

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи № 9
з дисципліни «Контроль якості покриттів» для студентів
освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості
деталей і конструкцій» всіх форм навчання

2016 р

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 9 з дисципліни «Контроль якості покриттів» для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» для всіх форм навчання / Укл.: О.Є. Капустян, М.І. Андрущенко – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. - 14 с.

Укладачі: О.Є. Капустян, старш. викл.;

М.І. Андрущенко, канд. техн. наук, доцент

Рецензент: М.Ю. Осіпов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 8 від 1.06.2016

Затверджено

на засіданні НМК ІФФ

Протокол № 10 від 21.06.2016

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ.....	4
2 ВСТУП.....	4
3 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
3.1 Випробування наплавленого металу на статичний розтяг.....	6
3.2 Випробування наплавленого металу на ударний згин.....	8
3.3 Вимірювання твердості наплавленого металу і різних ділянок з'єднання.....	10
4 ПІДГОТОВКА ДО РОБОТИ	10
5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ.....	11
6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ...	11
7 ЗМІСТ ЗВІТУ	12
8 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ	12
9 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	14
ЛІТЕРАТУРА	14

МЕХАНІЧНІ ВИПРОБУВАННЯ НАПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ

1 МЕТА РОБОТИ

Освоїти методику проведення механічних випробувань наплавленого металу, надбати практичні навички у визначенні механічних характеристик виробів по результатах випробування готових зразків.

2 ВСТУП

Механічні випробування відносяться до руйнуючих методів контролю, які дають можливість оцінити якість виробів тільки після їх руйнування. Тому руйнуючі випробування проводяться як на натурних деталях, так і на моделях або еталонних зразках, наплавлених та напилених в тих же умовах, що і натурні вироби.

Перевагою руйнуючих методів контролю є можливість отримати після випробування чисельні дані, які безпосередньо характеризують міцностні характеристики виробів.

3 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Державним стандартом передбачено визначення механічних властивостей наплавленого металу при всіх видах зварювання шляхом проведення наступних випробувань:

- а) випробування металу наплавленого металу на статичний розтяг;
- б) випробування металу наплавленого металу на ударний згин;
- в) вимірювання твердості наплавленого металу;

Стандарт розповсюджується на випробування, які проводять

при визначенні якості продукції й зварювальних матеріалів для нанесення покриттів, придатності способів і режимів нанесення покриттів, при визначенні показників зварюваності металів та кваліфікації зварювальників.

Зразки для випробувань вирізають безпосередньо з контрольованої конструкції або зі спеціально наплавленого металу для проведення випробувань.

Якщо форма деталі виключає можливість виготовлення зразків даного типу (деталі складної конфігурації), то зразки можуть бути відібрані із спеціально наплавлених плоских контрольних зразків.

При виготовленні контрольних зразків характер підготовки до нанесення покриття, марка і товщина основного матеріалу, типи матеріалів для нанесення покриттів, положення швів у просторі, початкова температура металу, режими нанесення покриттів повинні повністю відповідати умовам виготовлення контрольованого виробу.

Розміри елементів контрольних зразків (ширина та довжина пластин) вибирають відповідно до рекомендацій стандарту.

Вирізати заготовки для зразків рекомендується на металоріжучих станках. Дозволяється вирізати заготовки на ножицях, плазмовим, кисневим та іншими способами різання з наступною механічною обробкою. При цьому припуск на обробку становить 3-4 мм.

Рихтування контрольного зразка не дозволяється. Якщо відсутні інші вказівки в технічній документації, то стріла прогину покриття на довжині 200 мм не повинна перевищувати 10 % від товщини матеріалу, але не більше 4 мм.

Якщо технічними умовами на виготовлення конструкції передбачена її термообробка, то і контрольні зразки перед їх кінцевою механічною обробкою повинні бути піддані аналогічній термообробці, бажано разом з виробом.

