

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТАРИ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Величина залишкових деформацій зварних конструкцій залежить від багатьох умов: геометрії виробу, способів та режимів зварювання, кваліфікації зварника і інших. Однак одним із визначальних факторів для просторових конструкцій є послідовність виконання зварних швів. В роботі на прикладі виробу EL-41, який відноситься до універсальної транспортно технологічної тари, проведено кінцево-елементний аналіз напружено-деформованого стану для різних схем зварювання. Встановлено, що послідовність виконання зварних швів суттєво впливає на формування геометрії готового виробу.

Ключові слова: транспортно технологічна тара, зварювання, кінцево-елементний аналіз, напружено-деформований стан.

Abstract

The value of the residual deformations of welded structures depends on many conditions: the geometry of the product, the modes of welding, qualifications of the welder, and others. However, one of the decisive factors for prospective constructions is the sequence of welds. In the work on the example of the product EL-41, which relates to the universal transport technological packaging, a finite-element analysis of the stress-strain state for various welding schemes was conducted. It has been established that the sequence of welds seamlessly affects the formation of the geometry of the finished product.

Key words: transport-technological packaging, welding, finite-element analysis, stress-strain state.

Вступ

Зварювання є одним із найпоширеніших методів виготовлення металевих виробів, в тому числі транспортно-технологічної тари для автомобільної промисловості. Однак при зварюванні виникають і певні проблеми. Одна із основних проблем пов'язана з властивістю металів змінювати свої розміри та деформуватися при нагріванні та охолодженні в процесі зварювання [1]. Причинами виникнення деформацій є нерівномірне нагрівання основного металу, ливарна усадка зварного шва та зміна об'єму металу при структурних перетвореннях в зоні термічного впливу.

Загальновідома практика з вирішення вищеописаної проблеми полягає в мінімізації залишкових деформацій і знятті залишкових напружень [2-3]. Наразі відомо багато ефективних способів зменшення залишкових напружень, наприклад шляхом механічної, термообробки та інших. Однак ефективнішим є використання підходів, що дозволяють зменшити залишкові напруження та деформації, в процесі виготовлення [4-5].

Метою роботи є дослідження можливості підвищення точності виготовлення металоконструкцій за рахунок удосконалення технологій зварювання.

Результати дослідження

Для досліджень було обрано виріб EL-41 (рис. 1.1) виробництва якого було замовлено одному із українських підприємств. Даний виріб відноситься до універсальної транспортно-технологічної тари і повинен відповідати вимогам DIN 7168 та внутрішнім стандартам фірми замовника. Разом із

замовленням надано технічну документація виробу, який виготовляється з стандартного металопрокатного профілю, профільних труб та листових заготовок із зазначеними допустимими відхиленнями.

Будь яке виробництво нової серії починається з розробки технологічного процесу та виготовлення контрольного зразка виробу. Підприємство розробило технологічну послідовність виготовлення, яка складається з операцій: виготовлення заготовок у розмір шляхом порізки металопрокату на стрічковій пилі та плазморізі з ЧПУ; викушування конденсаційних отворів на краях профільних труб, свердління та інші механічні операції; складання виробу на універсальному збиральному пристосуванні з використанням упорів, затискачів, прихватів і фіксаторів (рис. 1.2); виконання прихваток довжиною 0,5 – 1мм для попередньої фіксації положення заготовок виробу; виконання зварювання виробу методом «на прохід».

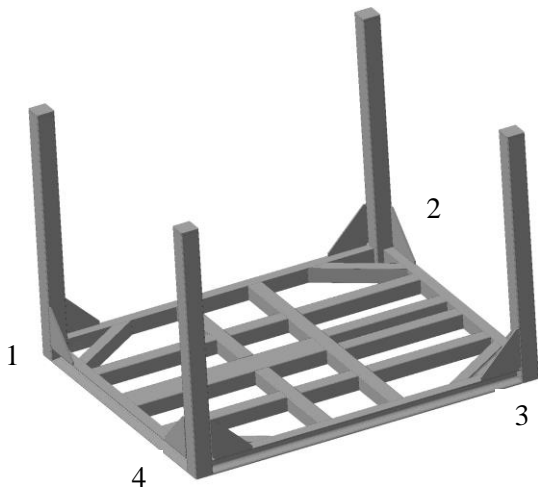


Рисунок 1.1 –Виріб EL–41



Рисунок 1.2 – Зборка виробу EL– 41 перед зварюванням.

Виконавши зварювання фахівці підприємства провели контрольні виміри, які показали відхилення від розмірів, пов'язані з деформацією конструкції, що не входять в поле допусків. Дані дефекти виникли внаслідок неправильно підбраної технології зварювання, і призвели до утворення залишкових напружень у конструкції, які після вивільнення виробу із зварювального кондуктора здеформували його.

