

УДК: 669:539

В.В. Широков, О.І. Дацій

Українська академія друкарства

ОЦІНКА ТЕРС СТАЛЕВИХ (12Х18Н10) ДЕФОРМОВАНИХ ПОВЕРХОНЬ

Викладені методичні підходи і основні результати експериментальних досліджень залежності ТЕРС поверхні зразків деяких сталей, при деформаціях розтягування і стискування їх в пружній і пластичній зонах.

Ключові слова: деформації, потенціали, напруги, навантаження, випробування, поперечний вигин, гетерогенність, метод вимірювання ТЕРС

В.В. Широков, О.И. Дацій**ОЦЕНКА ТЭДС СТАЛЬНЫХ (12Х18Н10) ДЕФОРМИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Изложены методические подходы и основные результаты экспериментальных исследований зависимости ЭДС поверхности образцов некоторых сталей, при деформациях растяжения.

Ключевые слова: деформации, потенциалы, напряжения, нагрузки, испытания, поперечный изгиб, гетерогенность, метод измерения ТЭДС

V. Shirokov, O. Datsiy**ASSESSMENT THERMOELECTRIC E.M.F. STEEL (12H18N10) DEFORMED SURFACE**

The above methodological approaches and main results of experimental studies of EMF depends surface samples of some steels, the deformation of stretching and compression of the elastic and plastic zones.

Keywords: deformation, potentsyal, voltage, load, trials, poperechnyy yzhyb, heterogeneity, rubbed measurement method

Актуальність теми. Аналіз методів контролю якості поверхневих шарів виробів із різноманітних металів і сплавів показав [1-3], що найбільш доцільним є застосування неруйнівних або мікроруйнівних методів контролю з високою локальністю контактних об'ємів матеріалу в точках заміру. Особливе місце посідає контроль залишкових напружень і деформацій, які виникають після механічної обробки матеріалів, хімічної і структурно-фазової неоднорідностей, тощо та впливають на ресурс працездатності деталей.

Виходячи із природи термоелектрорушійної сили [4,5] та деяких напрацювань [6-9] між пружно-деформівним станом металу і його ТЕРС існує взаємозв'язок. Проте питанням впливу деформацій металевих конструкцій та виникнення ТЕРС приділяється недостатня увага. Це і послужило підставою для постановки серії спеціальних експериментів.

Мета роботи виявити вплив розтягу на ТЕРС сталі 12Х18Н10.

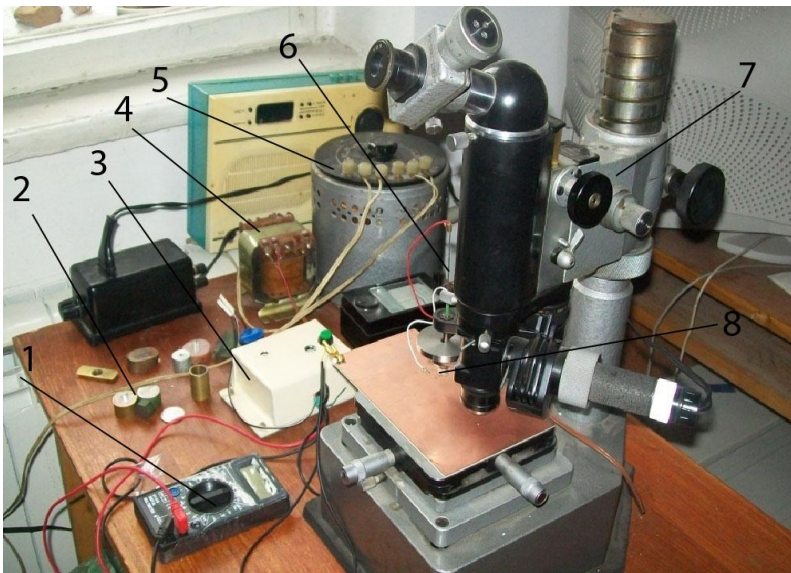
Об'єктом досліджень було обрано широко розповсюджену (безшовні труби різноманітного діаметра спеціального призначення, в криогенних системах, як конструкційна для емностей і резервуарів, експлуатація яких відбувається в агресивних середовищах, колекторів, випускних систем і інших вузлів) хромонікелеву аустенітну сталь 12Х18Н10.

