

Mgr inż. Sylwester OLESZEK
Pol-Am-Pack S.A.

DOI: 10.17814/mechanik.2015.7.276

PROCES MODELOWANIA GEOMETRYCZNEGO BUTELKI GRAWEROWANEJ O ZŁOŻONEJ POSTACI

Streszczenie: Celem pracy jest przedstawienie procesu modelowania wybranego okrągłego opakowania szklanego o złożonej postaci z użyciem programu Creo Parametric 2.0 przy wykorzystaniu technik powszechnie używanych w branży opakowań szklanych.

THE PROCESS OF GEOMETRIC MODELLING OF THE COMPLEX AND ENGRAVED GLASS CONTAINER

Abstract: The purpose of this paper is to trace the modelling process of the chosen complex round glass container using Creo Parametric 2.0 with the techniques commonly used in the field of glass containers designing.

Słowa kluczowe: opakowania szklane, Creo Parametric, modelowanie 3D
Keywords: glass containers, Creo Parametric, modelling 3D

1. WPROWADZENIE

Zgodnie z teorią towaroznawstwa każde opakowanie powinno spełniać pewne podstawowe kryteria. Istnieje wiele różnych definicji samego pojęcia „opakowania”, jednak zazwyczaj wyróżnia się trzy podstawowe funkcje:

1. Techniczną – umożliwiającą dystrybucję, konsumpcję oraz ochronę przechowywanego produktu.
2. Ekonomiczną – obejmującą relację kosztów wytworzenia opakowania do kosztów wytworzenia towaru.
3. Estetyczną – stanowiącą wartość estetyczną i niekiedy – całkowicie niesłusznie – zwaną promocyjną lub marketingową [4].

Zadaniem konstruktora podczas procesu projektowo-konstrukcyjnego jest jak najlepsze pogodzenie wymienionych wyżej funkcji. W proces rozwoju nowego produktu w branży opakowań szklanych, szczególnie w jego początkowych etapach, jest zaangażowanych wiele różnych działów – zarówno po stronie klienta, jak i huty szkła, a często aktywny udział biorą także agencje reklamowe. Jednak to właśnie konstruktor razem z koordynatorem nowych wdrożeń jest ogniwem łączącym wszystkie inne elementy. W wysoko pozycjonowanych markach, takich jak np. ekskluzywne alkohole, czas wdrożenia liczony od inicjacji nowego zlecenia do pierwszej produkcji próbnej może być dłuższy niż jeden rok. Czas trwania etapu modelowania jest uzależniony od kształtu opakowania i założeń początkowych, które są dostarczane do działu konstrukcyjnego w postaci danych projektowych. Jednak szczególnie podczas wdrażania zupełnie nowych wzorów opakowań, zanim dojdzie do akceptacji ostatecznego kształtu, wykonywanych jest kilka, a czasami kilkanaście lub nawet kilkadziesiąt wersji.

2. ZAŁOŻENIA POCZĄTKOWE

W rozdziale tym zaprezentowany został przykład modelowania istniejącej na rynku butelki grawerowanej o złożonej postaci geometrycznej z użyciem programu Creo Parametric 2.0. Opiswane opakowanie zostało przedstawione na rys. 1.



Rys. 1. Wizualizacja opisywanego opakowania

Pierwszym etapem procesu projektowo-konstrukcyjnego jest pozyskiwanie danych projektowych, na które składają się głównie:

1. Parametry opakowania i wartości graniczne, takie jak: pojemność całkowita, poziom napełnienia, masa opakowania, pożądaną przez klienta zakres wysokości oraz średnic maksymalnych.

2. Czynniki związane ze stroną wizualną opakowania: ogólna koncepcja wyglądu opakowania – szkice lub wizualizacje, ogólne wytyczne klienta, rozmieszczenie etykiet, rodzaje i rozmieszczenie zdobień oraz rodzaj stosowanej zakrywki (co determinuje rodzaj główki).

Etap ten jest bardzo istotny ze względu na wyznaczenie ogólnego kierunku rozwoju nowego produktu, określenie głównego celu i kryteriów, którymi powinni kierować się konstruktorzy w pracach nad nowym opakowaniem. Ma to kluczowe znaczenie w aspekcie szybkiego osiągnięcia końcowej wersji projektu, który maksymalnie spełnia oczekiwania klienta, a jednocześnie jest możliwy do wdrożenia do produkcji masowej. Szczególne znaczenie odgrywa tutaj doświadczenie osoby odpowiedzialnej za koordynację wdrożeń nowych produktów, gdyż bardzo często dane dostarczane przez klienta są bardzo ogólne (lecz w jego przeświadczeniu wystarczające).

