

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПРИ ОБКОЧУВАННІ РОЛИКОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто визначення напружено-деформованого стану поверхневого шару при обкочуванні роликом методами мікротвердості та ділільних сіток.

Ключові слова: поверхнева пластична деформація, ролик, поверхневий шар металу

Abstract

Definition of stress-strain state of the surface layer in the roller obkochuvanni me-todamy microhardness and dividing nets.

Keywords: surface plastic deformation, roller, the surface layer of metal.

Вступ

Підвищення робочих швидкостей і навантажень викликає необхідність підвищення надійності і довговічності машин. Більша частина деталей піддається одночасному впливу перемінних навантажень, що викликають значне зниження втомлюваної міцності матеріалу.

Основні види деформації – згин і кручення викликають максимальні напруження саме на поверхні деталі. Поверхні ж деталей мають як правило понижено втомлювану міцність, внаслідок того, що в результаті попередньої обробки цілість кристалічної будови металу на поверхні порушена. Поверхня металу, оброблена різанням, представляє собою дещо розмитий шар з вирваними частинками на окремих ділянках. Така поверхня відрізняється від внутрішніх шарів не тільки зруйнованою і деформованою кристалічною решіткою, але і своїми фізичними властивостями. Дрібні риси і пошкодження, отримані при механічній обробці, викликають концентрацію напружень, під дією яких формуються невеликі, поступово зростаючі тріщини, що приводять в подальшому до руйнування деталі. Гази і пари, які є в атмосфері, діючи на поверхню обробленої деталі, викликають корозію, інтенсивність якої залежить від якості і стану поверхні.

Для зміцнення поверхні, а відповідно, і всієї деталі в цілому виконується поверхнєве зміцнення деталей: термічна і хіміко-термічна обробка різних видів, механічна обробка різних видів. До першої групи відносяться : цементація з послідуочим закалюванням, азотування, поверхнєве закалювання при нагріві токами високої частоти і т.п..

До другої групи обробки відносяться: дробеструйний наклеп, обкатка роликами, наклеп шариками, обробка пневматичним інструментом і інші види обробки, що викликають поверхнєву пластичну деформацію металу.

Одним із найбільш перспективних методів підвищення довговічності деталей машин є обкатка роликами. Цей метод має ряд переваг, до числа яких відносяться достатньо висока чистота поверхні після обкатки, велика глибина наклепаного шару, простота пристосування для виконання обкатки і можливість виготовлення його на будь-якому машинобудівному заводі чи в механічній майстерні. Обкатка роликами виконується за допомогою простого пристосування, в той час як термічна і хіміко-термічна обробка потребують великих затрат на обладнання. Крім того, наприклад поверхнєве закалювання довгих штоків і валів, особливо при малих діаметрах, потребує особливої обережності для запобігання жолоблення. Тому в ряді випадків поверхнєве закалювання доцільно замінювати механічним поверхнєвим зміцненням шляхом обкатки роликом.

Результати дослідження

Для дослідження деформованого стану обираються методи з врахуванням того, що необхідно дослідити характер зміни стану елементарного об'єму поверхневого шару при його русі відносно інструмента в області джерела деформації. Відповідно це методи твердості та ділильних сіток.

В.М. Смелянський [1] досліджував методом мікротвердості сплав ЛС 59-1, на якому можна отримати великий по величині осередок деформації, а також мале розсіювання твердості. Для обробки обрано режими, які забезпечують отримання великого осередку деформації і велику інтенсивність деформації. По результатам цих вимірювань побудовані і апроксимовані лінії рівної інтенсивності деформацій.

Аналіз отриманих результатів показує, що деформація починається на значній відстані від зони контакту. Найбільший градієнт інтенсивності деформацій по глибині спостерігався в області, що примикає до вершини хвилі. Приріст деформації під вершиною інструмента і за інструментом, відносно невеликий, хоча накопичена деформація максимальна. Результати досліджень показують, що значна частина деформації в поверхневому шарі накопичилася до контакту з інструментом.

Метод оцінки деформованого стану вимірюванням твердості, хоча і відносно простий, але має ряд недоліків:

- низьку чутливість в зоні великих інтенсивностей деформацій (більше 0,5);
- неможливість визначення головних компонентів деформацій;
- інформація отримана за допомогою даного методу, відносно обмежена.

Значно більшу інформацію про деформований стан забезпечує метод ділильних сіток, хоча він більш складний. Дослідження методом ділильних сіток виконано Смелянським В.М. [1]. Для цього використовувався циліндричний зразок, який складався із двох жорстко фіксованих відносно одна одної частин, з'єднаних гвинтами по притертим меридіональних площинах. Аналізуючи результати можна прийти до висновку, що в осередку деформації існує три характерні зони: зона I – це зона випереджаючої пластичної деформації, яка розташована перед інструментом; зона II – знаходиться безпосередньо під інструментом; зона III – розташована за інструментом. Напрямок зміщення частинок металу в I і III зонах відносно позаконтактних поверхонь осередку деформації складає кут близько 45° . Тобто частинки металу в осередку деформації двічі міняють напрям свого зміщення. Крім того, за один оберт деталі найбільше зміщення, і, відповідно, швидкість зміщення, має місце в області, що примикає до вершини хвилі, і практично відсутній в області, що примикає до вершини інструмента. Одже реальний процес ППД відрізняється від процесу вдавлювання пуансона, при якому найбільше зміщення має місце під вершиною пуансона. Крім того максимальне значення швидкостей деформацій зосереджено також в області, що примикає до вершини хвилі. До зустрічі із інструментом поверхня деталі може накопичувати до 50% всієї деформації. На початковій ділянці дуги контакту відбувається збільшення накопиченої деформації ще на 25-30%. Під вершиною інструмента інтенсивність етапної деформації відносно невелика. Розподіл накопленої інтенсивності швидкості деформації зсуву по глибині поверхневого шару відбувається по експоненціальному закону, що характерно для ППД.

Висновки

Експериментальні дослідження деформованого стану з використанням методів мікротвердості і координатних сіток дозволяють зробити наступні висновки:

- розподіл компонентів тензора швидкостей деформацій в осередку деформації при ППД має складний закон, обумовлений характерним для ППД полем зміщення частинок металу відносно інструмента.
- в осередку деформації мають місце три зони з характерним для кожної зони видом деформованого стану. Зміна виду деформованого стану частинок металу відбувається при переході їх з одної зони в іншу в межах перехідної ділянки.
- деформація при ППД по своєму характеру є немонотонною, тому визначати накопичену деформацію методом кінцевих деформацій не можна, так як сума логарифмічних етапних деформацій не рівна кінцевій логарифмічній деформації.
- найбільше значення інтенсивності швидкостей деформацій мають частинки металу в області, що примикає до вершини хвилі.
- накопичення деформацій в поза контактній зоні може досягати 50% від загальної деформації.

– деформація в першій зоні має позитивний знак, а в другій від’ємний. В цілому по осередку деформації переважає схема деформації, близька до плоскої.

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»).

Маєвський Антон Іванович - студент групи ІПМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Наукові керівники: **Сивак Іван Онуфрійович** — д-р техн. наук, професор технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

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

Maevsky Anton I. — Student of the of Department of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa

Supervisor: **Sivak Ivan O.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor of the Chair of Mechanical Engineering Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University

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