

## ВПЛИВ КОНТАКТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ НАПЛАВЛЕНИХ ШАРІВ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*В роботі показано вплив контактних навантажень на формування властивостей робочого наплавленого шару вала редуктора в процесі модифікації поверхні*

**Ключові слова :** вал редуктора, контактні навантаження, наплавлений шар, твердість.

### *Abstracts*

*The work shows the influence of contact pressures on the formation of the working properties of the deposited layer in the gear shaft surface modification*

**Keywords:** shaft redutora; contact load, deposited layer, hardness.

### **Вступ**

При роботі вала редуктора, з часом, змінюються геометрія поверхонь тертя і фізико-механічні властивості поверхневих шарів матеріалу деталі, яка проявляється при постійних зовнішніх умовах в погіршенні тертя, температури і інтенсивності зношування.

Перехід від початкового стану поверхонь тертя до встановленого супроводжується важкими не зворотніми явищами, які проходять в тонкому поверхневому шарі.

Процес знакозмінних навантажень призводить до зміни поверхневих шарів вала редуктора і до такого його фізичного стану та такої структури, при якій поверхневий шар має мінімальну потенційну енергію, що і є причиною зносу робочих поверхонь. Ці багаточисельні фактори можна розділити на основні і додаткові.

До основних можна віднести навантажуючі (навантаження, швидкість), вихідні фізико - механічні властивості матеріалу вала і мастильне середовище. До додаткових відносяться температура, яка підвищується під час тертя і пов'язані з нею різні фізико-хімічні зміни при фрикційному контакті. Всі ці фактори взаємопов'язані, тому вивчення їх впливу на роботу вала редуктора визначається значними затратами.

Втрата працездатності вала редуктора виникає на тих ділянках її поверхні, де реалізується силова взаємодія контактних поверхонь.

- поломка від великих перевантажень ударної або навіть статичної дії – попереджають захистом приводу від перевантажень або врахуванням перевантажень при розрахунку;

- втомна поломка, що відбувається під дією змінних напруг протягом порівняно довгого терміну служби – попереджають розрахунком на витривалість.

Причиною не достатньої експлуатаційної стійкості деталей, які працюють в умовах інтенсивного ударно-абразивного зношування зі значними контактними навантаженнями є сучасні тенденції росту експлуатаційних навантажень. Тому актуальним є питання подовження строку їх служби.

Метою роботи є дослідження наплавленого металу з вибраним вмістом легуючих елементів під впливом контактних навантажень, та їх вплив на службові властивості матеріалу.

### **Результати дослідження**

Дослідження проводили на заготовках зі сталі Ст.3 ДСТУ 2651-94.

Нанесення наплавочного металу на поверхню зразків здійснювалося електродуговим наплавленням на постійному струмі зворотньої полярності. Джерелом струму був випрямляч ВДУ-504.

Наплавлення проводили електродом марки ЦЛ-11 ГОСТ2246-70, діаметр електроду  $d=3$  мм, на зварювальному струмі 65А та електродом АНО-36 (Е 46) ТМ CONTINENT ГОСТ 9466 діаметр  $d=4$

мм, зварювальний струм 110 А. Хімічний склад електродів наведено в таблиці 1 та 2, а в таблицях 1.1 та 2.1 механічні властивості наплавленого шва.

Таблиця 1 - Хімічний склад електроду марки ЦІ-11 ГОСТ2246-70

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Nb
0,5	0,77	2	0,004	0,022	19,07	8,8	0,75

Таблиця 1.1 - Механічні властивості

Межа міцності	Відносне подовження	Ударна в'язкість
67 Н/мм <sup>2</sup>	32 %	12,8 Дж/см <sup>2</sup>

Таблиця 2 - Хімічний склад електроду марки АНО-36 (Е 46) ТМ CONTINENT ГОСТ 9466

C	Mn	Si	P	S
0,11	0,65	0,35	0,035	0,030

Таблиця 2.1- Механічні властивості

Тимчасовий опір, Н/мм <sup>2</sup>	Відносне видовження, %	Ударна в'язкість, Дж/см <sup>2</sup>
≥450	≥22	≥78

Деформаційне зміцнення досліджувалось за допомогою твердомірів Бринелля і Роквелла. Спочатку вимірювалась вихідна твердість шару наплавленого металу  $HRC_{e0}$ , потім вимірювалась твердість у лунці відбитку від вдавнення сталеві кульки тведомера Бринелля [1].