Методи і матеріали

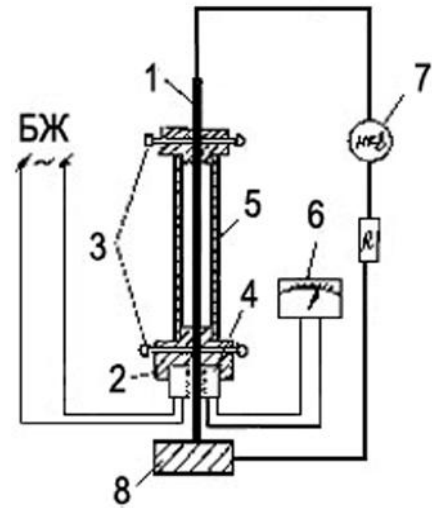
Було вирішено використати метод контролю, який базується на оцінці змін термоелектрорушійної сили (термо-е.р.с.) металу. Висока чутливість термоелектричного методу і можливість реєстрації за його допомогою змін структурного стану та фізико-механічних властивостей обумовлюють можливості використання цього методу.

Оцінка напружень і деформацій на поверхні проводилась методом контактної локальної термоелектрорушійної сили (КЛ ТЕРС). Вивчення взаємозв'язку між напруженнями та величиною КЛ ТЕРС проводилися з допомогою розробленої та виготовленої на базі мікротвердоміра ПМТ-3 установки (рис. 1) із дотриманням експериментально встановлених вимог щодо геометрії стержня термозонда, величини навантаження на нього.

Нами було прийнято варіант навантаження, що призводить до поперечного вигину не защемленого пластинчастого зразка, довжиною 40мм, поперечним перерізом 2,5х1 мм. Всі зразки було виготовлено з одного листа.



а)



б)

Рис. 1 Загальний вигляд установки а) для вимірювання КЛ ТЕРС:

1 – вольтметр; 2-досліджувальні зразки; 3 – підсилювач ; 4 – блок живлення ; 5- латер; 6 - вольфрамовий електрод – зонд; 7 - мікротвердоміра ПМТ-3; 8 - піч та принципова схема б) :

1 - вольфрамовий електрод - зонд; 2 - сталеві втулки з гніздами; 3 - стопорні гвинти; 4 - піч; 5 - обойма, до якої кріпиться вольфрамовий електрод; 6 - цифровий вимірювач температури; 7 - мікрвольтметр; 8 - досліджуваний зразок; БЖ - блок живлення.

До переваг обраного способу навантаження можна віднести його простоту в реалізації, відсутність впливу на результат збурень зон закріплення взірця, можливість використовувати пристосування у вигляді скоб (рис.2). Різні деформації тут легко реалізуються зміною стріли прогину, яка може бути виміряна з високою точністю. Є можливість проведення серійних випробувань і перевірки повторюваності їх результатів.

