

АНАЛІЗ ЗМІНИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ МОСТОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лісничка Т.Є.

Науковий керівник: доц. Ротт Н.О.

Аналіз економічного розвитку України, показує гостру необхідність розширення галузей використання продуктів вітчизняної промисловості, зокрема металопрокату. Одним із можливих шляхів вирішення цього завдання є використання сталей вітчизняного виробництва у будівельній галузі, насамперед при будівництві багатоповерхових споруд. При цьому, вітчизняний металопрокат повинен бути конкурентоздатним у порівнянні з закордонними аналогами, як за комплексом властивостей, так і за собівартістю готових виробів. Однією з найважливіших вимог, що висуваються до сучасних будівельних сталей є здатність чинити опір зародженню та розповсюдженню руйнування при динамічних навантаженнях зварних двотаврових балок.

Міцність є визначальною властивістю для будівельної сталі. Для підвищення міцності доцільне додаткове подрібнення структури сталі. У практиці виробництва сталевого прокату застосовують різні способи зміцнення з одночасним подрібненням структури:

- гарячу обробку тиском з більшим обтисненням при знижених температурах – контрольована прокатка;
- термічну обробку з прискореним охолодженням від високих температур – гартування, часто з наступним відпуском;
- спеціальне мікролегування у поєднанні з термічною обробкою – карбонітридне зміцнення.

Усі ці способи у різній мірі реалізуються на практиці, проте найпоширенішим є карбонітридне зміцнення, що ґрунтується на введенні до сталі у невеликих кількостях сильних карбідо- та нітридоутворювальних елементів з обов'язковою термічною обробкою. Це забезпечує зміцнення у результаті дисперсного виділення карбонітридів у поєднанні з сильним подрібненням зерна сталі, що дозволяє при значному підвищенні механічної міцності зберегти та, навіть, суттєво збільшити опірність крихкому руйнуванню. При цьому додатки елементів карбідо- та нітридоутворювальних елементів у сумі не перевищують 0,2 % за масою.

Експериментальну термомеханічну обробку було здійснено на прокатному стані ДУО 260 за наступним режимом:

Карти-листи розміром 50x230x18,7 мм піддавали витримці при температурі 950°C протягом 20 хвилин. Деформацію здійснювали за 5 проходів з сумарним ступенем деформації 37,5%. Температура початку деформації складала 950...930°C, кінця деформації 730...740°C відповідно. Після кінця прокатки карти охолоджували зі швидкістю $\approx 5^\circ\text{C}/\text{с}$.

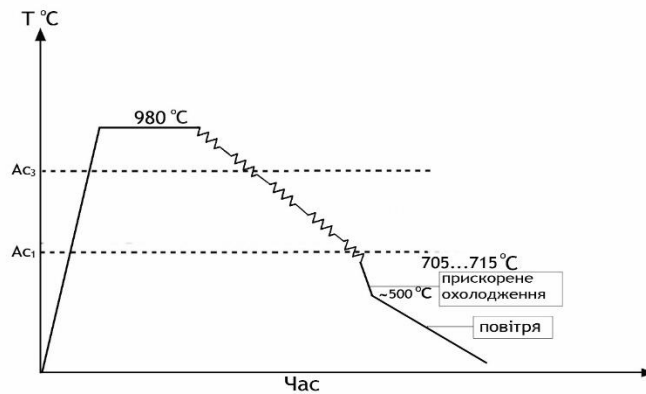
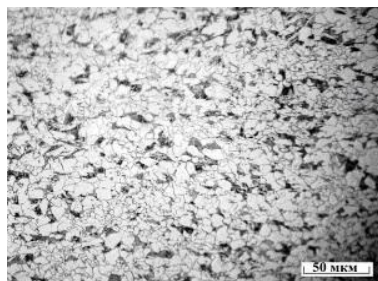


