

УДК 004.9; 514.2

КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ПРЕС-ФОРМИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЛАСТМАСОВИХ ВИРОБІВ В СИСТЕМІ POWERSHAPE

Щербина В. М.¹, к.т.н.,
Мацулевич О. Є.¹, к.т.н.,
Валієва К. Р.¹, студентка,
Каплій В. Ю.¹, студент.

e-mail: viktor.shcherbyna@tsatu.edu.ua
e-mail: oleksandr.matsulevych@tsatu.edu.ua
e-mail: kvalieva.k@gmail.com
e-mail: nezex2003test@gmail.com

¹*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Актуальність досліджень та постановка проблеми.

В даний час, вироби з пластмас широко використовуються у всіх сферах діяльності людини, оскільки відрізняються легкістю, міцністю, зручні в експлуатації і економічні. Більше третини всіх пластмасових виробів виготовляються методом лиття під тиском. Даний метод використовується в умовах серійного і масового виробництва і передбачає конструювання прес-форми для виготовлення виробів. На сьогоднішній день висока технологічність і конкурентоспроможність такого виробництва забезпечується багато в чому завдяки використанню верстатів з ЧПУ і систем автоматизованого проєктування (САПР), особливо якщо мова йде про проєктування виробів складної конфігурації. Виходячи з цього можна зробити висновок про те, що комп'ютерне проєктування прес-форм для виготовлення пластмасових виробів в системі PowerSHAPE є актуальним.

Завданням даної роботи є проєктування пластмасового друшляка з привабливим сучасним дизайном і у відповідності всім конструкторським і технологічним вимогам. Рішення поставленого завдання складалося з таких етапів:

1. Розробка дизайну друшляка, побудова в САД-системі PowerSHAPE тривимірної моделі виробу і її технологічне опрацювання.

2. Конструювання прес-форми для лиття під тиском за допомогою модуля Toolmaker;

3. Розробка керуючих програм для фрезерної обробки деталей прес-форми (в проєкті представлена на прикладі найскладнішою деталі - вставки пуансона) в програмі PowerMILL.

4. Побудова рельєфів і створення УП для їх гравіювання в програмі ArtCAM.

5. Розробка керуючих програм для токарної обробки в FeatureCAM.

Основні матеріали дослідження.

На етапі моделювання виробу в програмі PowerSHAPE здійснювалося проєктування моделі друшляка, з урахуванням його матеріалу і технології виготовлення - методу лиття під тиском. Друшляки планується виготовляти з поліпропілену марки 21030-16Н (ГОСТ 26996-86). Усадка матеріалу становить 2%. Максимальна температура експлуатації виробів з ПП 21030-16Н без навантаження - 100-110 °С.

При проєктуванні необхідно було врахувати наступні вимоги:

- Модель повинна бути позбавлена піднутрень, щоб її виготовлення не вимагало додаткових пристосувань, які б ускладнили конструкцію прес-форми, збільшивши тим самим, її вартість.

- Для рівномірності усадки полімеру в процесі охолодження бажано щоб товщина стінок виробу була однаковою, або відрізнялася незначно.

- У моделі повинні бути присутніми всі необхідні ухили і заокруглення, що забезпечують легке вилучення моделі з ливарної напівформи.

Моделювання проводилося в гібридному проєктувальнику PowerSHAPE. Основні етапи моделювання представлені на рис. 1-6.

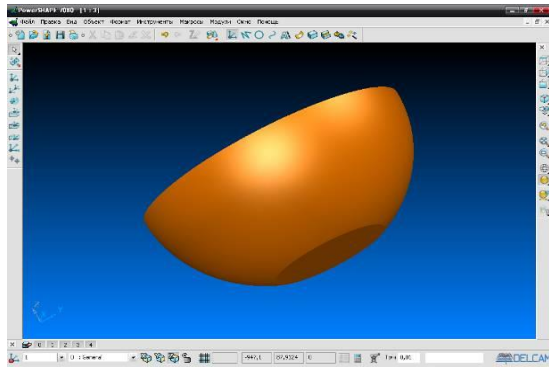
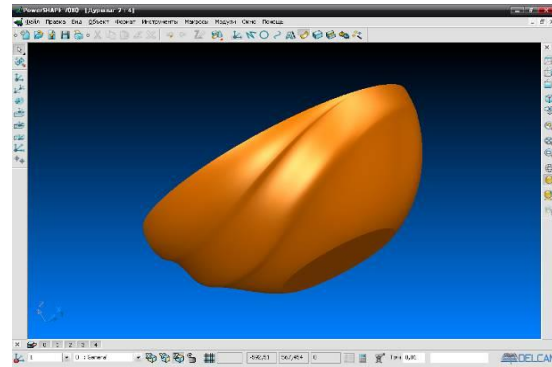
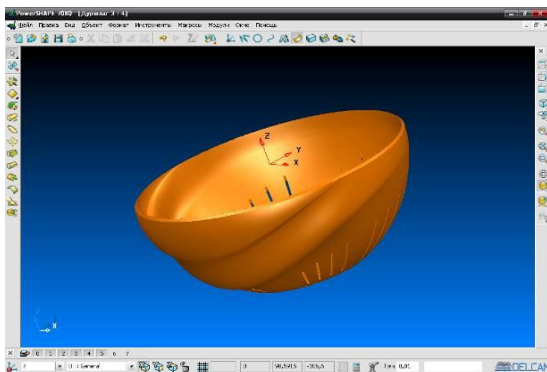


