

монограф. в 2 т. Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2012. 279 с.

8. Slyvynskyi V. I., Alyamovskyi A. I., Kondratjev A. V., Kharchenko M. E. Carbon honeycomb plastic as light-weight and durable structural material (Conference Paper). 63th International Astronautical Congress, IAC 2012. Naples, Italy, 1–5 October 2012. Red Hook, NY: Curran, 2012. Vol. 8. P. 6519–6529.

УДК 62-231:621.923.9:629.7

Мохамед Р. Ф. Будар, викладач

Інженерно-технологічний коледж, м. Триполі, Лівія

НОВИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ ІНСТРУМЕНТІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЗАСТОСОВУВАНИХ В АВІАЦІЇ

Сучасне машинобудування характеризується активним зростанням обсягів використання нових композиційних матеріалів, що володіють заданими фізико-механічними властивостями та спроможні працювати в умовах високих і низьких температур, при значних навантаженнях, сприймати дію магнітних і радіоактивних полів тощо.

Композити знаходять застосування при виробництві літальних апаратів. При цьому незважаючи на те, що вже нині існує значна кількість промислово використовуваних матеріалів, пошук нових композиційних сполучень активно продовжується. Слід зазначити, що головні зусилля дослідників направлені на покращення експлуатаційних властивостей матеріалів, спрощення технологій їх отримання та доведення до готового вигляду, поліпшення екологічних характеристик в першу чергу за рахунок рециклінгових процесів. При цьому основною масою таких матеріалів є армовані довгими або короткими скляними, вуглецевими або органічними волокнами полімерні матриці. Неоднорідність структури, відмінність фізико-механічних властивостей компонентів не тільки відкривають широкі можливості у царині формування вихідних показників та властивостей готового виробу, а і обумовлюють активний пошук нових методів та способів оброблення матеріалів.

Зазвичай для підвищення ефективності обробки головну увагу зосереджують на:

- створенні прогресивних конструкцій різального інструменту;
- застосуванні сучасних інструментальних матеріалів, кераміки та надтвердих матеріалів;
- застосуванні активізаторів процесу різання/мікрорізання за рахунок зміни стану зони обробки;
- проведенні заходів із «конструювання» не тільки виробу, а і використовуваного матеріалу із врахування подальшої механічної обробки;

– розробці й впровадженні гібридних процесів, спроможних змінювати умови і види керованого впливу на оброблювані композиційні заготовки.

Нами пропонується принципово нова концепція створення обробного інструменту, що базується на використанні функціонального підходу і дозволяє враховувати відмінності взаємодії окремих зон робочої поверхні інструменту із неоднорідним матеріалом. Оскільки при обробці композитів найчастіше використовується алмазний інструмент, головну увагу було зосереджено саме на удосконаленні його конструкції.

Даний підхід може застосовуватися для абразивного інструменту - кругів, пилок реноватора, кільцевих свердел. Маючи досить тонкий шар алмазів, інструменти забезпечують надійне оброблення на операціях розрізання, шліфування, вибірки пазів у випадку, коли машинний час не перевищує кількох десятків секунд. Тривалі операції при обробці матеріалів без водяного або рідинного охолодження (наприклад, при розрізанні вуглець-вуглецевих заготовок щільного армування) приводять до того, що алмазовмісний шар активно засалюється, а поверхня різання деструктує.

Отже, врахування відмінностей в роботі окремих частин поверхні інструменту, що можна уявити у вигляді окремого кластера, дозволяє максимально адаптувати параметри шару під особливості взаємодії.

При цьому формування окремих кластерів робочої поверхні, поділ її на зони різного силового, температурного та динамічного навантаження дозволить не тільки скоротити втрату абразивних зерен під час обробки, а й підвищити час його стійкості, особливо при обробці спеціальних композиційних матеріалів.

Механізм обробки композитів досить складний і багатоплановий. Однак із огляду на застосовуваний підхід можна виокремити умови роботи кожної ділянки інструменту виходячи з наступного.

Нехай поверхня P деталі складається із ряду функціональних зон Z_{ij} , що відрізняються своїми властивостями V_{ij}^f та забезпечують виконання функцій FR_k . Властивості кожної із зон обумовлюються умовами роботи: силовим R_{ij}^{xy} та тепловим T_{ij}^{xy} навантаженнями, протіканням явищ хімічної взаємодії H_{ij}^a , механізмами пошкоджень D_{ij} . Оскільки усі функціональні зони належать до однієї поверхні (а у загальному випадку – до обсягу об'єкта, що розглядається), тобто $Z_{ij} \in P$, а поверхня задається функцією $z = g(x, y)$ що має область визначення R , причому $P = \iint_R dR$, маємо інтегральний вираз

$$P = \iint_R dP = \int_{\alpha}^{\beta} \int_{h(\Theta)}^{g(\Theta)} r dr d\Theta$$

Тоді зміну властивостей поверхні можна визначити на основі функціональної обумовленості

$$V_{ij}^f = f(R_{ij}^{xy}, T_{ij}^{xy}, H_{ij}^a, D_{ij})$$

і для будь-якої поверхні другого порядку, що має вигляд $F(x, y, z) = 0$ та при перетині площиною дає рівняння кривої другого порядку виду

$$\frac{x^2}{\left(a\sqrt{1-\frac{h^2}{c^2}}\right)^2} + \frac{y^2}{\left(b\sqrt{1-\frac{h^2}{c^2}}\right)^2} = 1$$

в проекції на вибрану вісь в межах $(x_1, y_1); (x_2, y_2)$ може бути перетворена до сімейства кривих, що функціонально пов'язують властивості функціональних зон із умовами їх експлуатації.

