

оздоровче впливають на нервову систему. Під впливом звукових хвиль водоспаду посилюється робота м'язів [4].

Одиницею вимірювання шуму є Бел — відношення діючого значення звукового тиску до мінімального значення, котре сприймається вухом людини. На практиці використовується десята частина цієї фізичної одиниці — децибел (дБ). Вимірювання шуму в октавних смугах або рівня шуму проводиться за допомогою шумомірів: наприклад, ВШВ-1 – вимірювач шуму і вібрації; Ш-71 – шумомір з октавними фільтрами і т.п., які відповідають діючим вимогам Держстандарту України і мають посвідчення про перевірку. Вимірювання еквівалентних рівнів шуму слід проводити інтегруючими шумомірами та шумоінтеграторами. Звичайний шумомір складається із мікрофону, підсилювача, фільтрів (корегувальних, октавних), та приладу, що показує. Звук, що сприймається мікрофоном, перетворюється на електричні коливання, які підсилюються, проходячи крізь корегувальні фільтри і випрямник, а потім реєструється самописним приладом або зі стрілкою.

Висновок. Отже, для всіх живих організмів шум є дуже шкідливим, від якого він ніколи не позбавиться. Останнім часом проблемі шуму надають великої ваги. Є багато способів боротьби з ним: використання шумопоглинальних екранів, фільтрів, матеріалів, зміна технології виробництва, запровадження безшумних механізмів і деталей, зміна режиму, деталей та особливостей транспортних потоків у містах. А ось музикальні звуки – це чудо, котре здатне дуже сильно вплинути на всі органи живих організмів: як рослин так і тварин.

Література:

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Шум>.
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/Шумове_забруднення.
3. <https://sites.google.com/site/sergkraska/zvuk/sum>.
4. В.С. Джигирей. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посіб. – 4-те вид., випр. і доп. – К: Т-во “Знання”, КОО, 2006. – 319 с.

УДК 621.785

БОРУВАННЯ СТАЛІ

Жабський М.В., здобувач вищої освіти гр. М1/2

Миколаївський національний аграрний університет
Наукові керівники к.е.н., доц. Полянський П.М., к.т.н., доц. Іванов Г.О.

Анотація

Розглянуто основні методи та технологія проведення борування сталі для отримання підвищеної її поверхневої твердості, зносостійкості і теплостійкості.

Annotation

It is considered basic methods and technology of conducting of boron steel for the receipt of promoted its superficial hardness, wearproof and heatproof.

Насичення сталей (частіший середньовуглецевої) бором проводять для підвищення її поверхневої твердості, зносостійкості і теплостійкості.

Глибина борованого шару зазвичай не перевищує 0,15 мм, його поверхнева твердість доходить до HV 1400-1550, а мікротвердість до Н_μ 1800-2000. Борування здійснюють в газових і рідких середовищах, а також в порошкоподібних сумішах.

Процес борування відомий порівняно давно. У своїй роботі, опублікованій ще в 1915 р., Н. П. Чижевський відзначив надзвичайно високу твердість шарів, що утворюються при боруванні, що дало йому можливість технічного застосування процесу «цементації» бором. Н. П. Чижевський писав: ... «де відбувається псування від стирання, бор може надати послугу». Перші дослідження по електролізному боруванню в розплаві бору були виконані в 1934 р. Цей метод поки є єдиним, упровадженим кілька років тому у виробництво. Газове борування вивчено лише в лабораторних умовах і випробувано у напіввиробничій установці.

Методи і режими борування:

- Газове борування;
- Борування в суміші трьоххлористого бору і водню;
- Борування в рідкому середовищі;
- Борування в порошках і обмазках.

Газове борування.

Оскільки газові середовища найбільш активні, насичення сталі бором протікає в них інтенсивніше, ніж в інших середовищах, і при нижчих температурах. Тому газове борування найбільш досконаліше ніж інші методи насичення бором, але його недоліками є токсичність і вибухонебезпека вживаних газів.

Борування в суміші диборана і водню. При температурах вище 500 °С дибуран (B_2H_6) майже повністю розкладається на активний бор і водень. Після борування в чистому диборані на поверхні сталі утворюється осад бору, що не встиг продифундувати в метал, і процес насичення сповільнюється. Тому застосовується суміш диборана і водню, узятих в співвідношенні 1:25-75. Витрата суміші залежить від типу і розміру установки. При робочому об'ємі реактора 1000 см³ і нагріві зразків рекомендується подавати 75–100 л/год суміші.

