

УДК 669.136.9

**ВПЛИВ РІЗНИХ СПОСОБІВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА УТВОРЕННЯ
ЗНОСОСТІЙКИХ СТРУКТУР І ФІЗИКО МЕХАНІЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ СЕРЕДНЬОВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ**

Чернета Олег Георгійович

к.т.н., доцент

Кубіч Вадим Іванович

к.т.н., доцент

Коржавін Юрій Андрійович

к.т.н., доцент

Дніпровський державний технічний університет

м. Кам'янське, Україна

*Національний університет «Запорізька політехніка»

м. Запоріжжя, Україна

Анотація: В роботі проведений аналіз трансформації структури середньо вуглецевих сталей в залежності від технологічних способів обробки, вплив технологічних режимів обробки на утворення зносостійких структур і фізико - механічних властивостей середньо вуглецевих сталей. Аналіз мікроструктурних, рентгено - фазових досліджень, вимірювання мікротвердості показав механізм трансформації фізико - механічних властивостей і мікроструктур середньо вуглецевих сталей залежно від способів термічних обробок.

Ключеві слова: термічна обробка, аналіз, зміцнення, властивості металографічні дослідження, мікроструктура.

Сучасні технології обробки деталей дозволяють керувати фізико - механічними властивостями і структуро утворенням в матеріалах машинобудівного призначення. Зміцнення поверхневого шару сталей здійснюється шляхом

різних варіантів обробок і їх комбінацій, що передбачають утворення в поверхневому шарі міцних і надміцних структур. Використовуючи новітні технології зміцнення сталей є можливість збільшити в рази мікротвердість робочих поверхонь деталей за рахунок керування фізико – механічними властивостями і утворення відповідних надміцних мікроструктур.

Розглянемо найбільш поширені, що використовуються в машинобудуванні середньо вуглецеві сталі – Ст30, Ст40, Ст45, Ст50. В табл.1 наведений хімічний склад, основні характеристики і фізико механічні властивості матеріалів при звичайних, традиційних методах термічної, хіміко – термічної, термо - механічної обробки.

Таблиця 1

Хімічний склад, основні характеристики і фізико механічні властивості середньо вуглецеві сталі – Ст30, Ст40, Ст45, Ст50.

№	Хімічний склад								Види обробок				
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Показники фізико механічні властивості середньо-вуглецевих сталей				
Ст30	0,27 0,32	0,17 0,37	0,5 0,8	0,0 35	0,0 4	0,25	0,3	0,3					
	E, МПа		σ_b , МПа		σ_t , МПа		KCU, дж/см ²		δ , %	Ψ , %	ТО, ХТО, ТМО (830°C)	НВ	Мікроструктура
	223		900-1100 490-530		700-850 290-310		250 80-70		21	50	Нормалізація Гарт з відпуском Гарт у воді	207-170 217-186 502-611	Ф+П Сорб + Ф Мартенсит
Ст40	0,37 0,45	0,17 0,37	0,5 0,8	0,0 35	0,0 4	0,25	0,3	0,3	Показники фізико механічні властивості середньо-вуглецевих сталей				
	E, МПа		σ_b , МПа		σ_t , МПа		KCU, дж/см ²		δ , %	Ψ , %	ТО, ХТО, ТМО	НВ	Мікроструктура

											(830 ⁰ C)			
	223		570		330		59		19	45	Нормалізація Гарт з високим відпуском Гарт з низким відпуском		229-238 293 600-650	Ф+П Сорб Крупного лчастий Мартенси т
Ст45	0,42 0,5	0, 17 0, 37	0,5 0,8	0,0 35	0,0 4	0,25	0,3	0.3	Показники фізико механічні властивості середньо-вуглецевих сталей					
	Е, МПа		σ _в , МПа		σ _т , МПа		КСУ, дж/см ²		δ, %	Ψ, %	ТО, ХТО, ТМО (830 ⁰ C)		НВ	Мікроструктура
	223		600 900-1100		350 700-850		49 250		15 21	40 50	Гарт у маслі Гарт у воді Центр		311-321 351 277-293	Тр+ Ф Троостомартенси т + Ф Сорб
											ТВЧ		524 - 580	Гарденіт (безстр. М)
Ст50	0,37 0,45	0, 17 0, 37	0,5 0,8	0,0 35	0,0 4	0,25	0,3	0.3	Показники фізико механічні властивості середньо-вуглецевих сталей					
	Е, МПа		σ _в , МПа		σ _т , МПа		КСУ, дж/см ²		δ, %	Ψ, %	ТО, ХТО, ТМО (830 ⁰ C)		НВ	Мікроструктура
			630 980		370 785		39 -		16 10	40 35	центр Гарт з середнім відпуском		235-241 400-495	П+ сіткаФ Троостомартенси т

За даними [1, с.17], [2, с.212], що надані в таблиці 1 хімічний склад середньо – вуглецевих сталей. Хімічний склад сталей 30, 40, 45, 50 практично відрізняється наявністю вуглецю, а інші складові, що входять до складу цих сталей –однакові. Аналіз фізико механічних властивостей, мікроструктур, твердості середньо – вуглецевих сталей показав наступні результати, що мікроструктура сталей після нормалізації відповідає феритно – перлітної структурі (Ст 30, Ст 40). Мікроструктура сорбіту характерна для Ст 45 після нормалізації, а для Ст 50 характерна мікроструктура перліту з сіткою фериту з твердістю матеріалів HB від 190 -240. При гарті з високим відпуском для середньо вуглецевих сталей характерні мікроструктури відповідно – Ст 30, Ст 40– сорбіт, Ст 45 – сорбіт з окремими колоніями фериту, і Ст 50 – сорбіт з твердістю HB 250 -310.

