

Болотов Г.П., доктор технічних наук, професор

Болотов М.Г., кандидат технічних наук, доцент

Олексієнко С.В., кандидат технічних наук, доцент

Прибитько І.О., кандидат технічних наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МІЦНОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ АРМАТУРИ ЗАЛІЗОБЕТОНУ

Сучасні методи виробництва будівельних конструкцій різного призначення тісно пов'язані із використанням монолітно-каркасних систем, роль яких у будівництві все більше зростає із підвищенням вимог до експлуатаційної якості, надійності, швидкості зведення та економії матеріальних і трудових ресурсів.

Основним етапом технологічного процесу при зведенні будівель та споруд із збірних або збірно-монолітних залізобетонних конструкцій (ЗБК) є улаштування арматурної сітки, суттєвий обсяг виконуваних робіт при виробництві якої припадає саме на зварювальні операції. Це, перш за все, обумовлено високою якістю зварних з'єднань в порівнянні з так званими беззварювальними способами із застосуванням поєднувальних муфт типу "Lenton", або внапустку з перев'язуванням.

При зведенні будівель і споруд за монолітно-каркасною технологією для з'єднання арматурних стержнів та закладних елементів між собою найбільш широкого застосування набули дугові процеси зварювання плавленням із використанням ручного дугового, механізованого та ванно-дугового зварювання [1]. Слід відмітити, що в стаціонарних умовах, крім згаданих способів для нарощування армованого каркасу широке застосування набуло контактне стикове зварювання з безперервним оплавленням опором та оплавленням з підігрівом. Тривалий термін використання контактного зварювання в виробничих умовах будівництва дозволив виділити ряд його переваг, обумовлених, перш за все, стабільною якістю зварних з'єднань (практично рівномірним з основним металом), процес легко автоматизується, не потребує додаткового витратного матеріалу, крім цього не потребує зварювальників з високою кваліфікацією [2].

Дослідження процесів зварювання стикових швів типу С1-Ко арматурних стержнів діаметром 8...14 мм здійснювали на машині для контактного стикового зварювання МС-801 із номінальною силою струму 8кА. Зварювання зразків проводили як на жорстких, так і м'яких режимах, значення основних технологічних параметрів яких визначали експериментально. Так, при зварюванні оплавленням на м'яких режимах щільність зварювального струму, в залежності від площі поперечного перерізу зразків, варіювалася в межах $j_{зв} = 10...60 \text{ А/мм}^2$, час ізотермічної витримки складав $t_{зв} = 8...12 \text{ с}$. Зусилля нагріву $F_H = 10...20 \text{ МПа}$, зусилля осадки $F_{ос} = 100...150 \text{ МПа}$. Установочна довжина при цьому складала $l_{уст} = 14...24 \text{ мм}$.

Зварювання на жорстких режимах здійснювали із деяким підвищенням щільності зварювального струму в межах $j_{зв} = 60...160 \text{ А/мм}^2$, тривалість нагріву складала $t_{зв} = 0,8...2 \text{ с}$. Зусилля нагріву та осадки, як і в попередньому випадку, складала 10...20 МПа та 100...150 МПа відповідно. Установочна довжина також залишалася незмінною $l_{уст} = 14...24 \text{ мм}$.

Натурні випробування зварних арматурних зразків показали, що застосування м'яких режимів при зварюванні оплавленням з підігрівом забезпечує найбільш якісне зварне з'єднання серед усіх досліджуваних режимів. Границя міцності таких зразків складає 639...685 МПа, що на 10...15 % більша за витривалість зразків зварених із застосуванням жорстких режимів, та на 30...40 % більша за показники міцності зразків, зварених опором. Руйнування відбувалося по основному металу на значній відстані від зварного шва.

Застосування жорстких режимів при зварюванні оплавленням призводить до деякого зниження міцнісних показників зварних з'єднань. Границя витривалості на розтяг таких зразків знаходиться в межах 548...581 МПа. Руйнування відбувається виключно по ЗТВ і носить крихкий характер. Вочевидь, часткова втрата пластичних властивостей зварного з'єднання пов'язана з тим, що зварювання на підвищених щільностях струму призводить до деякого перегріву металу в зоні з'єднання із появою крихких ділянок знеміцнення, обумовлених ростом зерна в зоні термічного впливу (рис. 1а.). Внаслідок чого спостерігається певне підвищення твердості металу на цій ділянці (рис.2). Досягти рівномірності таких зварних з'єднань вдалося шляхом застосування послідувочої термообробки – відпалу, що призвело до активації рекристалізаційних процесів в металі. Внаслідок чого відбувається зміна розмірів зерен металу біляшовної зони в сторону їх подрібнення і, як результат, зниження чисел твердості (рис. 1б). Це дозволило покращити механічні показники з'єднань. Міцність на розрив таких зразків складала вже 612...644 МПа.

