

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**

**X НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ,  
АСПІРАНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ**

**«ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН І  
ОБЛАДНАННЯ»**

**20-22 квітня 2016 року**

**Кіровоград – 2016**

УДК 621.7

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЇ ОБКАТУВАННЯ РОЛИКАМИ НА КОНТАКТНУ МІЦНІСТЬ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ**

*А. Д. Полудень<sup>128</sup>, Д. Д. Марченко<sup>129</sup>*

Створення способів і технологій, що можуть бути застосовані для зміцнення і підвищення зносостійкості, контактної міцності деталей шляхом ППД, є актуальним. Результати науково-дослідної роботи з експериментальних досліджень впливу обкатування роликками на довговічність сталевих деталей, що працюють при контактному зминанні, перевірені у виробничих умовах за роботи канатних блоків із сталевими канатами [1].

Як об'єкт дослідження впливу обкатування роликками на контактну міцність були прийняті канатні блоки, довговічність робочого профілю яких була не більше 3 – 4-х місяців.

Для проведення досліджень технологічного процесу поверхневого зміцнення канатних блоків за допомогою обкатування роликком використовували експериментальний пристрій (рис. 1), що містить роликковий вузол та важільний силовий пружинний механізм притискання ролика до деталі, змонтований у його корпусі. Ролик пристрою для обкатування має клиноподібну форму з випуклою утворюючою робочого профілю, що дозволяє одночасно обкатувати як конічні, так і тороїдальну поверхні канатного блоку та полегшує технологію чистового і зміцнюючого обкатування.



Рис. 1. Зовнішній вигляд експериментального пристрою для обкатування канатних блоків клиновим роликком

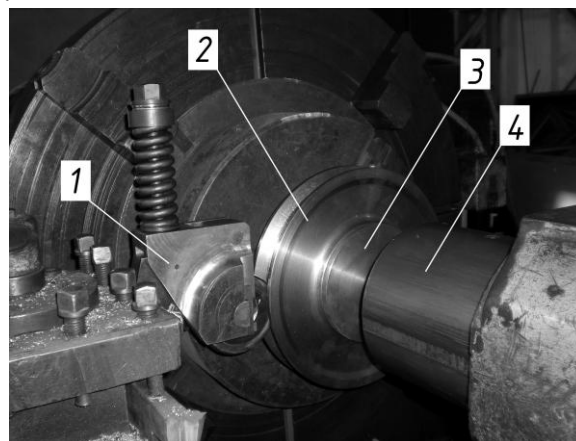


Рис. 2. Загальний вигляд експериментального обладнання:

1 – пристрій для обкатування канатних блоків; 2 – канатний блок; 3 – оправка;

4 – задня бабка токарного верстата

При обкатуванні конічної поверхні струмка канатного блоку клиновим роликком з постійною кривизною поверхні торців ролика приведена кривизна контакту ролика з деталлю в площині подачі має значно більшу величину, ніж при обкатуванні колової впадини, на конічній поверхні середній кут  $\varphi$  втискування ролика значно перевищить  $5^\circ$  і отже матиме місце перенаклепування поверхні, виникне недопустима хвилястість на

<sup>128</sup> студентка, Миколаївський національний аграрний університет

<sup>129</sup> к.т.н., доц., Миколаївський національний аграрний університет

обробленій поверхні. Тому робоча поверхня клинового ролика виконана зі змінною кривизною.

Важільний силовий пружинний механізм установлений з клиновим роликом на підшипниках кочення. При установці підшипників ковзання в процесі обкатування виникне нерівномірна деформація конічної поверхні струмка канатного блоку і значні сили тертя ковзання, що виникають на поверхнях осі та бокових стінок важеля під час повороту останнього навколо своєї осі за рахунок биття профілю клинового ролика, будуть то відніматимуться з сили пружини, то складатимуться з нею, залежно від напрямку переміщення роликового вузла. Як показали дослідження, коливання зусилля обкатування становлять у цьому разі до 45 % [2], що і призведе до появи хвилястості на бокових конічних поверхнях струмка канатного блоку.

Процес обкатування за допомогою пристрою з клиновим роликом здійснювався на універсальному токарно-гвинторізному верстаті 1К65 (рис. 2). Регулювання таких параметрів як швидкість обкатування і кількість обертів канатного блоку контролювалося на верстаті за відповідного його налаштування. Кут нахилу струменя профілю і відхилення його форми від прямолінійної вимірювалися за допомогою індикатора. Для дослідження впливу обкатування на якість поверхні та на ступінь зміцнення виготовлялися клинові ролики зі змінним профільним радіусом його торців.

Процес обкатування клиновим роликом канатних блоків на експериментальному обладнанні знімали відеокамерою (Panasonic SDR – S26) з подальшим покадровим вивченням.

