

УДК 629.735.33

*Воронько І. О., к.т.н., старший викладач кафедри технологій виробництва літальних апаратів**Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна*

ДОСТОВІРНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ЧИСЛОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ІМПУЛЬСНОГО ДОРНУВАННЯ ОТВОРІВ АВІАЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Рівень розвитку сучасних комп'ютерних технологій сьогодні дозволяє інженеру моделювати і аналізувати процеси на майбутнє. Особливо це актуально в таких областях промисловості як авіабудування [1]. Моделювання дозволяє уникнути дорогих і тривалих циклів розробки типу «проекування – виготовлення – випробування».

Тобто можливість визначення раціональних параметрів технологічного процесу без застосування фази експерименту, або до її мінімалізації, дає змогу скоротити фінансові та часові затрати при виробництві.

Протягом тривалого часу в авіабудуванні набув широкого застосування процес поверхнево пластичного деформування (ППД). Його кінцевою метою є збільшення експлуатаційного ресурсу та життєвого циклу авіаційних конструкцій.

Під час експлуатації внутрішні шари виробу погано сприймають навантаження. Особливо вразливими є місця отворів, оскільки після свердління на їх стінках залишаються мікроруйнування. Під дією контрастних температур, корозії, тертя починають руйнуватися отвори, що в подальшому приводить до руйнування всього виробу. Для усунення такого явища і використовують методи локального пластичного деформування.

В даному випадку увагу зосереджено на високошвидкісному способі зміцнення, переваги та перспективи застосування даних технологій в сучасному авіабудівництві є очевидними.

Було проведено дослідження моделюванням одного з методів, а саме імпульсне дорнування отворів авіаційних конструкцій з титанових сплавів на прикладі сплаву ВТ6С. Процес імпульсного дорнування отворів було промодельовано в двох споріднених програмних комплексах LS-DYNA та ABAQUS.

Обидві програми призначені для вирішення тривимірних динамічних нелінійних задач механіки деформованого твердого тіла. Системи працюють на основі геометричного ядра, тобто вбудоване в САПР програмне забезпечення дозволяє інженеру створювати двовимірні і тривимірні геометричні моделі, а також редагувати їх. Геометричне ядро дозволяє точно описувати форму об'єкта, що моделюється і взаємозв'язок елементів геометричної моделі.

Особливості розроблення моделі процесу імпульсного дорнування, моделювання та дослідження деформацій цього процесу в програмах LS-DYNA та ABAQUS дали можливість дослідити вплив технологічних параметрів на

отвори, які підлягали зміцненню. А саме, оцінити значення залишкових напружень та пружних деформацій в зоні отвору в порівнянні імпульсного і квазістатичного дорнування, визначити їх вплив на якість поверхневого шару отворів.

Такий спосіб аналізу умов, що супроводжують процес імпульсного дорнування, дозволяє вибірково проводити експериментальні дослідження за для підтвердження теоретичних розробок.

Спорідненість програмних комплексів дала можливість зробити достовірне порівняння результатів геометричних параметрів отворів у скінчено-елементних моделях, що й було верифіковано за результатами натурного експерименту (рис. 1).

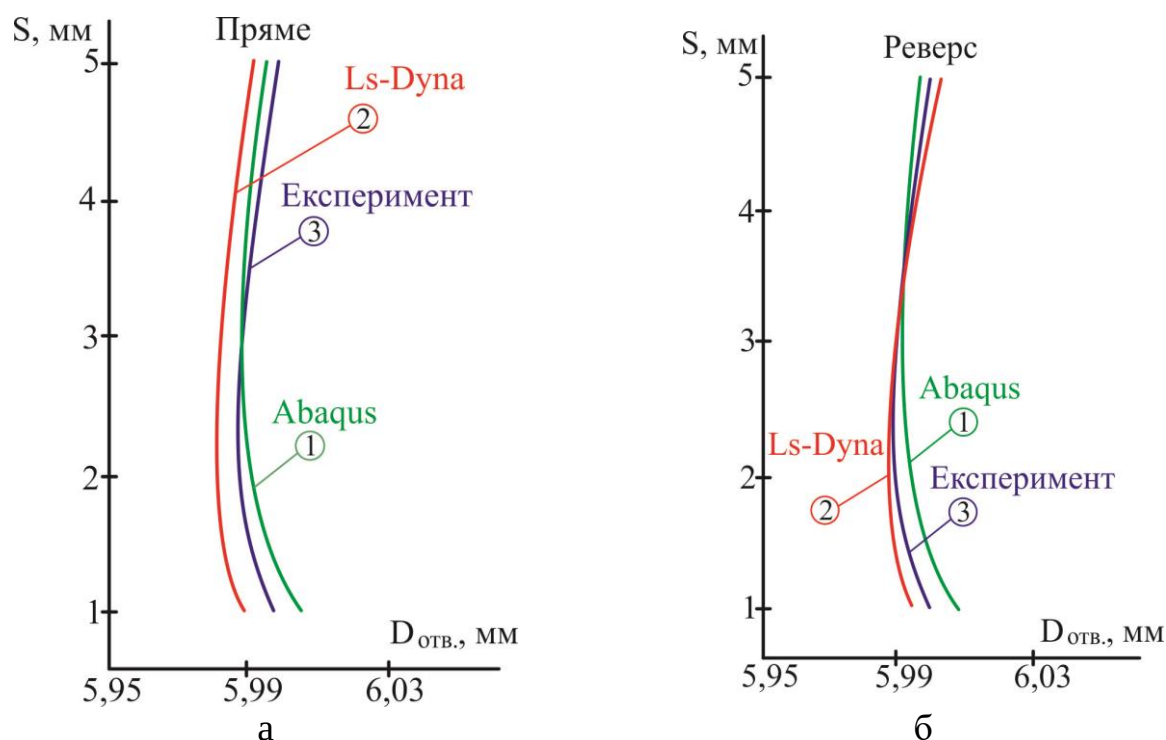


Рисунок 1 – Відхилення від прямолінійності твірної дорнуваного отвору за даними моделювання системи Abaqus (крива 1), Ls-Dyna (крива 2) та експерименту (крива 3) для прямого (а) та реверсного (б) пневмоімпульсного дернування

А алгоритм визначення раціональних параметрів пневмоімпульсного дорнування отворів із титанових сплавів за допомогою систем CAD/CAM/CAE дозволив досягти розбіжність геометричних параметрів між числовим моделюванням і натурним експериментом в 10 %.

Список літератури

1. Сазонов А. А., Джамай В. В., Повеквечных С. А. Анализ эффективности внедрения CALS технологий (на примере отечественного авиастроения). *Организатор производства*. 2018. Т. 26, № 1. С. 84–92.