

УДК 621.620

НОВІ НАУКОВІ Й ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ З ПІДВИЩЕННЯ ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРУБ З НИЗЬКОЛЕГОВАНИХ І ВИСОКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ІМПОРТОЗАМІЩЕННЯ

Т. О. Дергач¹, пров. н. с. ЛЕНД, н. д. ч., д. т. н.,
Г. Д. Сухомлин², гол. н. с., ЛЕНД, н. д. ч., д. т. н.,
Л. М. Дейнеко³, зав. каф. мат. і т. о. мет., д. т. н., проф.,
А. Є. Балєв⁴, нач. інж.-досл. від., А. В. Красюк⁴, директор з виробн.
ta_dergach@i.ua; g_suhomlin@ukr.net; leonid_deyneko@i.ua

^{1,2} Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

³ Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро

⁴ ПрАТ «Сентравіс Продакшн Юкрейн», м. Нікополь

Корозія металевих виробів у нафтогазовидобувній, хімічній, нафтохімічній, енергетичній та інших галузях промисловості є основною причиною виходу з ладу обладнання та завдає значних економічних збитків. Тому підвищення корозійної стійкості металопродукції є актуальною задачею, особливо, під час повоєнного відновлення промисловості України, яке потребує застосування сучасних технологій для виготовлення високоякісної продукції та імпортозаміщення.

У зв'язку з викладеним, запропоновано низку вдосконалених і новітніх технологій виробництва труб підвищеної корозійної стійкості та експлуатаційної надійності з низьколегованих і високолегованих сталей, які апробовані в умовах промислового виробництва.

У основу розробок покладено: теорію корозійностійкого легування; застосування розроблених і вдосконалених методик дослідження зернограничної структури сталей з різними структурними станами [1]; теорію решіток співпадаючих вузлів (РСВ) і принцип зернограничного конструювання (ЗГК) полікристалічних матеріалів [2, 3]; комплексні корозійні та експлуатаційні випробування у різних корозійно агресивних середовищах металопродукції, виготовленої за новітніми технологіями [4].

1. Розроблено новітні технології виробництва нафтогазопровідних, насосно-компресорних і обсадних труб підвищеної корозійної стійкості з низьколегованих сталей скоригованого хімічного складу, які включають вдосконалені і нові режими температурно-деформаційних і термічних обробок за принципом ЗГК [5]. Такі труби характеризуються підвищеною корозійною стійкістю у хлоридних, хлоридно-ацетатних і сірководень вмісних середовищах, у тому числі, проти сульфідного корозійного розтріскування під напруженням і водневого розтріскування, і високим комплексом механічних властивостей. Вони рекомендуються для застосування в нафтогазовидобувній галузі України замість труб зі сталі 20, а також труб, які раніше поставлялися з Росії, а також у будівельній індустрії.

2. Для хімічної, нафтохімічної, енергетичної, аерокосмічної,

металургійної, машинобудівної та інших галузей промисловості, де у виробництвах застосовують особливо агресивні середовища, розроблено технології виготовлення труб підвищеної корозійної стійкості з високолегованих аустенітних і феритно-аустенітних сталей. Вони базуються на результатах систематичних досліджень і включають:

- науково обґрунтоване обмеження гранично допустимих вмістів поверхнево активних хімічних елементів вуглецю, бору, азоту в трубних заготовках з аустенітних Cr–Ni і Cr–Ni–Mo сталей [6];

- застосування при вхідному контролі трубних заготовок розробленої металографічної методики визначення домішок бору (0,002...0,03 %) в аустенітних високолегованих сталях, який негативно впливає на стійкість проти міжкристалітної корозії у сильно окисних середовищах. Методика заснована на даних про особливі фізико-хімічні властивості бору і результатах структурних і корозійних досліджень поковок і прокату зі сталей 304 L і 316 L з домішками бору [6]; вона включає спеціальну термічну обробку сталі, яка сприяє максимальній сегрегації бору на границях зерен з виділенням на них високохромистих боридів (FeCr_2B) і травлення шліфів у обраному реактиві за визначеним режимом (рис. 1);

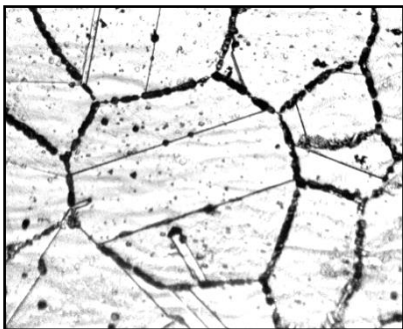


Рис. 1. Приклад виявлення домішок бору в мікроструктурі трубної заготовки зі сталі 304L (0,0025 % B), $\times 500$

- застосування принципу зернограничного конструювання при температурно-деформаційних і термічних обробках при виготовленні труб. Залежно від хімічного складу і структурного класу сталей вони включають: інтенсивні холодні деформації металу; високотемпературні або подвійні відпали з гартуваннями труб на готовому розмірі; холодні деформації за розробленим режимом перед остаточною термічною обробкою і наступну термічну обробку труб за технологією know-how, тощо [3; 7]. Як приклад, на рисунку 2 наведена схема одного з запропонованих режимів обробки труб (а), мікроструктура отриманих труб з підвищеним вмістом спеціальних низькоенергетичних границь зерен $\Sigma 3$ РСВ (б) і підвищення корозійної стійкості (зниження швидкості корозії) труб порівняно з вихідною трубною заготовкою (с).