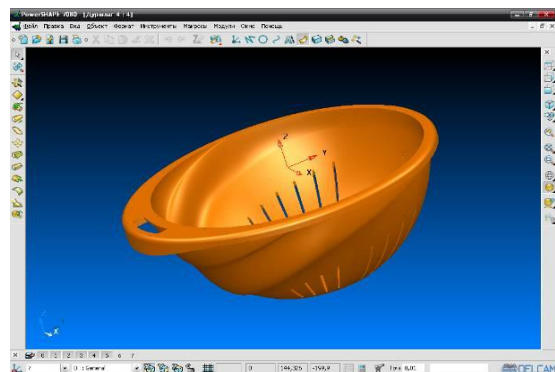
Рис. 1. Отримання заготовки



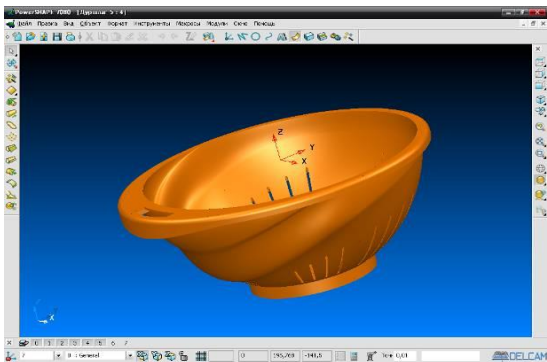
**Рис. 2. Додавання заготовці
потрібної форми**



**Рис. 3. Визначення товщини
моделі. Отримання отворів**



**Рис. 4. Моделювання бортів
друшляка**



**Рис. 5. Моделювання додаткових
елементів**

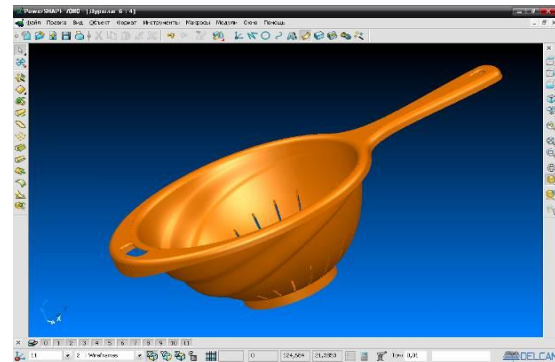


Рис. 6. Готова модель

Після побудови моделі було проведено її технологічний аналіз. Для цього PowerSHAPE має необхідний набір інструментів. Перше на що було звернуто увагу при проєктуванні, - негативні ухили (аналіз моделі представлений на рисунку 7). Було виявлено, що поднутрення в формі повністю відсутні. Потім за допомогою функцій «аналіз товщини» і «динамічний перетин» (рисунок 8) був проведений аналіз товщини стінок виробу - товщина однакова, незначно відрізняється лише в місцях технологічних ухилів.

Також був проведений «аналіз кривизни» поверхні - виріб має всі необхідні заокруглення. Таким чином, всі вимоги до проєктованого виробу були виконані.

Фотореалістичне зображення проєктованого виробу, отримане в системі PowerSHAPE, показано на рисунку 9.

