

**С. Р. Федчишин¹, студент,
В. Г. Писаренко², д.т.н., професор,
В. В. Савуляк¹, к.т.н., доцент**

¹ Вінницький національний технічний університет

² Казенне науково-виробниче об'єднання «ФОРТ»

ТЕХНОЛОГІЯ ІНЖЕКЦІЙНОГО ЛИТТЯ ПОРОШКІВ

Для економії матеріалу, зменшення собівартості виготовлення і тривалості механічної обробки застосовують різні методи виготовлення заготовок та деталей. Одним з таких методів, є інжекційне лиття порошків. Це прогресивна технологія, яка дозволяє отримувати складні заготовки максимально наближені за формою до кінцевого виробу, не використовуючи при цьому коштовні та довготривалі методи обробки заготовок. Існує дві подібні технології інжекційного лиття порошків – лиття з металевих порошків (МІМ-технологія) та лиття з кераміки (СІМ-технологія). Процеси відрізняються лише за хімічними властивостями порошку та температурою спікання.

Лиття суміші в форму відбувається за допомогою спеціальних термопласт-автоматів. Суть процесу виготовлення виробів за допомогою цих автоматів полягає в тому, що компаунд у матеріальному циліндрі литтєвої машини розтоплюється, гомогенізується, нагрівається до необхідної температури і потім, за допомогою шнека або плунжера (залежно від типу машини), упорскується в попередньо замкнену форму, температура якої значно нижча від температури розтопу. Після чого заготовку витримують при певній температурі для активації зв'язуючої.

В якості початкової сировини використовують гомогенізовану суміш тонких металевих порошків і полімерної термопластичної зв'язуючої речовини.

Для виготовлення деталі проектують і створюють спеціальні форми для лиття. Серцем форми є збільшена порожнина, яка передбачає усадку компонента під час спікання. Величина усадки залежить від характеристик компаунда та геометрії заготовки і становить, в середньому, близько 10%. В цілому прес-форма за конструкцією подібна до тих, що використовують для лиття пластмас.

Виготовлення заготовки за МІМ-технологією відбувається в декілька стадій (рис. 1):

1) лиття під тиском у форму і отримання «зеленої заготовки». На цьому етапі заготовка крихка, ламається при незначних навантаженнях;

2) попереднє спікання (дебайдинг) цієї заготовки в спеціальній печі (для видалення зв'язуючої) і отримання «коричневої заготовки». Термічне розщеплення є найбільш поширеним та найстарішим методом, проте використовують і інші альтернативні хіміко-каталітичні методи або їх поєднання. Видалення проходить не зачіпаючи при цьому сформованої пористої структури;

3) остаточне спікання і відпуск заготовки для отримання кінцевого виробу. Після спікання немає жодних ознак присутності порошків та полімерів.

Основними перевагами МІМ-технології є:

1. Висока точність форми, розмірів та низька шорсткість поверхонь.
2. Можливість отримання деталей складної форми за рахунок з'єднання простих деталей.
3. Вища щільність і міцність деталей в порівнянні з деталями, які отримують методами порошкової металургії.
4. Високий коефіцієнт використання матеріалу, який досягає 0,97.
5. Висока продуктивність процесу в порівнянні з металообробкою і литтям за виплавними моделями.

6. Можливість повної автоматизації виробництва з підключенням додаткового устаткування.

