



## Эволюция преформ из ПЭТФ

Н.В. Литовкина, «ТД Днепро Пласт», г. Днепропетровск

Полиэтилентерефталат (ПЭТФ) является удивительным, универсальным, практически идеальным материалом для изготовления различных видов упаковки. Наибольшее применение при этом получили бутылки из ПЭТФ, которые используют для упаковывания минеральной воды, напитков, соков, пива, растительных масел, химической и других видов жидкой и пастообразной продукции. Производство их в разных странах исчисляется миллиардами, а всего в мире ежегодное изготовление бутылок из ПЭТФ перевалило за 100 млрд шт.

Чем же вызвано такое широкое распространение бутылок из такого загадочного упаковочного материала, каким является ПЭТФ, открытый в 40-е годы прошлого столетия?

Во-первых, его уникальными свойствами. Он легкий (плотность 1,36 г/см<sup>3</sup>), термостоек в диапазоне температур от -40 до +200 °С. Устойчив к действию разбавленных кислот, масел, спиртов, минеральных солей и большинства органических соединений. Обладает высокими барьерными свойствами по отношению практически ко всем газам и минимально адсорбирует запахи. Имеет высокую прочность и жесткость, поверхностную твердость, хорошие электроизоляционные свойства, высокую прозрачность, устойчив к деформациям, без вкуса и запаха. Изделия из него устойчивы к удару и растрескиванию. Воспламеняется ПЭТФ с трудом, а при удалении огня гаснет.

Во-вторых, тем, что ПЭТФ способен неоднократно без изменения своих основных свойств переходить из твердого состояния в расплав и обратно. Это дает ему возможность в процессе производства изделия не только приобретать практически любую форму, но и легко утилизироваться, а в отдельных случаях использоваться повторно. ПЭТФ обладает низкой вязкостью расплава и перерабатывается в изделия экструзией, литьем под давлением, термо-, вакуум- и пневмоформованием. При этом необходимо соблюдать содержание влаги в гранулах ПЭТФ перед их переработкой не более 0,003–0,004 мас. %.

По оценкам экспертов, вскоре 40–50 % всей жидкой продукции в мире будет упаковываться в тару из ПЭТФ. Уже сегодня крупнейшими рынками в Европе по производству и потреблению тары из ПЭТФ являются рынки Италии, Франции, Испании, Португалии, Германии, Австрии, Великобритании и других стран. Мировая структура распределения тары из ПЭТФ по группам упаковываемой продукции приведена на рис. 1.

Украинский рынок тары из ПЭТФ определяется и характеризуется по крайней мере двумя важными обстоятельствами. Во-первых, в Украине нет производства гранул ПЭТФ. Их импортируют из Китая, Кореи, Германии, Индии, Польши, Беларуси, России и других стран. Скорее всего, в течение ближайших 15–20 лет производство гранул ПЭТФ в Украине не появится. По крайней мере по двум причинам: избыток мировых мощностей, высокая стоимость капиталовложений.

Во-вторых, бизнес по производству преформ для изготовления тары из ПЭТФ не только является дорогим по капитальным вложениям (хотя и прибыльным), но и конкурентным как в Украине, так и за ее пределами. В Украине преформы производят около 20 компаний, самыми крупными из которых являются «Ретал», «Сирус Экструджен», «Олди».

Бутылки из ПЭТФ изготавливаются двумя способами: одно- и двустадийным. Наибольшее распространение в мире получил двустадийный способ, при котором на первой стадии методом литья под давлением изготавливаются преформы (заготовки для бутылок), а на втором — выдуваются бутылки. Следует заметить, что при

изготовлении преформ ПЭТФ перерабатывается при 280–300 °С. При таких температурах возможна термодеструкция полимера, катализатором которой может служить повышенное содержание влаги в ПЭТФ. При этом снижаются прочностные свойства полимера, у него появляется желтый оттенок, повышается хрупкость бутылок из ПЭТФ. Вот почему важной технологической операцией является предварительное высушивание гранул ПЭТФ.

Преформа по своей конструкции (рис. 2) представляет собой сосуд в виде пробирки, состоящий из пяти сегментов: резьбовой горловины, конусной части, корпуса, дна и литника. *Резьбовая горловина* — это часть преформы, которая при выдуве бутылок не изменяет форму и по своей конструкции и геометрическим размерам полностью соответствует горловине бутылки с резьбовой частью. *Переход от горловины к корпусу* преформы имеет конусную форму. Это

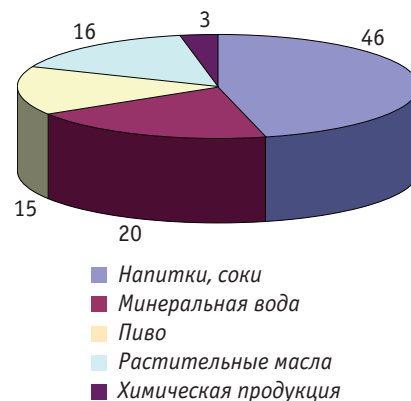


Рис. 1. Структура использования тары из ПЭТФ в мире для упаковывания продукции, %

обеспечивает быстрое высвобождение преформ из литевой формы, что сокращает цикл литья под давлением. Кроме того, такая форма способствует переносу вертикального давления при выдуве бутылки на ее боковую стенку, а также повышает способность бутылки выдерживать вертикальные нагрузки.

