

# НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ПРИ БАГАТОПРОХІДНІЙ ОБРОБЦІ ОБКОЧУВАННЯМ РОЛИКОМ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

Визначено напружено-деформований стан та використаний ресурс пластичності при однопрохідному та багато прохідному обкочуванні роликом.

**Ключові слова:** напруження, деформації, пластичність, обкочування роликом, напружено-деформований стан.

## Abstract

The stress-strain state is determined and the plasticity resource used is used for one-pass and multi-pass screed with a roller.

**Keywords:** stress, deformations, plasticity, deformation of roller, the stress-strain state.

## Вступ

Найбільш розповсюдженим способом зміцнення пластичним деформуванням поверхні є обкочування деталей роликами. При поверхневій пластичній деформації спостерігається складне багатоетапне деформування, навіть при однопрохідній обробці. Оскільки кожна частинка попадає спочатку на хвилю перед роликом, потім безпосередньо входить у контакт із інструментом, після чого проходить вже меншу пластичну хвилю після ролика. У випадку багатопрохідного деформування характер розподілу деформацій вздовж поверхні заготовки стає більш рівномірним.

## Результати дослідження

На певному етапі ППД відбувається інтенсивне пластичне розрихлення матеріалу, яке супроводжується зменшенням твердості (характеристик міцності) і свідчить про подальший вплив процесу ППД на службові характеристики поверхневого шару (рис. 1, крива 2).

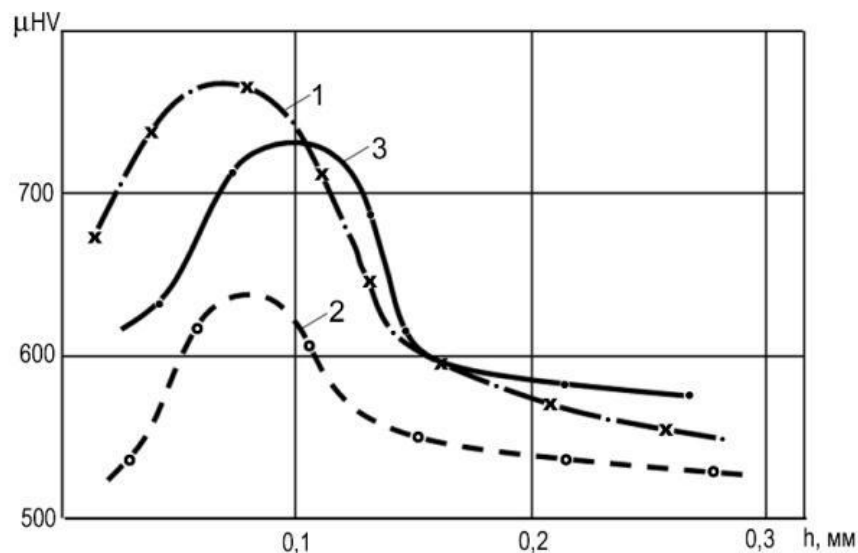


Рис. 1 Характер розподілу по глибині зміцненого шару параметрів: мікротвердості при обкочуванні 1 - 2 проходи; 2 - 15 проходів, (перенаклепування); 3 - 1 прохід

Накопичену до моменту руйнування пластичну деформацію розраховують за формулою:

$$e_p = \int_0^{t_p} \dot{\varepsilon}_u d\tau, \quad (1)$$

де  $\dot{\varepsilon}_u$  - інтенсивність швидкостей деформацій,

$t_p$  – час деформування до руйнування.

Величина граничної деформації  $e_p$  залежить від схеми напруженого стану, який характеризується показником напруженого стану

$$\eta = \frac{3\sigma}{\sigma_u}, \quad (2)$$

де  $\sigma = \frac{1}{3} \sigma_{ij} \cdot \delta_{ij}$  - середнє напруження,  $\sigma_u$  – інтенсивність напружень, а залежність пластичності

від схеми напруженого стану для даного металу характеризується діаграмою пластичності  $e_p(\eta)$ , яка описує експериментальну залежність граничної деформації  $e_p$  від схеми напруженого стану, що визначається показником  $\eta$ .

Так як на величину граничної деформації впливає історія навантаження, то для кількісної оцінки величини використаного ресурсу пластичності використовують критерії деформуемості. Найбільше поширення отримали критерій Г.Д. Деля і В.А. Огороднікова і В.Л. Колмогорова. Згідно із другим використаний ресурс пластичності визначається за формулою:

$$\psi = \int_0^{e_u} \frac{\dot{\varepsilon}_u d\tau}{e_p(\eta)}, \quad (3)$$

де  $e_u$  - ступінь деформації,  $t$  – час деформування,  $e_p(\eta)$  – діаграма пластичності.