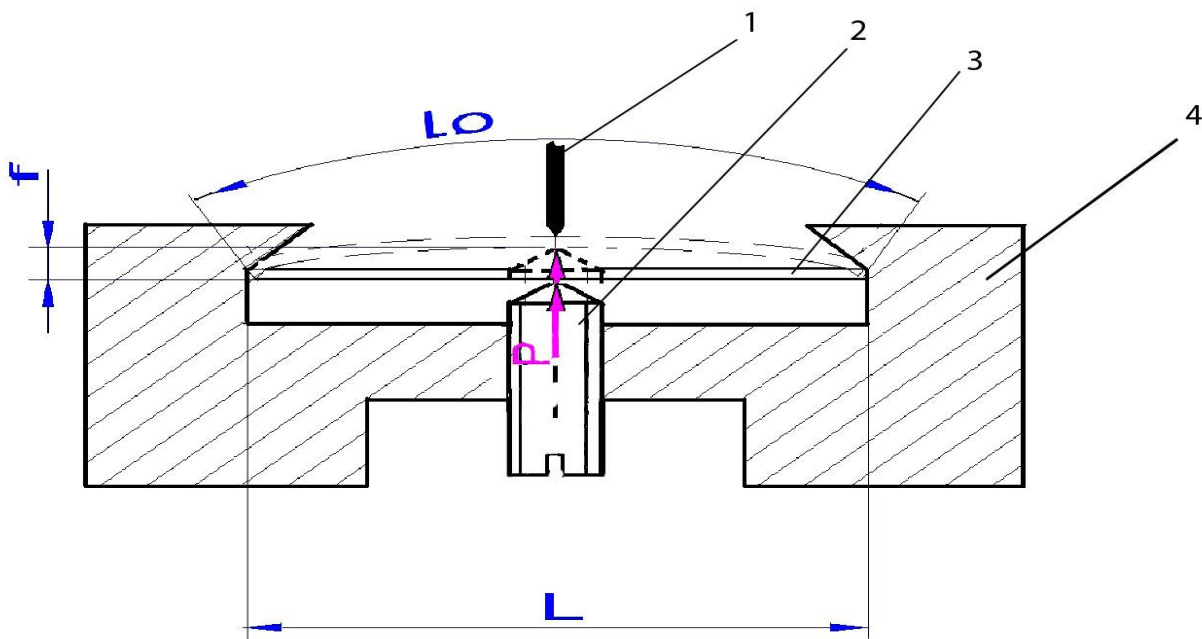


Рис. 2. Навантажень плоских зразків за допомогою скоби при випробуваннях з постійною загальною деформацією:

1- зонд, 2- гвинт, 3 – зразок, 4- скоба.

P – сила яка діє на зразок, L – довжина зразка, L_0 – довжина хорди, f – величина прогину

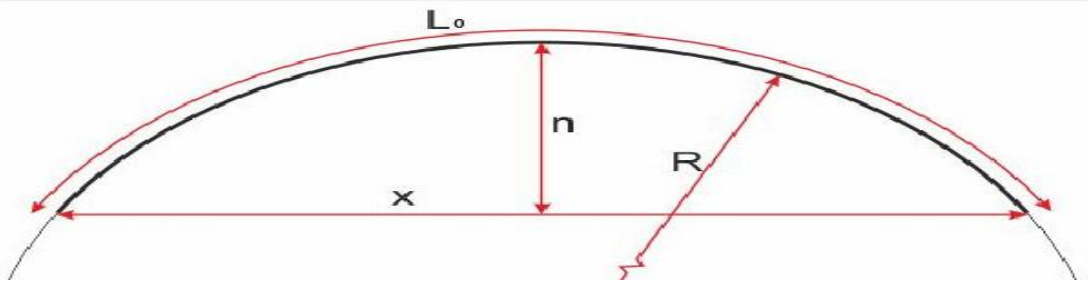


Рис. 3. Схема розрахунку довжини дуги L_0 за довжиною x і висотою n хорди

Деформацію розтягу можна охарактеризувати абсолютною деформацією $\Delta l = L_0 - L$.

За схемою рис.3 розраховуємо довжину дуги, наприклад при $n=1$ мм $x = 40$ мм в нашому випадку

$$\Delta l = 40,07 - 40 = 0,07 \text{ мм}$$

Отже, відносна деформація $\varepsilon = \Delta l / L$ складає $\varepsilon = 0,07/40 = 0,00175$

Пристрій, виконаний у вигляді навантажувальної скоби (рис.2) з натискним гвинтом дозволяє створювати різні деформації. Фіксувалося переміщення або інакше стріла прогину.

Для кожного кроку переміщення виконували не менше 4 вимірів КЛ ТЕРС (табл.1).

Перед початком випроб обладнання було перевірено на предмет підтримки стабільності температурних режимів і відтворюваність отриманих результатів. З цією метою досліди з визначення різниці ТЕРС в зоні напружений метал - електрод багаторазово перевірялися.

Випробування велися при кімнатній температурі від 18 ... 20 °С. Заміри проводили для недеформованого зразка в його центрі та після поетапного збільшення прогину f в межах 0- 4,0; мм.

Криві експериментальних залежностей зміни ТЕРС на розтягнутій стороні зразка в залежності від величини прогину f наведені на рис. 4.

На графіках добре видно – спочатку стрибкоподібне збільшення значення з наступним різким падінням це перехід в межах зони пружних деформацій до пластичних деформацій пізніше поступове спадання і вирівнювання абсолютного значення ТЕРС.

Таблиця. 1

Вплив стріли прогину на величину КЛ ТЕРС

№ п/п	Матеріал	L, mm	ТЕРС, мкВ				Усереднене значення ТЕРС, мкВ
			1.	2.	3.	4.	
1.	12X18H10	0	70	69	72	73	71
2.	12X18H10	0,25	82	83	80	83	82
3.	12X18H10	0,5	80	78	79	79	79
4.	12X18H10	0,75	84	85	85	86	85
5.	12X18H10	1	71	70	72	71	71
6.	12X18H10	1,25	67	69	68	72	69
7.	12X18H10	1,5	65	63	63	65	64
8.	12X18H10	1,75	62	64	61	61	62
9.	12X18H10	2	59	61	63	61	61
10.	12X18H10	2,25	66	64	63	67	65
11.	12X18H10	2,5	65	68	66	69	67
12.	12X18H10	2,75	69	68	69	70	69
13.	12X18H10	3	71	72	73	72	72
14.	12X18H10	3,5	71	75	71	75	73
15.	12X18H10	3,75	74	73	70	71	72