Гарту маслі і гарт з середнім відпуском сприяє утворенню мікроструктури троститу (Ст30, Ст 40, Ст 45 – трооститу з феритом і троостомартенситу для сталі 50) з мікротвердістю HB 360-410 [2, с.52].

Гарт у воді і гарт з низьким відпуском сприяє утворенню мікроструктури мартенситу (Ст 30, HB 502-611), крупно голчастого мартенситу (Ст 40 HB 600-650), безструктурного мартенситу (гарденіту[3, с. 12]) (Ст45 HB 524-580 - гарт ТВЧ).

Подальше збільшення мікротвердості поверхневого шару середньо вуглецевих сталей можливо тільки за рахунок використання спеціальних обробок з скупчення у поверхневих шарах надтвердих утворень (карбідів, карбонітридів, нітридів, боридів металів Fe_2B , FeB , Mn_7C_3 , Cr_7C_3 , $(Fe,Cr)_7C_3$, $Me_7(CN)_3$, Fe_3N).

Це можливо за рахунок використання комбінованих і спеціальних способів обробки (цементация, азотування, борування, лазерна обробка, ША, ТВЧ та т.п.). Мікротвердість поверхневих шарів (150 - 200 мкм) середньо вуглецевих сталей при застосуванні перелічених способів обробки збільшується до $H_R=13000 - 17000$ МПа при боруванні і ЛО [4, с. 212], [5, с. 176]. Разом з підвищенням показників мікротвердості, зносостійкості значно погіршуються

показники фізико механічних властивостей – пластичності, коефіцієнти збільшення $\delta(\%)$, стиснення $\psi(\%)$, тріщино утворення КСУ дж/см².