**Корпус** преформы при его двухосном ориентировании в пресс-форме образует стенки бутылки. При этом кратность вытяжки по оси преформы составляет от 1:2 до 1:3 (определяет соотношение длины преформы к длине бутылки), а по диаметру — от 1:4,3 до 1:6,0 (определяет соотношение диаметра преформы к диаметру бутылки).

**Дно** преформы при двустадийном способе, как правило, круглое. Оно не должно иметь острых внешних и внутренних углов, которые могут быть источниками повышенной кристаллизации, что приводит к увеличению хрупкости. Дно бутылки должно не только выдерживать внутреннее давление, но и обеспечивать ей устойчивое вертикальное положение (например, за счет нескольких боковых ножек).

Качество и все свойства бутылок из ПЭТФ закладываются при изготовлении преформ. Например, высокопрозрачную бутылку можно изготовить из высокопрозрачной преформы, а для этого состояние полимера в преформе должно быть аморфным, так как очаги его кристаллизации в заготовке в последующем, при ее раздуве, приведут к помутнению стенок бутылки.

Для изготовления высококачественных бутылок из ПЭТФ с заранее заданными физико-механическими,

физико-химическими, потребительскими и другими свойствами необходимо составить и регламентировать требования к преформам. Они должны обладать идеальной поверхностью без посторонних включений, быть равнотолщинными по всей длине, соответствовать расчетным конструкторским размерам и идеальной геометрии, иметь стабильную массу. Жесткие требования к состоянию поверхности преформы объясняются тем, что при изготовлении бутылки любой микроскопический дефект преформы проявляется в бутылке в 10-кратном размере.

Конкуренция на практически любом географическом рынке преформ в системе цена/качество диктует необходимость регламентировать и стандартизировать конструктивные элементы преформы, и прежде всего резьбовую горловину. А учитывая, что в стоимости преформ 80–90 % приходится на стоимость сырья — гранул ПЭТФ, то оптимальная масса преформ является важным конкурентным преимуществом. Естественно также то, что масса преформы и, соответственно, изготовленной из нее бутылки, зависит от объема этой бутылки (рис. 3). Однако известно и то, что бутылки одной и той же вместимости могут иметь различную массу. И если корпус, дно, переход от горловины к корпусу имеют разнообразные формы (что диктуется эксклюзивностью бутылки, ее фирменностью или принадлежностью к бренду напитка), а следовательно, и разную массу, то резьбовая горловина, как правило, стандартизована и здесь «разгуляться по массе» не так-то просто. Обычная толщина

стенки корпуса преформы составляет от 2,6 до 4,0 мм. Чем тоньше стенка преформы, тем легче ее прогреть. Это сказывается на производительности процесса (она увеличивается) и влияет на цену преформы (она растет).

Следует также иметь в виду еще несколько обстоятельств. Первое: форму бутылки диктует ее заказчик, и он же в большинстве случаев изготавливает бутылку, превращая корпус и дно преформы в необходимую форму, выдувая ее в пресс-форме. А значит, что он наравне с производителем преформ отвечает за качество бутылки и ее массу.

Второе: резьбовая горловина формируется у производителя преформы, у которого не так много шансов побороться за снижение массы преформы/бутылки в этой ее части. Но как показывает практика, они все же есть. Тем более что именно эта часть преформы ответственна за прохождение бутылок по конвейерам фасовочных и укупорочных автоматов, герметичность бутылок, их открывание, особенно если в них упаковываются газонаполненные напитки. Известно несколько стандартов резьбовых горловин преформ:

- PCO 28 мм — Plastic Closures Only;
- BPF 28 мм — British Plastics Federation;
- Bericap 38 мм;
- Oil.

Последние 20 лет конструкторы и дизайнеры совместно с производителями преформ и бутылок из ПЭТФ во многих странах ведут поиск самых действенных решений в борьбе за минимально-оптимальную массу и качество бутылок (рис. 4).

Итак, за 15 лет масса бутылок 1,5 л для минеральной воды с газом уменьшилась на 26 %, для минеральной воды без газа — на 28,5 %. Подобная тенденция наблюдается для бутылок другой вместимости и для другой жидкой продукции. Естественно, что бесконечно снижать массу бутылок из ПЭТФ невозможно. В дальнейшем каждый шаг по снижению массы бутылки будет более трудным и сложным, требующим серьезных технических решений. И большое значение при этом будет иметь конструкция резьбовой горловины бутылки.

