

УДК 624.042.5 + 624.042.12

Ю.А. Отрош, к.т.н., доцент, АПБ ім. Героїв Чорнобиля
О.І. Голоднов, д.т.н., проф., ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського»
І.В. Рудешко, АПБ ім. Героїв Чорнобиля

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛОКАЛЬНИХ ТЕМПЕРАТУРНИХ ВПЛИВІВ НА ЗАЛИШКОВІ НАПРУЖЕННЯ В КОЛОННИХ ЕЛЕМЕНТАХ

У роботі запропонована методика дослідження змін залишкового напруженого стану в елементах конструкцій на прикладі колони. Зміни залишкового напруженого стану пов'язані з впливом на них зварювальних напружень, які утворюються при збиранні цілої конструкції з окремих елементів за допомогою зварювання.

Ключові слова: швелер, залишковий напружений стан, локальні температурні впливи, тензOMETричні виміри.

Постановка проблеми. В результаті місцевого (нерівномірного) нагріву металу, обумовленого дією концентрованого джерела теплоти, в зварній конструкції виникають зварювальні напруження. У поєднанні з іншими чинниками вони за певних умов можуть істотно впливати на геометрію, працездатність і надійність зварних конструкцій.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Проведений аналіз існуючих досліджень показав, що відомо багато робіт, присвячених вивченню впливу залишкового напруженого стану на роботу стиснутих елементів [1]. У роботі Ніколаєва Г.А., Куркіна С.А., Винокурова В.А. [2] показано, що під дією усадочних сил виникає напруження стискування, що викликає втрату стійкості листів. Дослідженням впливу напружень, що викликаються зварюванням, на місцеву стійкість стінки залежно від типу зварного шва присвячена робота Оскарблома Н.О. [3]. Недоліками робіт згаданих вище, є те, що не був використаний спосіб наплавлення холостого валика шва, не розглядався перетин колони – швелер і вплив місця розташування наплавленого шва на формування залишкового напруженого стану. Пропонується на розгляд вдосконалена методика визначення залишкового напруженого стану в колонних елементах і підвищення їх несучої здатності.

Постановка задачі та її розв'язання. Мета даної роботи полягає в експериментальному вивченні впливу локальних температурних впливів на формування залишкових напружень в колонних елементах і визначення їх несучої здатності.

Завдання роботи при експериментальних дослідженнях полягало у визначенні місця розташування валика шва, що наплавляється при зварюванні, і визначення несучої здатності елемента конструкції при дії центрального навантаження.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Новизна даної роботи полягає в наплавленні холостих валиків швів на колонні елементи, які відрізнялися один від одного лише положенням, у тому числі наявністю зварних швів по центрах стінок швелерів; наявністю зварних швів по центрах стінок і по перу полиць швелерів; наявністю зварних швів лише по перу полиць швелерів для регулювання залишкового напруженого стану.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Мета проведеного випробування на першому етапі полягала у визначенні температури поблизу гарячих переходів в процесі наплавлення зварного шва. На зовнішній стороні стінки швелера контроль температури виконувався термометрами в кількості чотирьох, рисунок 1, поз. 3,4,8,9. Термометри встановлювалися на внутрішній стороні стінки

швелера для виміру переходу температури в процесі зварювання. При цьому термопари склалися з двох електричних провідників, поз. 5 з різних матеріалів і вольтметра, поз. 10 провідники в кабель з жароміцною оболонкою, що дозволяє уникнути перепаду напруги і не спотворює отриману величину температури. Термопари мають бути обов'язково підключені за заданою схемою, рисунок 1.

Надалі в результаті нагріву металу в процесі зварювання фіксувалися напруження встановленими вимірювальними засобами – індикаторами, рисунок 2, поз.1, 6, 7, 12. Індикатори виставлялися по строго нейтральній вісі швелера із заданим ексцентриситетом в кількості чотирьох. На рисунку 2 приведена схема розташування індикаторів з точністю 0.001 мм, що підвищує достовірність натурних результатів.

