



Рис – 3 Результати замірів

На підставі аналізу поданих графічних залежностей зроблено такі висновки – на ділянці непорушеної структури із сильним задернуванням під час руху трельовальних тракторів без навантаження:

- наявність настилу з гілок суттєво – в 2 – 4 рази зменшує глибину колії та на 10 – 20% – інтенсивність ущільнення ґрунту;
- у повороті з мінімальним радіусом глибина колії для колісного трактора зростає в 1,5 – 2 рази, а для гусеничного в і2 – 3 рази у порівнянні з прямолінійним рухом;
- інтенсивність ущільнення ґрунтової поверхні в повороті з мінімальним радіусом у порівнянні з прямолінійним рухом різняться на 5 – 7 % для колісного трактора, а для гусеничного – на 5 – 20 %; більша інтенсивність ущільнення спостерігається у зовнішній колії для гусеничного і у внутрішній колії для колісного трактора;
- інтенсивність колієутворення для гусеничного трактора у 1,5 рази більша ніж для колісного під час прямолінійного руху, в 2 – 3 рази більша у русі в повороті і приблизно однакова у разі використання настилу з гілок;
- ущільнення ґрунту у повороту з великим радіусом відбувається з приблизно з однаковою інтенсивністю, що й під час руху прямолінійними ділянками.

УДК 612.431.75

О.В. Герасимова¹, А.В. Тітов², П.С. Вишневський²

1 – Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

2 – КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНОГО ЕФЕКТУ ПРИБЛИЖУВАННІ ВАЖКОДЕФОРМУЄМИХ СПЛАВІВ

Анотація. В результаті комплексного аналізу процесу вигладжування встановлені значимі фактори контактної взаємодії інструменту і заготовки, які формують параметри якості деталей. Розглянуті деякі закономірності умов виникнення гідродинамічного тертя при взаємодії інструменту з поверхнею заготовки. Описані науково-технічні напрями є перспективними для подальшого розвитку процесів вигладжування.

Ключові слова: вигладжування, витривалість, ресурс виробів, гідродинамічний ефект, важкодеформуємі сплави.

Забезпечення експлуатаційних характеристик (надійності і ресурсу) виробів є важливою проблемою сучасного машинобудування. Працездатність виробів, таких як літальні апарати, двигуни, автомобілі та інших, в значній мірі залежить від якості поверхні деталей, оскільки відмова виробів відбувається, як правило, внаслідок пошкоджень втомного

характеру. Відомо, що зародження втомної тріщини починається з поверхні заготовки або в при поверхневому шарі [1, 2]. Тому на фінішних операціях виготовлення відповідальних деталей виробів проводять їх обробку методами поверхневого пластичного деформування (ППД) [3, 4]. Ця обробка дозволяє поліпшити параметри якості поверхневого шару деталей, підвищивши тим самим надійність і ресурс виробів в цілому. Одним з найбільш ефективних методів ППД є алмазне вигладжування, що використовується переважно для вісесиметричних деталей.

Забезпечення ефективності експлуатації конструкцій виробів також пов'язано з правильним вибором конструкційних матеріалів. Останнім часом поряд з традиційними конструкційними матеріалами - сталлями і алюмінієвими сплавами успішно застосовують титанові сплави, які характеризуються високою питомою міцністю і жорсткістю при хорошій корозійній стійкості і опорі втомним навантаженням.

Однак при використанні вигладжування для обробки важкодеформуємих сплавів, у тому числі титанових сплавів, виникає ряд труднощів, пов'язаних з їх малою теплопровідністю, високою адгезійною здатністю, їх схильністю до холодного зварювання з інструментом [3, 5]. В процесі вигладжування різко зростають сили тертя між заготовкою і інструментом, підвищується тепловиділення в зоні їх контакту. Це призводить до збільшення шорсткості поверхні, її надриву, зниження стійкості інструменту – вигладжувача.

Напрямок робіт по керуванню силами тертя на контактній поверхні набуває в даний час пріоритетне значення оскільки дозволить проектувати процеси вигладжування для будь-яких конструкційних матеріалів.

Експериментальні та теоретичні оцінки показують, що величина коефіцієнта тертя на контактній поверхні не повинна перевищувати 0,2 – 0,25. Це відповідає процесам, що протікають в умовах граничного тертя або адсорбційної мастила [6, 7], коли на поверхнях, що труться утворюються тонкі (молекулярні) шари плівок, як правило вуглеводнів (карбоксилатом -COOH, гідроксили OH, аміногрупи та ін.). Ці плівки за рахунок високих адсорбційних властивостей закріплюються на поверхнях тіл і не руйнуються при дуже високих питомих тисках на поверхні.

Зниження коефіцієнта тертя забезпечує ефективність процесу вигладжування. Це може бути досягнуто при створенні умов контактної взаємодії, що відповідає умовам гідродинамічного тертя. Відповідно до теорії гідродинамічного тертя [7], основними впливають параметрами процесу взаємодії є - коефіцієнт в'язкості мастила і швидкість взаємного руху тіл, що труться.

