View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by eLibrary National Mining University

УДК 621.7

МОДЕЛЮВАННЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ КАРМАНІВ В ОБОЛОНЦІ ЗА ДОПОМОГОЮ CAM-МОДУЛЯ ПРОГРАМИ КОМПАС-3D v18

О.М.Теліпко[1], І.В. Вернер[2], С.Т. Пацера[3]
[1]магістрант кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства, e-mail: Telipko.O.M@nmu.one
[2]провідний інженер лабораторії інформаційних технологій проектування, кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, e-mail: ill3@ukr.net
[3]кандидат технічних наук, професор кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства, e-mail: sergiy.patsera@ukr.net
[1,2,3]Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна

Анотація. У роботі проведено комп'ютерне моделювання фрезерування карманів дослідної оболонки корпусу ракетно-космічного призначення із алюмінієвого сплаву. При моделюванні застосована програма «Модуль ЧПУ. Фрезерная обработка», що є інтегрована в систему тривимірного моделювання КОМПАС-3D v18. Показано, що з трьох стратегій фрезерування карманів («зігзаг», «еквідистанта», «по рядках») найбільш продуктивною є стратегія «зігзаг».

Ключові слова: оболонка, карман, моделювання, фрезерування, стратегія.

SIMULATION OF MILLING CELLS IN SHELL THROUGH THE CAM MODULE COMPAS-3D v18

Alexander Telipko[1], Ilya Verner[2], Sergiy Patsera[3]
[1]Student, Technologies of Mechanical Engineering and Materials Science Department, e-mail: Telipko.O.M@nmu.one
[2]Head of Informational Technology Design Laboratory, Engineering and Generative Design Department , e-mail: ill3@ukr.net
[3]PhD, Professor, Technologies of Mechanical Engineering and Materials Science Department, e-mail: sergiy.patsera@ukr.net
[1,2,3]Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

Abstract. The computer simulation of the milling of cells of the experimental shell of the rocket space housing of aluminum alloy. For simulation, we use the program "CNC Module. Milling Processing", which is integrated into Compas-3D v18. It is shown that of the three pocket milling strategies ("zigzag", "equidistant", "line by line") the most productive is the "zigzag" strategy.

Keywords: shell, cell, modeling, milling, strategy.

Вступ. Перспективними виробами, в яких застосовуються корпусні деталі з ячеїстими оболонками, є космічні кораблі. Наприклад, корпус

американського космічного корабля «Оріон» (рис. 1) являє собою зібраний з декількох секторів усічений конус з ячеїстими оболонками.

Рисунок 1. – Корпус з ячеїстими оболонками американського космічного корабля «Оріон»[1]

Ячеїста оболонка корпусу космічного корабля – це тонкостінне полотно, виготовлене з високоміцного алюмінієвого сплаву з поздовжніми, поперечними або діагональними ребрами і виконаними з полотном як єдине ціле.

Оболонки корпусу космічного корабля нового покоління можуть являти собою комбінацію декількох сегментів плит плоскої, конічної або циліндричної форми товщиною до 30 мм, що зазвичай зварені між собою, в яких розташовуються кармани (комірки).

Найбільш поширена технологія виготовлення ячеістих оболонок вказаного типу передбачає програмне фрезерування карманів циліндричною кінцевою фрезою. У зв'язку із значними габаритами виробів та великою кількістю комірок вибір найліпшої стратегії фрезерування є актуальним питанням.

Відомі дослідження щодо вирішення цього проблемного питання опубліковані в роботі [2], де у результаті комп'ютерного моделювання у САПР «ADEM» у якості стратегії обробки кармана прийнята комбінація «спіраль» і врізання «спіральне по контуру».

Ціль роботи. Метою роботи є визначення раціональної стратегії фрезерування карманів оболонок ракетно-космічного призначення за умови моделювання процесу обробки у програмі «Модуль ЧПУ. Фрезерная обработка» [3]. Модуль є інтегрованим в систему трьох мірного моделювання КОМПАС-3D v18.

Матеріал і результати досліджень.

Рішення поставленої задачі складається із чотирьох етапів.

