2. Godwin-Jones, R. (2011). Emerging technologies: Autonomous learning showcased by iTalki. *Language Learning & Technology,* 15(3), 9–12.

3. Hubbard, P., Braden-Harder, L. (2020). The Effectiveness of Mobile Apps for Language Learning: A Review of the Literature. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia,* 29(1), 49–66.

4. Kennedy, J., Baxter, P. (2014). The robot will learn using adaptive teaching to improve student engagement. *Journal of Human-Robot Interaction,* 3(2), 27–57.

5. Lee, H. (2018). Voice Recognition Technology: A Review of Its Applications, Challenges, and Future Trends. *Journal of Computational Linguistics and Applications,* 9(1), 1–14.

6. Vaswani, A. (2017). Attention Is All You Need. *Advances in Neural Information Processing Systems,* 30.

Афтанділянц Є.Г.
(НУБіП, Київ)

ВПЛИВ СТРУКТУРИ ТА ТЕМПЕРАТУРИ ГАРТУВАННЯ НА МІЦНІСТЬ СТАЛІ НА ЗГИН

E-mail: aftyev@yahoo.com

Дослідження впливу структури та температури гартування на міцність сталі на згин обумовлено широкою розповсюдженістю цієї схеми навантаження в реальних умовах експлуатації сталей. Іспит на згин проводили в умовах прикладання навантаження зосередженою силою на середину відстані між опорами. Випробування проводили на зразках з вуглецевої сталі діаметром 10 мм та довжиною 340 мм, на відстані між опорами 300 мм.

Вміст вуглецю, розмір зерна аустеніту, температура гартування та міцність при згинанні вуглецевих сталей після гартування в воду та відпуску при 150 ^{o}C протягом 1 години.

Таблиця 1 – Абсолютний (індекс (abs)) та відносно вмісту в сталі (індекс (rel)) вміст вуглецю в мартенситі (C_{mar}), карбідах заліза (C_{Fe3C}), розмір зерна аустеніту (D_{aust}), температура гартування (t_q) та міцність при згинанні (σ_b) вуглецевих сталей після гартування в воду та відпуску при 150 °С протягом 1 години

Вміст вуглецю, %					t_q, °С	D_{aust}, мм	σ_b, МПа
абсолютний			відносно вмісту в сталі				
в сталі	C_{mar}^{abs}	C_{Fe3C}^{abs}	C_{mar}^{rel}	C_{Fe3C}^{rel}			
0,68	0,60	0,08	88,2	11,8	780	0,0265	1160
0,68	0,63	0,05	92,6	7,4	825	0,0750	745
0,96	0,85	0,11	88,5	11,5	780	0,0310	1100
0,96	0,89	0,07	92,7	7,3	825	0,0750	680
1,14	0,85	0,29	74,6	25,4	780	0,0167	1200
1,14	0,90	0,24	78,9	21,1	825	0,0440	840

Шляхом множинного кореляційного аналізу досліджували вплив вуглецю, що розчинений в мартенситі (C_{mar}), зв'язаний в карбіди заліза (C_{Fe3C}) та температури гартування (t_q) на розмір зерна аустеніту (D_{aust}), а також вплив розміру зерна аустеніту (D_{aust}) на міцність при згинанні (σ_b) вуглецевих сталей після гартування в воду та відпуску при 150 °С протягом 1 години.

Множинний кореляційний аналіз показав, що на розмір зерна аустеніту (D_{aust}) значимий вплив оказують відносний вміст вуглецю в цементиті (C_{Fe3C}^{rel}) і температура гартування сталі в воді (t_q). Розглянуті фактори впливають наступним чином.

$$D_{aust} = -0{,}525 - 1{,}56 \cdot 10^{-3} \cdot C_{Fe3C}^{rel} + 7{,}37 \cdot 10^{-4} \cdot t_q , \quad (1),$$

$$R = 0{,}979; \ \delta = 14{,}1\%;$$

де R – коефіцієнт множинної кореляції;

δ – середня помилка апроксимації.

Аналіз рівняння (1) показує, що збільшення кількості вуглецю в карбідах заліза з 7 до 25 %, за постійної температурі гартування 800 °С, призводить до зменшення розміру зерна аустеніту з 0,054 до 0,026 мм, тобто в 2,1 рази (рис. 1).

Підвищення температури гартування з 780 °С до 840 °С, за постійної кількості вуглецю в карбідах заліза 14 %, оказує зворотній вплив, збільшуючи розмір зерна аустеніту з 0,028 до 0,072 мм, тобто в 2,6 рази (рис. 1). Оцінюючи ефективність впливу факторів за критерієм Стьюдента (t_{st}) слід відзначити, що вплив температури гартування ($t_{st(q)}$ = 5,9) в 1,6 рази більш ефективний ніж вміст вуглецю в карбідах заліза ($t_{st(Cfe3c)}$ = 3,8).