Газ, що виходить з печі, слід пропускати через воду, де нерозклавшийся диборан зазнає гідроліз: $B_2H_6 + 6H_2O = 2B(OH)_3 + 6H_2$.

На рис. 1 приведені результати борування в суміші $B_2H_6 + H_2$ при 850°С. При температурі вище 850 °С зменшується суцільність шару. У багатьох випадках рекомендується або обмежувати тривалість борування 3–4 год., або після витримки 2–3 год. піддавати деталі дифузійному відпалу протягом 2–3 год. без подачі в реактор боруючої суміші (для поліпшення суцільності шару).

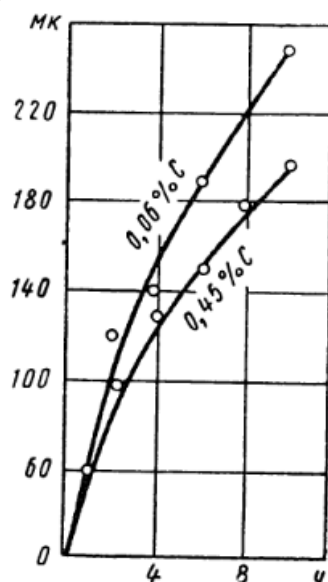


Рис. 1. Залежність глибини боруючого шару від тривалості процесу при 850°С ($B_2H_6 : H_2 = 1 : 25$)

Борування в суміші трьоххлористого бору і водню

У початковий момент процесу хлористий водень, мабуть, активізує оброблювану поверхню, видаляючи окисну плівку, але подальша його дія приводить до помітного

корозійного руйнування оброблюваної поверхні. Дифузійні шари в цьому випадку виходять рихлими і пористими. Тому рекомендується застосовувати суміш трьоххлористого бору (BCl_3) і водню відносно 5: 100 і здійснювати процес при температурі 850°C і витримці не більш 3-6 годин. При цьому глибина боруваного шару на залозі досягає 0,11-0,20 мм, а на сталі, що містить 0,4% С, 0,08-0,16 мм. Хімізм реакції борування в суміші BCl_3 і H_2 не з'ясований. Припущення, що в результаті взаємодії трьоххлористого бору і водню при високих температурах утворюється активний бор, не підтверджене експериментально. Спеціально поставлені експерименти показали, що при боруванні може відбуватися заміщення бору в галоїдному з'єднанні металом основи. Це дає підставу припускати, що трьоххлористий бор не бере безпосередньої участі в процесі борування, а є лише початковим продуктом для утворення хімічного з'єднання (диборана або якого-небудь іншого), що виділяє активний бор.

Газове борування можна також здійснювати із застосуванням $\text{VBr}_3 + \text{H}_2$.

Борування в рідкому середовищі.

Електролізне борування в розплаві бури. При цьому методом сталеву деталь підключають як катод в ланцюг постійного струму, анодом служить заздалегідь просочений бором графітний стрижень або циліндр.

При розплавленні бор частково дисоціює термічно: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 = \text{Na}_2\text{O} + 2\text{B}_2\text{O}_3$, і електролітично: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 = 2\text{Na} + \text{B}_4\text{O}_7$, перший виділяється на катоді, другий виділяється на аноді.

На аноді відбувається розрядка аніона B_4O_7 і утворюється борний ангідрид по реакції $2\text{B}_4\text{O}_7 = 4\text{B}_2\text{O}_3 + \text{O}_2$.

Натрій, що виділяється на деталі (катоді), частково спливає на поверхню і згорає, а частково йде на відновлення оксиду бору до активного бору ($6\text{Na} + \text{B}_2\text{O}_3 = 3\text{Na}_2\text{O} + 2\text{B}$), завдяки якому і відбувається борування.

Оптимальний режим борування по цьому методу наступний: густина струму на катоді 0,15-0,20 A/cm^2 ; напруга 2-14 В; температура $930-950^\circ\text{C}$; витримка 2-6 год., при такому режимі глибина боруваного шару досягає 0,15-0,35 мм (рис. 2).