Исторически первым (на рынке около 20 лет) появился стандарт резьбовой

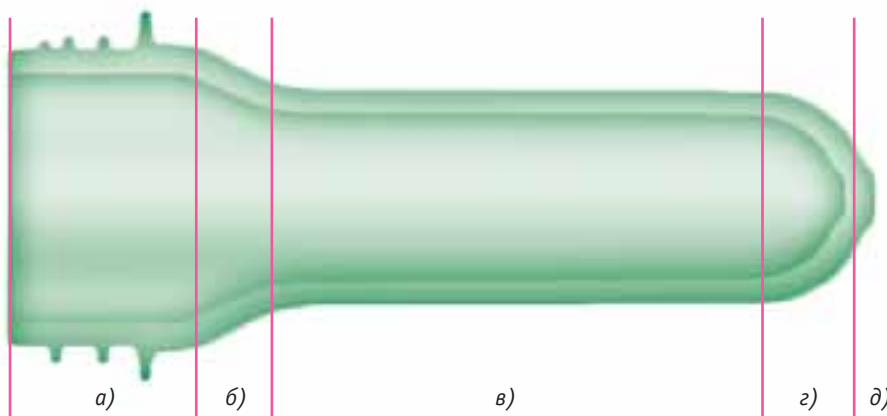


Рис. 2. Преформа из ПЭТФ для изготовления бутылки: резьбовая горловина (а); переход от горловины к корпусу (б); корпус (в); дно (г); литник (д)

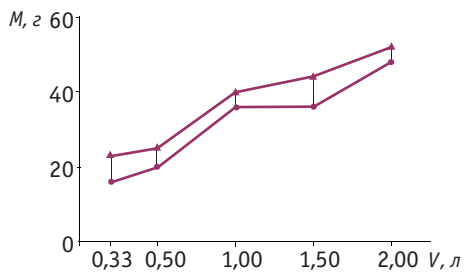
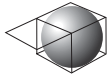


Рис. 3. Зависимость массы преформы от объема изготовленной из нее бутылки (по данным фирм)

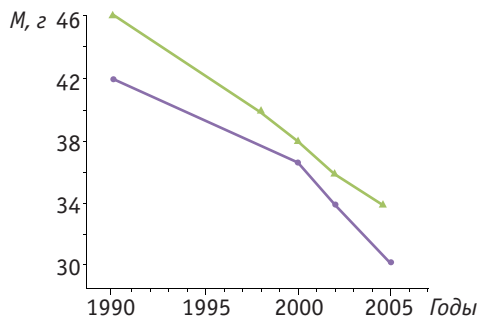


Рис. 4. Изменение массы бутылки из ПЭТФ вместимостью 1,5 л для минеральной воды с газом (—) и без газа (—) в динамике по годам

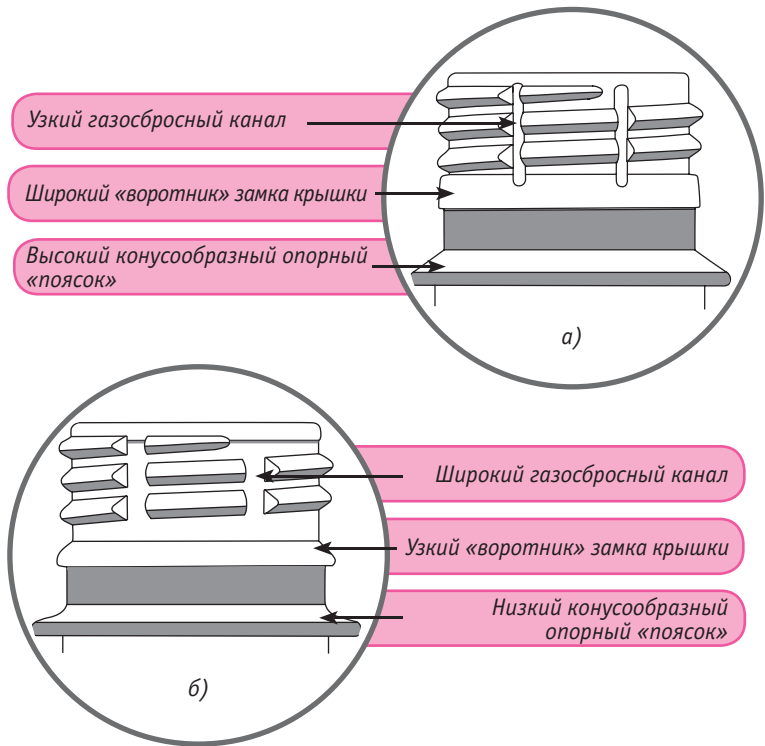


Рис. 5. Резьбовая горловина преформы: стандарт BPF-28 (а); PCO-28 (б)

