



УКРАЇНА

(19) UA (11) 45234 (13) A

(51) B C21D7/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЗМІЦНЕННЯ ПРЕСОВИХ З'ЄДНАНЬ ТИПУ ВАЛ-ВТУЛКА

1

2

(21) 2001074568

(22) 03 07 2001

(24) 15 03 2002

(46) 15 03 2002, Бюл. № 3, 2002 р.

(72) Білозеров Валерій Володимирович,
Білозерова Валерія Валеріївна, Ілінський Олександр Іванович, Махатилова Анна Іванівна(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХПІ"

(57) Спосіб зміцнення пресових з'єднань типу вал-втулка переважно із високоміцної сталі, який включає обкочування поверхні вала роликми, який відрізняється тим, що проводять додаткове обкочування при зусиллі, яке забезпечує рівень залишкових напружень у поверхневому шарі

$$\sigma_{зал} \leq \sigma_m - \sigma_{zn},$$
 де σ_m - границя текучості по-

верхнього шару матеріалу, σ_{zn} - напруження від зовнішнього навантаження

Винахід відноситься до області деформаційної обробки сталі та може бути використаний у машинобудуванні при виготовленні вузлів типу вал-втулка, що працюють в умовах знакопостійного згину.

Відомий спосіб підвищення утомної міцності пресових з'єднань шляхом поверхневого пластичного деформування [1]. При цьому підвищення утомної міцності досягається за рахунок наклепу поверхні та наведення в ній залишкових напружень стиску.

На практиці застосовують параметри обкочування, що забезпечують найбільші залишкові напруження та найбільший ступінь фізичного зміцнення матеріалу, які не викликають при цьому uszkodження поверхні. Це і зумовлює ефективність зміцнення при обкочуванні.

Для пресових з'єднань, які зміцнені поверхневим пластичним деформуванням (ППД) при оптимальних режимах та перебувають під дією знакопостійного згину, часто спостерігається поява утомних тріщин у кромки втулки у зоні дії стискальних напружень від згину (ЗС), прийому значно раніше, ніж у зоні дії розтягувальних напружень від згину (ЗР) [2]. При знакопостійному механічному згині тріщина у зоні стиску не є джерелом утомного руйнування, оскільки у цій зоні відсутні розтягувальні напруження. При таких умовах навантаження руйнування відбувається у зоні дії розтягувальних напружень від згину. Якщо створюються умови, коли тріщина утоми, що виникла у зоні стиску, зазнає дії зовнішніх розтягувальних

напружень то через те, що вона є концентратором напружень, розповсюдження її буде відбуватися навіть при незначних розтягувальних напруженнях. Така ситуація спостерігається у випадку використання з'єднань вал-втулка у гусеничних машинах, де періодично виникають умови, за якими деталь зазнає згину зворотного знаку, але при значно меншому зусиллі. У таких випадках руйнування відбувається по зоні стиску, яка і визначає довговічність такого вузла.

На даний час зміцнення валів зі стяжними втулками згідно ТУ проводиться обкочуванням роликми за один прохід за таким режимом: радіус профілю ролика - 5мм, діаметр ролика - 100мм, зусилля обкочування 10000Н, подача ролика - 0,35мм/об, швидкість обертання - 150об/сек. Ці режими обкочування близькі до оптимальних і забезпечують максимальний рівень стискувальних залишкових напружень на поверхні та максимально можливу ступінь наклепу, що і зумовлює максимальну утомну міцність руйнування по ЗР. Але у цьому випадку утомна міцність не реалізується у зв'язку з більш раннім руйнуванням від джерела тріщин, що розташовані у ЗС. Для таких вузлів вимагається проведення утомних випробувань з метою визначення границі витривалості по тріщиноутворенню в зоні дії стискувальних напружень при згині.

Встановлено [3], що причиною появи тріщини у зоні стиску є інтенсивна пластична деформація, яка виникає внаслідок складання залишкових стискальних напружень, які наведені обкочуванням

(13) A

(11) 45234

(19) UA

($\sigma_{зал}$) та напружень стиску від зовнішнього навантаження у області кромки втулки

Із викладеного вище випливає, що високий рівень стискальних $\sigma_{зал}$ у зоні дії напружень стиску від згину (ЗС) є однією з головних причин більш ранньої появи тріщини утоми у цій зоні. Тому доцільно понизити рівень залишкових стискальних напружень у ЗС при збереженні міцності поверхні.