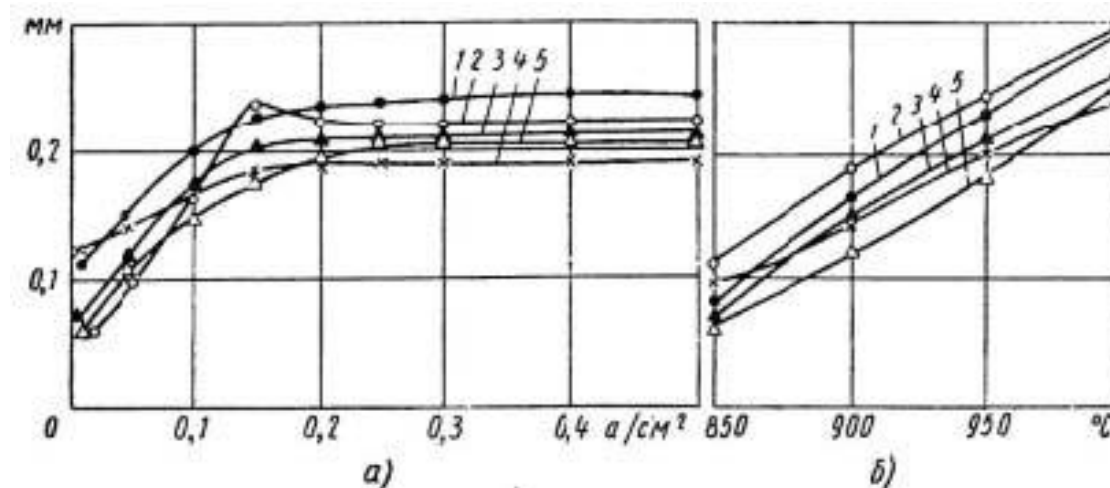


Рис. 2. Вплив густини струму і температури борування на глибину боруваного шару (Р. І. Юкін):

а-температура борування 950°C . витримка 3 год.: б - густина струму $0,15 \text{ A}/\text{cm}^2$ витримка 3-год: 1 - сталь 45; 2 - сталь 20; 3 - сталь 20Х; 4 - сталь 38ХМЮА; 5 - сталь У10

Недоліком процесу є швидкий вихід з ладу тиглей. Тіглі слід виготовляти із сплавів Х23Н18, Х23Н15, Х28 і заздалегідь піддавати їх боруванню (густина струму не менше $0,01 \text{ A}/\text{cm}^2$, тривалість процесу 20-24 год.). Необхідно створювати електрозахист тиглей, підключаючи їх як катод (густина струму $0,005-0,015 \text{ A}/\text{cm}^2$), але і при цьому стійкість тиглей виявляється низкою.

Борування в порошках і обмазках.

Борування в порошках застосовується рідко. Випробуване борування в порошках аморфного бору, ферробору, ферроборала, карбіду бору (у герметичних контейнерах), в середовищі водню, у вакуумі. У ряді робіт при проведенні процесів у вакуумі застосовувалася суміш, що складається з 84% карбіду бору і 16% бури (шар глибиною 0,14 мм. на сталі 45 утворювався за 6 год. при 1000°C).

Задовільні результати виходять при боруванні в порошок карбіду бору з додаванням 0,5-1% NH_4Cl в герметичному контейнері (при 950°C за 6 год. утворюється шар глибиною 0,12-0,14 мм) або в суміші порошку ферробору, кварцового піску і 0,5-1% NH_4Cl .

Інтенсифікація процесу за допомогою ультразвуку.

Борування здійснювалося при 950°C у ванні, що складалася з 60% розплаву бури і 40% карбіду бору. Ультразвукові коливання передавалися зразку від магніострикційного вібратора безпосередньо через концентратор. Потужність ультразвукового генератора 3 кВт, частота 20-25 кГц. В результаті дії ультразвуку глибина борованного шару збільшилася в 2-2,5 рази в порівнянні з тією, що досягається при звичній обробці в такій ванні. При використуванні нагріву (зразок заздалегідь покривався шаром вказаного складу) застосування ультразвуку сприяло збільшенню глибини борованного шару в 1,5 рази.

Захист від борування.

У зв'язку з перспективами ширшого застосування борування у виробництво виникає питання про місцевий захист виробів від борування. При електролізному боруванні для місцевого захисту рекомендується гальванічне міднення з осадженням шару товщиною не менше 0,15 мм.

Термообробка борованної сталі.

В більшості випадків борування сталей піддається гартуванню і відпуску, оскільки наявність під тонким, твердим шаром в'язкої серцевини може привести до продавлення і кришення шару (рис. 3).