Таврування контрольних і готових зразків можна проводити будь-яким способом. Знак повинен знаходитись за межами робочої зони зразка і зберігатись на ньому після випробування.

Зразки, які мають відхилення від розмірів, вказаних на кресленнях, по чистоті обробки, а також з механічними пошкодженнями робочої частини до випробувань не допускаються і замінюються на нові зразки з тієї ж проби.

Вимірювання твердості проводять не менше, як у 4-х точках.

Результати по всіх видах випробувань визначають як середнє арифметичне.

Якщо нема додаткових вимог в технічній документації, то дозволяється зниження результатів випробування для одного зразка на 10 %, у порівнянні з нормативними вимогами, якщо середньо-арифметичний результат відповідає нормативним вимогам.

Результати випробувань вважають незадовільними, якщо ці вимоги не виконуються, або в зламі зразка чи на його поверхні виявлені тріщини. При незадовільних результатах випробування проводять на подвійній кількості зразків. Результати повторних випробувань є кінцевими.

3.1 Випробування наплавленого металу на статичний розтяг

При випробуванні металу на статичний розтяг визначають наступні механічні властивості:

- межа текучості фізична σ_T , МПа, або умовна σ_{02} , МПа; тимчасовий опір σ_B , МПа;
- відносне подовження після розриву δ , %;
- відносне звуження φ , %:

$$\sigma_T = 4P_T / \pi d_0^2 ;$$

$$\sigma_B = 4P_B / \pi d_0^2 ;$$

$$\delta = [(L_0' - L_0) / L_0] 100 \% ;$$

$$\varphi = [(d_0^2 - d_0'^2) / d_0^2] 100 \%$$

де P_T - навантаження, при якому настає стан текучості зразка;

P_B - руйнуюче навантаження;

L_0 - робоча довжина зразка до навантаження;

L_0' - довжина зразка після розриву;

d_0 - діаметр зразка до розриву;

d_0' - діаметр перетину зразка в місці розриву.

Випробування проводять для наплавленого металу при всіх

видах нанесення покриття.

Форма та розміри зразків представлені на рис. 3.1 і табл. 3.1.

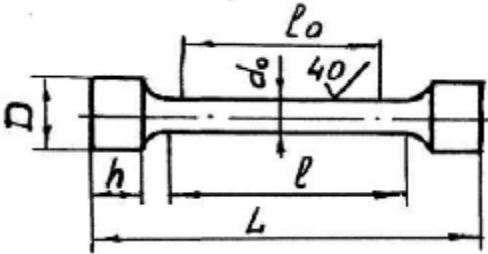


Рисунок 3.1 - Форма зразків для випробування металу на статичний розтяг

Таблиця 3.1 - Рекомендовані розміри зразків, мм

Тип зразка	d_0 , мм	D , мм	h , мм	l_0 , мм	l , мм	L , мм
1	$3 \pm 0,1$	6	4	15	18	30 ± 1
2	$6 \pm 0,1$	12	10	30	36	61 ± 1
3	$10 \pm 0,2$	16	10	50	60	86 ± 1

Дозволяється застосовувати зразки іншого діаметру пропорційних розмірів.

Робочий перетин зразків всіх типів повинен бути з металу випробуваної ділянки. В головках зразків допускається наявність металу інших ділянок покриття, а на їх поверхні - лисок та необроблених ділянок.

У всіх типах з'єднань зразки повинні розташовуватись поздовж осі шва.

Типова схема розташування зразка надана на рис. 3.2.