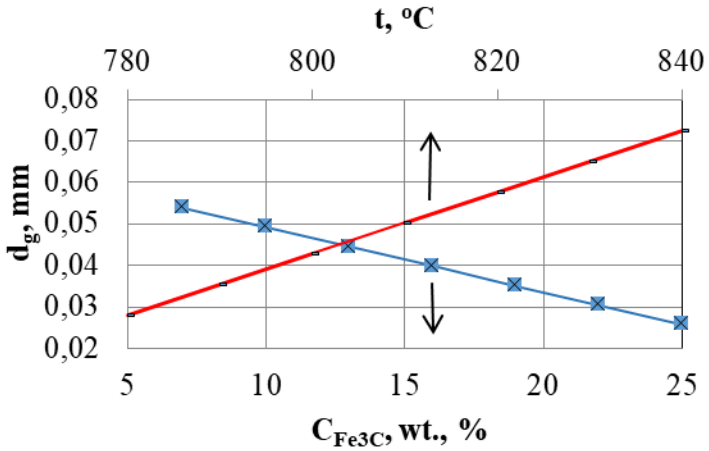

Рис. 1. Вплив кількості вуглецю в карбідах заліза, при температурі гартування 800 °С і температури гартування, при вмісті вуглецю в карбідах заліза 14 %, на розмір зерна аустеніту

Дослідження вихідних факторів на міцність сталі при згинанні (σ_b) показало, що значимий вплив оказують розмір зерна аустеніту (D_{aust}) і температура гартування сталі в воді (t_q). Розглянуті фактори впливають наступним чином.

$$\sigma_b = 5082,7 - 4457 \cdot D_{aust} - 4,9 \cdot t_q \,, \qquad (2),$$

$$R = 0,994;\ \delta = 2,4\%;$$

де R – коефіцієнт множинної кореляції;

δ – середня помилка апроксимації.

Аналіз рівняння (2) показує, що збільшення розміру зерна аустеніту з 0,015 до 0,075 мм, за постійної температурі гартування 800 °С, призводить до зменшення міцності сталі на згин з 1099 МПа до 831 МПа, тобто на 24,3 % (рис. 2). Підвищення температури гартування з 780 °С до 840 °С, при постійному розмірі зерна аустеніту 0,05 мм, зменшує міцність сталі на згин з 1041 МПа до 747 МПа, тобто на 28,2 % (рис. 2).

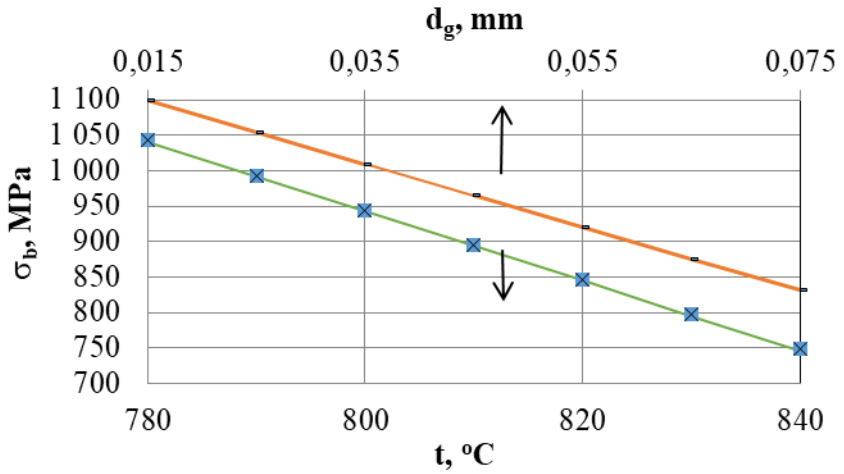

Рис. 2. Вплив розміру зерна аустеніту при температурі гартування 800 °С і температури гартування при розмірі зерна аустеніту 0,05 мм на міцність сталі на згин

Оцінюючи ефективність впливу факторів за критерієм Стьюдента (t_{st}), слід відзначити, що вплив температури гартування ($t_{st(q)} = 4,1$) на 8 % більш ефективний, ніж розмір зерна аустеніту ($t_{st(Daust)} = 3,8$).

Встановлені закономірності показують, що розмір зерна аустеніту і міцність на згин вуглецевої сталі, загартованої в воді і відпущеної при 150 °С, з імовірністю 95 % визначаються відносним вмістом вуглецю в карбідах заліза і температурою гартування. Показано, що вплив температури гартування більш ефективний, ніж структурних факторів.

Афтанділянц Є.Г.
(НУБіП, Київ)

ВПЛИВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ НА ВИДІЛЕННЯ ТА РОЗЧИНЕННЯ КАРБІДІВ В ЗАЕВТЕКТОЇДНИХ СТАЛЯХ

E-mail: aftyev@yahoo.com

Особливістю формування структури заевтектоїдних сталей при охолодженні після затвердіння або перекристалізації є виділення карбідів та утворення карбідної сітки на межах зерен у процесі перетворення аустеніту на перліт, що призводить до погіршення пластичних властивостей та розвитку крихкості сталі (рис. 1).