1.Конструкторсько технологічне проектування дослідного відсіку.

На цьому етапі виконано ескізний проект відсіку, що має у своєму складі дослідну оболонку із алюмінієвого сплаву з карманами (пазами). Геометричні параметри карманів зображені на рис. 2.

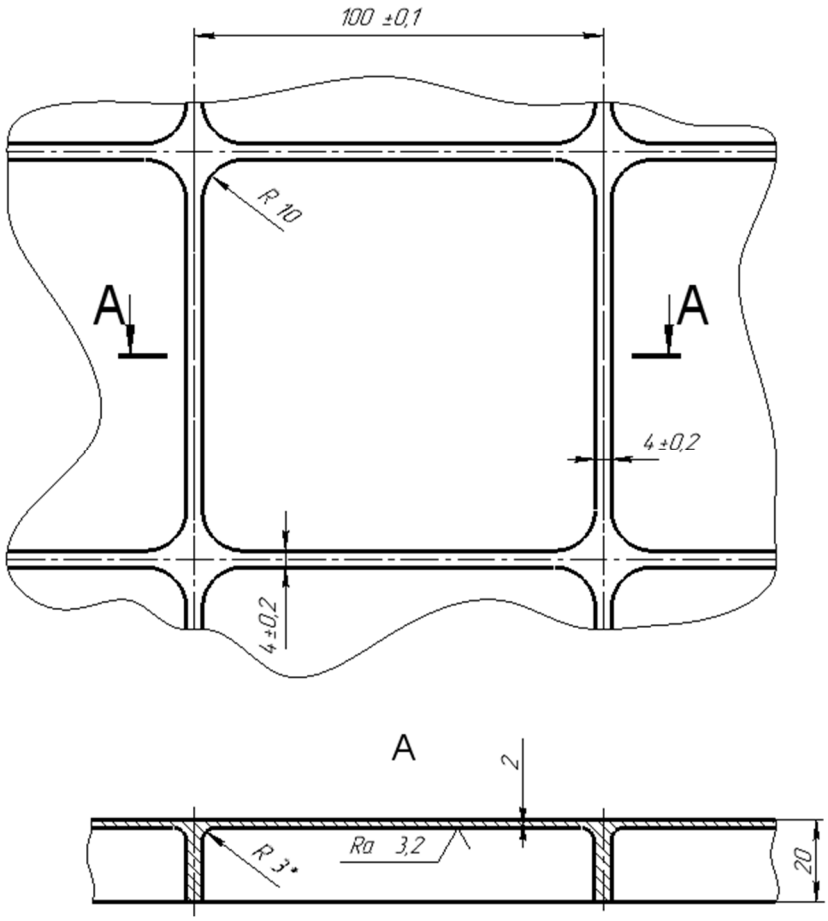

Рисунок 2 – Фрагмент 2D-кресленика дослідного зразка ячеїстої оболонки (вигляд по нормалі до поверхні дна кармана)

Шорсткість поверхонь задана на рівні *Ra* 3,2 мкм. Радіус заокруглення в кутах кармана складає 10 мм, радіус заокруглення по дну становить 3 мм.

2. Конструкторсько-технологічне проектування 3D-моделі дослідного зразка окремого кармана.

Для вирішення задачі вибору раціональної стратегії фрезерування проведено комп'ютерні експерименти. Початковою геометричною інформацією для моделювання фрезерної обробки на верстаті з ЧПК являлася створена 3D-модель дослідного зразка окремо узятого кармана (рис. 3). Його геометричні параметри відповідають вище вказаним.