Зважаючи на те, що одним з факторів, що впливають на величину залишкових напружень і деформацій є порядок накладання швів [2, 5], вирішено змоделювати процес зварювання при різній послідовності їх виконання щоб дослідити зону термічного впливу для кожного випадку, та визначити напруження та деформації у контрольних точках виробу.

Оскільки найбільші остаточні деформації виникають при зварюванні «на прохід», тому під час моделювання враховано загальні рекомендації про те, що шви потрібно виконувати від середини до кінців виробу. Зменшує напруження та деформації також зворотньоступеневе зварювання та зварювання каскадом. Зважаючи на те, що виготовлення однієї конструкції на виробництві можливе чотирьома зварювальниками, вирішено змоделювати виконання швів одночасно у різній конфігурації та послідовності.

В результаті моделювання процесу зварювання в середовищі програми кінцево-елементного аналізу отримано параметри, які можна використати як для розробки зварного виробу EL–41, так і під час його виготовлення.

У першому випадку зварювання проводили на одній стороні внутрішнього ребра конструкції. Вимірювання проводилося у чотирьох точках, що розміщені по кутах основи конструкції (рис. 1.1), оскільки вони зазнають найбільших деформацій. За рахунок того, що стінки профільних труб, які складають основу конструкції, мають досить товсті стінки (5мм), а тепловий вплив є відносно концентрованим, то в результаті це призводить до мінімального поширення тепла в конструкції, і відносно невеликих деформацій (рис. 1.3 а).

Максимальні значення зафіксовані в контрольних точках 2 та 3, тому що вони знаходилися найближче до місця зварювання. Точки 1 та 4 здеформувалися найменше.

