційні властивості внаслідок низького коефіцієнту тертя. Разом з тим, включення графіту знижують міцність і пластичність, так як порушують суцільність металевої основи сплаву.

Тому, вимірювання твердості чавунів являє собою особливу проблему обумовлену формою графіту, структурою металевої основи, кількості перлиту в металевій основі та інш.

Одним із головних експериментально і теоретично обумовлених методів для вирішення вказаної проблеми є твердометрування обладнання, його вузлів і деталей, виготовлених із сірого чавуну.

Вимірювання твердості безпосередньо у виробничих і експлуатаційних умовах за допомогою стаціонарних твердомірів у більшості випадків затруднено в зв'язку з неможливістю проведення вимірювань на великогабаритних і масивних металоконструкціях із складною геометричною поверхнею вимірювань. Тому за останні 20 років розвиток методів і технічних засобів вимірювання твердості у різних країнах світу іде по шляху створення переносних малогабаритних твердомірів, які відрізняються принципом дії, конструктивними особливостями, габаритами, масою і галузями застосування [1-3].

Для вимірювання твердості раціонально застосовувати нові універсальні електронні переносні твердоміри – мікропроцесорний програмний твердомір ТЕМП-2 (рис. 1) і спрощену модель без мікропроцесора ТЕМП-3 (замість ТЕМП-1).



Рис. 1. Загальний вигляд переносного електронного твердоміра ТЕМП-2

Ці твердоміри можна застосовувати для експресного неруйнуючого контролю твердості різних металів і їх сплавів у виробничих і лабораторних умовах за методами Брінелля, Роквелла, Віккерса і Шора.

Вказані прилади широко застосовуються у різних галузях народного господарства: машинобудуванні, металургії, енергетиці (ТЕЦ, ГЕС, АЕС), аерокосмічному комплексі, транспорті, будівництві, ремонтно-монтажних організаціях та інш. При цьому об'єктами вимірювань є посудини тиску різного призначення (корпуси атомних і хімічних реакторів, парогенератори, колектори, котельні барабани, газгольдери та інш.), нафто- і газопроводи, ротори турбін і генераторів, валки прокатних станів, колінчасті вали, шестерні, деталі і вузли різних транспортних засобів, рейки, колеса вагонів електро- і тепловозів, промислові напівфабрикати – відливки, поковки, листи, труби і інш.

Досвід експлуатації вказаних приладів показав, що вони за надійністю і технічними параметрами не поступаються перед кращими зарубіжними аналогами. При цьому їх вартість у 7-8 разів менша зарубіжних.

Одним із найважливіших завдань використання твердомірів є вимірювання твердості заготовок і промислових виробів із сірого чавуну.

Попередні вимірювання твердості переносними електронними малогабаритними твердомірами типу “ТЕМП” проводились на чавунних прокатних валках і виробах із сірого чавуну.

Для розроблення методики вимірювання твердості виробів із чавуну були взяті три заготовки (відливки) із сірого чавуну марки СЧ 25 різної твердості. Кожна заготовка мала в діаметрі 100 мм і висоту 100 мм. Заготовки зашліфовували по торцях і вимірювали в цих місцях твердість за шкалою Брінелля на стаціонарному твердомірі ТШ-2М. Середнє значення твердості заготовок №1, 2 і 3 відповідно дорівнювали 187, 229 і 235 НВ.

Після цього на всіх заготовках були проведені вимірювання твердості твердоміром ТЕМП-2 по шкалі НЛ. Середні значення НЛ, отримані на заготовках №1, 2 і 3, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Значення твердості заготовок із сірого чавуну марки СЧ 25

Номер зразка	Твердість, виміряна твердоміром ТШ-2М по шкалі НВ	Середнє значення твердості по шкалі НЛ, виміряна твердоміром ТЕМП-2

1	187	548
2	229	556
3	235	574

Графік залежності твердості сірого чавуну за Брінеллем (НВ) від показів твердоміра ТЕМП-2 (НЛ) поданий на рисунку 2.