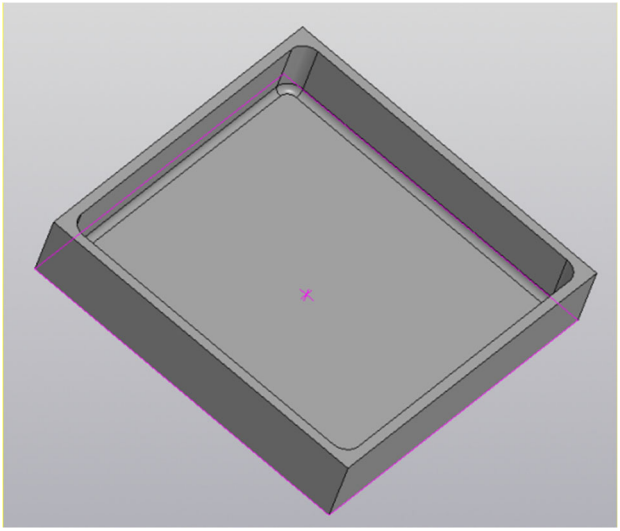

Рисунок 3 – 3D-кресленик моделі комірки (карману)

3. Складання плану обробки.

«Модуль ЧПУ. Фрезерная обработка» є по суті CAM-програмою для створення *NC*-файлу. Алгоритм роботи користувача передбачає послідовне підключення відповідних підпрограм (рис.4). Інструкції для використання вказаних підпрограм детально викладені у файлі «Пример обработки плиты» [3]. Тому немає нагоди його викладати. Зауважимо тільки наступне:

- для моделювання обробки кармана застосовується 2,5*D*-фрезерування на *Z*-рівнях;
- обробка поділяється на чорнову та чистову;
- різальний інструмент з твердого сплаву та режими різання вибрані з урахуванням рекомендацій роботи [4], в якій наведені позитивні результати промислового впровадження кінцевої фрези із твердого сплаву для обробки алюмінієвих сплавів. Зокрема підкреслюється, що у порівнянні з обробкою фрезами із швидкорізальної сталі за рахунок збільшення частоти обертання та подачі скорочується на 31 % час механічної обробки оболонки з карманами;
- врізання по осі Z виконано вертикально.

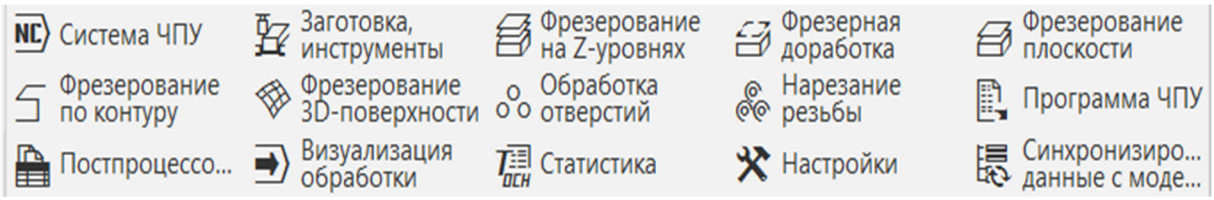

Рисунок 4 – Вкладки для складових підпрограм [3]

Таблиця 1 – Параметри плану обробки

Стадія фрезеру-вання	Різальний інструмент	Від-стань між *Z*-рів-нями, мм	Кіль-кість *Z*-рівнів	Режими різання
Чорнова	Кінцева фреза *d*12 з твердого сплаву для обробки деталей із алюмінієвих сплавів	17	1	Подача 2000 мм/хв; Частота обертань 10000 об/хв; Ширина фрезерування паралельно осі фрези 17 мм; Товщина зрізуємого шару матеріалу по нормалі до осі фрези 6 мм на сторону
Чистова		1	1	Подача 1600 мм/хв; Частота обертань 15000 об/хв; Ширина фрезерування паралельно осі фрези 1 мм; Товщина зрізуємого шару матеріалу по нормалі до осі фрези 1 мм на сторону

Технологічна схема фрезерування карману кінцевою фрезою показана на рис. 5.

4. Комп'ютерні експерименти для визначення основного (машинного) часу обробки карману при різних стратегіях фрезерування.

Проведено комп'ютерне моделювання фрезерування карману із алюмінієвого сплаву. При моделюванні застосована програма «Модуль ЧПУ. Фрезерная обработка», що є інтегрована в систему тривимірного моделювання КОМПАС-3D v18. На рис 6 – 8 послідовно показані три

стратегії фрезерування карманів: «зігзаг», «еквідистанта», «по рядках». Для кожного з варіантів визначено основний (машиний) час обробки.

