

УДК 621.65

## МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ЗАХИСНИХ ВТУЛОК ПІСЛЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПОВЕРХНЕВОГО ЗАГАРТУВАННЯ

*Куликівський В. Л., Орел М. О.  
Поліський національний університет*

Після ЕМПЗ проведено вимірювання твердості поверхневого шару зразків переносним твердоміром МЕТ-У1 (рис. 1).

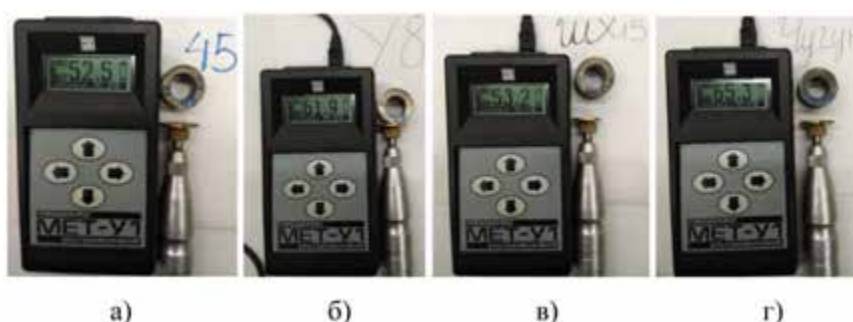


Рис. 1. Твердість поверхневого шару зразків після ЕМПЗ: а – 45; б – У8; в – ШХ15; г – СЧ35

Результати вимірювань показують, що твердість поверхні зразків після ЕМПЗ значно збільшується порівняно з вихідними значеннями: для сталі 45 було 25,7 до ЕМПЗ, стало 52,5 HRC; для сталі У8 було 37,1 до ЕМПЗ, стало 61,9 HRC; для ШХ15 було 25,4 до ЕМПЗ, стало 53,2 HRC; для СЧ35 було 25,9 до ЕМПЗ, стало 65,3 HRC. Це доводить ефективність способу ЕМПЗ. Після ЕМПЗ твердість поверхні збільшилася в 1,7...2,5 рази залежно від марки матеріалу.

Вимірювання мікротвердості по глибині зони зміцнення після ЕМПЗ проводили на мікротвердомірі DuraScan EMCOTEST за методом HV0,1 (табл. 1).

Після ЕМПЗ мікротвердість поверхневого шару сталей збільшилася в 2,6...3,6 рази порівняно з початковими значеннями (рис. 2). Така твердість значно вища за вихідну і становить 700...940 HV залежно від марки матеріалу. Мікротвердість чавуну СЧ35 після ЕМПЗ висока (943 HV), але глибина зміцнення не велика (0,2...0,3 мм). Наприклад, для сталі У8, збільшення мікротвердості на глибині 0,05 мм від поверхні становило в 3,6 рази. Градієнтні шари з підвищеними значеннями мікротвердості спостерігаються на глибині до 1 мм за цих режимів.

З віддаленням від поверхні мікротвердості зменшуються до вихідних значень. Перехідна зона має мікротвердість нижчу, ніж у зоні білого шару.

Це пояснюється наявністю вельми високих температур локального нагріву за великої швидкості охолодження, але недостатньої для загартування цих об'ємів. На рис. 3 представлено відмітки замірів мікротвердості сталі 40Г у різних зонах.

Таблиця 1

Результати вимірювання мікротвердості в поперечному перерізі

Відстань від поверхні, мм	Мікротвердість, HV					
	40Г	40Х	45	У8	ШХ15	СЧ35
0,05	716	735	754	893	777	944
0,2	705	754	766	862	751	738
0,35	694	754	747	847	738	524
0,50	705	792	679	847	662	381
0,65	694	701	701	847	483	386
0,8	255	310	279	554	237	326
0,95	246	287	275	248	243	306

