

УДК 621.7

В. Коржик^{1,2}, д.т.н., чл.кор.НАНУ; Петро Стухляк^{2,3}, д.т.н., проф.; О. Берднікова¹, д.т.н., с.н.с.; М. Долгов⁴, д.т.н., проф.; А. Гринюк¹, к.т.н., н.с.; А. Бабич², к.т.н., н.с.; Олег Тотосько³, к.т.н., доц.; Данило Стухляк³, к.т.н., доц.; О. Дем'янов¹, к.т.н., с.н.с.

¹Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона НАН України, Україна

²Науково-дослідний інститут зварювальних технологій ім. Є.О. Патона провінції Чжецзян, Китайська Народна Республіка

³Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя, Україна

⁴Інститут проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України, Україна

ВПЛИВ МЕТОДІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗРАЗКІВ ІЗ СТАЛІ AISI 304 НА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ МІЦНОСТІ

Анотація. Досліджено вплив чотирьох методів виготовлення металевих зразків із сталі AISI 304 на їх характеристики міцності та особливості деформування під час випробування плоских зразків на розтяг. Оцінили вплив лазерної та електроіскрової різки листового матеріалу перпендикулярно та вздовж напрямку прокату на границю міцності та плинності отриманих зразків. Отримано криві деформування зразків. Зроблено статистичну обробку результатів дослідження.

Ключові слова: нержавіюча сталь, випробування на розтяг, характеристики міцності, границя міцності, статистична обробка.

V. Korzhyk, Ph.D.; Petro Stukhliak, Ph.D., Prof.; O. Berdnikova, Ph.D.; N. Dolgov, Ph.D., Prof.; A. Grynyuk, Ph.D.; O. Babych, Ph.D.; Olrh Totosko, Ph.D., Assoc. Prof.; Danylo Stukhliak, Ph.D., Assoc. Prof.; O. Dem'ianov, Ph.D.

INFLUENCE OF MANUFACTURING METHODS OF AISI 304 STEEL SPECIMENS ON THEIR STRENGTH CHARACTERISTICS

Abstract. The influence of four methods of manufacturing metal specimens from AISI 304 steel on their strength characteristics and deformation features during tensile testing of flat specimens was investigated. The influence of laser and electric spark cutting of sheet material perpendicular to and along the direction of rolling on the tensile strength and yield strength of the obtained samples was evaluated. The deformation curves of the samples were obtained. The results of the study were statistically processed.

Keywords: stainless steel, tensile testing, strength characteristics, tensile strength, statistical processing.

Розвиток сучасної промисловості України передбачає використання крупногабаритних металевих конструкцій, що складаються з окремих елементів. Вказані елементи, у більшості випадків, зібрані між собою за допомогою зварних з'єднань. До них відносять несівні великогабаритні конструкції, ємності для зберігання та транспортування рідких та сипучих речовин у харчовій і хімічних галузях, різноманітні опори, металеві корпуси плавзасобів тощо. У багатьох випадках такі зварні вироби виконують із нержавіючих сталей. Найменш міцними, як правило, є зварювальний шов та область його термічного впливу. В такій зоні зароджуються та розповсюджуються тріщини і, нерідко, таких місць може бути декілька, що призводить до пошкодження, і в подальшому при експлуатації, виробу до механічного руйнування зварного з'єднання. Функція виробу з точки зору конструкційної міцності, герметичності та корозійної тривкості порушується. У зв'язку з цим навіть незначне зміцнення зварного шва і його захист від дії агресивних середовищ значно підвищить довговічність експлуатації виробу.

Метою даного дослідження було порівняти поведінку при розтягуванні зразків із нержавіючої сталі AISI 304 після різних методів обробки листової сталі вздовж та поперек прокату.

Механічні властивості металів залежать не лише від хімічного складу, а й від технології виробництва, тобто операційної технологічної спадковості, яка визначає внутрішню будову матеріалу. В роботі дослідження зразків із сталі AISI 304 виконували після виготовлення зразків на розтяг електроіскровим та лазерним різанням на установках DK7745, FLC-C4000S. Зразки виготовляли із листової сталі вздовж та поперек прокату. Вивчення впливу способу виготовлення дозволяє оптимізувати вибір матеріалу для конкретних елементів конструкцій.