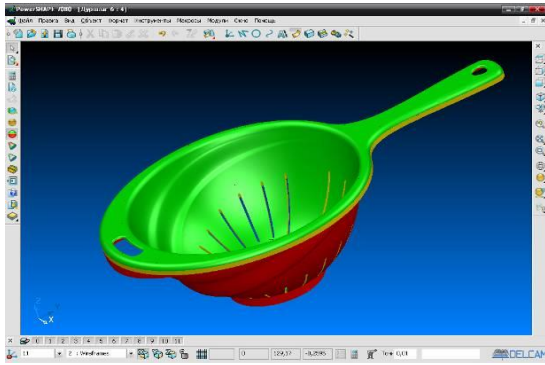


Рис. 7. Аналіз нахилів

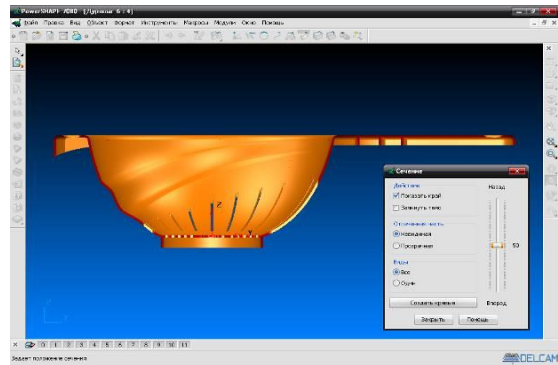


Рис. 8. Динамічний перетин



Рис. 9. Фотореалістичне зображення

Другим етапом у виготовленні виробів методом лиття під тиском є проектування прес-форми. Прес-форма являє собою досить складний виріб, який складається з безлічі деталей, і процес її конструювання без використання САПР може зайняти досить багато часу і буде вельми трудомістким. Тому для проектування прес-форми використовувалася система Toolmaker.

Зазвичай, побудова прес-форми в Toolmaker починається з використання інструменту Mold Die Wizard. Однак в даному випадку, через нестандартну систему охолодження матриці і пуансона, формотворчих елементів були змодельовані в системі PowerSHAPE і потім перенесені в Toolmaker. Моделі матриці і пуансона представлені на рисунках 10 і 11 відповідно.

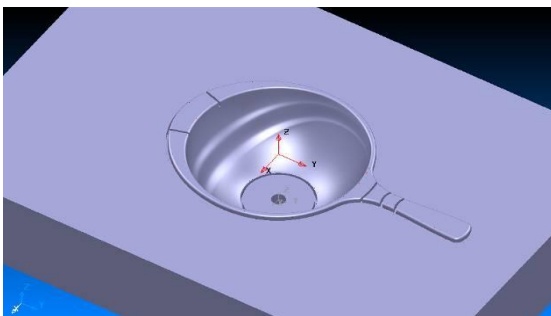


Рис. 10. Модель матриці

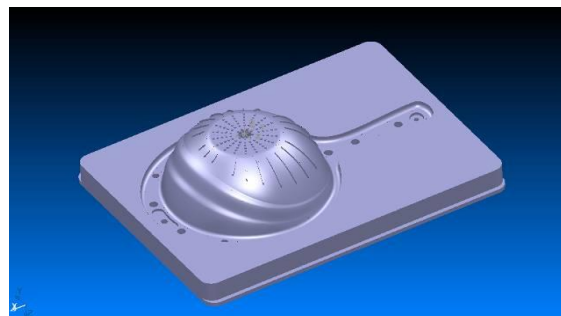


Рис. 11. Модель пуансона

На наступному етапі проектування форми використовувалася функція Moldbase Wizard. І були введені наступні параметри:

1. Базовий каталог: HASCO.

2. Розміри прес-форми: 630x435 мм.
3. Базовий тип: стандартна прес-форма (включає в себе опорну плиту, бруси, систему виштовхування).
4. Напрявні колонки - в нерухомій частини.
5. Прес-форма складається з наступних плит:
 - Плита кріплення верхня. Тип виробу: K10.
Код виробу: 630x435x30 / 1730 (1730 - матеріал).
 - Плита пуансона. Тип виробу: K20.
Код виробу 630x435x35 / 2162.
 - Плита опорна. Тип виробу: K30.
Код виробу: 630x435x20 / 1730.
 - Плита штовхачів (плита поршня). Тип виробу: K60.
Код виробу 630x300x15 / 1730.
 - Плита хвостовика (плита поршня опорна). Тип виробу: K60 (стандартна).
Код виробу 630x300x15 / 1730.
 - Бруски опорні. Тип виробу: K40 (стандартна).
Код виробу 630x435x75 / 1730.
 - Плита кріплення нижня. Тип виробу: K11 (виступ по ширині). Код виробу 630x435x30 / 1730.
6. Компоненти:
 - Колонки направляючі;
 - Втулки напрямні;
 - Гільзи центруючі;
 - Гвинти нерухомої частини;
 - Гвинти рухомої частини;
 - Гвинти опорної плити поршня;
 - Фланець інсталяційний;
 - Опорні шайби;
 - Опорні гвинти з шайбою.

Розміри компонентів залишаємо запропоновані за замовчуванням. Після застосування функції Moldbase Wizard прес-форма виглядає так, як показано на рисунку 12.

