

УДК 687.053

Оробченко А.П., аспірант
orobchenko.ap@knutd.edu.ua

Дворжак В.М., канд.техн. наук, доцент

Київський національний університет технологій та дизайну, dvorzhak.vm@knutd.com.ua

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ІЗ ПОЛІМЕРІВ ДЛЯ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЙ INDUSTRY 4.0: РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЇ САЕ ТА ЕВОЛЮЦІЯ ПРОЦЕСУ ЛИТТЯ ПОЛІМЕРІВ ПІД ТИСКОМ

Динамічні характеристики механізмів машин легкої промисловості, що визначають швидкість, точність та енергоефективність їх роботи, значною мірою залежать від інерційних властивостей рухомих ланок. Зменшення масо-інерційних параметрів є актуальним завданням для підвищення продуктивності та зниження динамічних навантажень на елементи конструкції. Вибір відповідних конструкційних матеріалів відіграє ключову роль у досягненні цих цілей. Масо-інерційні характеристики ланок прямо пропорційні щільності матеріалу та геометричним розмірам елементів. Прискорення рухомих ланок викликає інерційні сили, які зростають зі збільшенням маси та моментів інерції. У швейній промисловості високі інерційні навантаження можуть призводити до збільшення енергоспоживання, підвищення вібрацій та шуму, зниження точності позиціонування а також скорочення терміну служби елементів механізму. Традиційні матеріали, такі як сталі та чавуни, мають високу щільність, що обмежує можливості зменшення масо-інерційних параметрів без зміни геометрії ланок, яка часто є фіксованою через функціональні вимоги.

Композитні матеріали та пластмаси мають суттєво нижчу щільність порівняно з металами при порівнянних або навіть кращих питомих міцнісних та жорсткісних характеристиках. Використання цих матеріалів для виготовлення рухомих ланок дозволяє значно зменшити їхню масу та моменти інерції. Особливо ефективним є застосування армованих композитів, де високомодульні волокна (скловолокно, вуглецеве волокно) забезпечують необхідну жорсткість та міцність при низькій щільності полімерної матриці.

Деякі елементи ланок механізмів машин легкої промисловості можуть мати складну геометричну форму, що обумовлено кінематичними схемами та необхідністю інтеграції функцій. Виготовлення таких деталей з композитних матеріалів та пластмас часто здійснюється методом лиття (наприклад, лиття під тиском для термопластів). Незважаючи на переваги лиття в плані масового виробництва та можливості отримання деталей складної конфігурації за один цикл, існують певні технологічні проблеми такі, як усадка матеріалу, лінії спаю неповне заповнення форми, пористість та інші. Вирішення цих проблем потребує ретельного проєктування технологічної оснастки (прес-форм), оптимізації параметрів процесу лиття (температури, тиску, швидкості впорскування) та правильного вибору типу та марки полімерного або композитного матеріалу з урахуванням його реологічних властивостей. Дослідження та розробки у сфері матеріалознавства та технологій переробки полімерів та композитів є необхідними для розширення можливостей застосування цих матеріалів у сучасному машинобудуванні. Сучасні технології Індустрія 4.0 дають можливість реалізації якісно іншого підходу до процесів оптимізації виготовлення деталей із полімерів.

«Цифрові дані» — головний герой у подорожі до Індустрії 4.0. Для процесу лиття під тиском цифрові дані містять умови процесу, обладнання, матеріали та якість продукції. Дані, або інформацію, проаналізувавши, можна перетворити в «знання», що є головною силою технологічного прогресу. Таким чином, ми можемо сказати, що Індустрія 4.0 — це процес постійної інтеграції та застосування інформації, даних і знань. У традиційній

індустрії виготовлення пластмас, умови процесу, конструкції виробів і форм покладаються на передачу досвіду. Більшість інформації, зібраної на заводах, надходить без повної бази даних і не може бути перетворено в знання. В епоху Industry 4.0 головними цілями індустрії пластмас є збір повних даних, автоматизація доставки інформації, її систематизація та створення знань за допомогою автоматизованих обчислень [1].

Спосіб ілюстрації реальних технологічних середовищ за допомогою віртуальних моделей, застосованих у процесі лиття під тиском, — це «аналіз заповнення форми». Він може перенести реальний простір у віртуальне середовище, де ми можемо вирішувати проблеми за допомогою знань. У процесі побудови систем аналізу на основі кінцевих елементів, реальні дані включають форму, порожнини форми, граничний діапазон, побудований сіткою. Аналіз фізичного поля інтерпретується рівняннями механіки розплаву. Шлях до аналізу виробів із пластикових матеріалів полягає в тому, щоб перенести їх термічні та рідинні властивості в математичні рівняння. Рух обробної машини перетворюється на тиск, температуру та швидкість, які накладаються на матеріали. Усі згадані вище елементи лиття під тиском були перенесені у віртуальні системи, у яких якість продукту та ефективність виробництва можуть бути розраховані для прийняття виробничих рішень у реальному світі.

Еволюція технології інтеграції віртуального та реального світу відбувається з двох аспектів: реальність побудови моделі та технологія аналізу даних у віртуальному просторі. Це те, до чого продовжують прагнути розробники програмного забезпечення для моделювання. Що стосується розробки Moldex3D, вдосконалення рівнянь матеріалів завжди є основною місією Moldex3D Material Research Center [2]. Наприклад, характеристика в'язкопружності матеріалу та відповідний розв'язувач в'язкопружності в програмному забезпеченні Moldex3D є новими технологіями, які покращують традиційне рівняння в'язкості для прогнозування поведінки потоку. Таким чином, тепер ми можемо ефективно прогнозувати різноманітні поверхневі дефекти за незбалансованої поведінки потоку на ранніх стадіях. Якщо ми розширимо можливість прогнозування в'язкопружності до аналізу деформації, ми зможемо спостерігати, як напруга, спричинена усадкою у формі, змінюється разом зі зміною тривалості часу охолодження. Таким чином, аналіз деформації продукту буде ближчим до реальних результатів за різних умов обробки.