Було виготовлено зразки товщиною 2,85 мм з шириною в робочій частині 10 мм зі сталі AISI 304 чотирма методами. Довжина зразків в робочій частині становила 50 мм. Перша та друга група зразків виготовлена методом лазерної різки перпендикулярно та паралельно напрямку прокату, відповідно. Третя та четверта групи зразків виготовлені методом електроіскрового різання перпендикулярно і вздовж напрямку прокату, відповідно. Методи виготовлення зразків вибрано такими, які використовують при виробництві виробів для їх подальшого зварювання. Проведено випробування на розрив зразків на універсальній електронній машині Instron-5982 із швидкістю деформації 10 мм/хв. Описано методику експериментального дослідження, зокрема по визначенню таких параметрів як границя міцності, границя плинності та довжина зразка після випробування. Для статистичної обробки отриманих експериментальних даних були використані наступні методи: обчислення середнього арифметичного значення для кожного параметру з метою усереднення результатів окремих випробувань, визначення середньоквадратичного відхилення отриманих параметрів від середнього значення, використання t-критерію Стюдента для порівняння середніх значень параметрів між двома вибірками (отриманими для зразків за різних методів виготовлення), обчислення довірчого інтервалу для середнього значення з імовірністю 95% для оцінки статистичної значущості отриманих результатів. Результати випробування зразків чотирьох груп приведено в таблиці 1. Отримано криві «напруження – деформація» для зразків із різних груп зі сталі AISI 304. Приклади кривих деформування показано на рис.1 –рис. 4.

