

УДК 612.431.75

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ У ПРОЦЕСІ ВИГЛАДЖУВАННЯ ЗА НАЯВНОСТІ ПОКРИТТЯ НА ПОВЕРХНІ ДЕТАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ CAD/CAE ANSYS

Герасимова¹ О.В., Мозговий² О.В., Тітов³ А.В.

1 – Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна,

2 – Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця, Україна,

3 – Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ, Україна.

Анотація. Виконане чисельне моделювання пружно-пластичного процесу вигладжування за наявності покриття з використанням системи CAD/CAE ANSYS. З використанням розробленої моделі проаналізовано напружено-деформований стан поверхневого шару і встановлені залежності напружено-деформованого стану в залежності від коефіцієнту тертя та параметрів технологічного процесу вигладжування. Показано, що результати дозволяють керувати процесом вигладжування за наявності покриттів на поверхні деталей.

Ключові слова: вигладжування, напружено-деформований стан, чисельне моделювання, метод скінченних елементів.

Забезпечення експлуатаційних характеристик (надійності та ресурсу) виробів є найважливішою проблемою сучасного машинобудування. Працездатність виробів, таких як літальні апарати, двигуни, автомобілі та інші, у значній мірі залежить від якості поверхні деталей [1, 2]. Відомо, що зародження втомної тріщини починається з поверхні деталі в приповерхневому шарі. Тому на фінішних операціях виготовлення відповідальних деталей виробів здійснюють їх обробку методами поверхневого пластичного деформування (ППД). Однією з найбільш ефективних фінішних обробок деталей методами поверхневого пластичного деформування є вигладжування. Ця обробка дозволяє поліпшити параметри якості поверхневого шару деталей, що забезпечує підвищення надійності і ресурсу виробів у цілому.

При вигладжуванні, сталей та сплавів алюмінію взаємодія інструмент-деталь характеризується невеликим коефіцієнтом тертя і процес протікає стійко, а ефективність вигладжування визначається, як правило, зусиллям обробки та формою інструменту. Але при вигладжуванні виробів з титанових сплавів сили адгезійної взаємодії досить великі, тому процес супроводжується руйнуванням поверхневого шару та підвищеним зносом інструменту (алмаз, твердий сплав та інші). Одним із шляхів вирішення проблеми обробки титанових сплавів вигладжуванням є нанесення на поверхню титану додаткового покриття, яке зменшить адгезійні зв'язки між деталлю та інструментом і забезпечить стійке протікання процесу вигладжування. Але при цьому необхідно враховувати особливості напружено-деформованого стану (НДС) за наявності покриття на поверхні, оскільки при формуванні поверхневого шару при вигладжуванні крім основних деформацій, які визначають основні параметри якості поверхневого шару, виникають додаткові деформації зсуву значної величини, які можуть викликати розшарування покриття за його наявності. Тому аналіз НДС в процесах вигладжування особливо актуальний за наявності покриття на оброблюваній поверхні.

Чисельне моделювання процесу вигладжування за наявності покриття на поверхні деталі виконане методом скінченних елементів з використанням CAD/CAE ANSYS [3]. При моделюванні була використана апробована у роботі [4] чисельна модель процесу вигладжування без наявності покриття. В результаті аналізу НДС поверхневого шару деталі визначені параметри зміцненого поверхневого шару деталі та проаналізовано його

напружено-деформований стан. Розрахунки виконані для покриттів, що мають різний рівень механічних властивостей. Виявлено виникнення деформацій зсуву в поверхневому шарі внаслідок руху інструменту. Показано, що величина деформацій зсуву залежить від механічних властивостей матеріалу проміжного шару. Встановлені залежності напружено-деформованого стану в залежності від коефіцієнту тертя та параметрів технологічного процесу вигладжування. В результаті показано, що в подальших дослідженнях доцільно використання теорії деформівності для визначення умов суцільності поверхневого шару. Отримані результати дозволяють керувати процесом вигладжування за наявності покриттів на поверхні деталей.

Висновки:

1. Розроблена та обґрунтована чисельна модель процесу вигладжування за наявності покриття на поверхні деталі з використанням системи CAD/CAE ANSYS, яка дозволяє визначати всі компоненти тензора діючих і залишкових напружень.
2. Використання розробленої моделі дозволяє прогнозувати властивості поверхневого шару для покриттів з різними механічними властивостями і вибирати оптимізовані технологічні параметри процесу вигладжування.

Література:

1. Богуслаев В.А., Яценко В.К., Притченко В.Ф. Технологическое обеспечение и прогнозирование несущей способности деталей ГТД. – К.: Манускрипт, 1993. - 333 с.
2. Богуслаев В. А. Формирование параметров качества несущих поверхностей валов ГТД алмазным выглаживанием [Текст] / В А. Богуслаев, В. Ф. Мозговой, А. Я. Качан, В. А. Титов, А. И. Попенко // Вестник двигателестроения, 2003. – №1. – С. 84 – 89.
3. ANSYS Analysis Guide. Structural Analysis Guide. Chapter 8. Nonlinear structural analysis. 001087. 4th Edition. SAS IP©.
4. Титов А.В. Моделирование повторной операции выглаживания методом конечных элементов // А.В. Титов, Л.В. Шмелёва, Е.А. Кириенко, О.В. Герасимова / Обработка материалов давлением, 2015, № 2 (41) – С. 81-86.