Проте для точнішого отримання результатів за заданою схемою необхідно було встановити спиці, рисунок 3, поз. 11, які розташовувалися між двома пристроями, що складаються з пеньків, поз.2. Пеньки забезпечують шарнір і є перехідниками, що мають спеціальне поглиблення строго по центру для фіксації положення спиці, що забезпечує лінійний рух.

В результаті проведення випробування отриманий характер розподілу залишкових напружень в перетині колонного елемента після наплавлення шва. При цьому були зафіксовані напруження і отримані деформації, що дозволило визначити залишкові напруження по формулі [1]:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (1)$$

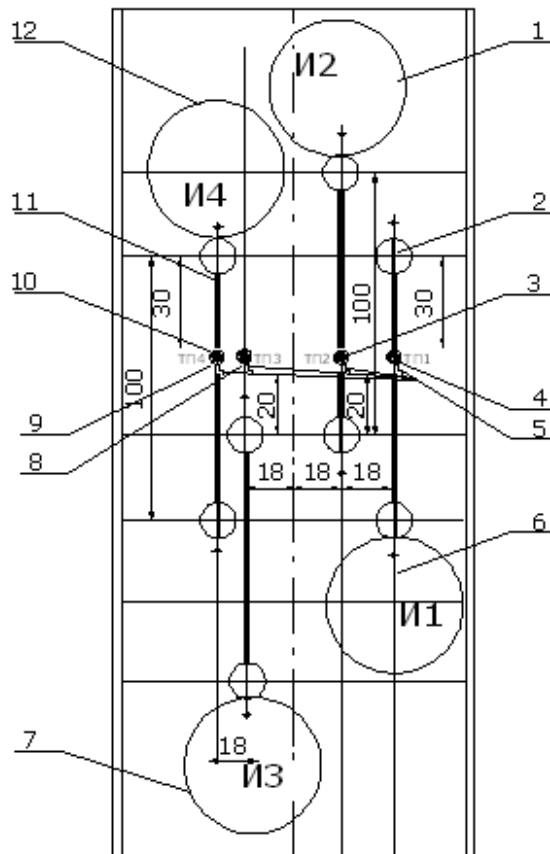


Рисунок 1 – Схема розташування індикаторів і термопар на колонному фрагменті. 1 – індикатор 2; 2 – пеньок; 3 – термопара 2; 4 – термопара 1; 5 – провідники; 6 – індикатор 1; 7 – індикатор 3; 8 – термопара 3; 9 – термопара 4; 10 – вольтметр; 11 – спиця; 12 – індикатор 4.

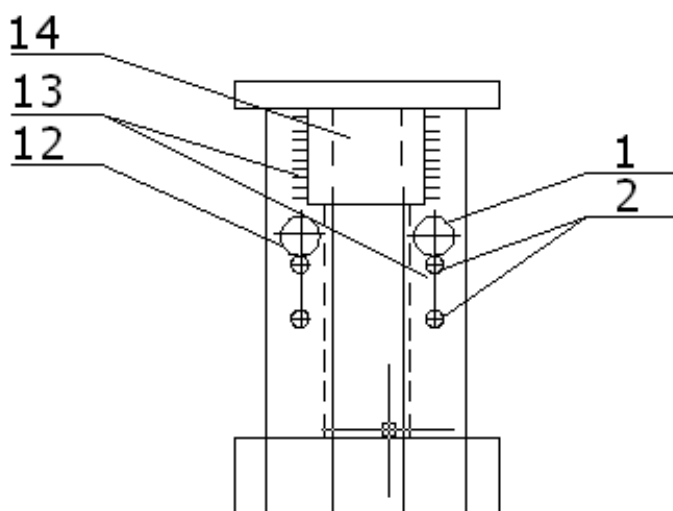


Рисунок 2 – Схема розташування індикаторів на колонному фрагменті.
13 – стінки колони (швелери 12П); 14 – з'єднувальна планка.

