

Д.П. Єлагін, аспір.
П.О. Киричок, д.т.н., проф.
Національний технічний університет України "КПІ"

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ОТРИМАННЯ НЕРУХОМОГО З'ЄДНАННЯ ОХОПЛЮВАНОЇ ТА ОХОПЛЮЮЧОЇ ДЕТАЛЕЙ

Наведено новий технологічний процес отримання нерухомих з'єднань. Його новизна полягає у оригінальному застосуванні повністю регулярних мікрорельєфів на контактуючих поверхнях. Наведено режими обробки для отримання повністю регулярного мікрорельєфу опуклої форми, оптимальні параметри мікрорельєфу на виробках, що дозволяють отримувати максимальну міцність з'єднання, порівняльний аналіз на міцність з'єднання.

Сучасний етап розвитку промисловості характеризується постійним зростанням вимог, що ставляться до устаткування, технологічних процесів, матеріалів.

Одними з чинників, що покращують економічні характеристики виробництва, є: збільшення надійності роботи і довговічності експлуатації деталей, що входять до складу будь-якого вузла або окремої деталі в цілому.

Частіш за все причиною руйнувань або втрати необхідних експлуатаційних властивостей є процеси, що відбуваються на поверхні або у приповерхневому шарі деталі або вузла.

Поява задирок, подряпин, стирання поверхні, розвиток мікротріщин, перерозподіл залишкових напружень та їх концентрації, а також інші негативні явища, що виникають в процесі експлуатації на контактуючій поверхні, ведуть до втрат експлуатаційних властивостей і непридатності виробів до подальшої експлуатації.

З усієї кількості технологічних процесів, що призначені для зміцнення поверхневого шару з одночасним отриманням стабільних геометричних параметрів, найбільш універсальним є обробка поверхонь методом вібраційного накатування. Цей технологічний процес базується на тонкому пластичному деформуванні поверхневих шарів і складному відносному переміщенні деформуючого елемента та деталі, яка оброблюється.

Новизна запропонованого технологічного процесу вказаним методом обробки полягає у тому, що на контактуючих поверхнях утворюють повністю регулярний мікрорельєф різних типів – ввігнутий та опуклий.

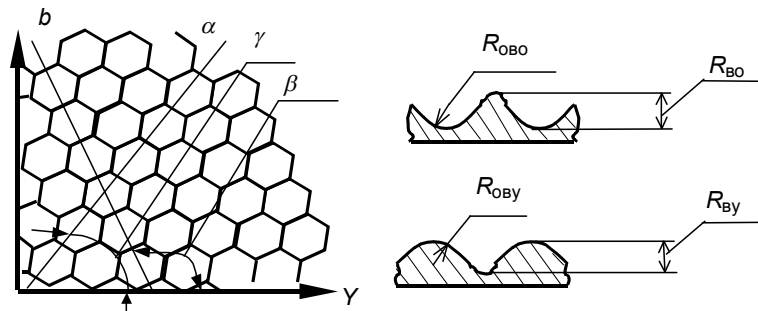
При нанесенні повністю регулярного мікрорельєфу обтічної форми на поверхнях, що контактують, з'являється можливість одержання більших, ніж звичайно, натягів. Крім того, при оптимальних значеннях параметрів мікрорельєфів на поверхнях, що контактують, міцність з'єднань, у порівнянні зі з'єднаннями, де контактують обточені та шліфовані поверхні, поверхні з частково-регулярними мікрорельєфами, та іншими комбінаціями методів обробки контактуючих поверхонь (при однакових натягах), значно більша.

Як приклад обрано нерухоме з'єднання – біметалева втулка сталь–бронза.

Технологія отримання з'єднання має таку послідовність: охоплювану деталь виготовляють з листових заготовок бронзи Бр. 05Ц5С5 шляхом гнуття з одночасним накатуванням повністю регулярного мікрорельєфу опуклої форми гібочним валиком, на поверхню якого нанесений повністю регулярний мікрорельєф ввігнутої форми. Охоплювану деталь виготовляють з наскрізним отвором. Її твердість на 140–160 одиниць менша за твердість охоплюючої деталі.

Повністю регулярний мікрорельєф ввігнутої форми на поверхні загартованого валика (HRC60...64) отримують вібронакатуванням з режимами обробки: кількість подвійних ходів $n = 2700 \text{ хв}^{-1}$, подача інструмента $S = 0,5 \text{ мм/об}$, ексцентриситет $e = 2,6 \text{ мм}$, радіус сфери деформуючого елемента $r = 2,5 \text{ мм}$, зусилля втискання сфери в оброблювану поверхню $P = 250 \text{ Н}$. Геометричні параметри мікрорельєфів представлені на рис. 1.

На зовнішній поверхні охоплюваної деталі повністю регулярний мікрорельєф для одержання міцності з'єднання повинен мати такі геометричні параметри: радіус виступів сферичної частини $R_{\text{ово}} = 250 \dots 1600 \text{ мкм}$, висота нерівностей $R_{\text{во}} = 60 \dots 300 \text{ мкм}$, кут напрямку розташування елементів $\gamma = 43^\circ \dots 47^\circ$, кількість елементів регулярного мікрорельєфу на одиницю площі $N = 23 \dots 27 \text{ шт/мм}^2$, тип повністю регулярного мікрорельєфу опуклої форми – шестикутний.