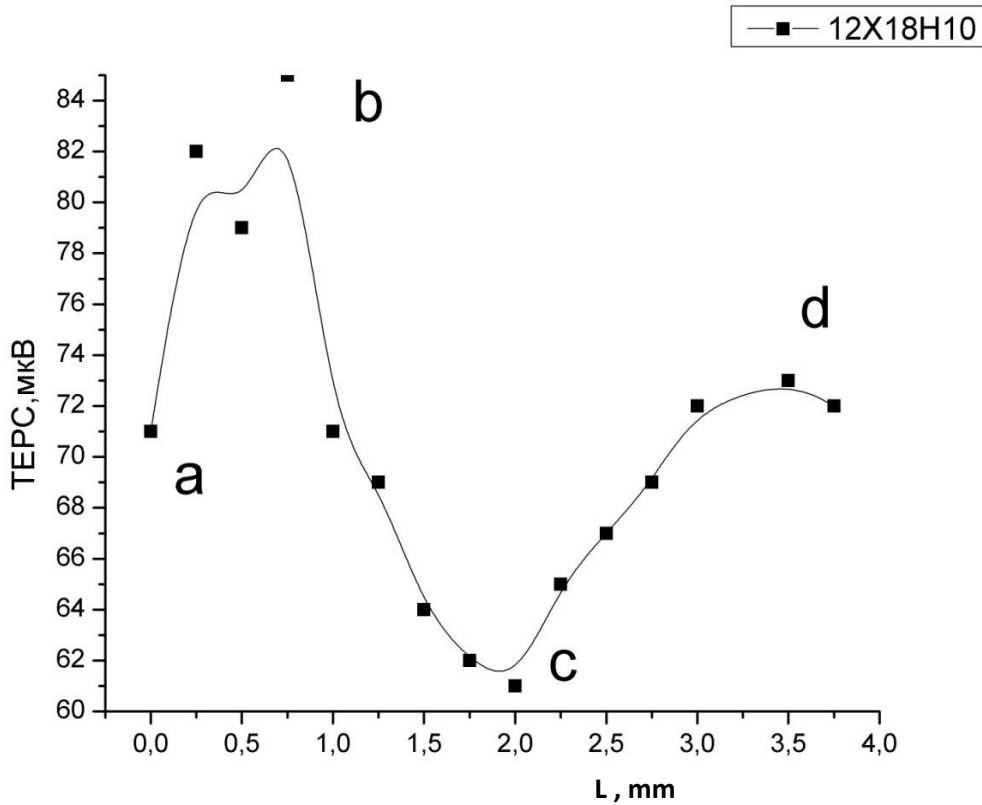


Рис. 4. Залежностей зміни ТЕРС поверхні зразків від величини деформації (сталь 12X18P10)

