

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕРМІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ ЗОНИ ТЕРМІЧНОГО ВПЛИВУ В НАПЛАВКАХ (ЗВАРНИХ З'ЄДНАННЯХ) ІЗ ВИСОКОХРОМИСТИХ НЕРЖАВКИХ СТАЛЕЙ

Погрібний М.А., к. т. н., доц., Реброва О.М., к. т. н., доц., Федоренко Г.А., інженер, Гололобова О.М., асистент, Реброва А.О., ст. гр. КН-619, Чепурко В.М. ст. гр. МІТ-М319а, НТУ «ХПІ»

Анотація. В роботі встановлено, що термічне оброблення в режимі високого відпускання наплавки із високохромистих сталей суттєво збільшує знеміцнення в зоні термічного впливу. Показано негативний вплив високого відпускання на механічні властивості виробів. Дослідження проводились на зразках зі сталі 15Х11МФ. Зразки термічно оброблялись за стандартним для даної сталі режимом, а потім наплавлялись за одно- та багатошаровою технологією електродуговим методом в середовищі аргону проволокою для наплавки зі сталі 20Х13.

Ключові слова: термічне оброблення, зона знеміцнення, наплавка, високохромиста нержавка сталь.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ЗОНЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ В НАПЛАВКАХ (СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ) ИЗ ВИСОКОХРОМИСТЫХ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Погребной Н.А., к.т.н., доц., Реброва Е.М., к.т.н., доц., Федоренко А.А., Гололобова Е.Н., Реброва А.О., ст. гр. КН-619, Чепурко В.М. ст. гр. МІТ-М319а, НТУ «ХПІ»

Аннотация. В работе установлено, что термическая обработка в режиме высокого отпуска наплавки из высокохромистых сталей существенно увеличивает разупрочнение в зоне термического влияния. Показано негативное влияние высокого отпуска на механические свойства изделий. Исследования проводились на образцах из стали 15Х11МФ. Образцы термически обрабатывались по стандартному для данной стали режиму, а затем наплавлялись по одно- и многослойной технологии электродуговим методом в среде аргона проволокой для наплавки из стали 20Х13.

Ключевые слова: термическая обработка, зона разупрочнения, наплавка, высокохромистая нержавеющая сталь.

STUDY OF THE INFLUENCE OF HEAT TREATMENT ON THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF THE THERMAL INFLUENCE ZONE IN SURFACES (WELDED JOINTS) FROM HIGH-CHROMIUM STAINLESS STEELS

Pohribnyi M.A., Ph. D., Prof., Rebrova O.M., PhD., Associate Professor, Fedorenko H.A., engineer, Hololobova O. M., Assistant, Rebrova A.O., student of group KN-619, Pohrebna E.K., student of group PZPI 19-2, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

Abstract. It has been established in the work that heat treatment in the high-temperature tempering regime of high-chromium steels overlays significantly increases softening in the heat-affected zone. The negative effect of high tempering on the mechanical properties of products is shown. The studies were carried out on samples of 15Kh11MF steel. The samples were thermally treated according to the standard mode for the given steel, and then they were deposited according to the single- and multilayer technology by the electric arc method in an argon atmosphere with a wire for surfacing made of steel 20Kh13.

Key words. heat treatment, softening zone, surfacing, high-chromium stainless steel.

Вступ

Прогресивні технології зварювання (наплавлення) широко використовуються при виготовленні чи ремонті деталей машин і механізмів. Під дією температурного чинника, який є невідворотним в процесі зварювання чи наплавлення, в основному металі виробу утворюється, як правило, декілька

характерних ділянок, відмінних за структурою та властивостями – зона термічного впливу (ЗТВ), що може мати наслідки для експлуатаційних властивостей виробу в цілому.

Аналіз публікацій

Після зварювання чи наплавлення працездатність виробу в значній мірі залежить від структурного стану та властивостей різних ділянок металу в ЗТВ [1, 2]. У багатьох випадках, наприклад, при зварюванні (наплавленні) високолегованих сталей, найбільш впливовими є ділянки знеміцнення та гартування. Особливо актуальним стає дослідження ролі і впливу ЗТВ, перш за все, ділянки знеміцнення в разі використання після зварювання (наплавлення) термічного оброблення, яке, як правило, рекомендується в таких випадках для покращення якості виробів [3 – 5].

Мета дослідження

З метою виявлення впливу наплавлення та наступного термічного оброблення на структуру та властивості зони знеміцнення в наплавках на сталь 15X11МФ досліджувалась залежність показників, які характеризують знеміцнення (мінімальну твердість на ділянці знеміцнення, і її розміри (ширину)) від температури термічного відпускання (в інтервалі від 650°C до 750°C). Попередньо зразки зі сталі 15X11МФ термічно оброблялись за стандартним для даної сталі режимом (гартування з відпуском при температурі 680 – 700°C), а потім наплавлялись за одно- та багатошаровою технологією електродуговим методом в середовищі газу аргону проволокою для наплавки зі сталі 20X13.

Механічні випробування проводились в найбільш жорстких умовах, а саме, з використанням багатошарово наплавлених зразків, що дозволило досягти в них поперечного розташування ЗТВ, при якому всі характерні ділянки зони термічного впливу під час експериментального навантаження знаходилися під дією напруги розтягнення.

Результати досліджень

Результати проведених досліджень свідчать про те, що після наплавлення механічні властивості зразків зі сталі 15X11МФ помітно погіршуються (табл. 1), а використання відпуску після наплавки призводить до ще більш негативних наслідків (рис. 1).