Канатний блок 2 (рис. 2) встановлювали отвором у центр патрона верстата та піджимали центром задньої бабки 4 універсального токарно-гвинтонарізувального верстата. Пристрій 1 кронштейном закріплювали в різцетримач супорта верстата. Переміщенням супорта верстата ролик вводили в струмок канатного блоку так, щоб він своєю вузькою частиною робочого профілю торкнувся западини струмка канатного блоку. Зусилля на ролик встановлювалося за допомогою обертання гайки на тязі пристрою для стиснення пружини на необхідну величину (при стисненні пружини на 3,5 мм зусилля на ролик становило 1 кН).

Обкатувану поверхню канатного блоку змащують машинним маслом і вмикають його обертання зі швидкістю 40 – 50 м/хв.

У процесі обертання канатного блоку, за рахунок сил тертя обертається ролик пристрою, робочі торці ролика утворюють на обкатуваній поверхні деталі два синусоїдальні сліди, які у міру обертання канатного блоку і ролика поступово зміщуються в круговому напрямку, доки вся поверхня струмка не буде продеформованою.

Зусилля на ролик коливається в межах  $\pm 5\%$ , тому що сила тертя в підшипниках кочення мала, оскільки коефіцієнт тертя  $f_k$  в підшипниках кочення не більший 0,008. Цим забезпечується рівномірна деформація поверхневого шару струмка канатного блоку.

Ступінь наклепування вимірювали і визначали після обкатування за допомогою універсального інтегрального динамічного твердоміра TIME Hardness Tester TH130 (рис. 3), який забезпечує високу точність і широкий діапазон вимірювання, а також може бути під'єднаний до ПЕОМ.



Рис. 3. Процес вимірювання твердості поверхні профілю канатного блоку після обкатування

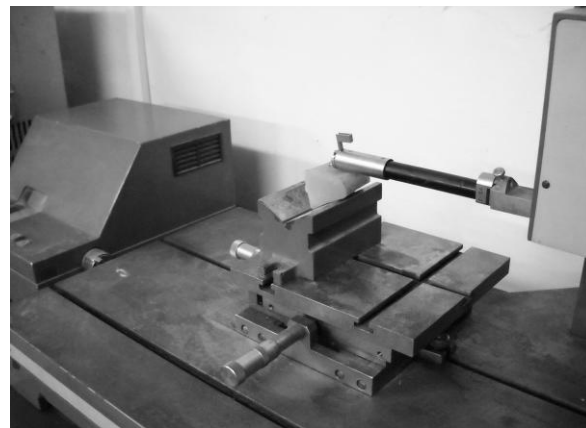


Рис. 4. Процес вимірювання шорсткості поверхні на профілографі-профілометрі

Шорсткість робочої поверхні до і після обкатування канатного блоку досліджувалася двома методами.

До обкатування шорсткість поверхні канатного блоку була визначена за допомогою еталонних зразків шорсткості ОШ (ГОСТ 9378 – 93, виготовлених відповідно до вимог ГОСТ 2789 – 73). Після обкатування з різними режимами в профіль канатного блоку заливалася самотвердна пластмаса на основі акрилових смол «ПРОТАКРИЛ – М», таким чином робилися репліки [3]. Робочу поверхню профілю канатного блоку в місцях зняття реплік знежирювали ацетоном. Після висихання пасти (час полімеризації 25 – 30 хв. за температури 35 – 40 °С) шліфувалася протилежна сторона репліки.

Крім того шорсткість і хвилястість обкатоної поверхні вимірювалася за допомогою профілографа-профілометра типу А1 (ГОСТ 19299 – 73 і ГОСТ 19300 – 73), модель 252 заводу «Калибр», а за профілограмами визначалися значення  $R_a$ .

Репліку встановлювали на профілограф-профілометр М – 252 і проводили вимірювання шорсткості (рис. 4). Застосування реплік за даною методикою забезпечує вимірювання шорсткості з великою точністю і зручністю. Похибка визначення шорсткості поверхні із застосуванням реплік буде не більше 8 %.

Після статистичної обробки експериментальних даних на ПЕОМ (за допомогою програм Statistica і Excel) отримано математичні моделі для шорсткості поверхні ( $ШП$ ) та ступеня наклепування ( $СН$ ), які описують технологічний процес обкатування канатних блоків, рівняння регресії мають вигляд [4, 5]:

$$ШП = 1,9224 - 0,2789 \cdot X_1 + 0,2520 \cdot X_2 - 0,5837 \cdot X_3 - 0,4970 \cdot X_4 - 0,014 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,280 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,002 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0,154 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,257 \cdot X_2 \cdot X_4 + 0,359 \cdot X_3 \cdot X_4 - 0,094 \cdot X_1^2 - 0,522 \cdot X_2^2 + 1,405 \cdot X_3^2 - 1,280 \cdot X_4^2;$$

$$СН = 47,5008 - 0,2578 \cdot X_1 - 0,7167 \cdot X_2 + 0,135 \cdot X_3 + 0,1157 \cdot X_4 - 0,127 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,236 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,535 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0,124 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,115 \cdot X_2 \cdot X_4 - 1,062 \cdot X_3 \cdot X_4 - 0,483 \cdot X_1^2 - 0,106 \cdot X_2^2 - 0,925 \cdot X_3^2 + 0,931 \cdot X_4^2.$$