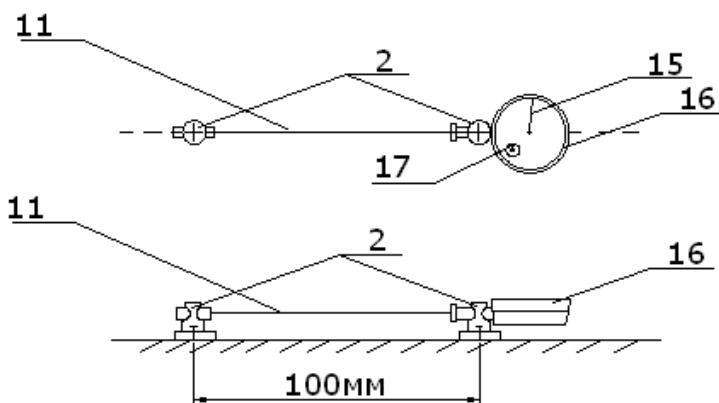
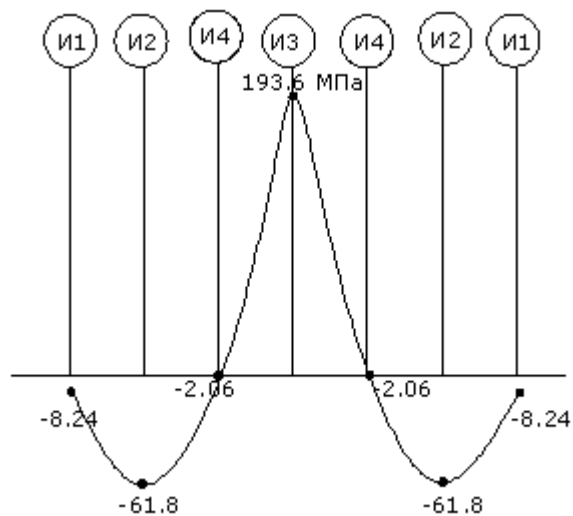


Рисунок 3 – Схема роботи індикатора.

15 – центральна стрілка; 16 – корпус; 17 – мала стрілка.

На базі цього побудована епюра розподілу залишкових напружень по перетину колонного фрагменту.



На другому етапі експериментальна частина виконана в лабораторних умовах і в ході випробування розглянуті колонні фрагменти (КФ-1, КФ-2, КФ-3, КФ-4), виготовлені з швелерів 12П по ДСТУ 3436 (ГОСТ 8240-97). Загальний вигляд колон представлений двома швелерами, поверненими полицями назовні, які з'єднані планками з листової сталі товщиною 8 мм розміром 110x140 мм з відстанню між ними 440 мм.

Колонні фрагменти відрізнялися один від одного місцем розташування валиків зварного шва на колоні, а саме КФ-1 – без валика зварного шва і прийнятий як еталон; КФ-2 – відрізняється від КФ-1 наявністю зварних швів по центрах стінок швелерів; КФ-3 – відрізняється від КФ-1 наявністю зварних швів по центрах стінок і по перу полиць швелерів; КФ-4 – відрізняється від КФ-1 наявністю зварних швів лише по перу полиць швелерів.

Валик зварного шва (елемент локальної термічної дії) у всіх випадках був виконаний вручну електродом АНО, діаметром 3 мм по всій довжині колони. Висота валика зварного шва знаходилася в межах 2,5 - 3 мм, струм – змінний, знаходився в межах 130 ампер. Для всіх зразків застосовувалася наступна схема розташування тензорезисторних датчиків по перетину, яка приведена на рисунку 5.