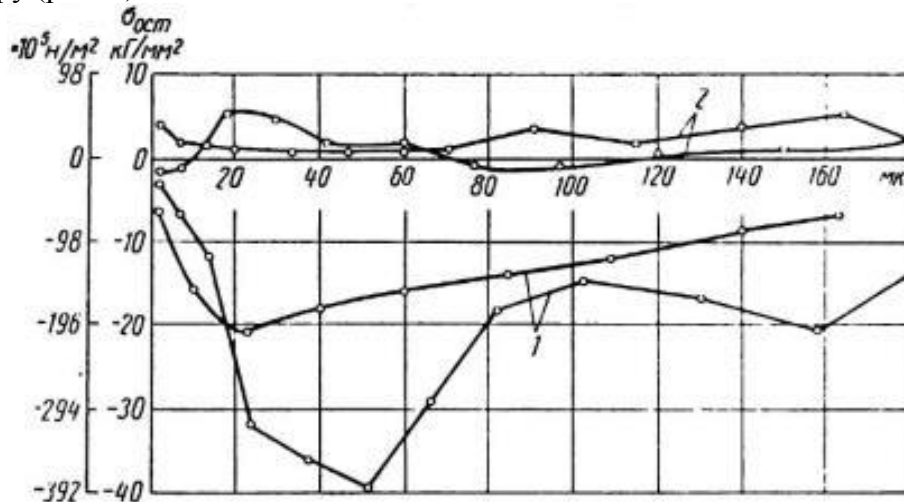


Рис. 3. Величини залишкових напружень в зразках сталі, що містить 0,9%С, завтовшки 1,5 мм на різній відстані від поверхні. Борування в розплаві бури з карбідом бору з подальшим охолодженням на повітрі (крива 1) і додатковим гарту в воді (крива 2)

Після гарту в шарі часто виникають тріщини. Це можна пояснити тим, що при гарті збільшується об'єм, серцевини деталей, тоді як в боруванному шарі, що складається з бориду, істотних об'ємних змін не відбувається; в результаті в шарі повинні виникнути розтягуючі напруження.

Мікротвердість зовнішнього бориду FeB коливається в межах Нц 1800-2000, а бориду Fe₂B - в межах НV 1660-1800. Поверхнева твердість за відсутності протискуваного шару складає НV 1350-1550.

Легуючі елементи істотно впливають на мікротвердість борованного шару. Нікель знижує мікротвердість шару. Наприклад, сталь з 0,41 % Ni мала після борування мікротвердість біля Нц 2250, а сталь з таким же змістом вуглецю і 12% Ni - тільки Нц 1200.

Борірованніє в порошкоподібній суміші при 1000°C протягом 20 год стали з 12% Ni (0,2% Z) мали твердість HV 847, а заліза HV 1430. Хром, молібден, вольфрам і марганець підвищують твердість борованного шару. Нижче приведені значення поверхневої мікротвердості борованих шарів різних сталей.

Матеріал зразка	Мікротвердість
Залізо	1800-2290
Сталь ХВГ	2450-2630
12ХМ	2630-2830
P9	2630-3045
P18	2630-3435

Борування сталі довгий час не знаходило практичного застосування головним чином через велику крихкість борованного шару. Проте при належному підборі деталей (відсутність гострих кутів, абразивний характер зносу, видалення в процесі експлуатації продуктів зносу з поверхонь, що труться, і т. д.) борування у ряді випадків виявляється вельми ефективним.

Пониження температури борування з 1000-1100 °С до 920-950 °С зменшує крихкість шару, що сприятливо позначається і на його зносостійкості. Тому деталі зазвичай борують при 920-950° С.

Випробування, що імітували знос бігової доріжки цапфи, показали, що через 60 хв. зменшення ваги цементованих зразків сталі 30ХГСА складало 29 міліграм, а сталі 12ХН2А 31,4 мг, при боруванні цих же зразків сталей зменшувалися у вазі відповідно на 17,8 і 16,0 міліграм, тобто на 40-50% менше, ніж цементовані.

Піддавали випробуванням на знос (на машині Амслера при терті ковзання без мастила і навантаженню 50 кГ) цементованні сектори, працюючі в парі з кільцями із сталі У12. Випробування показали, що втрата ваги борованих секторів із сталі У12 приблизно в 2 рази менше, ніж цементованих секторів із сталі 30ХГТ. Якщо врахувати, що на кромках борованих зразків були дрібні відколи, відмінність у вазі була ще значнішою.