Ступінь деформаційного зміцнення визначалась за формулою:

$$\Delta = \frac{(HRC_{зп} - HRC_{зо})}{HRC_{зо}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де  $\Delta$  - ступінь деформаційного зміцнення наплавленого металу, %;

$HRC_{зп}$  – твердість у лунці відбитка після «п» вдавнень сталеві кульки приладу Бринелля;

$HRC_{зо}$  – вихідна твердість за твердоміром Роквелла.

При вивченні за цією методикою здатності до деформаційного зміцнення наплавленого металу з високим вмістом хрому встановлено, що значення максимальної твердості в лунці відбитку практично збігається (табл.3)

Таблиця 3 – Ступінь зміцнення матеріалів

Матеріал електроду	Твердість $HRC_{зо}$	Зміцнення після вдавнень:			$\Delta, \%$	Макс. твердість, $HRC_{зп}$
		1	2	3		
ЦІ-11 ГОСТ2246-70	$\frac{22-24}{23}$	$\frac{39-41}{40}$	$\frac{48-53}{51}$	$\frac{48-53}{51}$	121,7	53
АНО-36 (Е 46) ГОСТ 9466	$\frac{15-18}{16}$	$\frac{18-21}{20}$	$\frac{23-26}{25}$	$\frac{33-35}{34}$	118,8	35

За результатами проведених досліджень отримали залежність твердості наплавленого шару від кількості вдавлювань індентора Бринелля, а відповідно від степені деформації наплавленого шару (рисунок 1).

Внаслідок розвитку деформаційного мартенситного перетворення в наплавленому металі електродом АНО-36, досягнуто показників здатності до зміцнення на рівні сплавів, у яких цей показник отримано за рахунок рівня легування карбидуотворюючими елементами (хромом, марганцем), а також максимальний показник ступеню зміцнення  $\Delta$ .

З погляду здатності металу до деформаційного зміцнення і його зносостійкості оцінювалися службові властивості наплавленого металу.



Рис.1. Залежність твердості наплавленого шару від кількості вдавлювань індентора

### Висновки

1. Експериментально показана наявність фазових змін під впливом контактних навантажень у наплавленому металі, з утворенням мартенситу деформації. Поєднання наклепу з деформаційним мартенситним перетворенням ефективно зміцнює його основу. При цьому твердість наплавленого металу електродом АНО-36 після 25 % деформації складає 31 -35 HRC<sub>3</sub>, у той час як для наплавленої поверхні електродом ЦЛ-11 тільки 22 – 24 HRC<sub>3</sub>. Внаслідок цього зносостійкість наплавленого металу електродом АНО-36 в 1,2 рази вище зносостійкості поверхні наплавленої електродом ЦЛ-11 без деформації.

2. При дослідженні деформаційного зміцнення висока твердість поверхні може бути досягнута не тільки за рахунок легування наплавленого металу карбیدоутворюючими елементами, але і за рахунок розвитку деформаційного перетворення.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рюмін В.В. Деформационное мартенситное превращение в металле, наплавленном электродами ГР-11 (С-80Г9Х6С). / Рюмін В.В., Солнцев Л. А., Черников А.И. //Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – 2000. – №82. – С. 50-61

**Шиліна Олена Павлівна** – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

**Бучковський Костянтин Валентинович** – студент групи ЗВ-136, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kbuchkovskiy@mail.ua

**Shilina Olena Pavlivna** – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of department of technology increasing wear resistance, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

**Buchkovskiy Kostiantin Valentinovich** – student of the ZV-136, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: kbuchkovskiy@mail.ua