Експериментально показано, що збільшення коефіцієнта в'язкості мастил аж до використання твердих мастил дає позитивний результат [3, 5]. У цьому випадку плівки твердого змащення на поверхні заготовки в наслідок своєї жорсткості [8], яка по розмірності відповідає в'язкості рідин. Як тверді змащення можуть бути використані полімерні покриття, тонкі (напилені) шари металів та інші, в тому числі іонно-вакуумні багат шарові покриття. Недоліком застосування твердих мастил є необхідність їх видалення після виконання операції вигладжування. Такі додаткові операції не тільки збільшують загальну трудомісткість обробки, але і можуть впливати на остаточні властивості поверхневого шару оброблених деталей.

Найбільш перспективним при обробці вигладжуванням є створення умов гідродинамічного або граничного режиму гідродинамічного тертя між інструментом і заготовкою при обробці. При цьому коефіцієнт тертя може бути досягнутий в межах 0,01 – 0,05. У разі граничного режиму гідродинамічного тертя відбувається згладжування шорсткості мікрорельєфу поверхні при наявності тонкого шару мастила. Визначальним фактором досягнення цих умов тертя є значне збільшення швидкості обробки при вигладжуванні, при якій гідродинамічний тиск рідини буде врівноважувати деформуючі питомі зусилля на контактній поверхні.

В роботі [9] експериментально показано, що використання додаткового ультразвукового навантаження інструменту при вигладжуванні заготовок з титанових сплавів VT-22 і VT-23 забезпечує високі параметри якості поверхневого шару обробленої поверхні, таких як шорсткість, мікроструктура і зміцнення приповерхневого шару. Це досягається за рахунок значного збільшення середньої швидкості обробки інструментом поверхні заготовки.

Розроблена і обґрунтована у роботі уточнена модель [10] для розрахунку процесу вигладжування методом скінченних елементів дозволяє визначити всі компоненти тензора діючих і залишкових напружень, розподіл контактних напружень на поверхні контакту інструменту і деталі. Це дає можливість більш точно оцінити умови тертя на контактній поверхні, що необхідно для керування режимами взаємодії інструменту і деталі.

Висновки:

1. В результаті комплексного аналізу процесу вигладжування встановлені значимі фактори контактної взаємодії інструменту і заготовки, які формують параметри якості деталей в залежності від реалізованих параметрів технологічного процесу: питома зусилля взаємодії інструменту з заготовкою і контактне тертя на поверхні їх взаємодії.

4. Встановлено, що керування контактною взаємодією інструменту і заготовки можна здійснювати впливаючи на коефіцієнт тертя за рахунок зміни в'язкості мастила і швидкості їх взаємодії. Найбільш сприятливим для реалізації процесу вигладжування є рубіжний режим гідродинамічного тертя між заготовкою та інструментом.

5. Експериментально показано, що використання додаткового ультразвукового навантаження інструменту при вигладжуванні заготовок з титанових сплавів VT-22 і VT-23 забезпечує стійкий процес вигладжування з отриманням високих параметрів якості поверхневого шару деталей.

6. Описані науково-технічні напрями є перспективними для подальшого розвитку процесів вигладжування.

Список використаних джерел

1. *Иванова В.С., Терентьев В.Ф.* Природа усталости металлов - М.: «Металлургия», 1975, 456 с.
2. *Троценко В.Т.* Деформирование и разрушение металлов при многоцикловом нагружении. - К.: Наукова думка, 1981. - 341 с.
3. *Розенберг О.А.* К вопросу разработки технологических смазок для деформирующего протягивания деталей из сплава VT 1-0 / *Розенберг О.А., Пащенко Е.А., Шейкин С.Е., Росточкий И.Ю.* // Технологические системы, 2007, № 2(38) – С. 27-32.
4. *Богуслаев В.О., Качан О.Я., Яценко В.К. та інші.* Технологія виробництва авіаційних двигунів. Частина III. Методи обробки деталей авіаційних двигунів – Видавн. ВАТ «Мотор Січ», Запоріжжя, 2008 р. – 639 с.
5. *Титов А.В.* Особенности алмазного выглаживания сплава VT-23 с использованием твердой смазки / *А.В. Титов, Т.М. Лабур, А.Л. Пузырёв* // Вестник НТУУ «КПИ». Машиностроение. – К.: НТУУ «КПИ». – 2008. – № 53. – С. 202-207.
6. *Ахматов А.С.* Молекулярная физика граничного трения. – М.: Гос. из-во физ.-мат. лит., 1963. - 472с.
7. *Крагельский И.В.* Трение и износ. - М.: Машиностроение, 1968.- 480 с.
8. *Алексеев Ю.Н.* Введение в теорию обработки металлов давлением, прокаткой и резанием. - Харьков: Изд-во ХГУ, 1969. - 108 с.
9. *Титов А.В.* Некоторые особенности формирования свойств поверхностного слоя при ультразвуковом выглаживании / *Титов А.В., Хохлова Ю.А., Лавриненков А.Д.* // Вестник НТУУ «КПИ». Машиностроение. – К.: НТУУ «КПИ». – 2009. – № 56. – С. 140-147.
10. *Герасимова О.В.* Определение площади контакта сферического индентора с поверхностью детали при выглаживании // *О.В.Герасимова, А.В. Титов* / Проблемы тертя та зношування, 2018, № 3 (80), - С. 46-50.