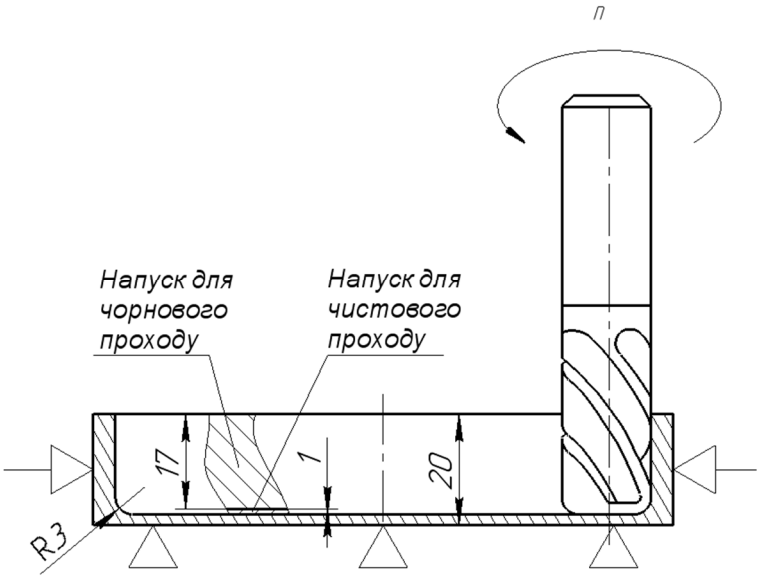

Рисунок 5 – Технологічна схема операції фрезерування карману

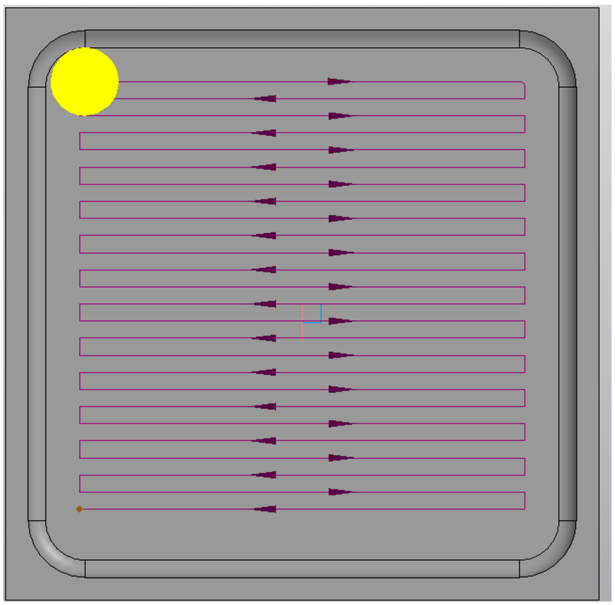

Рисунок 6 – Схема фрезерування карману за стратегією «зігзаг»

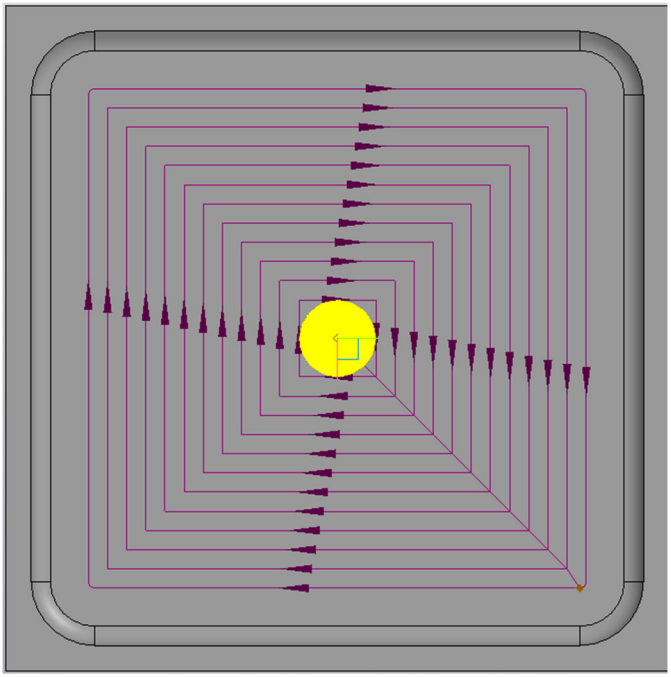

Рисунок 7 – Схема фрезерування карману за стратегією «еквідистанта»

