УДК 678.1:64.04

ВОЛЯНИК О.Ю., КУЛІК Т.І.
Київський національний університет технологій та дизайну

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЛИТТЯ ПОЛІМЕРНИХ ДЕТАЛЕЙ ЕЛЕКТРОПОБУТОВОЇ ТЕХНІКИ

Мета. *Розробка рекомендацій щодо підвищення ефективності процесів виробництва полімерних деталей електропобутової техніки за рахунок оптимізації процесу підготовки та проектування ливарних прес-форм.*

Методика. *Для покращення та оптимізації процесів проектування та підготовки ливарних прес-форм потрібно інтегрувати сучасні технології комп'ютерного проектування в технологічний процес виготовлення прес-форм для деталей.*

Результати. *Розроблений метод попереднього проектування та аналізу процесу виготовлення полімерних деталей.*

Наукова новизна. *Підвищення якості виготовлених деталей, зменшення витрат на проектування та виготовлення ливарних прес-форм за рахунок введення до технологічного процесу етап комп'ютерного проектування та моделювання процесу.*

Практична значимість. *Через введення додаткового етапу комп'ютерного моделювання та проектування процесів лиття зменшуються фактичні витрати на виробництво, переробку та утилізацію бракованих деталей.*

Ключові слова: *лиття, полімери, прес-форма, комп'ютерне моделювання.*

Вступ. Висока якість виробу з пластмаси буде досягнута, якщо обрані матеріал і технологічний процес будуть задовольняти заданим експлуатаційним вимогам: електричної та механічної міцності, діелектричної проникності, тангенсу кута діелектричних втрат, міцності, щільності і т.п. Ці вимоги мають бути враховані при створенні елементної бази (мікросхем) та елементів базових несучих конструкцій (БНК), друкованих плат, панелей, рам, стійок, каркасів та ін.

На сучасному етапі виготовлення прес-форм користується високим попитом. Але це дуже трудомісткий процес, і навіть на виготовлення прес-форми для маленьких деталей йде 3 місяці. За цей час розробник повинен визначити вимоги до зовнішнього вигляду деталі, покриття, визначити масу, зробити розрахунок на міцність, вибрати матеріал. І для створення цієї конкретної деталі повинна бути виготовлена прес-форма.

Постановка завдання. Розробити метод інтеграції етапу попереднього комп'ютерного проектування та моделювання процесу лиття полімерних деталей електропобутової техніки.

Результати досліджень. Пластмаси - матеріали на основі органічних природних, синтетичних або органічних полімерів, з яких можна після нагріву і впливу тиском формувати вироби складної конфігурації.

Висока якість виробу з пластмаси буде досягнута, якщо обрані матеріал і технологічний процес будуть задовольняти заданим експлуатаційним вимогам: електричної та механічної міцності, діелектричної проникності, тангенсу кута діелектричних втрат, міцності, щільності і т.п. Ці вимоги мають бути враховані при

створенні елементної бази (мікросхем) та елементів базових несучих конструкцій (БНК), друкованих плат, панелей, рам, стійок, каркасів та ін.

Для виробництва конкретного виробу так само, як і для переробки кожного полімерного матеріалу, може бути використано кілька різних технологій. Звідси неминучий вибір оптимального методу формотворення виробу. Тут першорядне значення мають вигляд, форма і розміри виробу, а також тиражність; важливі і екологічні аспекти виробництва. Стабільність властивостей виробів з полімерів забезпечується правильним вибором і точністю виконання режимів формотворення.

Процес лиття полімерів під тиском на сьогодні є найбільш популярною технологією виготовлення полімерних деталей, у тому числі й у легкій промисловості.

Лиття під тиском має багато переваг, але, щоб ще більше оптимізувати процес виробництва та зменшити витрати можна використовувати спеціалізоване програмне забезпечення. Його використання суттєво зменшує затрати на багаторазове виготовлення прес-преформ, перевитрати матеріалу, зменшує кількість браку.

Для лиття під тиском використовується дорога високотехнологічна оснастка, тому помилки, допущені у процесі проектування виробу, а відповідно і оснастки, призводять до значних матеріальних витрат та браку продукції. Попереднє моделювання процесу лиття дозволяє уникнути цих проблем.

Попереднє моделювання доцільно проводити з використанням програмних середовищ SolidWorks™ та Autodesk™ MoldFlow®. Проектування моделей виробу проводиться безпосередньо у SolidWorks™, а моделювання процесу лиття полімерів під тиском з врахуванням всіх параметрів матеріалу, умов виготовлення та ін. проводиться у середовищі Autodesk™ MoldFlow®.