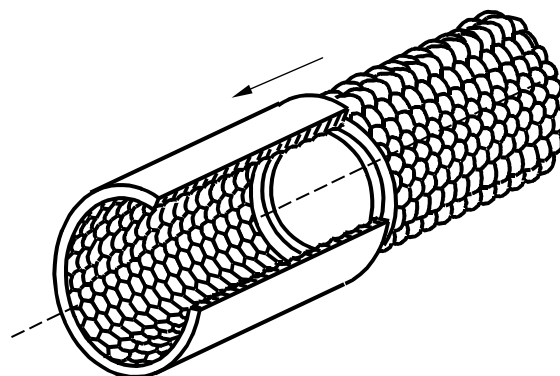


Ρις. 1. Γεομετρικη παραμετροι μικρορельφiv

Внутрішню поверхню охоплюючої деталі виконують з повністю регулярним мікрорельєфом ввігнутої форми з такими геометричними параметрами: радіус закруглення сферичної частини нерівностей мікрорельєфу опуклої форми $R_{ovy} = 250 \dots 1600$ мкм, глибина нерівностей $R_{By} = 60 \dots 300$ мкм, кількість елементів повністю регулярного мікрорельєфу на одиницю площі $N = 23 \dots 27$ шт/мм², кут напрямку розташування елементів $\gamma = 43^\circ - 47^\circ$, тип повністю регулярного мікрорельєфу ввігнутої форми – шестикутний.

На внутрішній поверхні охоплюючої деталі мікрорельєф утворювали на токарному верстаті вібронакатним пристроєм, що встановлювали на поперечних направляючих верстата. Як деформуючий інструмент використовували наконечник із синтетичним алмазом марки “карбонадо”. Робоча частина інструмента мала сферичну форму. Рух осциляції деформуючого елемента утворювався за допомогою передаточного механізму від шпинделя верстата. Амплітуду осциляції регулювали змінними кулачками з ексцентриситетом від 0,5 до 4 мм.

Отримувані охоплююча та охоплювана деталі зображені на рис. 2.



Ρις. 2

Після нанесення мікрорельєфу деталі з’єднують і дорнують поверхню отвору внутрішньої деталі, що призводить до її пластичної деформації у радіальному напрямку.

Наявність на одній поверхні повністю регулярного мікрорельєфу опуклої форми, а на іншій поверхні повністю регулярного мікрорельєфу ввігнутої форми, дозволяє при дорнуванні одержувати зчеплення з максимальною площею контактуючих поверхонь. Та ж частина повністю регулярного мікрорельєфу, що не ввійшла в западини повністю регулярного мікрорельєфу ввігнутої форми, при дорнуванні деформується, що призводить до зменшення висоти опуклого мікрорельєфу і збільшення його радіусів, що у свою чергу призводить до збільшення площі контакту і сил зчеплення, що збільшує міцність з’єднання.

Оптимізація режимів обробки здійснювалась за допомогою методу симплекс-планування. За вихідний план експерименту використовувалася матриця симплекс-плану у цілообчислювальній решітці при визначенні кількості факторів. На основі матриці вихідного симплекса, значення факторів, що оптимізуються, а також інтервалів варіювання здійснювався перехід до робочої матриці шляхом заміни кодованих значень факторів натуральними. Рух симплекса у факторному просторі здійснювався шляхом дзеркального відображення вершини із найменшою міцністю з’єднання.

Згідно з вказаним планом з’єднання випробовувалось на міцність. Експерименти проводили на універсальній дослідницькій машині моделі IP-500. Результати експериментів фіксувалися за допомогою самописного приладу моделі Н307. З’єднання перевірялось на міцність – його випробовували на розрив. Діапазон вимірювання зусилля, яким навантажувалось з’єднання, що випробовувалось на міцність, знаходили шляхом апроксимації, орієнтуючись на міцність обраних прототипів. Враховуючи те, що на міц-

ність випробовували біметалеve з'єднання, швидкість навантаження змінювали при досягненні значення навантаження 13000 Н, у той час, коли при випробовуванні зразків на розрив, швидкість змінюють при досягненні межі текучості, заздалегідь відомої або апроксимованої розрахованій.

В результаті проведених експериментів та порівняльного аналізу було встановлено, що максимальна міцність з'єднання, отриманого запропонованим технологічним процесом, виявляється у 1,4–1,7 рази більшою за максимальну міцність раніше відомих методів одержання нерухомих з'єднань із натягом. Геометричні параметри, при яких міцність максимальна, повинні бути наступними: радіус закруглення сферичної частини нерівностей мікрорельєфу опуклої форми $R_{\text{ову}} = 1600$ мкм, глибина нерівностей $R_{\text{ву}} = 300$ мкм, кількість елементів повністю регулярного мікрорельєфу на одиницю площі $N = 25$ шт/мм², кут напрямку розташування елементів $\gamma = 45^\circ$, тип повністю регулярного мікрорельєфу ввігнутої форми – шестикутний, зусилля розпресування дорівнює 267600 Н (для порівняння: зусилля розпресування при отриманні з'єднання на одній з поверхонь нанесено повністю регулярний мікрорельєф опуклої форми, а на іншій частково-регулярний мікрорельєф дорівнює 140200 Н; зусилля розпресування з'єднання, в якому контактуючі поверхні отриманні точінням, дорівнює 46500 Н).

СЛАГІН Дмитро Павлович – аспірант кафедри “Технологія машинобудування” Національного технічного університету України “КП”.

Наукові інтереси:

– технологічні процеси оздоблювально-зміцнюючої обробки поверхні тонким пластичним деформуванням.

Контактний телефон: (044) 441-15-47.

КИРИЧОК Петро Олексійович – доктор технічних наук, професор кафедри “Технологія машинобудування” Національного технічного університету України “КП”.

Наукові інтереси:

– технологічні процеси оздоблювально-зміцнюючої обробки поверхні тонким пластичним деформуванням.

Контактний телефон: (044) 241-90-94.

Подано 25.09.2000