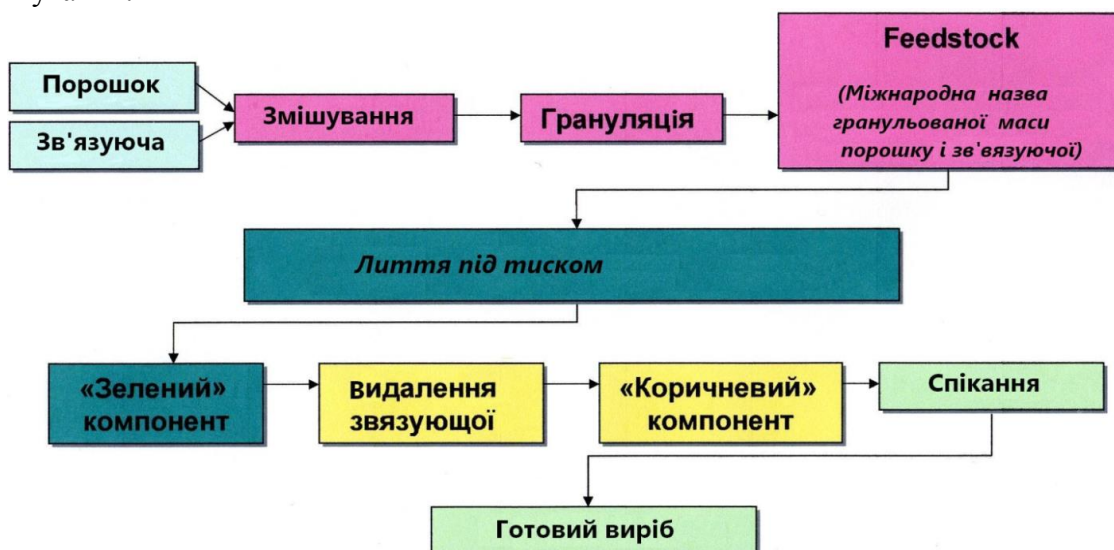


Рисунок 1 – Схема технологічного процесу інжекційного лиття

Разом з тим для цієї технології характерні такі недоліки:

1. Технологію доцільно використовувати, якщо програма випуску становить понад 20000 деталей, маса деталі до 300 г, товщина стінки деталі не більше 15 мм, а довжина деталі не перевищує 150 мм.
2. Висока вартість основного обладнання, яке використовується для технологічного процесу.
3. В процесі попереднього спікання широко використовують високотоксичні матеріали, для видалення зв'язуючої, що наносить шкоду навколишньому середовищу.
4. Площа поперечного розрізу заготовки обмежена потужністю машини.
5. Максимальна довжина заготовки обмежена прес-формою.
6. Висока вартість грануляту, до якого пред'являються жорсткі вимоги по однорідності структури і технології зберігання.

Якість виливка визначається, головним чином, наступними параметрами: час (упорскування, витримки під тиском, охолодження); температура (сировини, циліндра й прес-форми); тиск (упорскування, витримки й протитиск); швидкість упорскування і швидкість шнекової подачі. На якість готового виробу в основному впливають: якість виливка, правильність підбору температурного режиму для дебайдингу, тривалість випалу та якість розчинника. Разом з тим для цього технологічного процесу характерні наступні дефекти і проблеми: засідання деталі в прес-формі, недолив, повітряні кишені або порожнечі, утяжини, внутрішні тріщини, великі пори, викривлення, руйнування, шорсткість поверхні, розплавлення деталей, сажоутворення, неоднорідна щільність. Проте, не зважаючи на перераховані проблеми технологія є перспективною і доцільною для масового випуску виробів невеликої маси і складної форми. При цьому, вирішення питань ущільнення масивних і об'ємних заготовок в процесі виливання, а також забезпечення адекватної тривалості дебайдингу і спікання дозволить розповсюдити технологію практично на всі галузі техніки

Література

1. Писаренко В. Г. Сучасні технології в машинобудуванні. Інжекційне лиття порошку : монографія / В. Г. Писаренко. – Вінниця : Вид-во «Веда», 2012. – 235 с.
2. Е. Погодина Литье порошковых смесей / Е. Погодина // Пластикс. – 2013. – № 6. – С 34–46.
3. G. Schlieper. Hannover Messe 2016: Promoting MIM and CIM technology to a global industrial audience // Powder Injection Moulding International, 2016 – Vol. 10, No. 2. – P. 75–81.