

УДК 678:67.02

**Яременко В.В.**, наук. кер. Равська Н. С., проф., д.т.н..

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського", м. Київ, e-mail: itm@kpi.ua

## **ФОРМОУТВОРЮЮЧИЙ ІНСТРУМЕНТ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСІВ З ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ**

На сьогоднішній день виробни з пластмас все активніше витісняють альтернативні матеріали для виготовлення ємностей, корпусів та комплектуючих для виробництв будь-якого напрямку. Це, в першу чергу, пов'язано з універсальністю полімерних матеріалів. На відміну від металів пластик стійкий до 95% речовин наявних в природі та оточуючому середовищі.

Для більшості виробників електроніки підбір необхідного корпусу для нового приладу є серйозною проблемою. В більшості випадків виробники намагаються знайти максимально зручний стандартний корпус, а потім, відштовхуючись від нього, шукають необхідні технології та компоновки приладу. Між тим, коли величина серії виробу наближається до 1000 шт. в рік, варто звернути увагу на створення конкретних прес-форм для нового корпусу. Переваги корпусу власної конструкції очевидні, а його основні недоліки – вартість оснастки і час її виготовлення. Повний цикл створення корпусу від початку розробки до серійного виробу складає від 2 до 6 місяців, а його вартість для більшості приладів знаходиться в діапазоні від 5 до 25 тис. дол. США. При цьому подальша вартість виготовлення складає 0,1 – 0,2 дол. США за корпус.

Проте в даному випадку розглядається наступна ситуація: ряд виробників електротехнічної продукції зацікавлені у виготовленні одиничних або малих серій виробів. Це обумовлено специфікою галузі (наприклад, професійна високоякісна аудіо- та електротехніка) та умовами ринку. Замовники даного виду приладів зацікавлені у конкретному наповненні приладу з точки зору його компоновки та функцій, а також вимог до дизайну та сертифікаційних умов.

Тобто область дослідження можна охарактеризувати наступним чином:

- Виробництво продукції, обсяг випуску якої за весь життєвий цикл не перевищує 1000 штук. Зазвичай це об'єкти спеціального приладобудування, тривалість випуску яких визначається конкурентною боротьбою, а обсяги випуску - заздалегідь відомим числом споживачів.
- Виробництво випереджальних партій продукції паралельно з процесом підготовки масового виробництва і основного інструментального оснащення. Це характерно для комплексних виробів загального приладобудування, де тривалість виходу нового виробу на ринок значна, а фактор лідерства на ринку по виходу оновленої продукції має критичне значення.
- Виробництво малих серій і дослідних партій високотехнологічних і/або наукоємних об'єктів з метою проведення маркетингових досліджень або попереднього тестування. Зазвичай це об'єкти масового виробництва, де конкуренція на рівні функціональних властивостей досягла своєї межі. У даній ситуації на перше місце в боротьбі за переваги споживача виходять ергономіка і дизайн, зовнішній вигляд і упаковка. За допомогою попереднього тестування знижується комерційний ризик.
- Виробництво дослідних партій продукції для попередніх, оціночних та інших видів випробувань. Метою є отримання деталей, що визначають споживчі якості всього виробу. Для вирішення даного завдання використання матеріалів-замінників неприпустимо.

З точки зору формуютьорюючого інструменту та технології виготовлення корпусної деталі електроприладу було звернуто увагу на типові технології роботи з полімерними матеріалами.

Найбільш ефективним рішенням з точки зору можливої конструкції та економічності було прийнято процес термоформування пластику.

Термоформування, технологія гарячого вакуумного формування - це виробництво виробів з термопластичних матеріалів в гарячому вигляді методом впливу вакууму або низького тиску повітря.

Обравши технологію здатну виготовити просторову деталь з листової заготовки слід звернути увагу на декілька важливих аспектів. Перш за все – тонкостінна деталь не має потовщень та відливів для монтажу кріплення, надання жорсткості конструкції. Тому типову конструкцію корпусу необхідно переглянути та адаптувати для нового процесу. Крім того процес чутливий до температурних режимів, що в високій мірі впливають на якість виробу; має вимоги щодо радіусів спряжень поверхонь та площі формування. Так як площа зформованої деталі значно відрізняється від площі заготовки (листа) – з'являються локальні потоншення деталі. Проте слід зазначити, що вище наведений ряд проблем можна успішно вирішити, ще на етапі розробки виробу та оснастки, застосовуючи сучасні можливості САПР та моделювання поведінки матеріалу при заданих умовах.

До особливостей процесу відноситься також те, що тільки одна поверхня листа знаходиться в контакті з формуючим інструментом. Тому тільки одна сторона виробу буде точно повторювати конфігурацію форми. Конфігурація зворотньої сторони буде залежати від витяжки матеріалу.

#### **За результатами проведених досліджень можна зробити такі висновки:**

- 1) Усунення втрат часу й ресурсів при малосерійному випуску продукції можливо за рахунок раціонального вибору технологічних процесів, адаптивного проектування оснастки та конструкції виробу;
- 2) Забезпечення якості у впроваджених виробничих процесах передбачається на етапі розробки конструкції виробу та формоутворюючого інструменту, шляхом аналізу процесу витяжки та корекції параметрів процесу в конкретному випадку;
- 3) Запропоновано економічно ефективнішу та надійну альтернативу більш вартісним технологіям – технологію вакуумного термоформування полімерних матеріалів, конструкцію формоутворюючого інструменту для обраної конструкції;
- 4) Удосконалення виробничого процесу вакуумного термоформування можливе за рахунок скорочення підготовчих (підготовка листів, закріплення на верстаті і т.д.) та фінішних етапів (монтаж кріплень, лако-фарбове покриття, вирізка, виймання з форми і т.д.) за рахунок їх автоматизації, аналізу та вдосконалення кріпильних елементів і впровадження їх в процесі власне формування, застосування попередньо пофарбованих листів;
- 5) Процес вакуумного термоформування є ефективним лише в певному проміжку об'єму випуску продукції. Цей об'єм залежить здебільшого від габаритних розмірів деталі і становить не більше 5000 шт.. Тобто процес можна використовувати при одиничному та малосерійному виробництві.

#### **Список використаних джерел:**

1. Басов Н.И. Расчет и конструирование формующего инструмента / Басов Н.И., Брагинский В.А., Казаков Ю.В. - М. "Химия", 1991. - 352 с.
2. Иллинг. А Термоформование: практическое руководство/ Иллинг А, Шварцман П. - С. "Профессия", 2006. - 288 с.
3. Калинин Э.Л. Свойства и переработка термопластов. - Л. "Химия", 1983. - 145 с.
4. Комаров В.Г. Способы соединения деталей из пластических масс. - М. "Химия", 1979. - 144 с.