W omawianym przykładzie dział marketingu dostarczył rysunek przedstawiający ogólny kształt i koncepcję opakowania, profile zdobień oraz parametry butelki:

– pojemność docelowa: 500 ml, przy poziomie napełnienia około 52 mm, co odpowiada pojemności całkowitej 517 ml,

– masa opakowania – 290 g,

– wysokość całkowita – około 240 mm,

– średnica maksymalna – około 76 mm,

– klient chce zastosować długą nakrywkę o rozmiarze 28 x 44,

– klient stosuje mechaniczne pozycjonowanie na linii rozlewniczej.

Dostarczone przez klienta rysunki zostały przedstawione na rysunkach 2 i 3.

uwadze wymagania klienta, został dobrany ustnik zgodny z normą CE.T.I.E. GME30.06 [3] pozwalający stosować długą nakrywkę.

Po dodaniu ustnika do złożenia należy połączyć obydwie elementy tak, aby stanowiły jedną bryłę. Opakowanie po ukończeniu tej operacji zostało przedstawione na rysunku 4.

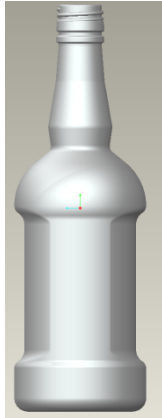


Rys. 4. Złożenie korpusu i zamknięcia

Kolejnym krokiem jest wykonanie zagłębień w środkowej części korpusu, które są w tym przypadku najważniejszym elementem nadającym butelce dystynktywny charakter. Zostało to wykonane poprzez przeciągnięcie profilu stanowiącego przekrój poprzeczny zagłębienia i określającego jego zagłębienie w korpusie po krzywej przewodniej (trajektorii). Wykonano w ten sposób jedną połowę zagłębienia po jednej stronie butelki, a następnie skopiowano je odbiciem lustrzanym i w ostatnim kroku, używając ponownie narzędzia odbicia lustrzanego, skopiowano całe zagłębienie względem jej płaszczyzny symetrii. Czynnością wykańczającą jest dodanie zaokrągleń. Gotowe zagłębienie przedstawiono na rysunku 5.

Kolejnym etapem będzie umieszczenie na bokach butelki zdobień w postaci napisów. Wykorzystane do tego celu zostaną przesłane przez klienta pliki wektorowe. Po zaimportowaniu pliku z napisem do programu CAD oraz określeniu jego położenia został on zrzutowany na korpus butelki. W następnym kroku zrzutowanemu profilowi nadano grubość i został skopiowany na drugą stronę butelki.

Po zrobieniu zdobień na bokach butelki wykonano znajdujące się po przeciwległych stronach zdobienia w dolnej części korpusu oraz na polu etykietowym. Procedura postępowania w tym przypadku jest taka sama, natomiast w przypadku napisu w dolnej części korpusu wykonano go jako wklęsły. Zostało to podyktowane względami praktycznymi, a mianowicie tym, że jest to powierzchnia, którą opakowania stykają się na przenośnikach taśmowych podczas transportu w hucie szkła oraz w trakcie procesu napełniania u klienta. Biorąc pod uwagę obecne szybkości napełniania, często przekraczające 40 000 butelek na godzinę, mogłoby to powodować uszkodzenia butelek i przestoje na liniach. Na rysunkach 6, 7 i 8 pokazano poszczególne etapy wykonywania grawerów.