Схема безперервної контрольованої прокатки листів зі сталі 10Г2ФБ

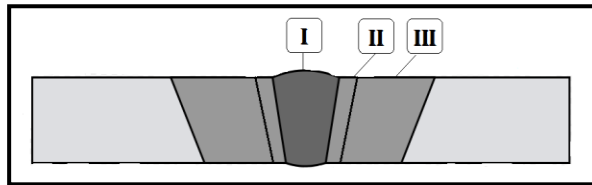
Мікроструктурні дослідження карт листів після запропонованої прокатки наведено. Для сталі 10Г2ФБ спостерігається зменшення або повне зникнення перлітної смугастості у порівнянні зі штатною технологією прокатки. Отримання дисперсного зерна фериту було здійснено за рахунок зниження температури кінця гарячої деформації (порівняно зі штатним режимом виробництва) до нижньої границі міжкритичного інтервалу температур. Такий режим призводить до зародження численних зерен доєвтектоїдного фериту не тільки на великокутових, але і на субзеренних границях аустеніту. Безперервна деформація металу в міжкритичному інтервалі температур, дозволяє пригнічити процеси рекристалізації в аустеніті, а в утворених дрібних зернах фериту сформувати додаткові малокутові субзеренні границі, що призводить до додаткового подрібнення структурних складових сталей.

Високоміцна мікролегована сталь є дуже економічним і універсальним матеріалом для виготовлення конструкцій відповідального призначення. А застосування безперервної контрольованої прокатки призводить до підвищення характеристик міцності металопродукту порівняно з вихідним станом. При цьому, пластичні властивості залишаються на рівні, що задовольняє вимогам діючої у будівельній галузі нормативній документації. Це пояснюється формуванням в процесі безперервної прокатки більш дисперсних структурних складових.



Мікроструктура сталі: 10Г2ФБ після безперервної контрольованої прокатки

При виконанні, комплекс відповідних досліджень здійснювали по наступним зонам зварного з'єднання. Приблизну оцінку міцності матеріалу на підставі значень мікротвердості здійснювали згідно рекомендацій, наведених у роботі.



Схематичне зображення зон контролю мікротвердості:

I - зона зварного шва; II - зона сплавлення; III - зона термічного впливу.

Експериментальна термічна обробка (безперервна контрольована прокатка) призвела до формування в структурі сталі 10Г2ФБ ферито-перлітного конгломерату різної дисперсності. Дослідження структур зон зварного з'єднання після зварювання в середовищі захисних газів показав, що в структурі шва спостерігається лита структура. Це пояснюється характерною спрямованістю фронту кристалізації при зварюванні. Як наслідок, спостерігається утворення стовбчастих кристалів і дендритів. Зона термічного впливу характеризується ростом кристалів феритної фази за рахунок процесів рекристалізації. Шар основного металу, який безпосередньо примикає до зварної ванни, характеризується грубозернистою структурою.

Аналіз показує, що найбільш небезпечною зоною з точки зору можливого накопичення дефектів та зародження процесу руйнування зварного з'єднання є границя розділу шов – зона термічного впливу та границя зона термічного впливу – основний метал. З іншого боку, отриманні кількісні дані свідчать про те, що лінійний розмір даних границь змінюється в залежності як від вибору марки сталі, так і від обраного режиму зварювання. Комплексний аналіз отриманих даних показує, що з точки зору обраного режиму зварювання найменші за розмірами зони утворюються при лазерному зварюванні.

Сумісний аналіз отриманих під час виконання кваліфікаційної роботи даних показує, що максимальні значення мікротвердості (як наслідок максимальний рівень напружень) з'являється у навколошовній зоні. При цьому в цій зоні рівень напружень досягає значень, які по величині майже дорівнюють межі текучості.

Перелік посилань

1. Лаухін Д.В., Бекетов О.В., Тютєрев І.А., Слупська Ю.С., Ротт Н.О., Чашин Д.Ю., Торопченєв Г.О., Пико М.О. Металографічний аналіз структурного стану низьковуглицєвих низьколегованих сталей після автоматичного зварювання під шаром флюсу – *Modern Technology and Innovative Technologies*. – № 16, 2021. – С. 105 – 113.