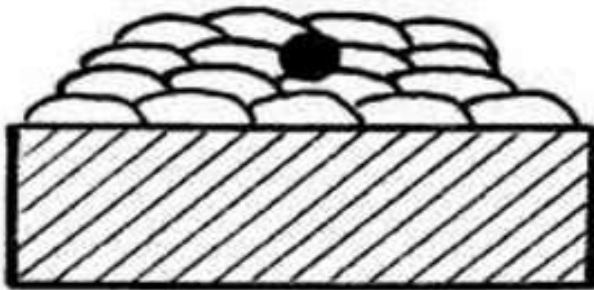
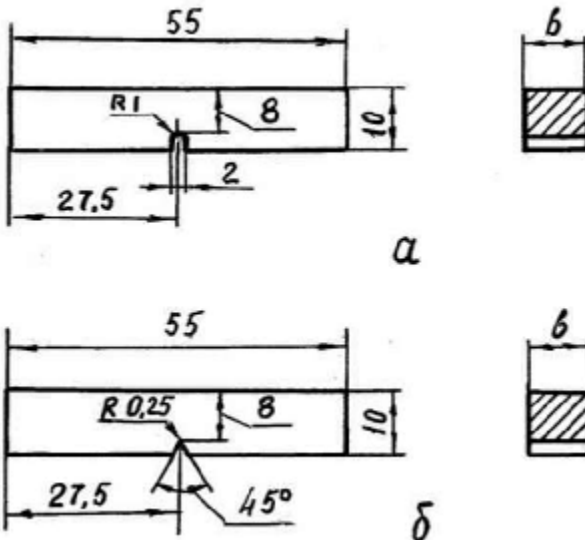


Рисунок 3.2 - Схема розташування зразків в контрольованих ділянках наплавленого шару

3.2 Випробування наплавленого металу на ударний згин

При випробуванні на ударний згин визначають ударну в'язкість металу шва або різних ділянок ЗТВ, в Дж/см². Для випробування використовують зразки з U - подібним, або V - подібним надрізом (рис. 3.3).



- а) - зразок з U - подібним надрізом;
б) - зразок з V - подібним надрізом

Рисунок 3.3 - Зразки для випробування на ударну в'язкість

Ширина зразків, як правило, становить $b = 10$ мм. При недостатній товщині виготовляють зразки меншої ширини ($b = 5$ мм). Результати випробувань порівнюють з результатами, отриманими на зразках з $b = 10$ мм тільки з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

Зразки вирізають таким чином, щоб надріз розташовувався в тій зоні деталі, ударну в'язкість якого потрібно визначити (рис. 3.4).

Якщо випробовують метал, товщиною менше 10 мм, то зразки вирізають шириною 5 мм і менше, таким чином, щоб надріз розташовувався в потрібній зоні зварного з'єднання в напрямку товщини металу (рис. 3.5).

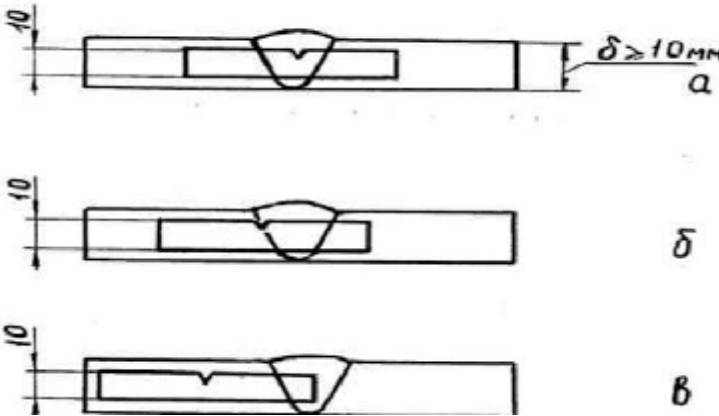


Рисунок 3.4 - Схема вирізання зразків і розташування надрізів при визначенні ударної в'язкості металу шва (а), лінії сплавлення (б) та колошовної зони (в)

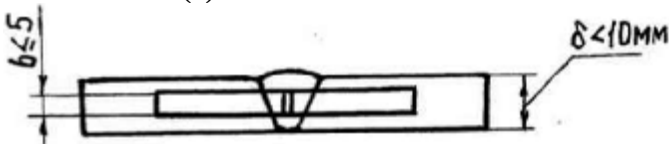


Рисунок 3.5 - Схема вирізання зразка із деталі товщиною менше 10 мм

Умовне позначення результатів випробування повинно включати символ ударної в'язкості (КС), вид зразка (U або V), місце розташування надрізу (Ш - шов, ЗС - зона сплавлення, ЗТВ t - зона термічного впливу на відстані t від лінії сплавлення).