Таблиця 1 – Вплив наплавлення і наступного термічного відпускання на властивості сталі 15X11МФ

Стан зразків	Механічні властивості			
	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	ψ , %	δ , %
Сталь 15X11МФ до наплавлення	860	740	50	14
Після наплавлення сталлю 20X13	800	680	41	6,5
Після наплавлення і відпускання ($t = 680^\circ\text{C}$, $\tau = 2$ год.)	730	620	47	11

Як видно з таблиці, показники міцності сталі 15X11МФ після наплавлення в порівнянні з вихідним станом зменшуються на 7 – 8%. При цьому спостерігається локалізація процесу руйнування на ділянці ЗТВ з найменшою твердістю – ділянці знеміцнення, яка в даних умовах навантаження виявляється найбільш слабким місцем з'єднання. Причиною такої зміни властивостей ЗТВ, як показали металографічні дослідження, є розвиток тут під впливом додаткового нагрівання в умовах наплавлення процесів довідпуску, які супроводжуються коагуляцією і сфероїдизацією карбідної фази та, як наслідок, сприяють суттєвому зниженню показників міцності.

Після наступного відпускання міцність наплавки зменшується в порівнянні з міцністю сталі 15X11МФ до наплавлення в середньому на 16 %.

Результати досліджень показників, які характеризують властивості ділянки знеміцнення свідчать про те, що зі збільшенням температури відпускання відбувається подальше знеміцнення в ЗТВ (див. рис. 1). Нагрів наплавки вже до температури 650°C спричиняє зниження твердості на ділянці знеміцнення на Нц 15, а нагрів до 750°C на Нц 40, в порівнянні з твердістю даної ділянки безпосеред-

ньо після наплавлення (рис. 1, а). Такий вплив повторного нагрівання можна пояснити тим, що під дією температури відбувається, перш за все, усунення залишкових напружень, що, в свою чергу, полегшує процеси дифузії та коагуляцію карбідної фази. При збільшенні температури нагрівання, ступінь коагуляції карбідів зростає, внаслідок чого твердість металу в зоні довідпуску, а, відповідно, і міцність наплавки в цілому, зменшується, залишаючись при всіх температурах відпускання нижчою, порівняно з властивостями основного металу з'єднання (див. рис. 1, а і табл. 1).

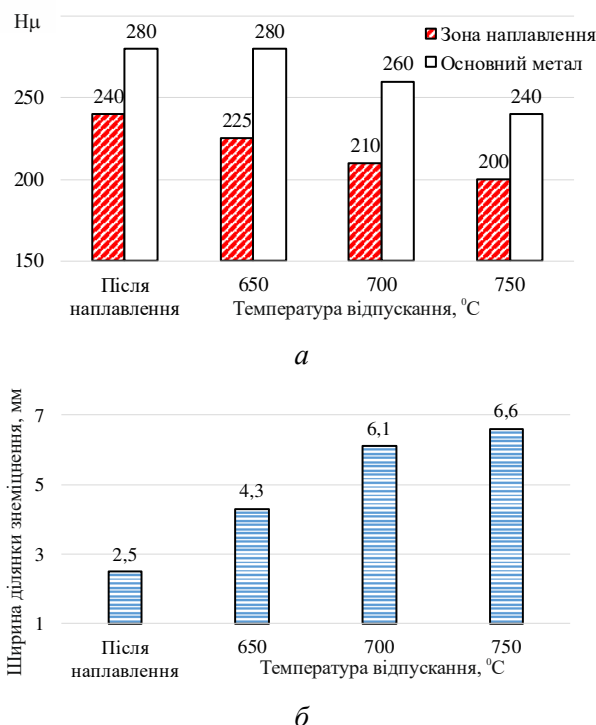


Рисунок 1 – Вплив температури відпускання на твердість (а) та розміри (б) ділянки знеміцнення в напавленій сталі 15X11МФ

Розміри ділянки знеміцнення під дією температури відпускання також суттєво збільшуються (до 2,5 разів) (рис. 1, б). Металографічними дослідженнями встановлено, що розширення даної ділянки відбувається за рахунок ділянки неповного гартування в ЗТВ, де під час повторного нагрівання формується груба ферито-карбідна структура, яка сприяє зменшенню показників міцності.

Висновки

Проведеними дослідженнями встановлено, що термічне оброблення в режимі високого відпускання наплавки, і, вочевидь, зварних з'єднань із високохромистих нержавячих сталей суттєво збільшує знеміцнення в ЗТВ, що негативно впливає на їх механічні властивості і буде сприяти зниженню конструкційної міцності виробів, при виготовленні чи ремонті яких використовувалися процеси наплавлення або зварювання.

Література

- 1.Петров В.Н. Сварка жаропрочных нержавеющей сталей. – М.–Л.: Машгиз. – 1983. – 248 с.
- 2.Каховский Н.И. Сварка высоколегированных сталей. – К.: Техника. – 1975. – 373 с.
- 3.Земзин В.Н., Шрон Р.З. Термическая обработка и свойства сварных соединений. – Л.: Машиностроение. – 1987. – 367 с.
- 4.Погребной Н.А. Применение скоростного нагрева для повышения конструкционной прочности сварных соединений и наплавки. – М.: Черные металлы. – 2010. – №3. – с. 20 – 24.
- 5.Єфіменко М.Г., Радзіілова Н.О. Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань. – Харків. – 2003. – 488 с.