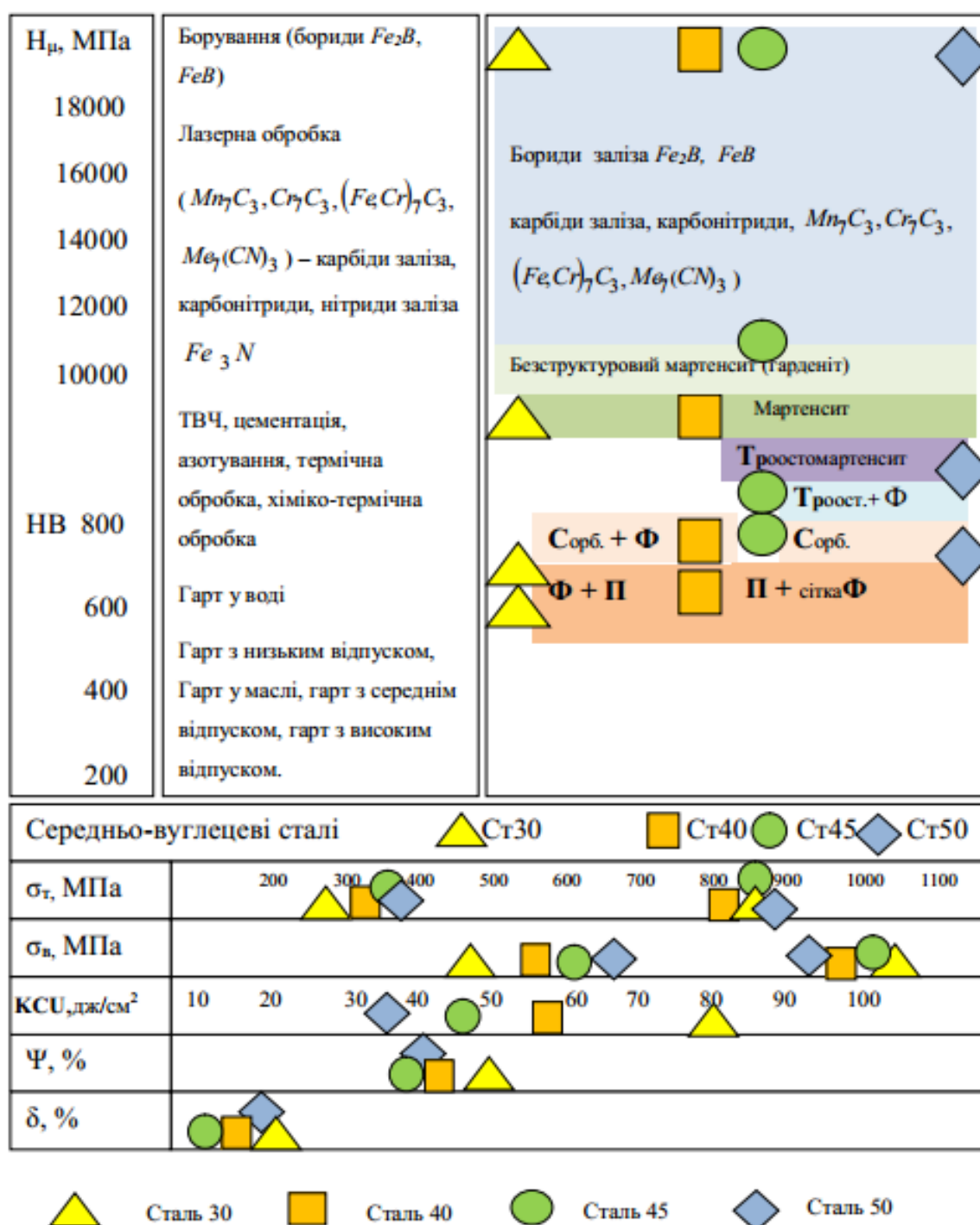


Рис. 1. Графічна залежність фізико механічних властивостей середньо вуглецевих сталей

На рис. 2. наведена мікроструктура поверхневого шару сталі 45 після борування і лазерної обробки. Поверхня сталі 45 визначається щільним шаром надтвердих утворень ($h=20 - 40$ мкм). Під цим шаром спостерігається скупчення ($h=40-120$ мкм боридів і окремих карбидів)

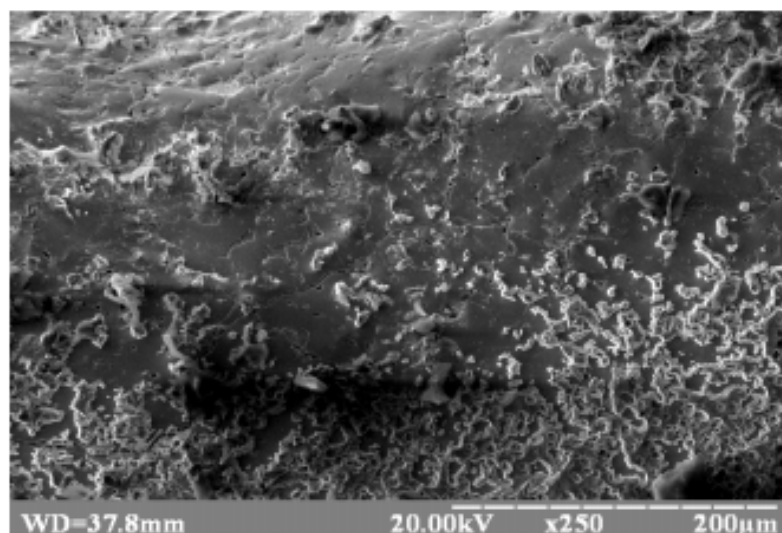


Рис. 2. Мікроструктура поверхневого шару сталі 45 після борування і лазерної обробки

Поверхневий шар після борування і лазерної обробки після вимірювання мікротвердості показав значення в межах $H_R=15000-16000$, МПа. Лазерна обробка сприяла подрібленню зубчастої структури поверхні, що позитивно впливає на усунення негативного моменту тріщини утворення у надтвердих структурах борованого шару.

Висновки. На підставі аналізу ряду застосованих існуючих технологічних способів зміцнення поверхневого шару і при суттєвому збільшенні мікротвердості поверхневих шарів виникає небезпечність внутрішнього руйнування матеріалу (при збільшенні межі витривалості і текучості, знижується пластичні показники і знижується опір крихкому руйнуванню).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Суслов А.Г., Браун Э.Д., Виткевич Н.А. Качество деталей машин. Справочник. Т.1. М: Машиностроение, 1995. - 143с.
2. Франценюк И.В., Франценюк Л.И. Альбом микроструктур чугуна, стали, цветных металлов и их сплавов. –М.:ИКЦ «Академкнига», 2004. -136с.
3. Завьялов А.С., Теплухин Г.Н., Габеев К.В. Умови і механізм утворення безструктурного мартенситу (гарденита). Металознавство і термічна обробка металів.- №10.-1979.С.11-12.
4. Чернета О.Г., Сухомлин В.І., Коробочка О.М. Дослідження мікроструктури зношених деталей автомобілів із сталі 45 при відновленні і багатократній термічній обробці. Перспективні технології та прилади. м. Луцьк червень 2017 р. –ЛНТУ, – Вип.10(1) – 2017. С.212-217.
5. Чернета О.Г., Волощук Р.Г., Коробочка О.М. Дослідження технологічних способів формування зносостійких покриттів на основі лазерної обробки. // Збірник наукових праць «Перспективні технології та прилади»//м. Луцьк листопад 2014 р. – Луцьк: ЛНТУ, – Вип.5(2) – 2014. С.176.