Ще один важливий прогрес останніх років — створення моделі руху машини для лиття під тиском [3]. У традиційному моделюванні рух шнека перетворюється на швидкість і тиск, що чиниться на розплав. Таким чином, поведінка течії розплаву надто спрощується. Візьмемо як приклад гідравлічний прес із замкнутим циклом, на фактичному етапі вприскування машина порівнює виміряну швидкість і швидкість уприскування, введену формувальниками, щоб визначити рух шнека. Швидкість руху гвинта буде збільшена або зменшена пропорційним клапаном, який регулюється контролером. Швидкість реакції цієї замкнутої схеми є ключовим фактором стабільності виробництва машини. З поганою конструкцією продукту або великими змінами тиску вприскування знадобиться більше часу, щоб стабілізувати контроль реакції замкнутого контуру. У середовищі Industry 4.0 стабільність виробництва є необхідною умовою автоматизації. Таким чином, побудова моделі руху машини в симуляції є особливо важливою.

Вибір конструкційних матеріалів є критично важливим для забезпечення високих динамічних характеристик механізмів машин легкої промисловості. Перехід до використання композитних матеріалів та пластмас дозволяє ефективно знижувати масо-інерційні параметри рухомих ланок, покращуючи таким чином загальну продуктивність та ефективність обладнання. Однак, складність форм деяких елементів вимагає врахування специфічних технологічних викликів, пов'язаних з процесами формування, зокрема литтям, для забезпечення необхідної точності, міцності та якості готових деталей. 3D моделювання процесів лиття дозволяє ефективно вирішувати ці задачі.

Список посилань

1. CoreTechSystem Co Ltd Moldex3D Material Hub Cloud Service 2024 Datasheet
2. Moldex3D Material Hub Cloud Service Bruce Material Science Research Center
3. CoreTechSystem Co Ltd A01-01-001Introduction to Injection Molding and CAE

УДК 664.8/9:658.562

Хребтань О.Б., канд. техн. наук

Національний університет «Чернігівська політехніка», olenaborisovnahrebtan@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ М'ЯСО-РОСЛИННИХ КОНСЕРВІВ

Визначення поняття «М'ясо-рослинні консерви» представлено в ДСТУ 4424:2005 і означає – «М'ясні консерви із використанням рослинної сировини (овочі, крупи, бобові, макаронні вироби), відповідно до рецептури» [1].

З цього визначення стає зрозумілим, що встановлення безпечності такого виду консервів ускладнюється різноманітністю вихідної сировини, для якої існують відповідні, специфічні правила оцінювання показників.

Співвідношення м'ясної і рослинної сировини в м'ясо-рослинних консервах, за відповідною нормативно-технічною документацією, становить:

- в м'ясних консервах з додаванням круп: м'ясної сировини – не менше 37%; крупи різних видів, не більше – 10 – 20%; жиру – 10%;

- в м'ясних консервах з додаванням бобових: м'ясної сировини – не менше 15%; залежно від виду бобових, їх допускається – не більше 15 – 25%; жиру – не менше 3%;

- в м'ясних консервах з додаванням макаронних виробів: м'ясної сировини – не менше 20%; макаронних виробів, не більше – 10 – 15%, жиру – 6%.

У м'ясних консервах з додаванням овочів (капуста, буряк, морква, картопля, томати та ін) вміст овочевої сировини значно більший – до 65%.

Отже, перевірка і контроль безпечності м'ясо-рослинних консервів починається з визначення безпечності сировини, що надходить на м'ясопереробне підприємство. Сировина приймається тільки за наявності супровідних документів з її якості і безпечності.

На кожній частині м'ясної туші повинна бути позначка придатності, проставлена державним ветеринарним інспектором [3].

Показники безпечності м'ясо-рослинних консервів і методи їх визначення регламентується в ДСТУ 4607:2006. Відповідно стандарту, в м'ясо-рослинних консервах нормуються: органолептичні, фізико-хімічні показники; вміст токсичних елементів (свинець, кадмій, ртуть, миш'як, олово); вміст афлотоксину В₁, нітрозамінів, гормональних препаратів і пестицидів, а також радіонуклідів (¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr) [2].

Безпечність м'ясо-рослинних консервів забезпечується дотриманням на виробництві промислової стерильності, завдяки цьому знищуються хвороботворні мікроорганізми, присутність яких є причиною підвищеної небезпеки консервів. Головне завдання м'ясопереробних підприємств України – це випуск високоякісної і безпечної продукції, особливо це стосується продуктів тривалого зберігання – консервів.

Список посилань

1. ДСТУ 4424:2005. М'ясна промисловість. Виробництво м'ясних продуктів. Терміни та визначення понять. – [Чинний від 2006-01-01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2005. – 32 с.
2. ДСТУ 4607:2006. Консерви м'ясо-рослинні. Каші з м'ясом. Загальні технічні умови. – [Чинний від 2007-07-01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2007. – 15 с.
3. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства «Про затвердження Гігієнічних вимог до виробництва та обігу харчових продуктів тваринного походження». № 813 від 20.10.2022 р., в редакції № 2232 від 26.12.2023.