Як правило визначення ударної в'язкості проводять при кімнатній температурі і максимальній енергії удару маятника 300 Дж на зразках шириною 10 мм. В цьому випадку умови випробувань в записах результатів додатково не відображаються. Наприклад, символи ударної в'язкості металу шва і зони сплавлення, визначених в цих умовах, будуть позначатись відповідно КСУШ і КСУЗС або КСВШ і КСВЗС. Далі проставляється цифра визначеної величини ударної в'язкості.

Якщо температура й розміри зразків, а також величина енергії маятника копра відрізняються від нормативних, то це відзначається в результатах випробувань.

3.3 Вимірювання твердості наплавленого металу і різних ділянок з'єднання

Вимірювання твердості наплавленого металу здійснюють по Брінеллю (HB), Віккерсу (HV) і Роквеллу (HRA, HRB, HRC) шляхом втискування індентора в шліфовану поверхню наплавленого шару. Вибір способу вимірювання, виду індентора і навантаження при випробуванні залежить від властивостей і товщини наплавленого шару. Твердість тонких шарів наплавленого металу (товщина менше 1,5 мм) визначають переважно по Віккерсу, середньої товщини (1,5-4 мм) по Віккерсу та Роквеллу, товстих шарів - по Роквеллу та Брінеллю.

Схема розташування зон втискування індентора показана на рис. 3.6. При вимірюванні по HV відстань $a \geq 2$ мм; по HRA $a \geq 4$ мм; по HB $a \geq 10$ мм

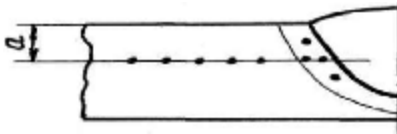


Рисунок 3.6 - Схема розташування зон випробування при вимірюванні твердості

4 ПІДГОТОВКА ДО РОБОТИ

З'ясувати суть руйнівних методів контролю, способи контролю, які при цьому використовуються, вивчити обладнання, що застосовується, технологію контролю і правила безпечного виконання робіт.

5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Зразки з наплавленого металу до та після випробування на: статичний розтяг; ударну в'язкість; твердість.

2. Дані про умови проведення випробувань і результати визначення руйнуючих, або нормативних навантажень для випробуваних зразків.

3. Окуляр для вимірювання розмірів відбитків при визначенні твердості.

4. Перевідна таблиця для співставлення результатів вимірювання твердості різними методами.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Вивчити різновидності та методику проведення механічних випробувань наплавленого металу.

2. Вибрати типи зразків, їх місце розташування для визначення механічних властивостей різних деталей (по рекомендації викладача).

3. Провести обмір зразків до і після випробувань і, з урахуванням величини руйнуючих навантажень, визначити міцнісні характеристики випробуваних зразків наплавленого металу, їх ударну в'язкість.

4. Заміряти твердість наплавленого металу по Брінеллю і за допомогою перевідних таблиць визначити твердість контрольованих зразків по HV, HRA, HRC.

5. Проаналізувати результати визначення механічних властивостей виробів і скласти звіт.

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Вказати мету роботи.
2. Назвати види механічних випробувань наплавленого металу.
3. Надати ескізи контрольованих з'єднань.
4. Вказати схему вирізання контрольних зразків та їх розміри.
5. Навести результати визначення міцносних характеристик і оцінки пластичності виробів.
6. Зробити висновки по роботі.