Для прикладу розроблена модель праски та спроектований процес виготовлення корпусу. Загальний вигляд моделі був спроектований у середовищі SolidWorks™, звідти були експортовані та змодельовані корпусні деталі.

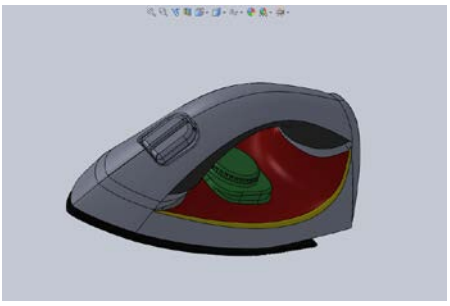


Рис. 1 **Загальний вигляд моделі у SolidWorks™**

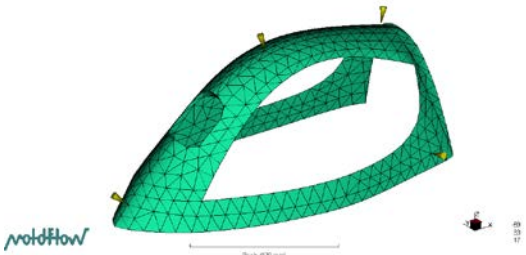
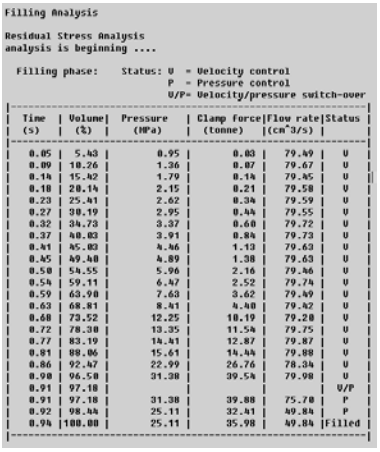


Рис. 2 **Зовнішня частина корпусу праски, розбита на сектори у Autodesk™ MoldFlow®**



Filling Analysis

Residual Stress Analysis
analysis is beginning ....

Filling phase: Status: V = Velocity control
P = Pressure control
V/P= Velocity/pressure switch-over

Time (s)	Volume (%)	Pressure (MPa)	Clamp Force (tonne)	Flow rate (cm^3/s)	Status
0.05	5.43	0.95	0.03	79.49	V
0.09	10.26	1.36	0.07	79.67	V
0.14	15.42	1.79	0.14	79.45	V
0.18	20.14	2.15	0.21	79.58	V
0.23	25.41	2.62	0.34	79.59	V
0.27	30.19	2.95	0.44	79.55	V
0.32	34.73	3.37	0.60	79.72	V
0.37	40.03	3.91	0.84	79.73	V
0.41	45.03	4.46	1.13	79.63	V
0.45	49.48	4.89	1.38	79.63	V
0.50	54.55	5.96	2.16	79.46	V
0.54	59.11	6.47	2.52	79.74	V
0.59	63.90	7.63	3.62	79.49	V
0.63	68.81	8.41	4.40	79.42	V
0.68	73.52	12.25	10.19	79.20	V
0.72	78.30	13.35	11.54	79.75	V
0.77	83.19	14.41	12.87	79.87	V
0.81	88.06	15.61	14.44	79.88	V
0.86	92.47	22.99	26.76	78.34	V
0.90	96.58	31.38	39.54	79.98	V
0.91	97.18				V/P
0.91	97.18	31.38	39.88	75.70	P
0.92	98.44	25.11	32.41	49.84	P
0.94	100.00	25.11	35.98	49.84	Filled

Рис. 3 **Аналіз процесу лиття у вигляді таблиці («скріншот»)**

На рисунку 3 представлено «скріншот» таблиці, яка описує процес заповнення прес-форми. Представлена зміна параметрів лиття в залежності від часу заповнення прес-форми: відсоток заповнення, тиск у прес-формі, зусилля затискання форми, швидкість потоку розплаву та статус (заповнення форми або витримка під тиском).

Також можна змоделювати можливі внутрішні дефекти, які можуть сформуватися у процесі виробництва – спаї, що утворюються при зустрічі потоків розплаву, повітряні вкраплення, які можуть утворитися внаслідок швидкого затвердіння матеріалу. При моделюванні треба намагатись максимально уникати подібних дефектів, особливо у вразливих чи тонких небезпечних з'єднаннях.