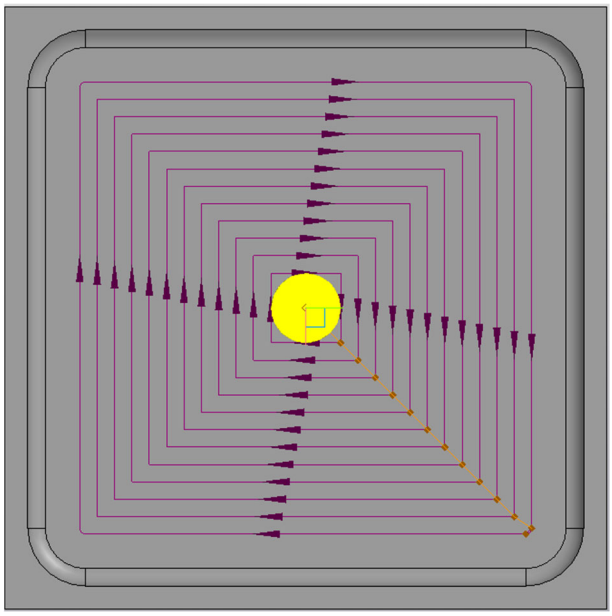

Рисунок 8 – Схема фрезерування карману за стратегією «по рядках»

Результати визначення основного часу обробки показані на рис. 9.

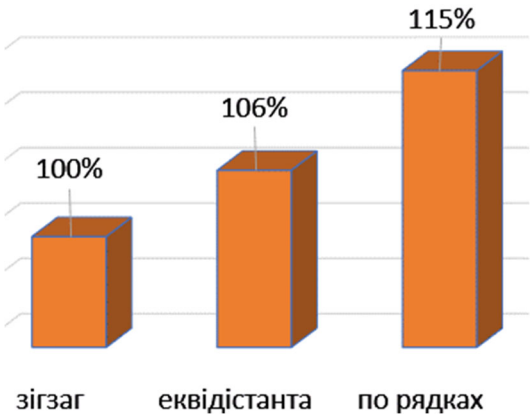

Рисунок 9 – Порівняння основного часу обробки карману за різними стратегіями фрезерування

Висновки.

1. За умови врахування закладених при моделюванні початкових даних, обмежень та допущень найбільш продуктивною стратегією фрезерування карманів є стратегія «зігзаг».

2. Стримуючим фактором підвищення рівня адекватності CAM-додатку системи КОМПАС-3D v18 є поки що обмежена база даних конструкцій фрез.

ЛІТЕРАТУРА

1. Космическая миссия: какой корабль доставит людей на Марс [интернет ресурс] URL: https://newsland.com/community/8223/content/kosmicheskaia-missiia-kakoi-korabl-dostavit-liudei-na-mars/6341966

2. Грубый С.В., Зайцев А.М. Оптимизация режимных параметров фрезерования карманов в корпусных деталях из алюминиевых сплавов / С.В. Грубый, А.М. Зайцев // Наука и образование. Электронное научно-техническое издание. 2015. – №7. – С. 44 - 45. DOI 10.7463/0715.0780928

3. Модуль ЧПУ. Фрезерная обработка [интернет ресурс] URL: https://kompas.ru/kompas-3d/application/machinery/module-chpu-fo/

4. Цугленок М.Н. Фрезы для высокоскоростной обработки алюминиевых сплавов деталей ракетно-космической техники // Решетневские чтения [Электронный ресурс]: материалы XXI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева (08–11 нояб. 2017, г. Красноярск) : в 2 ч. / СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2017. Ч. 1. – Режим доступа: https://reshetnev.sibsau.ru/page/materialykonferentsii. – Загл. с экрана.