Рівень залишкових напружень визначається зусиллям обкочування Р. Зниження рівня залишкових напружень стиску шляхом тільки зменшення зусилля обкочування призводить до підвищення граничної витривалості по тріщиноутворенню у зоні дії напружень стиску від згину, але при цьому значно знижується границя витривалості по руйнуванню у зоні дії розтягувальних напружень від згину (ЗР). Тому така обробка не забезпечує достатню надійність та довговічність вузла. Причиною зниження граничної витривалості у цьому випадку є низький рівень напружень стиску та низька ступінь наклепу поверхневого шару.

Задачею винаходу, який пропонується, є підвищення міцності утоми пресових з'єднань типу вал-втулка, що зазнають дію знакопостійного згину та періодичне навантаження зворотного знаку, шляхом створення максимального фізичного зміцнення поверхневого шару та наведення заданого рівня залишкових стискальних напружень.

Технічний результат забезпечується тим, що у відомому способі, який включає обкочування у один прохід з зусиллям, яке забезпечує максимальну ступінь фізичного зміцнення поверхневого шару, додатково проводиться обкочування з зусиллям, яке забезпечує рівень залишкових напружень на поверхні деталі $\sigma_{зал} \leq \sigma_t \leq \sigma_{зн}$, де σ_t - границя текучості поверхневого шару матеріалу, $\sigma_{зн}$ - напруження у зоні стиску від зовнішнього навантаження. За цією умовою ускладнюється протікання пластичної деформації у зоні дії стискальних напружень від згину.

Технічна ефективність, порівняно з прототипом, досягається тим, що використання запропонованого способу дає змогу окремо регулювати ступінь наклепу та рівень залишкових стискальних напружень у поверхневому шарі обробляємих деталей, це забезпечує одночасно високу границю витривалості по тріщиноутворенню у зоні дії стискальних напружень від згину та по руйнуванню від утоми у зоні дії розтягувальних напружень від зги-

ну. Такий спосіб зміцнення особливо ефективний для пресових з'єднань, що працюють при знакопостійному згині, але періодично зазнають дію згину зворотного знаку. У зв'язку з тим, що у відомих аналогах не виявлені відмінні ознаки, автори та заявник вважають, що запропонований винахід відповідає критерію "суттєва відмінність".

Технічна ефективність у порівнянні з прототипом пояснюється фіг 1, 2. На фіг 1, 2 показано вплив зусилля обкочування при другому проході на рівень залишкових напружень (фіг 1) та твердість (фіг 2) поверхневого шару сталі 30ХГСН2А.

Перший прохід при обкочуванні проводиться при зусиллі 10000Н, яке оптимальне для даної сталі. При цьому створювався максимальний рівень залишкових напружень та максимальний ступінь наклепу, що в цілому забезпечує максимальне підвищення утомної міцності по руйнуванню у ЗР. Як видно з фіг 1, зусилля обкочування при другому проході визначає рівень залишкових напружень на поверхні, змінюючи зусилля обкочування при другому проході, можна досягти на поверхні необхідний рівень залишкових напружень, що задовольняє умові $\sigma_{зал} \leq \sigma_t \leq \sigma_{зн}$, при якій виключається можливість появи тріщин у ЗС. Фіг 2 наглядно демонструє той факт, що повторний прохід з меншими зусиллями обкочування не впливає на ступінь наклепу поверхневого шару, яка сформувалась при першому проході.

Досліджувалися циліндричні зразки зі сталі 30ХГСН2А, оброблені на твердість 48-50HRC. Обкочування зразків проводилося за допомогою трироликкового гідравлічного пристрою з роликками, що мають профільний радіус 5мм (діаметр ролика 90мм) при зусиллі на ролик 1000 - 10000Н. Досліджувана сталь має границю текучості 1700МПа, напруження від зовнішнього навантаження - 700МПа. Тоді залишкові стискальні напруження, згідно виразу $\sigma_{зал} \leq \sigma_t \leq \sigma_{зн}$, повинні бути не більше 1000МПа. Такий рівень залишкових напружень створюється при зусиллі обкочування другого проходу 2000Н (см Фіг 1).