Висновки. Для лиття під тиском використовується дорога високотехнологічна оснастка, тому помилки, допущені у процесі проектування виробу, а відповідно і оснастки, призводять до значних матеріальних витрат та браку продукції. попереднє моделювання процесу лиття дозволяє уникнути цих проблем.

Використання вищезазначених засобів дозволяє отримати візуальне зображення готової моделі потрібного виробу з робочими параметрами, провести аналіз дефектів та недоліків виробу, що дозволяє уникнути додаткових витрат перед запуском виробу в серійне виготовлення.

Список використаних джерел

1. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 445 с.

2. Бихлер М. Параметры процесса литья под давлением. Demag Plastservice, 2001. -129с

3. Будник А.Ф., Юскаєв В.Б., Будник О.А. Неметалеві матеріали в сучасному суспільстві – Навчальний посібник.- Суми: Вид-во СумДУ, 2008. -222

4. Оссвальд Т.А., Тунг Л.-Ш., Грэманн П.Дж. Литье пластмасс под давлением Перевод с англ. под ред. Э. Л. Калинчева - СПб.: Профессия, 2006. - 712 стр.

5. Сокольський О.Л., Сівецький В.І., Мікульонок І.О. Проектування формуючих пристроїв обладнання для переробки пластмас. Київ: НТУУ "КПІ", 2014. — 130 с.

References

1. Alyamovskii A.A. (2012). SolidWorks Simulation. Kak reshat prakticheskie zadachi *[SolidWorks Simulation. How to solve practical tasks]*. SPb.: BHV-Peterburg [in Russian].

2. Bichler M. (2001). Prozessgrößen beim Spritzgießen: Analyse und Optimierung. Demag Plastservice.

3. Budnik A.F., Yuskayev V.B. & Budnik O.A. (2008). Nemetalevi materialy v suchasnomu suspilstvi.*[Non-metal materials in modern society]*. Sumi: SumDU Publishing [in Ukrainian].

4. Tim A. Osswald, Lih-Sheng Turng & Paul J. Gramann (2008). Injection Molding Handbook, (Second Edition). Carl Hanser Publishers.

5. Sokolsiy O.L., Sivetskiy V.I. & Mikulyonok I.O. (2014). Proektuvannya formuyuchih pristroyiv obladnannya dlya pererobki plastmas *[Designing of forming equipment for plastic processing]*. Kyiv: NTUU "KPI" [in Ukrainian].

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЛИТЬЯ ПОЛИМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОБЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

ВОЛЯНИК О.Ю., КУЛІК Т.И.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка рекомендаций по повышению эффективности процессов производства полимерных деталей электробытовой техники за счет оптимизации процесса подготовки и проектирования литейных пресс-форм.

Методика. Для улучшения и оптимизации процессов проектирования и подготовки литейных пресс-форм нужно интегрировать современные технологии компьютерного проектирования в технологический процесс изготовления пресс-форм для деталей.

Результаты. Разработан метод предварительного проектирования и анализа процесса изготовления полимерных деталей.

Научная новизна. Повышение качества изготовленных деталей, уменьшение затрат на проектирование и изготовление литьевых пресс-форм за счет введения в технологический процесс этап компьютерного проектирования и моделирования процесса.

Практическая значимость. Из-за введения дополнительного этапа компьютерного моделирования и проектирования процессов литья уменьшаются фактические затраты на производство, переработку и утилизацию бракованных деталей.

Ключевые слова: *литье, полимеры, пресс-форма, компьютерное моделирование.*

IMPROVEMENT OF THE MOLDING OF POLYMER PARTS OF ELECTRICAL APPLIANCES

VOLIANYK O.Y., KULIK T.I.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose. Development of recommendations to improve the effectiveness of the production of polymer parts of household appliances by optimizing the production process and the design of the casting molds.

Methods. In order to improve and optimize the design and preparation of casting molds to integrate modern technology computer-aided design into the process of manufacture of molds for parts.

Results. A method for the preliminary design and analysis of the production of polymeric parts.

Scientific novelty. Improving the quality of manufactured parts, reducing the cost of design and manufacture of injection molds by introducing into the process step of computer-aided design and modeling process.

The practical significance. Due to the introduction of an additional stage of computer modeling and design of casting processes reduce the actual costs of production, processing and disposal of defective parts.

Keywords: *molding, polymers, mold, computer simulation.*