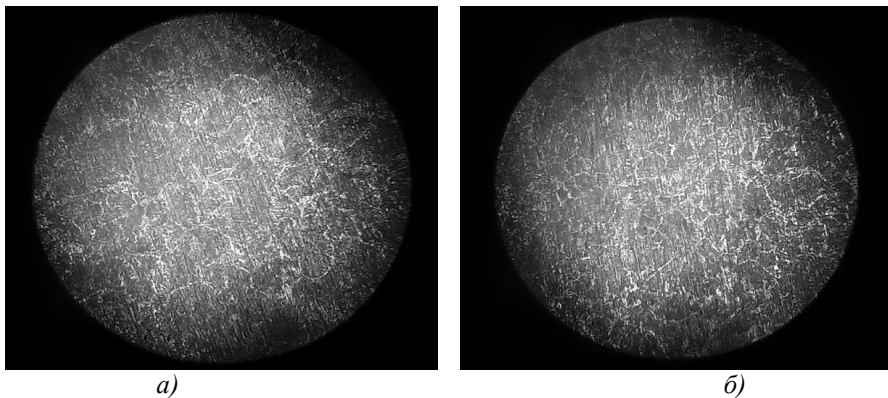


Рисунок 1. Мікроструктура зони з'єднання арматури, виконаних стиковим зварюванням оплавленням на жорстких режимах без відпалу (а) та з відпалом (б), $\times 200$ раз.

Таким чином, проведені дослідження процесів зварювання стикових швів арматури контактним стиковим зварюванням показали, що застосування м'яких режимів при зварюванні оплавленням із попереднім підігрівом забезпечує отримання рівномірних із основним металом стикових з'єднань із межою витривалості на рівні 639...685 МПа. Встановлено, що застосування відпалу після зварювання дозволяє уникнути крихких руйнувань в ЗТВ та досягти рівномірності зварних з'єднань, отриманих на жорстких режимах за рахунок перекристалізаційних процесів, що супроводжуються зниженням твердості внаслідок подрібнення зерен на цій ділянці.

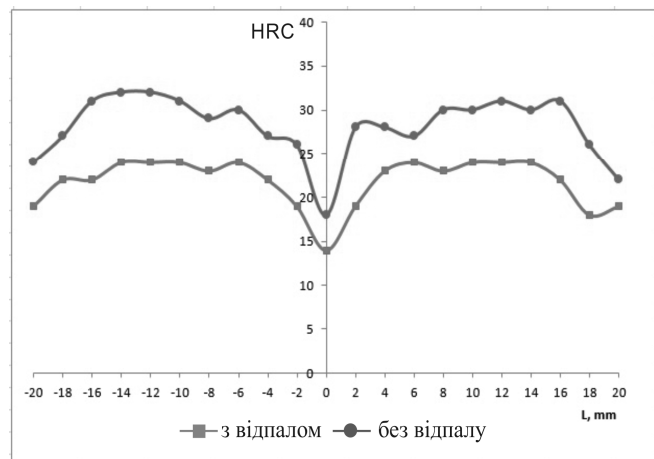


Рисунок 2. Розподіл твердості в зоні зварних з'єднань арматури виконаних стиковим зварюванням оплавленням на жорстких режимах

Список використаних джерел

1. Болотов Г.П., Болотов М.Г., Олексієнко С.В. Ручне дугове зварювання будівельних сталей малоамперною дугою модульованим струмом / Г.П. Болотов// ЧНТУ, Технічні науки та технології - 2015. - № 1. - С. 48-53
2. Чвортко П.Н. Контактная стыковая сварка стержневой арматуры классов А400С-А600С при строительстве конструкций из монолитного железобетона / П.Н. Чвортко // Автоматическая сварка – 2010. – № 8. – С. 30-34.