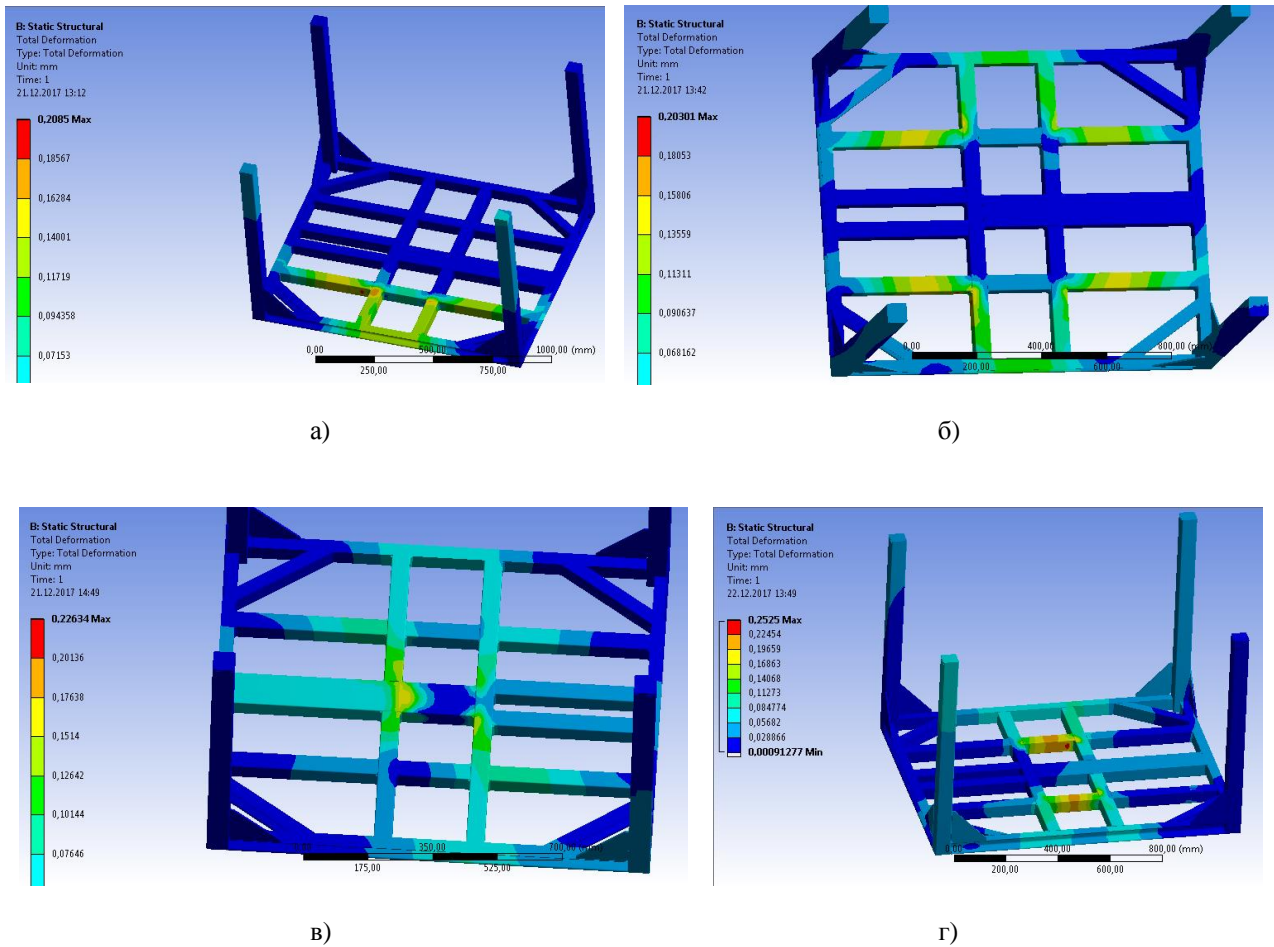


Рисунок 1.3 –Поля деформацій при зварюванні: а) на одній стороні внутрішнього ребра; б) по зовнішнім кутам внутрішнього контуру; в) по боках центральної балки; г) по внутрішнім кутам внутрішнього контуру

У другому випадку зварювання проводили по зовнішніх кутах внутрішнього контуру виробу. В цьому випадку максимальні значення зафіксовані в контрольних точках 1 та 3. Точки 2 та 4 здеформувалися найменше. При цьому спостерігається симетричність деформацій (рис. 1.3 б).

У третьому випадку зварювання проводили в центральній частині виробу по боках центральної балки. В цьому випадку максимальні значення зафіксовані в контрольних точках 1 та 3. Точки 2 та 4 здеформувалися найменше (рис. 1.3 в).

У останньому випадку зварювання проводили в центральній частині по внутрішнім кутам внутрішнього контуру. При цьому максимальні значення деформацій спостерігаються по усім координатам, відносно інших способів.

З точки зору деформацій найбільш сприятливим є випадок, коли зварювання виконували на одному з внутрішніх ребер конструкції. Однак коли є можливість відхилення розмірів конструкції і при необхідності забезпечення площинності, найбільш оптимальним є спосіб коли зварювання відбувається по зовнішніх кутах внутрішнього контуру виробу. У випадку, коли зварювання спочатку проводили в центральній частині виробу найбільші деформації спостерігаються по координатам X, Y. В випадку, коли зварювання проводили в центральній частині по контуру балок виробу значення деформацій досягали максимального значення.

Оскільки основа конструкції жорстко закріплена найбільше на остаточні деформації конструкції впливають зварні шви, що виконуються останніми. З цієї точки зору, з врахуванням отриманих

результатів, оптимальним є підхід коли зварні шви виконуються з центру і завершуються на полицях близьких до краю виробів.

Висновки

В результаті моделювання процесу зварювання виробу EL– 41 досліджено зони термічного впливу, та визначено загальні напруження та деформації у контрольних точках виробу при різній послідовності зварювання. Дані, що отримано у програмі кінцево-елементного аналізу опрацьовано у середовищі програми EXCEL. Це дозволило дати рекомендації щодо зварювання режимів зварювання, та вибрати таку послідовність виконання зварних швів, при якій відбувається оптимальний тепловий вплив на виріб, та мінімальні його деформації.

Шляхом кінцевоелементного аналізу змодельовано процес одночасного зварювання декількох швів у різній конфігурації. Встановлено зменшення допустимих розмірно – габаритних відхилень у випадку зварювання по одній стороні внутрішнього ребра на 57 - 61%, та зменшення відхилень площинності у випадку зварювання по внутрішньому контурі до 70%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. Б. Е. Патона. — М.: Машиностроение, 1974. — 768 с.
2. Савуляк В. І. Мінімізація деформацій та напружень в рамних конструкціях під час приварювання накладок для підсилення / В. І. Савуляк, Д. В. Бакалець // Сварочное производство в машиностроении: перспективы развития : материалы III международной научно-технической конференции, 2-5 октября 2012 г. / под общ. ред. д-р. техн. наук Н.А. Макаренко. – Краматорск : ДГМА. – 2012. – С. 131.
3. Savulyak V. I. Improvement of strengthening and repair of frame structures welding methods / V. I. Savulyak, S. A. Zabolotniy, D. V. Bakalets / Tehnomus «New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies» jurnal / Romainia. – 2013. – №20. – S. 189-192.
4. Бакалець Д. В. Підвищення надійності та відновлення металоконструкцій транспортних та сільськогосподарських машин / Д. В. Бакалець, В. І. Савуляк, // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія Технічні науки. – 2012. – Випуск 11(66). – Т. 2. – С.302–306.
5. Савуляк В. І. Мінімізація деформацій та теплових впливів у рамних конструкціях під час приварювання накладок для підсилення / В. І. Савуляк, С. А. Заболотний, Д. В. Бакалець // Наукові праці ВНТУ. – 2012. – № 4. – С.101 – 106.

Бакалець Дмитро Віталійович — доцент, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: BacaletsDima@gmail.com.

Тарасюк Володимир Миколайович – студент кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет.

Bacalets Dmutro V. — P. teacher, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: BacaletsDima@gmail.com.

Tarasyuk Vladimir N. — student of the department of technology increasing durability, Vinnytsia National Technical University.