

УДК 621.787

Л.М. Данильченко, канд. техн. наук, доц., А.С. Хассан

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПРОТИДІЇ ТЕПЛОВИМ ДЕФОРМАЦІЯМ ДЕТАЛЕЙ В ПРОЦЕСІ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ

L.M. Danylchenko, Ph.D., Assoc. Prof., A.C. Hassan

RESEARCH OF METHODS OF HEAT DEFORMATIONS COUNTERMEASURES OF PARTS IN THEIR MANUFACTURING AND OPERATING

Розвиток сучасного машинобудування супроводжується освоєнням нових конструкційних сплавів для виробів з високими експлуатаційними властивостями. Механічне оброблення таких матеріалів супроводжується виникненням термічних напружень. Надлишкова теплота призводить до розігріву та виникнення температурних деформацій заготовки, величини яких залежать від багатьох чинників. Перевищення допустимого рівня деформацій призводить до втрати точності готової деталі.

Проблема виникнення похибки розмірів деталі в процесі оброблення полягає в тому, що заготовка збільшує свій діаметр внаслідок підведення до неї теплоти та підвищення температури як у зоні різання, так і заготовки вцілому. При розігріві, і внаслідок теплового розширення заготовки, різальний інструмент зрізатиме більше матеріалу, ніж передбачено технологічним процесом, і після охолодження заготовка буде мати певну конусність поверхонь та відхилення розмірів від заданих. Основним засобом протидії температурним деформаціям деталі є охолодження зони різання.

На теперішній час для охолодження зони оброблення використовують різні методи, які можна умовно розділити на дві групи: методи загального охолодження деталі та зони різання, методи локального охолодження зони різання.

Широко розповсюдженим методом загального охолодження є метод поливу деталі та зони різання різними емульсіями. Для зменшення негативного локального впливу теплоти на процес різання оброблення ведуть в умовах застосування мастильно-охолоджувальних середовищ. Залежно від технологічного методу оброблення, фізико-механічних властивостей матеріалів оброблюваної заготовки та різального інструменту, а також режимів різання, застосовують різні мастильні середовища: рідини, емульсії, гази, тверді речовини. Найчастіше при обробленні різанням застосовують мастильно-охолоджувальні рідини. Володіючи змащувальними властивостями, рідини знижують тертя стружки та передньої поверхні інструменту, задніх поверхонь інструменту та заготовки. Мастильні середовища відводять теплоту в навколишнє середовище від зон її утворення, охолоджуючи різальний інструмент, оброблену поверхню заготовки. Змащувальна дія середовищ перешкоджає утворенню налипань металу на поверхнях інструменту, в результаті чого знижується шорсткість оброблених поверхонь заготовки. Застосування мастильно-охолоджувальних середовищ сприяє зменшенню потужності різання, зростанню стійкості різального інструменту. В процесі експлуатації практично всі деталі та механізми нагріваються від кількості теплоти, яка не перетворилась на корисну роботу. Зміна температури деталей призводить до зміни об'єму та геометричних параметрів, нерівномірна зміна температури може призвести до мікротріщин або повного руйнування деталей.

Особливо це важливо для складних деталей, виготовлених із легкосплавних матеріалів з невеликою теплоємністю. Типовим прикладом є головка блоку циліндрів (ГБЦ) двигуна внутрішнього згорання, виконана з алюмінієвих сплавів. В процесі нагрівання сплав буде змінювати свою форму – розширюватись.

Варто зазначити, що різні поверхні однієї і тієї ж деталі змінюють свої геометричні параметри по-різному, це пов'язано з наступними основними причинами:

1. Нерівномірний розподіл кількості теплоти по самій заготовці, який може бути пов'язаний з тим, що лише її робочі поверхні нагріваються в процесі експлуатації механізму, або ж з недостатньою теплопровідністю матеріалу та наявністю системи охолодження лише в певних місцях, відсутністю централізованої системи контролю розподілу кількості теплоти та інших чинників.

2. Складна конструкція деталі або вузла, яка спричиняє різницю в зміні об'єму в різних місцях. Суцільна деталь на різних поверхнях має різну товщину стінок, розміри поверхонь, наявність або відсутність ребер жорсткості, різну площу поверхонь, що впливають на процес охолодження на повітрі або під дією систем охолодження.

3. Комбіновані чинники, які включають: нерівномірний розподіл теплоти, складність заготовки, наявність чи відсутність систем охолодження або систем рівномірного розподілу теплоти. А також вивчення функції, за якою відбувається зміна геометричних параметрів під дією вище зазначеного, адже при зміні на різну кількість градусів всієї деталі рівномірно або окремих її поверхонь буде спостерігатись різний результат.

Підтвердженням цього є перегрів ГБЦ, коли при досягненні певної температури та витримки під нею ГБЦ змінює геометричні параметри. Цей процес не спостерігається у тих випадках, коли температура не переходить за допустиму межу, а також швидкість зміни температури не перевищує допустиму. Тобто, дослідивши функції впливу зазначених чинників на зміну геометричних параметрів, можна виявити параметри, за яких результат зміни об'єму буде максимальним і уникнути його.

Як результат, складемо план послідовних дій для забезпечення протидії температурним деформаціям, які призводять до зміни геометричних параметрів деталі:

1. Вивчаючи роботу механізму в цілому, визначити оптимальну температуру його роботи та встановити межі максимально допустимої та мінімально допустимої робочих температур.

2. На основі визначеного робочого діапазону температур вибрати матеріал, варто зазначити, що до алюмінієвих сплавів часто додають більш тугоплавкі метали для того, щоб у кінцевого сплаву була більша теплоємність і, відповідно, менший коефіцієнт об'ємного розширення. Таким чином, можна зменшити швидкість нагрівання, а також уникнути різниці температур на різних поверхнях, оскільки для швидкого нагрівання однієї з поверхонь необхідно більшу кількість теплоти, і відповідно часу, за цей додатковий час деталь може зрівноважити свою температуру за рахунок теплопровідності або системи охолодження, стабілізації температури.

3. Зменшити температурний діапазон робочої температури до мінімуму:

а) Розробити систему стабілізації температури всієї деталі (вузла). В цілому цю функцію виконує система охолодження, проте для рівномірного розподілу кількості теплоти необхідно дотримуватись правила рівномірного розподілу площі поперечного перерізу деталі на різних поверхнях для рівномірного охолодження та розподілу температуру системою охолодження. За необхідності слід додати ребра жорсткості на поверхнях, віддалених від осередку розповсюдження теплоти для збільшення площі поверхні, а також підсилення частини деталі, де зміна об'єму не буде спостерігатись.

б) Розробити систему охолодження для підтримки вузла або механізму в цілому в одному температурному режимі.

Отже, встановлення температурного режиму з мінімальним діапазоном та підтримання роботи механізму саме в цьому діапазоні температур надасть можливість запобігти перегріву, утворенню мікротріщин і зміні геометричних параметрів деталей.