Rys. 5.
Konstrukcja
zagłębienia
w korpusie



Rys. 6. Napis
z nadaną
wartością
wypukłości



Rys. 7. Grawerka
na polu
etykietowym po
nadaniu
wypukłości



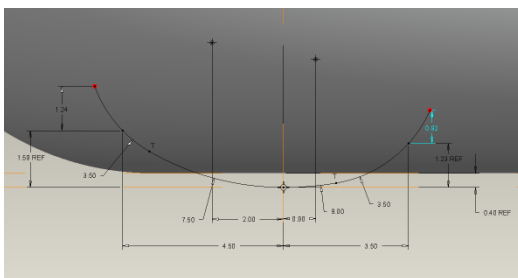
Rys. 8. Wklęsła grawerka
w dolnej części korpusu

Kolejnym elementem, który został wykonany, jest moletka, a więc ta część opakowania, którą butelka styka się z podłożem. Moletkę wykonuje się w postaci grawerowanych elementów – tzw. ryfli. W omawianym przypadku zastosowano ryfle skośne. Pierwszym krokiem jest zdefiniowanie położenia i kąta skręcenia ryfli. Należy zatem utworzyć referencje tworzonej cechy poprzez odpowiednie ustawienie płaszczyzn i osi. Najważniejszą referencją jest płaszczyzna oddalona od środka butelki o połowę średnicy podstawy i obrócona o kąt skręcenia ryfla, który wynosi 30° . Na tej właśnie płaszczyźnie wykonano krzywą prowadzącą, która będzie trajektorią przeciągnięcia profilu poprzecznego ryfla (rys. 9).

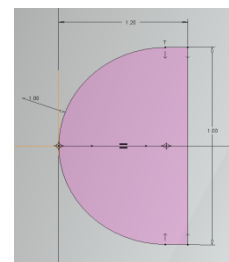
Przyjęto, że wypukłość moletki wynosi 0,4 mm, a środkiem ryfla jest oś skręcenia płaszczyzny profilu. Następnie na płaszczyźnie prostopadłej do utworzonej trajektorii utworzono przeciągany profil, który określa przekrój poprzeczny ryfla (rys. 10).

W ostatnim kroku powielono wykonany element względem osi symetrii, używając narzędzia Pattern.

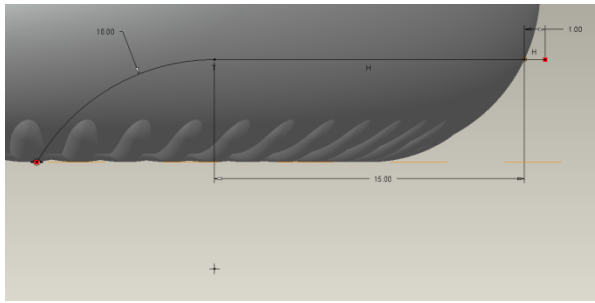
Butelki zawierające dokładnie określone pole etykietowe muszą być pozycjonowane na liniach rozlewniczych w celu precyzyjnego naklejenia etykiety. W tym celu stosuje się elementy zwane orientatorami lub też pozycjonerami. W omawianym przykładzie zastosowano orientator dolny wykonany w postaci wcięcia w dnie. Dobierając wymiary pozycjonera skorzystano z normy CE.T.I.E. DT 19.00 [2]. Element ten wykonano cechą wycinania przeciągnięciem profilu po trajektorii. Zarys trajektorii przedstawiono na rysunku 11, natomiast profil poprzeczny na rysunku 12. Po ukończeniu pozycjonera dolnego należy wyłączyć z powtórzenia trzy ryfle moletki, gdyż cechy te nakładają się.



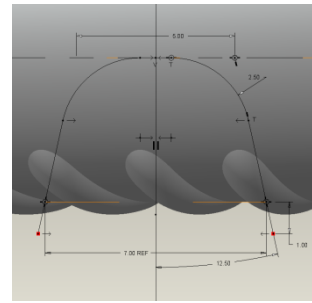
Rys. 9. Trajektorja cechy przeciągnięcia ryfla



Rys. 10. Profil określający przekrój
poprzeczny ryfla



Rys. 11. Profil określający trajektorię ryfla

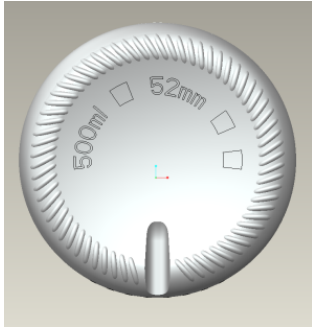


Rys. 12. Profil określający przekrój poprzeczny ryfla

Kolejnym elementem, który został wykonany, jest kod kropkowy. Na modelu opakowania wykonuje się go w sposób symboliczny w postaci naniesionego na bryłę butelki profilu symbolizującego kod. Ważne jest natomiast jego pozycjonowanie – w tym właśnie miejscu zostanie wykonany na butelce. Utworzono więc płaszczyznę prostopadłą do osi symetrii i wyznaczono krzywą, jaka powstanie w wyniku przecięcia tej płaszczyzny z powierzchnią pięty butelki (narzędzie Intersect). Na bazie powstałej krzywej utworzono wyciągnięcie płata powierzchniowego prostopadłe do płaszczyzny, następnie utworzono płaszczyznę styczną do tego płata i prostopadłą do płaszczyzny przecinającej podstawę. Na tej płaszczyźnie utworzono profil kodu kropkowego, który „nawinięto” na płat powierzchniowy narzędziem Wrap, a następnie zrzutowano prostopadłe na podstawę narzędziem Project.