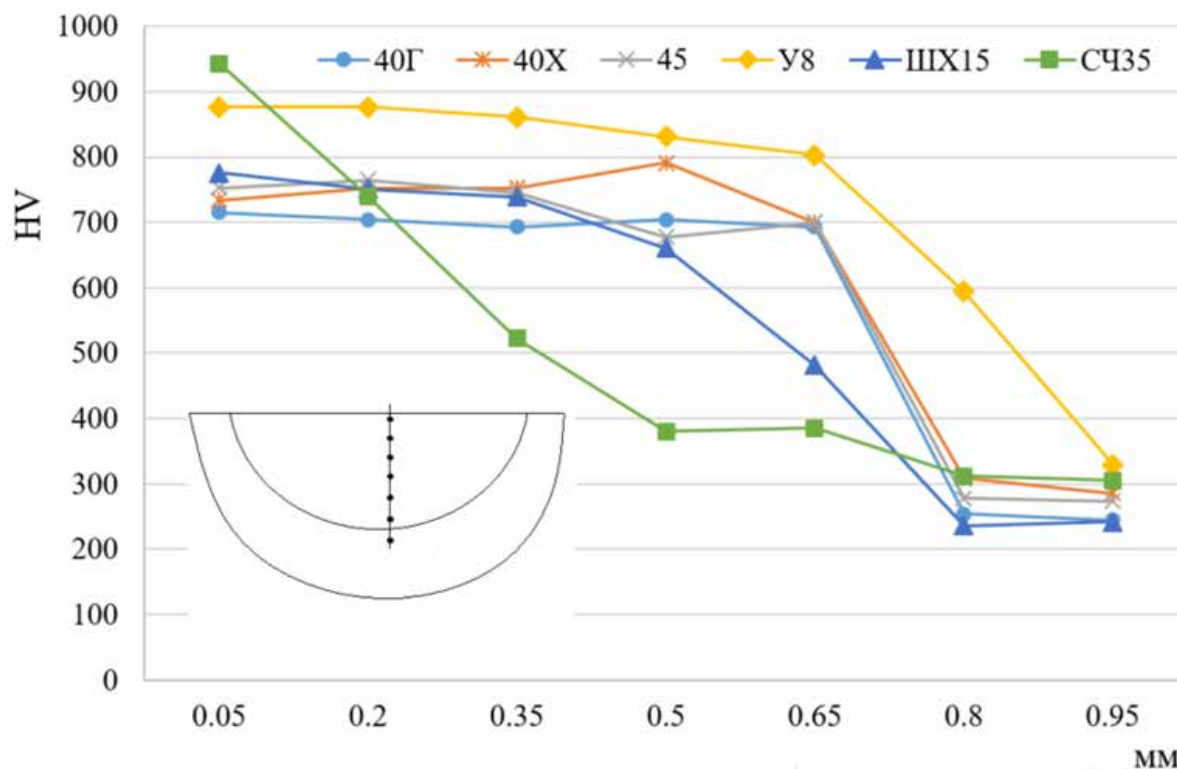


Рис. 2. Мікротвердості зміцнених зон досліджуваних матеріалів за глибиною від поверхні.

Результати мікротвердості уздовж поверхні на глибину 0,15 мм сталі 40Г під час перекриття наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати замірів мікротвердості вздовж поверхні на глибині 0,15 мм сталі 40Г за перекриття

№ п/п	Відстань, мм	Мікротвердість, HV
1	0,3	632
2	0,5	632
3	0,7	694
4	0,8	694
5	0,9	632
6	1	453
7	1,25	554
8	1,55	632
9	1,85	672
10	2,05	752
11	2,15	694
12	2,25	694
13	2,35	436
14	2,65	562
15	2,95	632
16	3,25	683
17	3,45	765
18	3,55	777
19	3,65	554
20	3,75	405
21	4,05	546
22	4,35	652
23	4,55	652
24	4,65	716
25	4,75	728
26	4,85	410

У разі їхнього перекриття спостерігається чергування повної загартованої зони, часткової загартованої зони і зони самовідпуску (рис. 4).

Хвилеподібна зміна значень мікротвердості пов'язана з особливостями проведення електромеханічної обробки. За необхідності, підбравши відповідні параметри обробки, можна мінімізувати цей ефект.

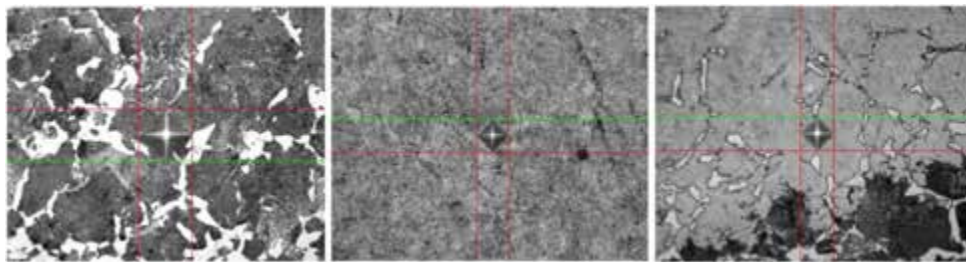


Рис. 3. Відбитки замірів мікротвердості сталі 40Г: а – вихідна, б – зміцнена, в – перехідна.

