МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи № 12
з дисципліни «Теорія зварювальних процесів» для студентів напряму підготовки 6.050504 «Зварювання» для всіх форм навчання

2016

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 12 з дисципліни «Теорія зварювальних процесів» для студентів напряму підготовки 6.050504 «Зварювання» для всіх форм навчання /Укл.: О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. - 10 с*.

Укладач: О.Є. Капустян, ст. викладач
Рецензент: А.О. Шумілов , канд. техн. наук, доцент
Коректор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 8 від 1.06.2016

Затверджено
на засіданні НМК ІФФ
Протокол № 10 від 21.06.2016

* Методичні вказівки складено на основі «Методичних вказівок до виконання лабораторних занять з дисципліни «Теорія зварювальних процесів» для студентів спеціальності: 6.092301 для всіх форм навчання / Укл.: Ю.М. Ткаченко»

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ 4
2 ВСТУП 4
3 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ 8
4 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ 9
5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ 8
6 ЗМІСТ ЗВІТУ 10
7 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ 9
ЛІТЕРАТУРА 10

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСНИХ НАПРУЖЕНЬ ПРИ ЗВАРЮВАННІ

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчити умови виникнення власних напружень – температурних та залишкових

2 ВСТУП

Розширення та скорочення металу від нерівномірного нагріву або охолодження, а також від структурних перетворень, утворюють так звані власні деформації та напруження при зварюванні.

На відміну від напружень і деформацій, які утворюються навантаженнями, власні напруження і деформації існують у тілі при відсутності будь-яких навантажень.

Власні напруження класифікуються за різними ознаками:

– за причиною яка їх викликає:
  1) напруження від пружного або пластичного деформування при нерівномірному нагріванні при зварюванні;
  2) напруження від нерівномірної зміни об'єму при фазових перетвореннях;
– за часом існування:
  1) тимчасові, які існують у період виконання технологічної операції;
  2) залишкові, що зберігаються після зварювання у період тривалого часу;
– за просторовим розташуванням:
  1) одновісні (лінійні);
  2) двовісні (ширинні);
  3) трьохвісні (об’ємні).
– у залежності від об’єму, у межах якого напруження взаємоврівноважені:

1) напруження першого роду (макрооб’єм);
2) другого роду (зерно);
3) третього роду (кристалічна решітка).

Термі́чні напру́ження або температу́рні напруження (англ. thermal stresses) — внутрішні (власні) механічні напруження, що виникають між макро- або мікроелементами твердого тіла в результаті впливу внутрішніх сил, які обумовлені тепловим впливом (нагріванням, охолодженням, тривалим перебуванням в умовах підвищених температур) та спричиняють деформацію тіла. Температурні напруження є тимчасовими.

В результаті усадки (зменшення питомого об'єму) металу шва виникають напруження розтягування у сусідніх ділянках деталі, які викликають в них відповідні деформації. Різні метали і сплави мають різну усадку, що зазвичай вимірюється в процентах від початкового лінійного розміру: алюміній 1,7…1,8 %; бронза 1,45…1,6 %; латунь 2,06 %; мідь 2,1 %; сталь маловуглецева ливарна 2,0 %; чавун сірий 0,7…0,8 %.

Величина деформації та пов'язаних з нею напружень залежить від величини зони нагріву. Чим більший об'єм металу нагрівається, тим більшими будуть деформації. Тому різні способи зварювання дають різну величину деформацій. Значна величина нагріву і деформації отримується при газовому зварюванні киснево-ацетиленовим полум'ям, менша — при дуговому зварюванні металевим електродом.

Розміри і розташування швів також впливають на величину деформацій. Найбільші деформації викликають довгі шви, шви з великим перетином, а також шви, розташовані несиметрично відносно головних осей перерізу зварюваного профілю. Чим складніша форма деталі, чим більше в ній різних швів, тим більшою є імовірність появи деформацій і напружень при зварюванні. При односторонньому наплавленні плоских деталей зменшення глибини і площі розплавлення основного металу різко зменшує жолоблення виробу.

Штучне охолодження деталі в процесі зварювання зменшує величину деформації.

Напруження, викликані усадкою, зростають до моменту переходу пружних деформацій у пластичні. Якщо метал недостатньо пластичний, деталь може дати тріщину в найслабшому місці, яким іноді є зона термічного впливу. Напруження від усадки є також

однією з причин гарячих тріщин, що виникають під час затвердіння металу шва.

Якщо при нагріванні найбільша деформація стиснення не перебільшує пружної деформації матеріалу, то після остигання пружні деформації та напруження зникають.

Якщо у результаті нерівномірного нагріву при зварювані найбільша деформація стискання перевищила пружну деформацію, і в найбільш нагрітих ділянках виробів виникли термопластичні деформації, то після остигання у виробі виникають залишкові напруження.

Для виміру лінійних та кутових деформацій елементів конструкцій та зразків використовують тензометри.

Тензометр типу ТР призначений для статичних вимірів лінійних деформацій за дійсним (поверхневим) волокном.

