

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ПРИ ОБКОЧУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ДЕТАЛІ ТОРОЇДАЛЬНИМ РОЛИКОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано аналіз напружено-деформованого стану в осередку деформації при обкочуванні тороїдальним роликом циліндричної поверхні.

Ключові слова: напружено-деформований стан, геометричні характеристики, поверхневий шар, тороїдальний ролик.

Abstract

The analysis of stress-strain state deformation at obkochuvanni toroidal roller cylindrical surface.

Keywords: mode of deformation, geometric characteristics, surface layer toroidal roller.

Вступ

Велика кількість деталей машин працює в умовах зношування. Ці деталі, як правило, обкочують роликами або кульками. Обкатування деталей із середньовуглецевої сталі забезпечує підвищення зносостійкості у порівнянні із шліфуванням в 1,5 – 2,5 рази, а в порівнянні із поліруванням - в 1,3 – 1,6 разів (при однаковій шорсткості поверхні). Аналогічні результати по підвищенню зносостійкості при обробці майже всіма методами поверхневого пластичного деформування, крім деяких ударних, коли шорсткість поверхні збільшується (обробка дробом, чеканка).

Результати дослідження

Однак необхідно відмітити, що при одному і тому ж рівні зміцнення, яке залежить від величини накопиченої пластичної деформації, величина використаного ресурсу пластичності в металі поверхневого шару буде різною, так як величина використаного ресурсу пластичності залежить від умов, в яких протікає поверхнева пластична деформація. В даний час встановлено, що якщо величина використаного ресурсу пластичності перевищує значення $\Psi \geq 0,5 - 0,6$, то при одному і тому ж ступені зміцнення та однаковій шорсткості, довговічність деталі зменшується на 60% - 80%.

Для оцінки впливу параметрів локальної пластичної деформації при обкочуванні роликом на якість поверхневого шару та на його довговічність в даній роботі, в якості кількісної характеристики вибрано величину використаного ресурсу пластичності металу поверхневого шару.

В якості кількісної характеристики пластичності прийнята гранична деформація [1]

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

де $\dot{\varepsilon}_u$ – інтенсивність швидкостей деформацій;

t_p – час деформації до руйнування.

При холодній пластичній деформації значення e_p залежать, в основному, від напруженого стану і його зміни в процесі пластичної деформації. Для кількісної оцінки впливу історії навантаження на величину граничної деформації e_p при об'ємному напруженому стані нами використано три інваріантні характеристики напружено-деформованого стану в якості координат простору, в якому даний напружено-деформований стан досліджується. В даній роботі в якості таких характеристик прийняті наступні інваріантні величини:

показник напруженого стану

$$\eta = \frac{I_1(T_\sigma)}{\sqrt{3I_2(D_\sigma)}} = \frac{3\sigma}{\sigma_u}, \quad (2)$$

параметр Надаї-Лоде

$$\mu_\sigma = \frac{2\sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3} \quad (3)$$

і ступінь деформації

$$e_u = \int_0^t \dot{\varepsilon}_u d\tau, \quad (4)$$

$\sigma = \frac{1}{3} \sigma_{ij} \delta_{ij}$ – середнє напруження;
де t – час деформування.

Отриману в результаті чисельних розрахунків інформацію про напружено-деформований стан в осередку деформації та закономірності його зміни використовували для розрахунків показників напруженого стану. По отриманих в результаті розрахунків значеннях η , μ_σ , e_u будували траєкторії навантаження для найбільш небезпечної, з точки зору руйнування, точки у вибраних координатах η , μ_σ , e_u . При обкочуванні можливі різні режими обробки, конструкція ролика та побудова самого процесу обкочування, зокрема обкочування за один прохід, за кілька проходів в одному напрямі, та за два проходи в різних напрямках ролика. Для обкочування двічі в одному напрямкові побудовано траєкторію навантаження поверхневого шару показану на рисунку 1.