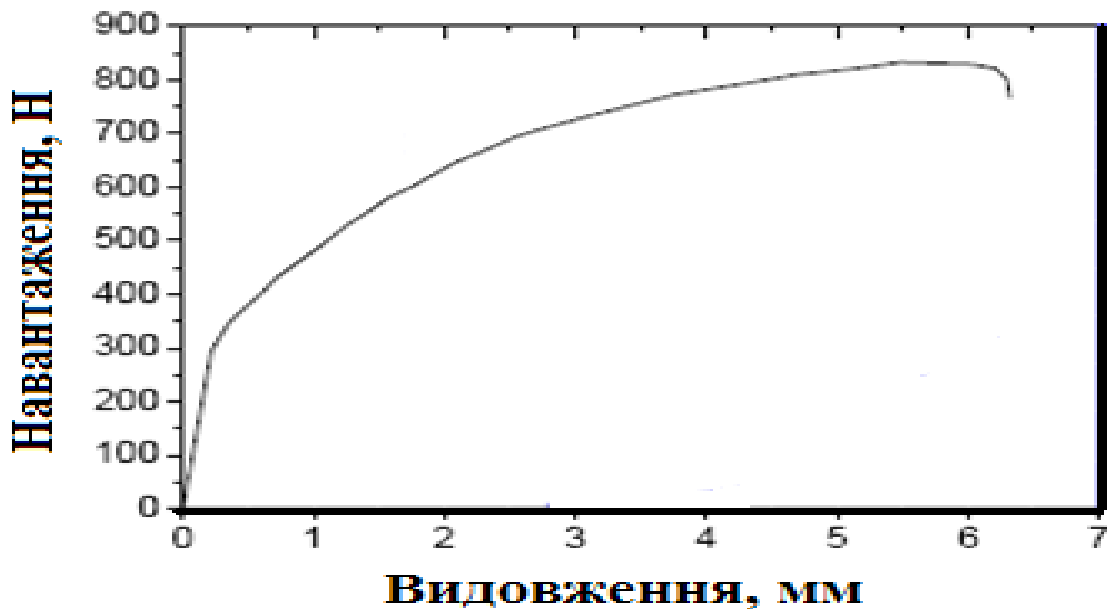


Рис.5. Діаграма розтягу сталі після аустенізації 1050⁰ С, 30 хв.)

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що ділянки "a" і "b" відповідають пружній області деформування, а ділянки "c" і "d" - пластичній. Наявність ділянки "a" свідчить про те, що метод є чутливим до зміни напруженого стану. На ділянці "b" при збільшенні напружень має місце зростання величини КЛ ТЕРС. Різне падіння КЛ ТЕРС на ділянці "c" із подальшою стабілізацією на ділянці "d" може викликатися зростанням дефектності структури та релаксацією напружень при пластичному деформуванні. Відповідні кореляції спостерігаються кривою розтягу сталі (рис5) [10].

Висновки. Підтверджено, що методом вимірювання ТЕРС можна оцінювати зміну напружено-деформівного стану металевих поверхонь.

Розроблено методику оцінки хімічного складу і структурного стану металу методом термо-е.р.с. на базі приладу для визначення мікротвердості ПМТ-3. Проведені дослідження показали високу чутливість методу термо-е.р.с. до хімічного складу, напружень і деформації.

Для сталей типу 12Х18Н10 встановлено складний характер зміни ТЕРС поверхневих шарів металу у процесі деформування розтягом.

Список використаних джерел:

1. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 5: В 2 кн. Кн. 1: В.П. Вавилов. Тепловой контроль. Кн. 2: К.В. Подмастерьев, Ф.Р. Соснин, С.Ф. Корндорф, Т.И. Ногачева, Е.В. Пахолкин, Л.А. Бондарева, В.Ф. Мужичкий. Электрический контроль. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2006. – 679 с.
2. Ф. Дж. Блатт и др. Термоэлектродвижущая сила металлов. Пер. с англ. М.: Металлургия, 1980, 248 с.
3. Широков В.В., Дацій О.І./ Принципи методів вимірювань термоелектричних характеристик металів та їх застосування в машинобудуванні. Наук.-техн. конф. проф.-викл. складу, наук. прац. і асп., Тези доповідей. УАД, Львів-2015р., С.19
4. Лившиц Б.Г. Физические свойства металлов и сплавов. М.:Металлургия,1980,320 с.
5. Ф. Дж. Блатт и др. Термоэлектродвижущая сила металлов. Пер. с англ. М.: Металлургия, 1980, 248 с.
6. Нестеренко А. И. Методика исследования стабильности диффузионных покрытий с помощью термо-э.д.с. ФХММ. Львів: ФМІ, 1976, с. 111-112.
7. Палаш В.М., Юськів В. М., Дзюбик А. Р. Використання методу локальної контактної ТЕРС для дослідження напруженого стану металевих конструкцій. "Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій". Вип. 2. Том 1. "Механіка і механізми процесів руйнування матеріалів". Львів: "Каменярь", 1999, стор. 118-121.
8. Бабей Ю. И., Рябов Б. Ф., Куслицкий А. Б., Зимин Г. Г., Шильникова Г. К. Исследование напряженного состояния металла вокруг неметаллических включений методом микротермо-э.д.с. ФХММ. Львів: ФМІ, 1972, с. 79-82.
9. Палаш В.М., Юськів В. М., Дзюбик А. Р. І Українська науково-технічна конференція «Сучасні технології та обладнання в газотермічних процесах відновлення та утилізації деталей машин і конструкцій». Тези докладів м. Київ 27-29 жовтня 1999 року ст.. 31.
10. Максимкин О.П., Налтаев А. Ю., Бердалиев Д.Т., Рахашев Б.К. Влияние температуры аугментации и старения на мартенситное превращение при деформации нержавеющей хромоникелевых сталей, облученных электронами и нейтронами kazntu.kz/sites/.../maximkin_2008_4

Стаття надійшла до редакції 25.04.2016.