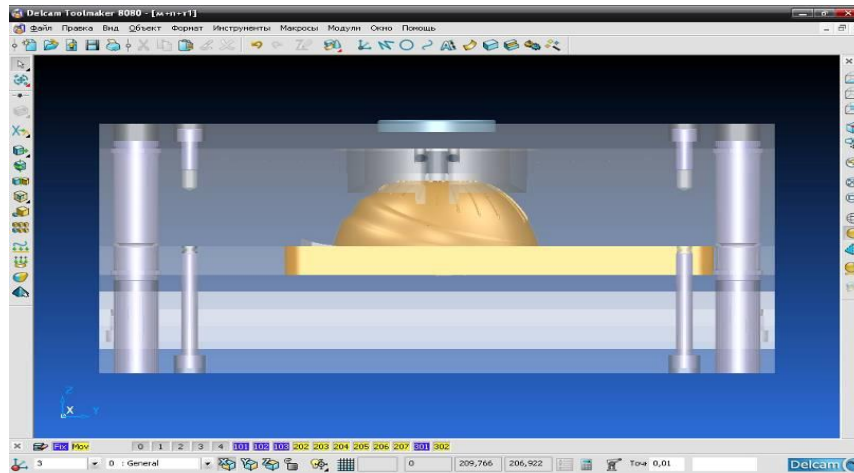


Рис. 12. Використання Moldbase Wizard

Наступний етап - вибір додаткових елементів за допомогою функції Component Wizard. Були обрані наступні елементи:

- литникова втулка;
- хвостовик;
- додатковий інсталяційний фланець.

Решта відсутні елементи, наприклад, стрижневі знаки для отримання отворів, через особливості конструкції формотворчих елементів були

змодельовані окремо і додані в Toolmaker «в ручну». Після використання функції Component Wizard прес-форма виглядає так, як показано на рисунку 13.

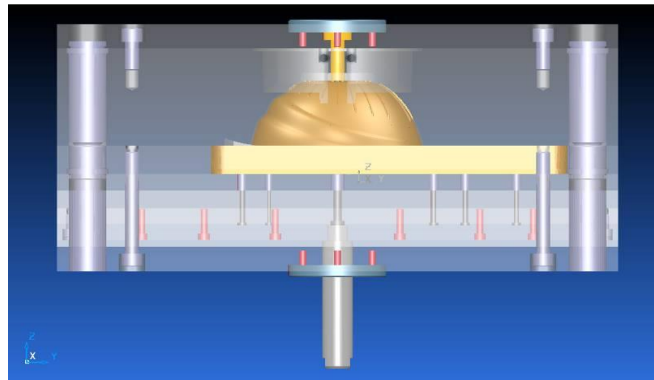


Рис. 13. Використання Component Wizard

Останній крок у проектуванні прес-форми - система охолодження. Система охолодження форм для лиття термопластів під тиском відповідальна за рівномірне і інтенсивне охолодження виливки по всьому об'єму. Канали охолодження повинні огинати такі деталі форми, як виштовхувачі, напрямні колонки і кріпильні гвинти.

У Toolmaker проектування каналів охолодження здійснюється за допомогою функції Cooling Wizard. Але, через особливості конфігурації виливки і її розмірів, в прес-формі використовується нестандартна система охолодження, проєктована ще при моделюванні матриці і пуансона в системі PowerSHAPE.

Висновки. В даному проєкті була розроблена готова до впровадження у виробництво технологія виготовлення друшляка з поліпропілену.

Проєкт був виконаний з використанням наступних засобів автоматизованого проєктування та розробки керуючих програм для верстатів з ЧПУ: PowerSHAPE, Toolmaker, PowerMILL, ArtCAM, FeatureCAM, Exchange. Використання цих програм скоротило трудомісткість і час проєктування, без втрати його точності. Створення в системах PowerMILL, ArtCAM і FeatureCAM керуючих програм для високоточної обробки дозволило автоматизувати процес виробництва, отже, скоротити час і трудовитрати на виготовлення деталей прес-форми.

Список використаних джерел:

1. Бобров В. Ф. Основы теории резания металлов. М.: Машиностроение, 1975. 344 с.
2. Холодняк Ю. В., Гавриленко Є. А., Івженко О. В., Найдиш А. В. Технологія моделювання поверхонь складних технічних виробів за заданими умовами . *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Вип. 19(2). С. 257-263.
3. Пихтєєва І. В., Дмитрієв Ю. О., Антонова Г. В., Спірінцев В. В. Методика моделювання плоских обводів дугами парабол при виконанні лабораторних робіт здобувачами вищої освіти ТДАТУ. *Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації*: матер. Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. м. Мелітополь, 27-29 травня 2020р. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С.271-275.