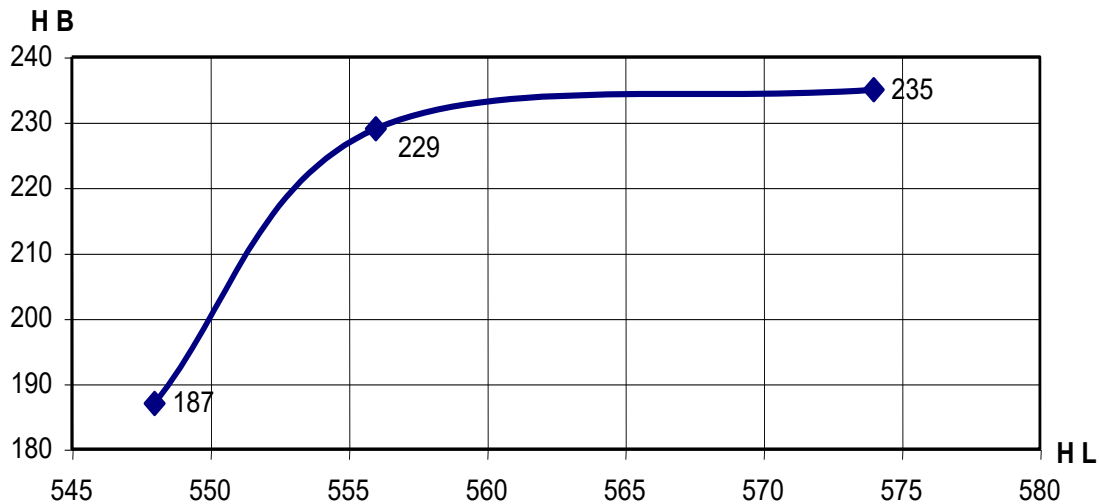


Рис. 2. Залежність твердості сірого чавуну по НВ від НЛ твердоміра ТЕМП-2

За допомогою програмного забезпечення твердоміра ТЕМП-2 по цих трьох парах значень НВ-НЛ, одержаних на чавунних заготовках, була запрограмована шкала твердості по чавуну, яку потім використали для визначення твердості виробів із сірого чавуну марки СЧ 25 у виробничих умовах.

Методика вимірювання твердості виробів із чавуну полягає в наступному: виготовляють 2-3 масивних циліндричних або іншої форми зразки, кожний масою не менше 2 кг з плоскошліфованою ($Ra < 2,5$) вимірювальною торцевою поверхнею або 2-3 плоскошліфованих ($Ra < 2,5$) з двох боків зразки, кожний товщиною не менше 15 мм і площею вимірюваної поверхні не менше 30 см². Твердість зразків підбирають таким чином, щоб досягнути мінімальної і максимальної твердості цього матеріалу.

На стаціонарному твердомірі ТШ-2 (або аналогічному) проводять по три вимірювання твердості за шкалою Брінелля на кожному із зразків. Твердоміром ТЕМП-2 по шкалі НЛ проводять по шість замірів на кожному зразку. Отримані значення приводять до середнього.

При цьому, якщо використовують плоскошліфовані з двох боків зразки масою до 2 кг, то їх попередньо протирають за допомогою густих консистентних мастил, наприклад, солідолу, і встановлюють на масивну плиту з плоскопаралельними шліфованими ($Ra < 0,16$) поверхнями загальною масою не менше 3 кг і товщиною не менше 50 мм.

За допомогою програмного забезпечення приладу ТЕМП-2 і отриманих для кожного зразка пар значень НВ-НЛ програмують в твердомір ТЕМП-2 шкалу твердості для чавуну.

Запрограмовану шкалу твердості по чавуну перевіряють, проводячи повторні шість замірів твердоміром ТЕМП-2 на кожному зразку.

Якщо відносна допустима похибка отриманої твердості на кожному зразку не перевищує 5% відносно твердості, вимірюваної стаціонарним твердоміром, то запрограмовану шкалу твердості по чавуну вважають придатною для застосування у виробничих умовах. В іншому випадку, на зразку з недопустимим рівнем похибки проводять ще 20 замірів по шкалі НЛ твердоміром ТЕМП-2 і середнє значення цих

замірів приймають за початкове для кінцевого програмування шкали твердості за Брінелем для чавунів.

Аналогічна методика вимірювання твердості чавунів розроблена і успішно застосовується для електронного переносного твердоміра ТЕМП-3. Різниця методики вимірювання твердості для приладу ТЕМП-3 полягає в тому, що для визначення твердості використовують спеціальні перевідні таблиці.

Таким чином, розроблена методика вимірювання твердості чавунів переносним електронним малогабаритним твердоміром ТЕМП-2 може бути рекомендована для успішного застосування на підприємствах, які проводять контроль твердості чавунів.

Апробація розробленої методики визначення твердості в заводських умовах показала, що твердість виробів із сірого чавуну СЧ 25 визначається коректно.

На основі результатів проведених науково–дослідних і методологічних розробок були виготовлені і перевірені зразкові мірки твердості типу МТШ-2 2-го розряду із чавуну. Провірку мірок твердості проводили на зразковому твердомірі – компараторі Шора.