Для отриманих результатів побудовані залежності використаного ресурсу пластичності від діаметра ролика та деталі.

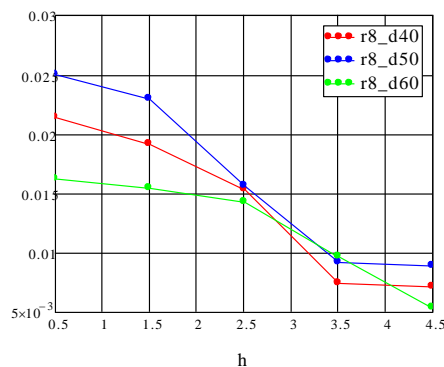


Рис. 2 Залежність використаного ресурсу пластичності від відстані від поверхні при вдавлюванні ролика з радіусом кривизни 8 мм в деталі діаметром 40, 50 і 60 мм

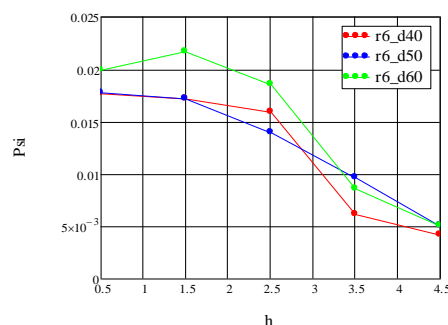


Рис. 3 Залежність використаного ресурсу пластичності від відстані від поверхні при вдавлюванні ролика з радіусом кривизни 6 мм в деталі діаметром 40, 50 і 60 мм

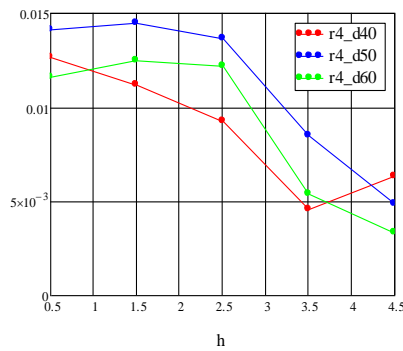


Рис. 4 Залежність використаного ресурсу пластичності від відстані від поверхні при вдавлюванні ролика з радіусом кривизни 4 мм в деталі діаметром 40, 50 і 60 мм

Враховуючи отримані результати за допомогою моделювання в програмі LS-DYNA та вище наведені формули, та діаграму пластичності отримано використаний ресурс пластичності, показаний в таблиці 1.

Таблиця 1 – Використаний ресурс пластичності

Вид обробки	Використаний ресурс пластичності
Обробка за один прохід	0,17
Обробка за два проходи	0,28
Обкатка за три проходи	0,31

На основі використання методу кінцевих елементів визначено зміну напружень та деформацій на протязі обробки. Встановлено, що максимальні пошкодження металу поверхневого шару деталі відбуваються під час першого та другого проходу інструмента, в подальшому кількість проходів мало впливає на напружений стан в поверхневому шарі деталі

На основі отриманого напружено-деформованого стану визначено величину використаного ресурсу пластичності та його залежність від кількості проходів ролика.

#### Висновки

На основі використання методу кінцевих елементів визначено зміну напружень та деформацій на протязі обробки. Встановлено, що максимальні пошкодження металу поверхневого шару деталі відбуваються під час першого та другого проходу інструмента, в подальшому кількість проходів мало впливає на напружений стан в поверхневому шарі деталі

На основі отриманого напружено-деформованого стану визначено величину використаного ресурсу пластичності та його залежність від кількості проходів ролика.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. О. В. Сердюк, І. О. Сивак, С. І. Сухоруков, та Р. І. Сивак, «Оцінка пластичності поверхневого шару металу при немонотонному навантаженні», *Наукові нотатки: міжвузівський збірник (за галузями знань «Технічні науки»)*, Випуск 54, с. 277 - 281, 2016.
2. О. В. Сердюк, І. О. Сивак і М. А. Карватко, «Напружено-деформований стан в осередку деформації при вдавлюванні тороїдального ролика», *Наукові нотатки: міжвузівський збірник (за галузями знань «Технічні науки»)*, Випуск 40, с. 251 - 256, 2013.
3. О. В. Сердюк «Моделирование процесса деформирования поверхностного слоя при обкатке цилиндрическим роликом», *Обработка материалов давлением*, №3 (32), с. 15 - 18, 2012.

**Сердюк Ольга Валентинівна** – асистент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет

**Serduk Olga V.** — assistant professor, department of technology and automation of mechanical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia