

## МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ НА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОВЕРХНІ ПРИ НАПЛАВЛЕННІ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*В роботі побудована модель розподілу температур за допомогою програми кінцевого елементного аналізу та проведено мікроструктурний аналіз основного та наплавленого металу.*

**Ключові слова:** кінцевий елементний аналіз, крок наплавлення, тепловий потік, структурні перетворення.

### Вступ

Фазові та структурні перетворення при зварюванні, в порівнянні з термічною обробкою, мають свої особливості: протікають в нерівноважних умовах зварювального термомеханічного циклу (ЗТДЦ), тобто в умовах швидкого нагрівання та охолодження з одночасним розвитком зварювальних напружень і деформацій. Характер перетворень залежить від складу сплаву, максимальних температур нагрівання, а їх завершеність – від швидкісних та деформаційних параметрів зварювального циклу.

Нагрівання тонкостінного циліндра при однопрохідному дуговому зварюванні подовжніх і кільцевих швів подібно до нагрівання тонкостінних циліндричних оболонк, незважаючи на їх кривизну, може бути прирівняне до випадку нагрівання пластини лінійним джерелом теплоти. Це пояснюється тим, що циліндр являє собою поверхню, що розгортається [1].

При великих розмірах циліндра (діаметр і довжина) процес розповсюдження теплоти аналогічний процесу в нескінченній пластині [1]. Проте при малих діаметрах відбувається накладення теплових потоків від різних ділянок виконуваного шва.

### Результати дослідження

Досліди проводили при наплавленні валиків на вал. В процесі досліджень змінювали: силу струму, напругу та кількість наплавлених витків. Постійний параметр – крок наплавлення. Значення струму, напруги, кількості витків варіювались.

На рис. 1 наведена залежність твердості від порядку накладання валиків на вал.

Після наплавлення зразків, кожен з них був сфотографований, для кожного з них побудована модель розподілу температур за допомогою програми кінцевого елементного аналізу та проведено мікроструктурний аналіз основного та наплавленого металу.

Процес моделювання проводився в наступному порядку:

- створення 3D-моделей кожного із шести досліджуваних зразків із зазначенням місця наплавлення валиків;
- перенесення створених 3D-моделей в програму кінцевого елементного аналізу;
- генерація сітки на створених моделях;
- введення кількості кроків впливу температури із вказанням часу дії напружень на один валок;

введення виду температурного впливу, який діє на тіло із вказанням поверхонь, що підлягають цьому впливу:

- задання значення конвекції із вказанням коефіцієнту розповсюдження теплоти;
- введення теплового потоку і задання кількості енергії, яка діє на одиницю площі;
- вказання періоду часу коли дії кожне з напружень;
- виведення на екран результатів досліджень, що нас цікавлять (в даному випадку – розподіл температури по тілу);
- визначення на зразках середні координати кінця межі синьоломкості;
- перенесення даних координати кінця межі синьоломкості на модель зразків із виведенням значення температури в даному місці;
- зберігання отриманих даних.

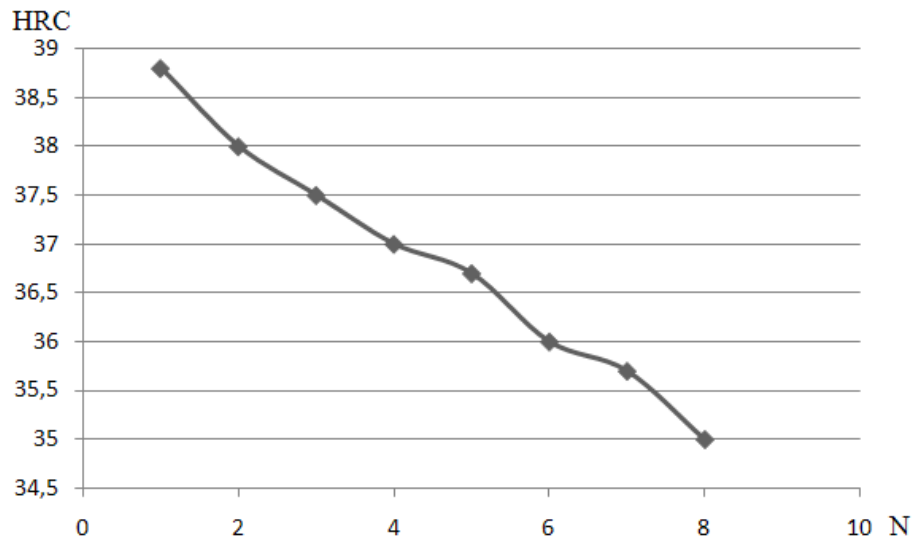


Рисунок 1 – Залежність твердості наплавлених валків від порядку їх наплавлення (N – порядок наплавлених валків)

Дослідження впливу температурних режимів при напавленні виявило фазові перетворення в сталевих деталях під час напавлення. В ході дослідження було виявлено, що кожен наступний напавлений валок температурно впливає на попередній. Результати дюрOMETричного аналізу показали, що твердість першого валка є найбільшою і поступово зменшується від валка до валка. ДюрOMETричні дослідження показали, що твердість деталі зменшується в прямому порядку від місця початку напавлення, до місця закінчення напавлення. Це є серйозною проблемою, яка може бути вирішена шляхом використання пристосувань, що поступово змінюють потужність джерела тепла в процесі напавлення без переривання самого процесу. Напавлення великогабаритних деталей необхідно провадити з попереднім та супутнім підігрівом, який попереджає утворення різномірних структур.

### Висновки

При дослідженні дефектів були виявлені наступні залежності: чим більша сила струму тим дефектів менше, при високій силі струму та великій площі поверхні, що напавляється, виділення тепла дуже високе – з'являються пропали в результаті великої зони термічного впливу, а також структурні перетворення, які суттєво змінюють властивості напавленого шару.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Василик А.В. Теплові розрахунки при зварюванні / А.В. Василик, Я.А. Дрогомирецький, Я.А. Криль. – Івано-Франківськ: Факел, 2004. – 209с.

*Шиліна Олена Павлівна* – канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [epshilina.tpz@gmail.com](mailto:epshilina.tpz@gmail.com)

*Звада Олександр Романович* – студент групи ЗВ-22б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [inform3209@gmail.com](mailto:inform3209@gmail.com)

### Simulation of the influence of temperature on functional surfaces during soldering

#### Abstract

*In the paper, a model of temperature distribution was built using the finite element analysis program, and a microstructural analysis of the base and deposited metal was carried out.*

**Keywords:** finite element analysis, surfacing step, heat flow, structural transformations.

*Shilina Olena P.* – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of department of machine-building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [epshilina.tpz@gmail.com](mailto:epshilina.tpz@gmail.com)

*Zvada Oleksandr R.* – student of group ZV-22b, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [inform3209@gmail.com](mailto:inform3209@gmail.com)