У лабораторних умовах на спеціальній установці випробувана зносостійкість борованих втулок грязьових насосів. Для випробувань були використані моделі втулок і працюючих з ними в парі гумових поршнів, зменшені в 33 рази в порівнянні з натуральними. Як робоча рідина застосовувався глинистий розчин з кварцовим піском, що подавався під тиском 15 атм ($14,7 \cdot 10^5$ н/м²). Окрім борованих втулок із сталі 40 (температура процесу 950°C, витримка 4 год, густина струму 0,5-0,9 А/см², глибина борованного шару 0,2 мм, мікротвердість HV 1300-1600), випробуванню піддалися втулки, виготовлені з інших матеріалів: модифікованого чавуну, загартованого і відпущеного (HV 400-460), сталі 40, поліпшеної (HV 400-460), сталей ШХ15 і У10, підданих гарту з нагрівом сталі Ст. 3, армованою борним чавуном (HV 950), азотованої сталі 38ХМЮА (HV 940-1200), сталі 40, гальванічно хромованої (товщина покриття 135 мкм).

Промислові випробування втулок (діаметр 150 мм, висота 660 мм) у різних районах нафтовидобутку показали, що борованні втулки по зносостійкості в 3-3,5 рази перевершують церійні втулки із сталі 40, що піддаються гарту з нагрівом т.в.ч. Борування втулок бурових грязевих насосів впроваджено у виробництво. Добрі результати отримані також при випробуваннях струменевих млинів тонкого помелу, ланок ланцюгів пив для розпилювання деревини і ряду інших детальний.

Борований шар володіє високою теплостійкістю; після нагріву до 900-950°C його твердість не знижується. Борування небагато збільшує акалійностійкість (у 1,5-2 рази) і значно підвищує кислотостійкість сталі.

Література:

1. Сушко О.В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Навчальний посібник. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2010. – 232.: іл.
2. Технология металлов и материаловедение : учебник / под ред. Л. Ф. Усовой. – М. : Металлургия, 1987. – 800 с.

3. Химико-термическая обработка металлов и сплавов : учеб. пособие / под ред. А. Н. Минкевич. – М. : Машиностроение, 1965. – 494 с.
4. Технология металлов и конструкционных материалов : учеб. пособие / [Скобников К. М., Глазов Г. А., Петраш Л. В. и др.]. – Ленинград : Машиностроение, 1972. – 520 с.
5. Технология металлов : учебник / под ред. Б. В. Кнорозова – М. : Металлургия, 1978. – 880 с.
6. Технология металлов и материаловедение : учебник / под ред. Л. Ф. Усовой. – М. : Металлургия, 1987. – 800 с.
7. Технология конструкционных материалов : учеб. пособие / под ред. А. М. Дальского. – М. : Машиностроение, 1990. – 352 с.
8. Солнцев Ю. П. Металловедение и технология металлов : учеб. пособие / Ю. П. Солнцев, В. А. Веселов, В. П. Демянцевич – М. : Металлургия, 1988. – 512 с.
9. Сушко О.В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Навчальний посібник. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2010. – 232.: іл.
10. Технология металлов : учебник / под ред. Б. В. Кнорозова – М. : Металлургия, 1978. – 880 с.

УДК 621.9

НАДТВЕРДІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Тхоровський В.О., Чернявець В.В., здобувачі вищої освіти гр. М1/2

Миколаївський національний аграрний університет

Наукові керівники к.е.н., доц. Полянський П.М., к.т.н., доц. Іванов Г.О.

Анотація

Розглянуто основні види синтетичних надтвердих матеріалів на основі алмазу з їхніми основними властивостями та областю застосування.

Annotation

The main types of synthetic diamond based materials with their main properties and field of application are considered.

Найбільш ефективно застосування алмазного інструменту отримують на чистових і обробних операціях при обробці деталей з кольорових металів і їх сплавів, а також неметалевих і композиційних матеріалів. Алмаз, як інструментальний матеріал має два суттєвих недоліки – відносно низьку теплостійкість і дифузійне розчинення в залозі при високих температурах, що практично виключає використання алмазного інструменту при обробці сталей і сплавів, здатних утворювати карбіди. У той же час, завдяки дуже високій теплопровідності, ріжуча кромка леза інтенсивно охолоджується, тому алмазний інструмент придатний для роботи з високими швидкостями різання. Існуючі в світовій практиці СТМ на основі алмазів представлені на рис. 1.

Монокристалічні алмазні лезові інструменти застосовують для обробки радіотехнічної кераміки, напівпровідникових матеріалів, високоточної обробки кольорових сплавів. Монокристалічний алмазний інструмент характеризується рекордними показниками по зносостійкості і мінімальним радіусом округлення різальної крайки, що забезпечує високу якість обробленої поверхні. Слід враховувати, що вартість монокристалічного алмазного ріжучого інструменту в рази переверщує вартість алмазного інструменту з полікристалів.