У таблиці приведені дані по міцності на утому по тріщиноутворенню у ЗС та по руйнуванню у ЗР для пресового з'єднання при різних варіантах зміцнення.

Таблиця 1

Варіант зміцнення	Обкочування за один прохід (P=10000Н)	Обкочування за два проходи (P1=10000Н, P2=2000Н)
Утомна міцність по тріщиноутворенню у ЗС, МПа	700	1300
Втомна міцність по руйнуванню у ЗР, МПа	1500	1300

Як свідчать результати таблиці, обкочування за один прохід призводить до низької утомної міцності по тріщиноутворенню у зоні дії стискальних напружень від згину. Обкочування за два проходи суттєво підвищує утомну міцність по тріщиноутворенню у зоні дії напружень стиску від згину при цьому майже не знижує утомну міцність у зоні дії

розтягувальних напружень від згину.

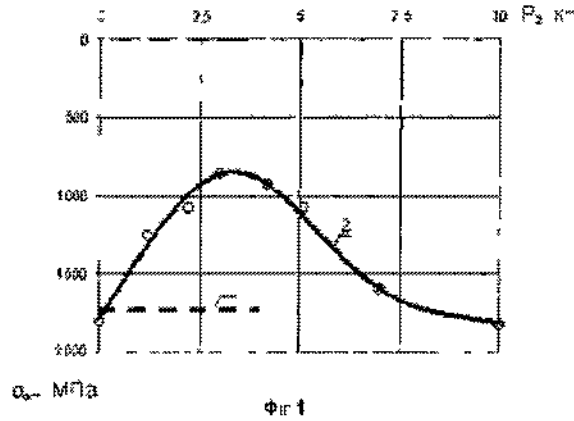
Таким чином, перевага запропонованого способу, порівняно з існуючим, полягає у тому, що застосування обкочування у два проходи за схемою, що приводиться у таблиці, дає змогу значно підвищити границю витривалості по ЗС і практично не зменшити границю витривалості по ЗР, що в

цільому забезпечує підвищення надійності та довговічності пресових з'єднань вал-втулка

Література

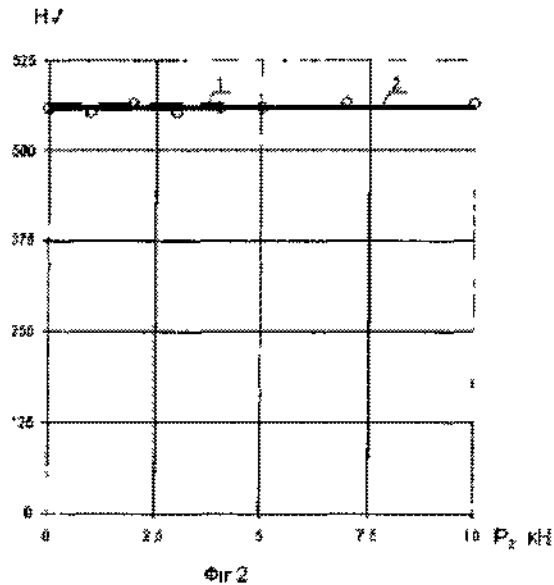
- 1 Балацкий Л Т "Усталость валов в соединениях" К "Техника" 1972г
- 2 Гуревич Б Г - в кн Исследования по упрочне-

нию деталей машин М "Машиностроение", 1972 г
 З Туровский М Л , Белозеров В В , Шифрин А М , Фукс М Я "Усталостная прочность и остаточные напряжения в зоне посадки стержневой втулки при плоском изгибе", -Проблемы прочности, 1976 №1, с 105-108



1 рівень залишкових напружень $\sigma_{зап}$ після обкочування за один прохід з оптимальним зусиллям $P_1 = 10$ кН,

2 величина залишкових напружень після додаткового обкочування з зусиллям P_2



1 рівень твердості HV після обкочування за один прохід з оптимальним зусиллям $P_1=10$ кН,

2 величина твердості HV після додаткового обкочування з зусиллям P_2