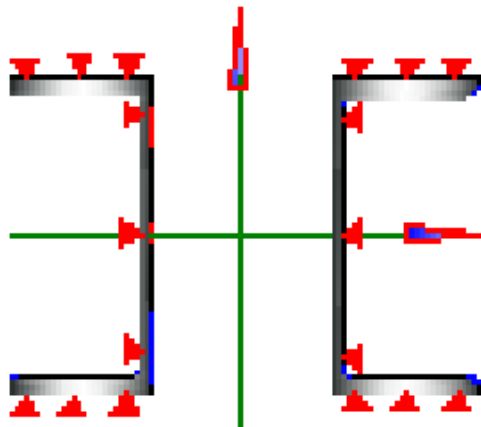
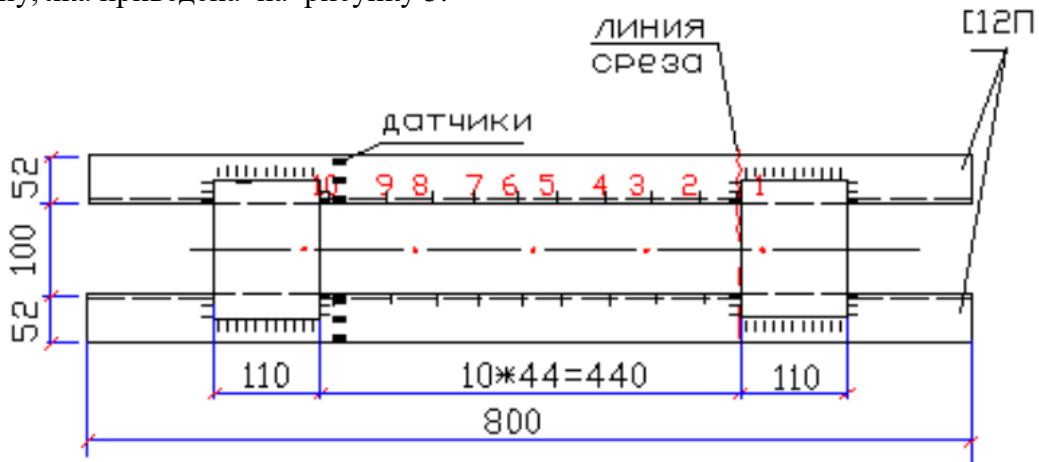


Рисунок 5 - Конструктивні схеми колонних фрагментів КФ-1 – КФ-4.

Дослідження проводилися руйнівним методом, тобто відрізувалася частина колони біля однієї із з'єднувальних планок. Біля планки на полицях і стінках швелерів по перетину встановлені тензодатчики. Вимірювальна система складалася з тензорезисторів типа КФ5П1-5-200-А-12 з базою 5 мм і вимірювального комплексу СИИТ-3.

По завершенню експериментів першого і другого етапів був проведений порівняльний аналіз результатів розрізання зразків і візуальний огляд. Проведена оцінка розрізання зразків на три частини, а саме розглядалися крайня ліва, крайня права і середня частини зразка. У

результаті було встановлено, що залежно від місця положення валика зварного шва змінюється розмір і форма деформації частин колонного елемента.

Висновки:

1. За результатами проведеного дослідження була розроблена методика визначення залишкового напруженого стану в конструкціях після всіх технологічних операцій, пов'язаних з їх збиранням. А саме було запропоновано певне розставлення вимірних засобів зручне для проведення даного дослідження.
2. Підтверджено, що локальна температурна дія впливає на розподіл напружень по перетину конструктивного елемента, і тим самим дозволяє підвищити здатність несучої конструкції.
3. Залежно від вигляду зовнішнього навантаження на конструктивний елемент можна підвищити здатність несучої конструкції застосувавши локальні температурні впливи в місці найбільшого напруженого стану.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Игнатьева В.С., Вершинин В.П., Барышев В.М. Влияние остаточных сварочных напряжений на местную устойчивость стенки балки // Метал. конструкции. – М.: Стройиздат, 1984. – С. 91 – 103.
- 2.Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1982. – С. 223 – 227.
- 3.Оскерблом Н.О. Влияние остаточных напряжений, создаваемых сваркой, на местную и общую устойчивость элементов сварных конструкций // XIII Конгресс Международ. ин-та сварки (13 – 19 июня 1960 года в г. Льеже). - М.: Гос. изд-во машиностр. лит., 1962. – С. 233 – 239.