Тензометр типу ТР складається з таких вузлів:

- пристрій, що безпосередньо сприймає інформацію випробуваного зразка;
- пристрій (датчик), що передає та збільшує деформацію зразка (важільна система);
- пристрій для відліку та регістрації показів (шкала).

Технічні дані тензометра:

– габарити	60x160x88 мм
– вага	0,75 кг
– база	0,05 мм
– ступінь збільшення	1000 разів
– точність показів	1 мкм
– ціна одного поділу	0,01 мм

Деформація зразка визначаться за формулою:

$$l = \lambda k, \text{ мм}$$

де λ - різниця кінцевого та початкового показів тензометра;

k — коефіцієнт (1 поділ шкали, у мм) При випробуванні стальних зразків приріст відліку на один поділ відповідає прирісту напруження на 10 МПа.

Виконання вимірив тензометром/

1. Перед встановленням тензометра поверхня зразка повинна

бузи зачищеною.

2. Зразок укладається на підставку.

3. Тензометр з закритим аретиром встановлюється на зразок та міцно закріплюється струбциною перпендикулярно досліджуваній поверхні.

4. Аретир тензометру відпускається і обертанням гвинта стрілка встановлюється на початковий підпік. Якщо очікується деформація подовження, стрілку встановлюють на нуль (правий кінець шкали). Якщо очкується деформація стискання, то стрілку слід встановити на лівий кінець шкали.

5. При зміненні відліків необхідно слідкувати за тим, щоб стрімка та її відображення у дзеркалі шкали співпадали.

Для отримання тимчасових температурних напружень зразок нагрівають газовим полум'ям або вугільним електродом до температур 300-500°С. Контроль нагрівання здійснюється за допомогою термопари (пірометра).

По мірі нагрівання зразка його крайні елементи зазнають вплив та розтяг.

Різниця показів тензометра до початку нагріва та до моменту досягання максимальної температури дає приріст довжини волокон металу на базі 20 мм, та дозволяє визначити рівень температурних напружень. По мірі охолодження зразка поле температурних напружень зникає, а стрілка тензометра повертається до початковою відліку.

Для отримання залишкових напружень на зразок виконується наплавлення валика штучним електродом. Після остигання зразка, внаслідок термопластичних деформацій, укорочення у зоні прилеглій до металу шва, у крайніх елементах виникають залишкові напруження стискання. Різниця початковою та кінцевого (після остигання зразка) показів тензометра характеризує величину залишкових напружень.

3 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

3.1 Вивчити конструкцію тензометра типу "ТР". Закріпити тензометри на зразках та встановити стрілку тензометрів на початковий відлік.

3.2 Записати початкові показники тензометрів.

3.3 Встановити на зразках екрани для захисту тензометра під час нагріву.

3.4 За допомогою вугільного електрода нагріти зразок до температур 250-300° С.

3.5 Записати максимальні показники тензометра.

3.6 Охолодити зразок до кімнатної температури виконуючи кожні 5 хв запис показів тензометра.

3.7 Визначити максимальні температурні та залишкові напруження при нерівномірному нагріві.

3.8 Виконати наплавлення валика на зразок.

3.9 У процесі наплавлення та охолодження зразка виконати запис показів тензометра через кожні 1-5 хв.

3.10 Визначити максимальні температурні та залишкові напруження при наплавленні валика на зразок.

3.11 Результати спостережень звести до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

№ досліду	Покази тензометра	Приріст показів	Величина напружень

3.12 Побудувати графік.

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

4.1 Пластина зі сталі Ст.3 розміром 200х70х3 2шт.
4.2 Важільні тензометри типу "ТР" 2 шт.
4.3 Потенціометр з термопарою 1шт.

4.4 Зварювальний пост
4.5 Якісний та вугільний електроди 2шт.
4.6 Підставки 2шт.
4.7 Струбцини 2шт.
4.8 Захисний екран 2шт.

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.
2. Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.
3. У випадку виявлення неполадок обладнання студент повинен негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.
4. У випадку виникнення пожежі або поразки електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності із затвердженими інструкціями з охороні праці та пожежної безпеки.

6 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

6.1 Які напруження мають назву температурних?
6.2 Які напруження мають назву власних?
6.3 У чому суть процесу утворення температурних змін?
6.4 Які напруження мають назву залишкових?
6.5 Механізм утворення залишкових напружень при зварюванні?
6.6 Причини утворення залишкових напружень при зварюванні?
6.7 Які деформації виникають при зварюванні?
6.8 Види переміщень при зварюванні?
6.9 Методи зниження переміщень та напружень при зварюванні?
6.10 Вплив жорсткості зварних конструкцій на деформації напруження?

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва та мета роботи.
2. Стислий опис методики та проведення експериментів.
3. Результати випробувань.
4. Аналіз отриманих результатів та висновки по роботі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Винокуров В.А., Григорьянц А.Г. Теория сварочных деформаций и напряжений. - М.: Машиностроение, 1984. - 279 с.