Для програмування шкали твердості по Шору (HSD) для електронного переносного твердоміра ТЕМП-2 були перевірені і використані 4 зразкові мірки твердості по чавуну марки ЛПХН (див. таблицю 2).

Похибка показників твердоміра ТЕМП-2 на зразкових мірках твердості по чавуну не перевищує 1%.

За допомогою запрограмованої шкали твердості електронним малогабаритним переносним твердоміром ТЕМП-2 можна вимірювати твердість прокатних валків, виготовлених із чавуну марки ЛПХН.

Таблиця 2

Порівняльна твердість по Шору і значення НL, одержаних твердоміром ТЕМП-2 на зразкових мірках твердості із чавуну

Номер мірки	Номер свідоцтва з перевірки мірки	Значення твердості на мірці, HSD	Розмах значень твердості мірки, HSD	Значення твердості НL, виміряні твердоміром ТЕМП-2 на мірках для програмування	Значення твердості HSD, виміряно твердоміром ТЕМП-2 на мірках після програмування
0306-1	0306-1	30,8	5	523	30,7
0306-2	0306-1	43,5	5	596	43,8
3	2110-2	58,8	5	663	59,0
2110	2110-2	65,2	5	685	65,1

Залежність твердості HSD мірок твердості від показників твердоміра ТЕМП-2 подана на рисунку 3.

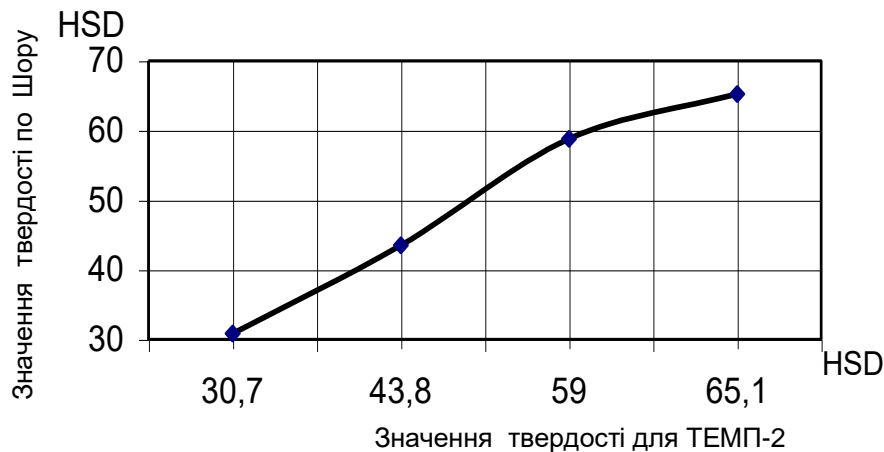


Рис. 3. Залежність твердості HSD мірок твердості від показників твердоміра ТЕМП-2

Аналіз результатів вимірювань показав, що показники запрограмованої шкали твердості по Шору HSD для твердоміра ТЕМП-2 практично співпадають з значеннями зразкових мірок твердості. Із практики використання твердомірів ТЕМП-2 встановлено, що аналогічні зразкові мірки твердості можна виготовляти і перевіряти для інших марок чавунів.

Висновки

1. Запропоновану методику вимірювання твердості можна успішно застосовувати на підприємствах, які проводять контроль твердості чавунів.
2. Практичне використання твердомірів типу "ТЕМП" показує, що ними можна вимірювати твердість чавунів різних марок, як сірих, так і ковких.
3. На основі аналізу результатів вимірювання твердості встановлено, що показники запрограмованої шкали твердості HSD по Шору для твердоміра ТЕМП-2 практично співпадають з значеннями зразкових мірок твердості.
4. Дана методика для вимірювання твердості виробів із сірого чавуну може бути використана на металообробних, металургійних і машинобудівних підприємствах.

The methods for measuring the hardness of bars and products made of cast iron while application of mailable electronic small hardness-metres ТЕМП-2 and ТЕМП-3 in the production and operation conditions is proposed.

Література

1. Ивaнькo A. A. Твeрдoсть. Спрaвoчник. / Пoд рeдaкциeй члeнa кoр. AН УСССР Г. В. Сaмсоновa. – К.: Нaукoвa думкa, 1978. – 126 с.
2. Мoцoхин С. Б. Кoнтрoль кaчeствa свaрных сoединeний и кoнстpукций. – М.: Стpойиздaт, 1985. – 232 с.
3. Пpибopы для нeрaзpyшaющeгo кoнтрoля мaтepиaлoв и издeлий. Спрaвoчник / Пoд рeд. д-рa тeхн. нaук, прoф. В.В. Ключeвa. М.: Мaшинoстpoeниe, 1976, -326с.

Одержано 26.04.2002 р.