У розробках застосовано патенти авторів, а за їх результатами підготовлено проекти низки охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

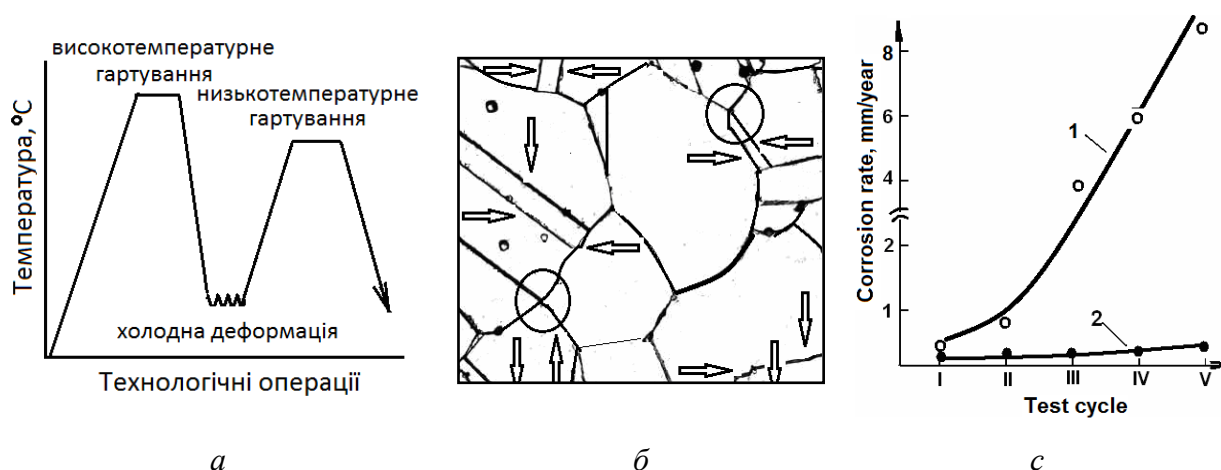


Рис. 2. Схема виготовлення (а), мікроструктура (б, $\times 500$) і підвищення корозійної стійкості труб зі сталі 304L, виготовлених за новітньою технологією, порівняно з трубною заготовкою (с, кр. 2 і 1, відповідно)

Список використаних джерел

1. Большаков В. І., Сухомлин Г. Д., Дергач Т. О. Методичні основи дослідження зернограничної структури в сталях з γ , α і $\alpha + \gamma$ фазовим станом. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2017. № 3 (229–230). С. 10–21.
2. Shimada M., Kokawa H., Wang Z. J., Sato Y. S., Karibe I. Optimization of grain boundary character distribution for intergranular corrosion resistant 304 stainless steel by twin-induced grain boundary engineering. *Acta Materialia*. 2002. № 50. Pp. 2331–2341.
3. Сухомлин Г. Д., Дергач Т. А. Применение зернограничного конструирования стали для получения труб с высоким комплексом свойств. *Металлургическая и горнорудная промышленность*. 2008. № 6. С. 50–53.
4. Дергач Т. О., Сухомлин Г. Д., Дейнеко Л. М., Балєв А. Є., Красюк А. В. Лабораторні та експлуатаційні випробування труб з високолегованих сталей, виготовлених за новітніми технологіями. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2022. № 4. С. 47–58.
5. Dergach T. O., Sukhomlin G. D. Methods for the Improvement of Corrosion Resistance of Low-Alloy Steel Pipes for the Oil-And-Gas Extraction Industry. *Materials Science*. 2021. Vol. 56 (5). Pp. 684–690.
6. Дергач Т. О., Сухомлин Г. Д., Дейнеко Л. М., Zhou-Hua Jiang, Jialong Tian. Вплив поверхнево-активних елементів на структуру меж зерен і стійкість до міжкристалітної корозії аустенітних Cr–Ni і Cr–Ni–Mo сталей. *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. 2023. № 1. С. 59–64.
7. Dergach T. A., Sukhomlyn G. D., Panchenko S. A., Kalinina N. E., Balev A. E., Krasiuk A. V., Kalinin V. T. Prospects of application of tubes made of duplex steels of a new generation in the heat exchanging equipment of nuclear power plants. *Problems of atomic science and technology. Ser.: Physics of Radiation Effect and Radiation Mater. Science*. 2019. № 5 (123). Pp. 124–129.