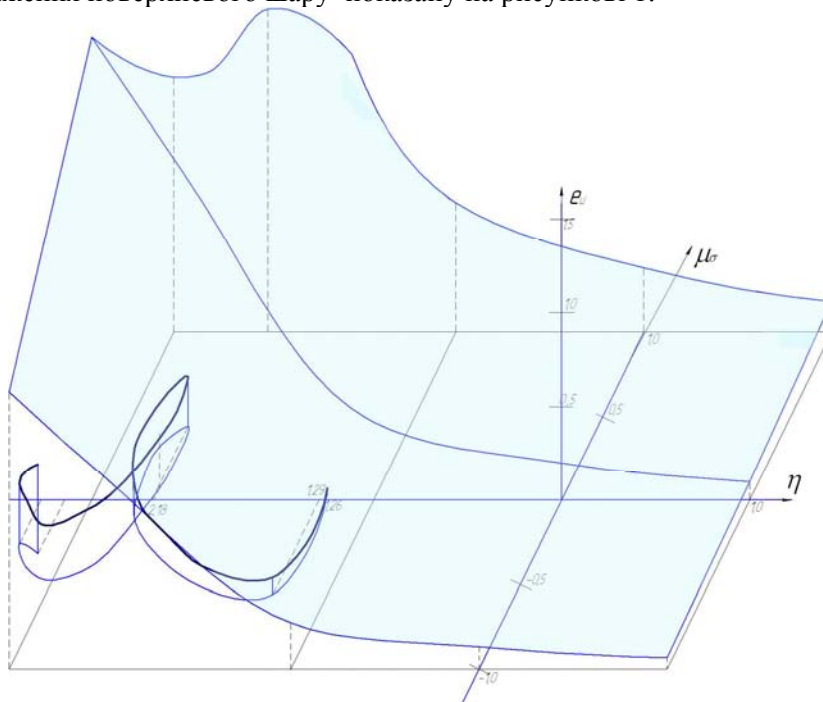


Рисунок 1 – Траєкторія навантаження при обкочуванні двічі в одному напрямі

При обробці двічі в різних напрямках виникає немонотонність внаслідок зміни знаку напружень. Траєкторія навантаження для такого способу обкочування показана на рисунку 2. Також для обох випадків розраховано використаний ресурс пластичності, при обкочуванні в одному напрямкові за два проходи він складає 0,27, при обробці за два проходи з зміною напрямку обкочування -0,25, і за таких же умов за один прохід-0,57.

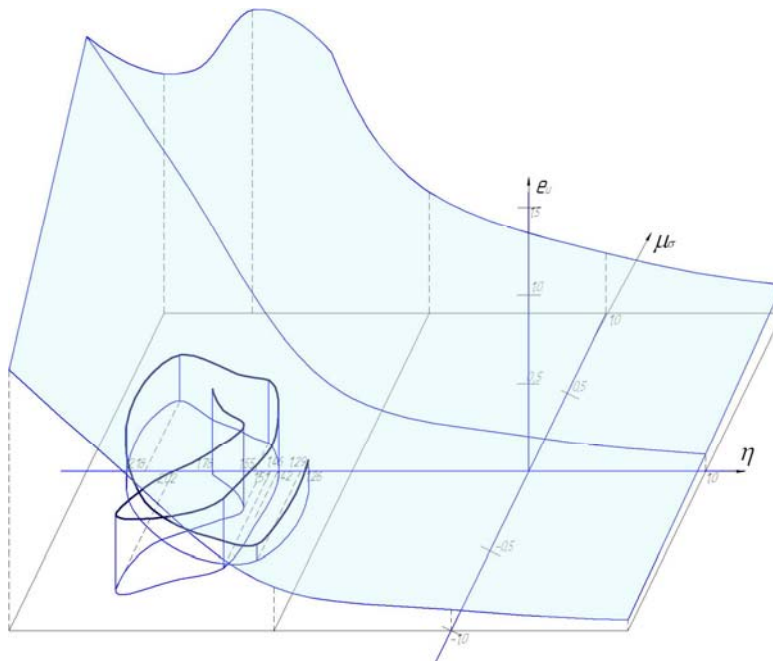


Рисунок 2 – Траєкторія навантаження при обкочуванні двічі в різних напрямках

Аналізуючи вище викладене можна зробити висновок що найбільш небезпечними зонами є хвиля перед та після ролика в яких виникають розтягуючі зусилля, тоді як під роликом виникає гідростатичний стиск що сприяє заліковуванню частково мікро тріщин. Зміна напрямку обкочування дозволяє змінити знак дотичних напружень і в більшій мірі сприяє заліковуванню мікро тріщин і збільшенню твердості поверхневого шару.

Висновки

Аналізуючи вище викладене можна зробити висновок що найбільш небезпечними зонами є хвиля перед та після ролика в яких виникають розтягуючі зусилля, тоді як під роликом виникає гідростатичний стиск що сприяє заліковуванню частково мікро тріщин. Зміна напрямку обкочування дозволяє змінити знак дотичних напружень і в більшій мірі сприяє заліковуванню мікро тріщин і збільшенню твердості поверхневого шару.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Смелянский В.М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием, - М.: Машиностроение, 2002. – 300 с.
2. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением. – К.: Выща школа, 1983, - 173 с.
3. Алиев И.С., Сивак Р.И. Оценка пластичности при поверхностной пластической деформации// Известия ТулГУ. Сер «Механика деформируемого твердого тела и обработка металлов давлением». – Тула: ТулГУ. – 2004. – С. 150-156
4. Сердюк О.В. Моделирование процесса деформирования поверхностного слоя при обкатке цилиндрическим роликом / О.В. Сердюк // Обработка материалов давлением: сборник научных трудов. – 2012. - №3(32). – С.15-18.
5. Сердюк О.В. Оцінка пластичності поверхневого шару металу при немонотонному навантаженні / О.В. Сердюк, І.О. Сивак, С.І. Сухоруков, Р.І. Сивак // Наукові нотатки: міжвузівський збірник. – Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2016. – Вип. 54. – С.277-282. – (За галузями знань «Технічні науки»).

Сердюк Ольга Валентинівна — асистент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: karvatkoolga@ukr.net

Cerduk Olga V. – assistant of the Chair of Mechanical Engineering Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, e-mail: karvatkoolga@ukr.net