У результаті проведення експериментальних досліджень із застосуванням методу крутого сходження визначено оптимальні конструкторсько-кінематичні параметри процесу обкатування. За допомогою планування експерименту при оптимізації технологічного процесу обкатування канатного блоку клиновим роликом отримано такі оптимальні режими обробки: кут вдавлювання ролика 5 град, профільний радіус ролика 15 мм, кількість обертів канатного блоку 160 – 180 об., швидкість обкатування 40 – 50 м/хв.

Їх оптимальне поєднання формує якість виконання технологічного процесу поверхневого зміцнення канатних блоків обкатуванням роликками з такими показниками: шорсткість поверхні – 1...1,9 мкм; ступінь наклепування – 46,5...56 %.

Проведені експериментальні дослідження довели адекватність результатів фізичного і математичного моделювання триботехнічних процесів, що відбуваються під час обкатування робочої поверхні тертя канатного блоку клиновим роликом. Це дозволяє рекомендувати розроблені математичні моделі для використання при зміцненні сталевих деталей, що працюють на зносостійкість і контактну міцність, у галузях машинобудування і промисловості.

### Список літератури

1. Бутаков Б. И. Оптимизация параметров поверхностного упрочнения обкатыванием роликами канатных блоков с целью повышения их контактной прочности / Б. И. Бутаков, Д. Д. Марченко // Проблемы трибологии. — Хмельницький, 2010. — № 3. — С. 99—107.
2. Бутаков Б. И. Усовершенствование процесса чистового обкатывания деталей роликами / Б. И. Бутаков // Вестник машиностроения. — 1984. — № 7. — С. 50—53.
3. Измерения шероховатости поверхности с помощью реплик / Г. Э. Аркулис, М. И. Куприн, В. Д. Голев, А. М. Игонькин // Вестник машиностроения. — 1971. — № 12. — С. 48—50.
4. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. — М.: Наука, 1976. — 280 с.
5. Спиридонов А. А. Планирование эксперимента: учебное пособие / А. А. Спиридонов, Н. Г. Васильев. — Свердловск: УПИ им. С. М. Макарова, 1975. — 152 с.

УДК 621.891

## **ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕМЕНТІВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ НАПЛАВЧНОГО ПОРОШКОВОГО ДРОТУ НА УДАРНУ В'ЯЗКІСТЬ ЗУБІВ КОВША ЕКСКАВАТОРА ВИГОТОВЛЕНИХ ЗІ СТАЛІ ГАДФІЛЬДА**

*С. Ф. Посонський<sup>130</sup>, О. П. Бабак<sup>131</sup>, А. А. Вичавка<sup>132</sup>*

Безперебійність роботи кар'єрних екскаваторів багато в чому визначається надійністю механічної частини, і, зокрема, робочого обладнання. Згідно даним [1], механічна частина складає 62 % від загального числа відмов, а робоче устаткування – 37 % від відмов механічної частини. До робочого устаткування кар'єрних екскаваторів відносяться конструктивні вузли, пов'язані з ковшем і визначальною траєкторією їхнього руху при екскавації, (стріла, рукоять). Безпосередню взаємодію із ґрунтом випробовують змінні зуби ковшів екскаваторів (ЗКЕ). Зуби ковша відливають із сталі 110Г13Л.

Прийнято вважати [2], що при чисто абразивному впливі сталь 110Г13Л демонструє низький опір зносу, в той час як в умовах великих питомих навантажень і ударних впливів, коли метал поверхневого шару піддається інтенсивному наклепу, сталь набуває виключно високу зносостійкість. З цієї причини до цього часу сталь 110Г13Л продовжує залишатися основним конструкційним матеріалом для виготовлення деталей, що працюють в умовах абразивного зношування з високими навантаженнями і ударними впливами, таких як ЗКЕ.

Найбільш перспективним методом відновлення ЗКЕ зі сталі Гадфільда є електродугове наплавлення само захисними порошковими дротами [3]. У порівнянні з електродами порошкові дроти дозволяють підвищити продуктивність майже в 2 рази, механізувати процес наплавлення і практично виключити втрати електродного матеріалу.

<sup>130</sup> доцент, к.т.н., Хмельницький національний університет

<sup>131</sup> доцент, к.т.н., Хмельницький національний університет

<sup>132</sup> асистент, Хмельницький національний університет