8 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які види випробувань проводять для визначення механічних властивостей наплавленого металу?
2. Які зразки використовують для визначення механічних характеристик наплавленого металу?
3. Які зразки використовують для визначення ударної в'язкості, їх різновидності, особливості виготовлення?
4. Які зразки використовують для визначення міцності зварних з'єднань?
5. Вкажіть, який індентор використовують при вимірюванні твердості по методу Роквелла.
6. Вкажіть, який індентор використовують при вимірюванні твердості по методу Віккерса.
7. Вкажіть способи вимірювання твердості.
8. Вкажіть, що характеризує твердість матеріалу, яка визначається шкрябанням.
9. Вкажіть, що характеризує твердість матеріалу, яка визначається відскоком.
10. Вкажіть, яким чином розділяють твердість залежно від швидкості прикладання навантаження на індентор.
11. Вкажіть, як називають твердість при плавному навантаженні на індентор.

12. Вкажіть, як називають твердість при навантаженні на індентор ударом.

13. Назвіть переваги випробування на твердість матеріалів серед інших методів випробувань.

14. Поясніть, за яким параметром визначають твердість матеріалу.

15. Поясніть, яким чином кількісно оцінюють твердість матеріалу.

16. Дайте визначення числу твердості по Бринеллю.

17. Вкажіть, в яких одиницях вимірювання визначається твердість по Бринеллю. Поясніть, яким чином виконують перерахунок одиниці вимірювання твердості по Бринеллю в одиниці СІ.

18. В чому полягає основна умова отримання порівнянних результатів визначення твердості матеріалів шариками різного діаметра.

19. Вкажіть, шарики яких діаметрів використовують для визначення твердості по Бринеллю.

20. Вкажіть, як вибирають діаметр шарика та навантаження для вимірювання твердості.

21. Вкажіть, для яких матеріалів не рекомендують використовувати вимірювання твердості по методу Бринелля.

22. Вкажіть та розпишіть стандартне число твердості по Бринеллю.

23. Розшифруйте число твердості по Бринеллю НВ 10/300/50-350.

24. Перерахуйте умови, які необхідно виконувати при вимірюванні твердості по Бринеллю.

25. Опишіть порядок визначення твердості по методу Бринелля.

26. Поясніть, яким чином вимірюють діаметр відбитка при визначенні твердості по Бринеллю.

27. Поясніть, у чому полягає різниця вимірювання твердості по Бринеллю та Роквеллу.

28. Опишіть визначення твердості по методу Роквелла.

29. Вкажіть параметри індентора для визначення твердості по методу Роквелла.

30. Поясніть, що вимірює твердомір Роквелла.

31. Опишіть визначення твердості по Роквеллу з використанням індентора різного навантаження.

32. Вкажіть, яким вимогам повинна відповідати поверхня зразка матеріалу при вимірюванні твердості приладом Роквелла.

33. Вкажіть, що необхідно контролювати при вимірюванні твердості по Роквеллу.

34. Вкажіть, за яких умов вимірюють твердість по Роквеллу.

35. Опишіть переваги методу вимірювання твердості по Роквеллу.

36. Назвіть, який метод використовують для вимірювання твердості на зразках та готових статичних виробках.

40. Вкажіть, яким вимогам повинен відповідати індендор при визначенні твердості по Віккерсу.

9 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

При виконанні роботи не допускати можливості нанесення травм при випадковому падінні зразків чи нанесенні подряпин їх гострими кромками.

ЛІТЕРАТУРА

1. Контроль качества сварки / В.Н. Волченко, А.К. Гуревич, А.И. Майоров и др. - М.: Машиностроение, 1975. - 328 с.

2. ГОСТ 9013-59 Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу

3. ГОСТ 8.426-81 Приборы для измерения твердости металлов методом упругого отскока бойка (по Шору)

4. ГОСТ 2999-75 Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу

5. ГОСТ 9031-75 Меры твердости образцовые. Технические условия

6. ГОСТ 23273-78 Металлы и сплавы. Измерение твердости методом упругого отскока бойка (по Шору)