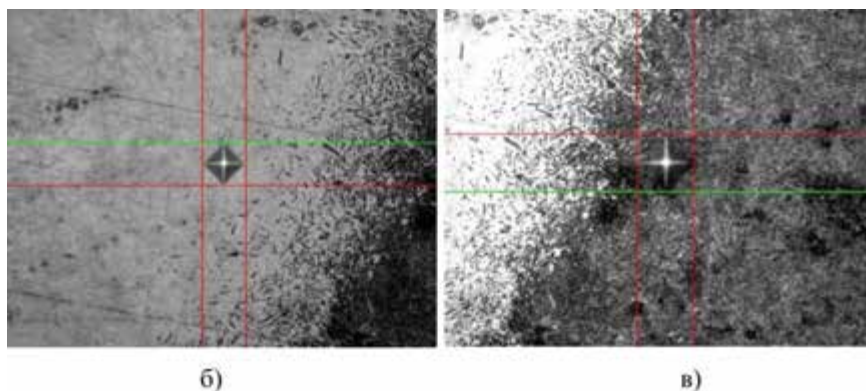


Рис. 4. Відмітки вимірів мікротвердості сталі 40Г під час перекриття: а – зона повного загартування, б – зона загартування із самовідпуском.

Повторне нагрівання попереднього треку під час накладення наступного призводить до відпуску сформованого раніше мартенситу. Ділянка повторного загартування з нагріванням, близьким до максимальної температури нагріву під загартування, під час охолодження на цій ділянці повторно формує мартенсит, який має високу мікротвердість.

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України  
Механіко-технологічний факультет  
Кафедра сільськогосподарських машин  
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

**ЗБІРНИК**  
**ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**  
**XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**"Сучасні проблеми землеробської механіки"**  
**(17–19 жовтня 2024 року)**

*присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка  
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування  
механіко-технологічного факультету НУБіП України*



**Київ – 2024**

**ББК40.7**

**УДК 631.17+62-52-631.3**

**JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42**

**З 38**

*Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.*

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 527 с.

**ISBN 978-617-8102-06-7**

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

**Організаційний комітет:**

*Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.*

*Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.*

*Тонха О.Л. – д.с.-г.н, проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.*

*Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.*

- Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, співголова.
- Адамчук В.В. – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.
- Аулін В.В. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.
- Барановський В.М. – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.
- Борак К.В. – д.т.н., проф., заступник директора ЖАТФК.
- Бредихін В.В. – д.т.н., доц., декан ДБУ.
- Вергунов В.А. – д.с.-г.н., д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.
- Вечера О.М. – ст. викл. кафедри НУБіП, секретар оргкомітету конференції.
- Гуменюк Ю.О. – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.
- Гуцол О.П. – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.
- Зубко В.М. – д.т.н., проф., декан СНАУ.
- Іванишин В.В. – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».
- Іценко Т.Д. – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».
- Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.
- Кірчук Р.В. – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.
- Кобець А.С. – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.
- Ковалишин С.Й. – к.т.н., проф., декан ЛНУП.
- Гуцол О.П. – к.т.н., власник і бенефіціар аграрних компаній.
- Козаченко Л.П. – президент Української аграрної конфедерації.
- Кравчук В.І. – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.
- Кропівний В.М. – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.
- Кульгавий В.Ф. – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».
- Кюрчев В.М. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Кюрчев С.В. – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Лавріненко О.Т. – к.т.н., доц. кафедри НУБіП.
- Лукач В.С. – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».
- Маруцак П.О. – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.
- Мельник В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ДБУ.
- Мироненко В.Г. – д.т.н., проф., ІМА АПВ.
- Мороз О.О. – Голова Верховної Ради України двох скликань.
- Надикто В.Т. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Панцир Ю.І. – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».
- Пастухов В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.
- Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП України.
- Пугач А.М. – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.
- Пушка О.С. – к.т.н., доц., проректор УНУС.
- Ребенко В.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.