

МЕХАНІКА ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ВНУТРІШНІХ ШЛІЦЬОВИХ ПОВЕРХОНЬ У ГЛУХИХ ОТВОРАХ ХОЛОДНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі вивчено механіку процесу формування внутрішніх шліцьових поверхонь в глухих отворах методом холодного пластичного деформування (ХПД). Отримано розподілення твердості в меридіональному перерізі заготовок, що дозволило підготувати вихідну інформацію для розрахунку напружено-деформованого стану (НДС) з урахуванням зміцнення матеріалу.

Вивчено напружено-деформований стан (НДС) і оцінена деформуємість металу при формуванні внутрішніх шліцьових поверхонь в глухих отворах методом холодного пластичного деформування (ХПД). Для розрахунку напруженого стану застосовувався експериментально-розрахунковий метод, який поєднує в собі метод твердості і інженерний метод. Отримано розподілення компонент тензора напружень і показника напруженого стану. Оцінено використаний ресурс пластичності при формуванні внутрішніх шліцьових поверхонь в глухих отворах методом ХПД. Визначено найбільш сприятливу схему навантаження.

Ключові слова: холодне пластичне деформування, напружено-деформований стан, деформуємість металу, використаний ресурс пластичності, шліцьові поверхні.

Abstract

In this paper the process of forming internal spline surfaces in blind holes by the cold plastic deformation method (CPDM) is investigated. Distribution of hardness in meridian section of workpieces that has allowed to prepare the initial information for calculation the stress-stained state (SSS) in view of hardening metal is received.

The stress-stained state (SSS) is investigated and the deformability of metal is estimated at forming internal spline surfaces in blind holes by the cold plastic deformation method (CPDM). The experimentally-calculated method was attracted for calculation of the stress state, this method combining the method of hardness and an engineering method. Distribution of tensor stress components and the stress state index are obtained. The used resource of plasticity at forming internal spline surfaces in blind holes by the CPDM is estimated. The most advantageous load scheme has been determined.

Keywords: the cold plastic deformation, the stress-stained state, deformability of metal, the used resource of plasticity, spline surfaces.

Основним завданням технології металообробного виробництва є виготовлення деталей з найменшими трудовитратами, з найбільшою продуктивністю та коефіцієнтом використання металу, причому їх якість має задовольняти умовам експлуатації.

Незважаючи на розвиток безвідходних технологій, зокрема, методів обробки металів тиском, все ще залишається великий обсяг заготовок, які отримують обробкою різанням.

Для утворення в заготовках шліцьових поверхонь в отворах прийнято використовувати технологічні процеси протягування, довбання та гарячого штампування видавлюванням [1].

Холодне штампування методом видавлювання є одним з найбільш передових та прогресивних процесів виготовлення деталей, який забезпечує різке підвищення продуктивності праці, значне скорочення технологічних відходів металу, зниження трудомісткості процесів та собівартості продукції, що випускається.

Метою даної роботи є дослідити механіку процесу формування внутрішніх шліцьових поверхонь у глухих отворах методом холодного пластичного деформування.

Формування внутрішніх шліцьових поверхонь у глухих отворах методом холодного пластичного деформування забезпечує якість готових виробів, що використовуються у гідротрансмісії тихохідних машин. Під якість виробів розуміється сприятлива технологічна спадковість, а саме: зміцнення металу, залишкові напруження, мікроструктура, і навіть залишкова пластичність.

З метою з'ясування можливості використання холодного пластичного деформування без руйнування заготовки у процесі формування внутрішніх шліцьових поверхонь досліджували напружено-деформований стан металу. При цьому долучено метод вимірювання твердості, що передбачає побудову градувальних графіків: твердість, інтенсивність напружень, інтенсивність деформацій [2].

Напружений стан визначали інженерним методом із використанням диференціальних рівнянь рівноваги та умови пластичності. Метод твердості дозволив врахувати зміцнення металу.

Напружено-деформований стан представлений у вигляді шляхів деформування в координатах: накопичена інтенсивність деформацій – показник напруженого стану, що дорівнює відносному гідростатичному тиску [2].

Шляхи деформування побудовані для операцій видавлювання (редукування), проведених за різними схемами навантаження (прикладання зусилля):

- вільна оправка – зусилля прикладається до штовхача, що давить на торець заготовки;
- невільна оправка – зусилля прикладається до хвостовика шліцьової оправки;
- комбінована.

Оцінено ресурс пластичності заготовок із сталі 20Х за допомогою феноменологічних критеріїв деформованості із застосуванням діаграм пластичності сталі 20Х, побудованих випробуванням стандартних зразків на розтяг, стиск та кручення [3, 4].

Висновки

1. Вивчено НДС в процесі формування внутрішніх шліцьових поверхонь у глухих отворах методом холодного пластичного деформування.

2. Оцінено ресурс пластичності заготовок із сталі 20Х за допомогою феноменологічного критерію деформованості. Показано, що в процесі видавлювання ресурс пластичності заготовок склав $0,53 \geq \psi$.

3. Найбільш сприятливою, з точки зору використаного ресурсу пластичності, є комбінована схема навантаження ($\psi = 0,3$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шейкін С.Є., Студенець С.Ф., Мельниченко В.В., Мельниченко Я.В. Технологія відновлення карданних валів з застосуванням градієнтного деформаційного зміцнення. *Високі технології в машинобудуванні*. Харків: НТУ «ХПІ». 2016. № 1 (26). С. 118–125.
2. Огородніков В.А., Кириця І.Ю., Перлов В.Є. Механіка процесів холодного пластичного деформування віссиметричних заготовок з глухим отвором: монографія. Вінниця: ВНТУ. 2015. 164 с.
3. Кириця І. Ю. Особливості розрахунку використаного ресурсу пластичності при холодному формуванні внутрішніх шліцьових поверхонь в глухих отворах. *Вісник ХНУ*. Хмельницький. 2015. № 5. С. 119 – 122.
4. Кириця І. Ю. Феноменологічні критерії руйнування [Текст] / І. Ю. Кириця // Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки». – № 3. – 2022. – С. 75–81.

Кириця Інна Юрївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри опору матеріалів, теоретичної механіки та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: slk-vin@ukr.net, kyrytsya@vntu.edu.ua, тел. +380679843705.

Kyrytsya Inna Y. – PhD, Assistant Professor of Materials Resistance, Theoretical Mechanics and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: slk-vin@ukr.net, kyrytsya@vntu.edu.ua, tel. +380679843705.