

Види та вибір матриці для формування лопаті

Проведено аналіз матеріалів з ефективними характеристиками для проектування та виготовлення матриці для лопаті безпілотного літального апарату (БПЛА).

За останні десятиліття сфера застосування БПЛА значно розширилася і має тенденцію до подальшого зростання, тому у більшості промислово розвинених країн ведуться роботи в галузі створення нових зразків БПЛА та вдосконалення вже існуючих.

У звіті науково-дослідницької програми SESAR, ініційованої Євросоюзом з метою об'єднати технологічні, економічні та законодавчі аспекти системи організації повітряного руху, прогнозується, що в 2035 році 90 000 БПЛА будуть доступні для виконання поставлених перед ними функціональних задач [1].

У процесі виконання деталі з композиційного матеріалу матриця займає головне місце, оскільки саме вона надає необхідну геометричну форму майбутньому виробу. Від її геометричної точності, рівності та гладкості поверхні залежить точність та гладкість поверхні композиційної конструкції. Матриця також повинна бути жорсткою та міцною, щоб не деформуватись під час полімеризації, а для формування препрегів ще й температуростійкою.

Метою роботи є проектування матриці для технологічного процесу виготовлення лопаті з полімерного композиційного матеріалу, яку можна використовувати на безпілотних літальних апаратах, які технічно відносяться до класу гелікоптерів.

Оскільки лопать виготовляється саме з препрегу розглянемо форми для цього технологічного процесу.

Виконання матриці зі склопластику – це процес підсилення скловолокна для формування необхідної форми. Зазвичай він ділиться на дві частини: спочатку виконується форма з іншого матеріалу (наприклад, пінопласту, МДФ, фанери, пластику за допомогою 3Д друку тощо), а потім її використовують для виготовлення форми зі скловолокна.

Процес виготовлення форми починається з первинної заготовки. Після того, як вона отримує необхідні геометричні параметри, її покривають розподільним лаком. Він дозволить відокремити склопластикову форму від заготовки після її полімеризації. Засобом для зняття може бути спеціальний віск та/або ПВА. Після того як на заготовку нанесено розподільник, валиком (чи пензликом/розпилувачем) наноситься гелькоут – пігментована смола, яка надає формі більш тверду та довговічну робочу поверхню. Після нанесення розподільника та гелькоута на поверхню кладуться шари скловолокна та смоли (у даному випадку високотемпературної). У процесі укладання шару скловолоконного мату поверх нього наноситься смола, після чого

використовують валик для видалення повітря. Бульбашки повітря, якщо їх залишити в полімерній смолі, значно знизять міцність готової форми. Після нанесення останніх шарів скловолокна на заготовку матриці дають час затвердіти та полімеризуватись. Потім між заготовкою та формою вбивають клини, щоб їх розділити. Також можна виконувати матриці зі скловолокна методом RTM.

Слід зазначити, що даний метод досить трудомісткий та потребує значної кількості хімічних компонентів, а також вимагає витрату значної кількості часу. Для використання такої матриці для виготовлення композитів на основі препрегу необхідно витримати її на робочих температурах полімеризації близько 8 годин (залежить від характеристик епоксидної смоли, яка використовується у формі). Також така матриця потенційно втрачає точність, оскільки є вторинним продуктом та повторює геометрію заготовки, а після запікання в печі при високій температурі може деформуватись.

В якості альтернативи матриці з склопластику розглянемо алюмінієву матрицю. Алюмінієва матриця може мати чудову глянцеvu поверхню, досягнути якої у склопластиковій буде досить важко. Матриця з алюмінію виконується методом фрезерування чи точіння (якщо майбутня композиційна конструкція має форму тіла обертання). Це дозволяє гарантовано отримати точну геометрію з помилкою менше 50 мкм. Такі форми можуть застосовуватися в технологічному процесі для виготовлення більше 10 000 деталей.

Алюмінієва матриця (рис. 1) має чудові міцнісні характеристики, достатню жорсткість та значну температуростійкість, якої буде достатньо для виготовлення будь-якої деталі з препрегу і набагато краще за склопластикову. Однак є і недоліки: велика маса форми; значна вартість, якщо потребується 5-и осьова обробка, а також обмеження габаритних розмірів робочою зоною верстата, який її обробляє. Дану матрицю можна утилізувати – переплавити та використати для іншої, чого не дозволяє склопластикова.



Рис. 1. Приклад використання металевої матриці для конструкцій з препрегу.

Спроекуємо матрицю з алюмінієвого сплаву 7075 (аналог В95). Оскільки профіль лопати має складний геометричний контур (профіль не симетричний) необхідно створювати розбірну форму, яка складається з

матриці (рис. 2, а) та пуансону (рис. 2, б). Основні задачі, які визначають ефективність форми для виготовлення деталей з препрегів: чітке повторення необхідних геометричних параметрів; чудова гладкість поверхні; просте обслуговування; просте виробництво та мінімальна кількість механічної обробки після полімеризації. Ці задачі виконуються складним параметричним моделюванням та створенням керуючих програм для верстатів з числово-програмним управлінням, які можуть мати додаткові 4-у та 5-у осі; використанням спеціальних фрез та оснащення для фіксації заготовки під форму (включаючи вакуумний стіл).

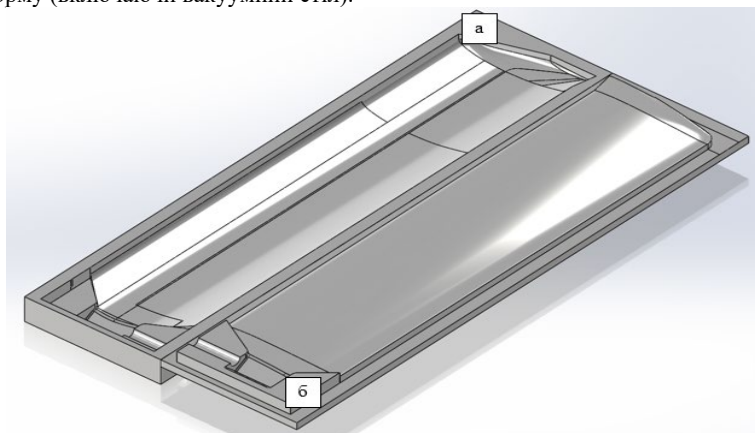


Рис. 2. Матриця (а) та пуансон (б) форми для виготовлення лопаті.

Форма на рис. 2 найбільш ефективно підходить для виготовлення лопаті, оскільки ділить профіль рівно навпіл (на верхню та нижню частини) вздовж всього розмаху, що досягається складною формою поверхні.

Висновки

На основі проведеного аналізу ефективності використання склопластику та алюмінієвого сплаву для виготовлення матриці лопаті, найкращим вибором буде алюмінієва, а враховуючи невеликі розміри, вона буде легка та її можна обробити цільною за одну установку. Це сприяє зменшенню часу виробництва матриці. Також зменшиться кількість хімічних компонентів, які необхідно використовувати в даному технологічному процесі. Якість поверхні матриці з алюмінієвого сплаву буде більш прогнозованою та гладкою, точність виготовлення вище, що забезпечить подовження її ресурсу.

Список літератури

1. Любченко С. Є., Войновський В. В. Безпілотні літальні апарати в авіаційних технологіях захисту рослин. – 2021. –Режим доступу: <https://agroelita.info/bezpilotni-litalni-aparaty-v-aviatsijnyh-tehnolohiyah-zahystu-roslyn/>