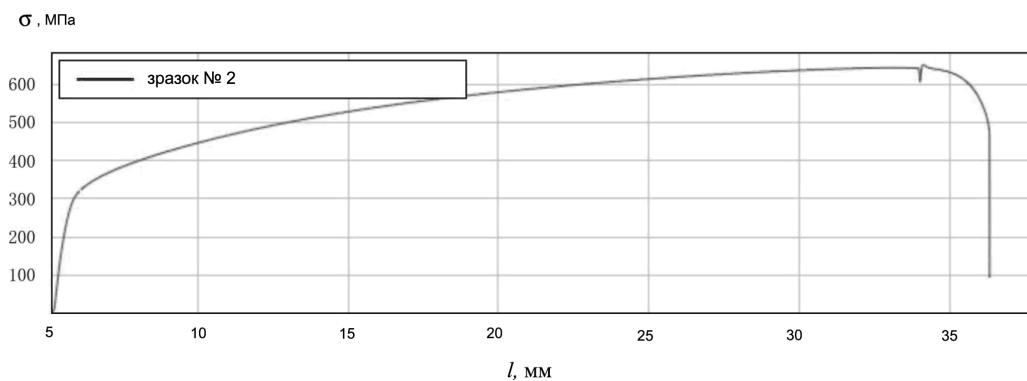


Рис. 1. Крива деформування зразка № 2

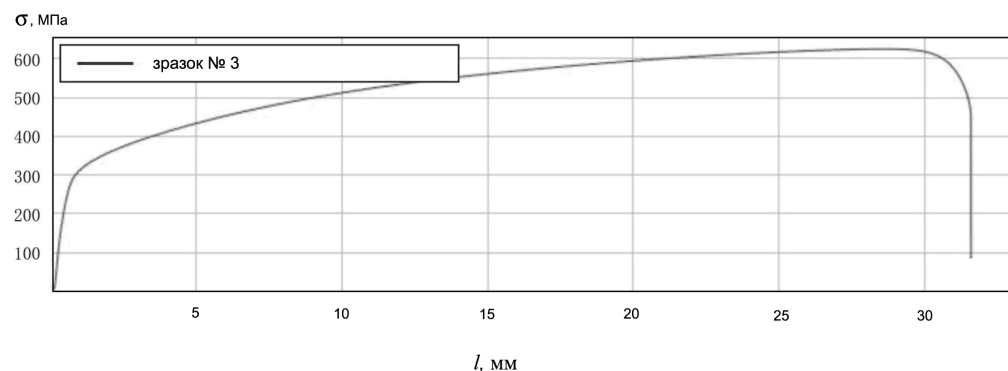


Рис. 2. Крива деформування зразка № 3

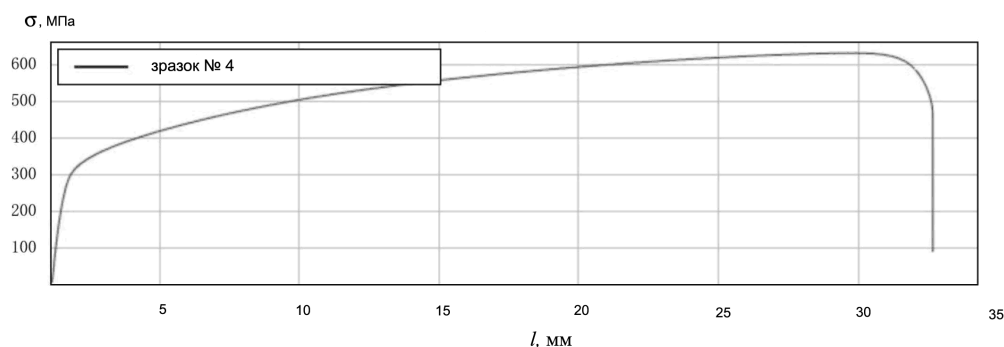


Рис. 3. Крива деформування зразка № 4

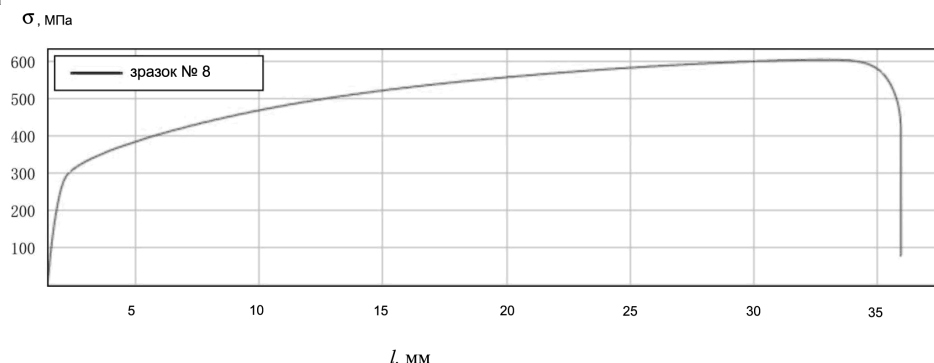


Рис. 4. Крива деформування зразка № 8

Таблиця. Характеристики міцності зразків, виготовлених зі сталі AISI 304

Номер зразка	Технологія підготовки	Напрямок прокату	Границя міцності	Границя плинності, МПа
1	Електроіскрове різання	Перпендикулярно до напрямку різання	709,5	492,4
2			651,8	249,3
3		Вздовж до напрямку різання	624,8	233,9
4			630,4	241,3
5	Лазерне різання	Вздовж до напрямку різання	633,1	237,6
6			629,1	232,4
7		Перпендикулярно до напрямку різання	610,0	220,4
8			606,2	221,7

Проаналізовано вплив способу виготовлення зразків зі сталі AISI 304 на їх механічні властивості на підставі експериментальних даних. Обговорено можливі механізми зміцнення та підвищення пластичності для різних методів виготовлення зразків. Зроблено висновки, що зразок № 1 має кращі характеристики міцності порівняно з іншими зразками. Зразки № 7 та № 8 мають найнижчі характеристики міцності. Це необхідно враховувати від час проєктування та виготовлення елементів конструкцій зі сталі AISI 304. Наведено рекомендації щодо подальших досліджень. В роботі продемонстровано вплив технології виготовлення зразків на поведінку сталі при розтягуванні. Отримані результати статистичної обробки дозволили оцінити достовірність впливу способу виготовлення на характеристики міцності зразків та зробити висновки щодо переваг одного методу над іншими. Подальші дослідження будуть стосуватись доцільності проведення додаткових досліджень зварних швів з цих же матеріалів.