Drugim elementem znakowania opakowań są napisy, które określa ustawa o towarach paczkowanych z 7 maja 2009 roku. W omawianym przypadku napisy znajdują się na dnie butelki i zawierają wartość pojemności nominalnej, odwrócony znak epsilon (oznaczający pojemniki miarowe), wartość poziomu napełnienia, znak handlowy huty oraz numer formy, przy czym niektóre elementy, jak na przykład logo firmy lub odwrócony znak epsilon, oznacza się symbolicznie, gdyż producent form podczas ich wykonywania korzysta z oddzielnych specyfikacji szczegółowo określających ich wymiary. Napisy na modelu wykonuje się jako profil rzutowany na powierzchnię wypukłości dna. W tym celu na płaszczyźnie prostopadłej do osi symetrii utworzono konstrukcyjny okrąg, który będzie określał średnicę rozmieszczenia napisów. Na tym okręgu umieszczono napis, a efekt zawinięcia osiągnięto funkcją Place Along Curve. Na rysunku nr 13 przedstawiono widok napisów w dnie, moletki oraz pozycjonera.

Jednym z najważniejszych elementów weryfikacji poprawności projektu opakowania jest sprawdzenie jego kąta przechyłu. Wartość tego parametru jest szczególnie istotna z punktu widzenia klienta, gdyż stanowi wyznacznik stabilności butelki w trakcie transportu na przenośnikach taśmowych. Aby wyznaczyć ten parametr, odczytano najpierw położenie środka ciężkości na osi Y za pomocą narzędzia MASS PROPERTIES. Następnie przekształcono narzędzie MASS PROPERTIES w cechę, wybierając z menu rozwijalnego pozycję FEATURE. Następnie dodano do modelu punkt, którego położenie odzwierciedla położenie środka ciężkości butelki. W kolejnym kroku utworzono profil w postaci prostej łączącej utworzony punkt ze środkiem promienia podstawy butelki i odczytano wartość kąta przechyłu, który wynosi $21,6^\circ$ (rys. 14). Według normy CE.T.I.E. FS 01 [1] by butelka była stabilna, wartość tego kąta nie powinna być mniejsza niż 15° .



Rys. 13. Napisy w dnie



Rys. 14. Pomiar kąta przechyłu

Odczytana pojemność butelki łącznie ze szkłem przy masie 290 gram i pojemności nominalnej wsadu 500 ml wynosi 637,8 cm³.

Ostateczną wersję modelu butelki pokazano na rysunku 15.



Rys. 15. Ostateczna wersja modelu

3. WNIOSKI

- Jakość procesu modelowania opakowania szklanego o złożonej postaci zależy od dostarczonych danych projektowych – im więcej informacji na temat nowego wyrobu one zawierają (szczególnie dotyczących kształtu i zdobień), tym sprawniej przebiega sam proces.
- Opakowania o złożonym kształcie wymagają od konstruktora dosyć dużego doświadczenia, gdyż nawet jeżeli sam proces modelowania wydaje się nieskomplikowany, to trzeba mieć na uwadze możliwość konieczności wprowadzania wielu zmian do modelu i dalszej z nim pracy.
- Doświadczony konstruktor powinien być w stanie już na wstępnym etapie – posiadając dane projektowe i szkice przedstawiające koncepcję kształtu – określić i zaplanować przebieg procesu projektowo-konstrukcyjnego.

LITERATURA

[1] CE.T.I.E. FS 01 *Tip angle*.

[2] CE.T.I.E. DT 19.00 *Labelling spotting bar*.

[3] CE.T.I.E. *GME 30.06*.

[4] Hales F.C.: *Opakowanie jako instrument marketingu*, PWE, Warszawa, 1999.