Для пошуку раціонального рішення при удосконаленні конкретного виробу застосовують функціонально-вартісну модель (ФВМ) системи, яка придатна для виявлення непотрібних функцій і елементів (непотрібних і шкідливих); визначення функціональної достатності та корисності елементів об'єкта; розподілу витрат за функціями; оцінки якості виконання функцій; виявлення дефектних функціональних зон в об'єкті; визначення рівня функціонально-структурної організації виробу. Побудова ФВМ здійснюється шляхом поєднання ФМ і РМ об'єкта, яка відповідає плакату 17 та яку представляють у вигляді таблиці.

Функціонально необхідні витрати – мінімально можливі витрати на реалізацію комплексу функцій об'єкту при дотриманні заданих вимог споживачів (параметрів якості) в умовах виробництва і застосування (експлуатації), організаційно-технічний рівень яких відповідає рівню складності спроектованого об'єкту.

Для пошуку оптимальних носіїв функцій – нових технічних рішень аналізованих виробів - застосовується метод розрахунку питомої вартості корисної функції із урахуванням можливостей дискретизації головних функціональних поверхонь виробу (із алмазним шаром), що дозволяють забезпечити кінцеві властивості виробу через систему показників якості із мінімальними матеріальними затратами.

Нами було взято до уваги, що найбільш доцільним засобом формування окремих кластерів поверхні різального інструменту є лазерне термодетформаційне спікання, що володіє можливостями локалізації кластеру на ділянках площею 0,2-0,4 мм².

При цьому доведено наступне: 1)кластери поверхні, що працюють при обробці композитів у різних умовах, можуть бути сформовані одним гібридним інструментом (в даному випадку – лазерним термодетформаційним спіканням); 2) Умови роботи однозначно визначаються на основі динамічних моделей процесу взаємодії одиничного зерна із матеріалом при різних схемах реалізації процесу із урахуванням динамічних явищ у системі; 3) Малість кластерів потребує розв'язку задач динаміки процесів транспортування композиту і алмазних зерен, робочих рухів основи інструменту та температурної задачі нагрівання поверхні основи інструменту.

Сформульовані положення було перевірено шляхом створення прототипів інструментів (пилки для реноватору), вигляд яких подано на рис. при цьому ефективність використання таких пилок є більшою, оскільки вдається підтримувати різальні властивості пилки протягом більш тривалого часу, рис. 2.



Рисунок 1 – Кластеризована поверхня пилки реноватора

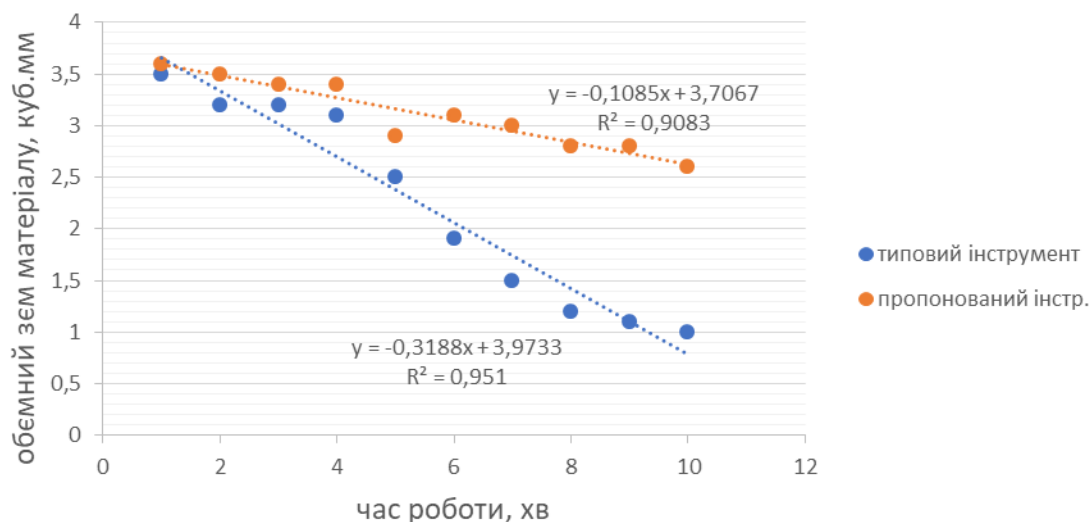


Рисунок 2 – Порівняння продуктивності різання традиційним і пропонованим полотном реноватора

Таким чином, нами доведено ефективність використання функціонально-орієнтованого підходу при створенні алмазного інструменту типу струн, кільцевих свердл та полотен для реноватора, що дозволяє адаптувати їх до роботи із новими композиційними матеріалами та більш ефективно виконувати операції оброблення.