горловины преформы BPF (рис. 5, а). При массе преформы 42 г масса резьбовой горловины этого стандарта составляет 5,7–6,0 г (в зависимости от геометрии опорного кольца). Горловина имеет узкий газосбросный канал, широкий «воротник» замка крышки и высокий конусообразный опорный

«поясок». Чуть позже (на рынке около 17 лет) появился стандарт резьбовой горловины преформы PCO (рис. 5, б), масса которой составляет 5,1–5,3 г. В соответствии с этим стандартом, горловина имеет широкий газосбросный канал, узкий «воротник» замка крышки и низкий конусообразный

опорный «поясок». Горловины обоих стандартов имеют одинаковые диаметр опорного кольца  $SLDi\alpha = 33$  мм, диаметр под опорным кольцом  $DUS = 25,5–26,0$  мм, внутренний диаметр горловины  $IBD = 21,74$  мм. Использование стандарта PCO улучшает потребительские свойства буты-

Таблица.			
Сравнение горловин преформ стандартов BPF, PCO 1810 и PCO 1881			
	BPF	PCO 1810	PCO 1881
Геометрия			
Высота до опорного кольца HUS, мм	22,8	21,0	17,0
Масса, г	6,0	5,1	3,8

лок из ПЭТФ и снижает их массу на 1–2 г. Это достигается за счет:

- более широкого газосбросного канала, который также снижает риск самовылива сильногазированных напитков при открывании бутылки;
- узкого «воротника» замка крышки, чем облегчается открывание бутылки и обеспечивается равномерный сброс CO<sub>2</sub>;
- использования узкого конусообразного суппортного кольца, что уменьшает брак при автоматическом укупоривании бутылок и одновременно облегчает открывание бутылок.

Вместе с тем переход от стандарта ВРФ на стандарт РСО требует замены или регулировки некоторых узлов выдувного автомата и блока фасования упаковочного оборудования. Для выдувного автомата это регулировка ручья захода преформ по высоте, замена всех дорнов в печи и передающих захватов на манипуляторах, регулировка или замена выдувных наконечников. Для блока фасования продукции это регулировка по высоте

захватов на ополаскивателе, по высоте всего блока фасования, укупорочного узла. Возможны и другие регулировки — в зависимости от типа и конструктивных особенностей оборудования.

В таблице приведено сравнение резьбовой горловины стандарта ВРФ с модифицированными горловинами РСО 1810 и РСО 1881, которые входят все более широкое применение при изготовлении преформ. За счет новой конструкции резьбовой части горловины, герметизирующей ее части удалось уменьшить высоту горловины до опорного кольца HUS до 17 мм (на 25 %) и массу — до 3,8 г (на 36,5 %). Таким образом, использование горловины РСО 1881 дает возможность экономить до 1,3 г на каждой бутылке из ПЭТФ без снижения ее прочностных характеристик. Уже в 2011 г. некоторые производители напитков в Украине перешли на использование бутылок из ПЭТФ с горловиной РСО 1881 (17,2; 19,3; 20,8; 29,8; 37,7 г). В 2012 г. компания Retal расширит ассортимент выпускаемых преформ стандарта РСО 1881.

#### Еволюція розвитку преформ з ПЕТФ

*Н.В. Литовкіна*

Автор розглянув перспективи використання пляшок з ПЕТФ для пакування різноманітної продукції. Також він навіть основні властивості ПЕТФ, його переваги порівняно з іншими пакувальними матеріалами, показав структуру використання тари з ПЕТФ, дав характеристику її основних виробників в Європі та Україні. Автор розглянув способи виготовлення тари з ПЕТФ, зупинився на еволюції конструкції преформ та особливо її різьбової горловини. У статті показано, що за 15 років вдалося понизити масу преформ, а з нею і пляшок з ПЕТФ на 26–28 %. Її різьбова горловина (стандарт РСО 1881) при цьому зменшилася на 36,5 %.

*Ключові слова:* преформа; пляшка з ПЕТФ; різьбова горловина преформи.

#### Evolution of PET-preform

*N.V. Litovkina*

The author examined the prospects the use of PET-bottles for packaging of various products. He also led the main properties of PET, its advantages over other packaging materials, showed the structure the use of PET packaging, and gave the characteristic of its main producers in Europe and Ukraine. The author examined the methods of manufacture of PET packaging, focused on the evolution of the design of preforms and especially its screw cap. It is shown that last 15 years the mass of preforms was reduced, and the mass PET-bottles too by 26–28 % and its screw neck (standard RSO 1881), while decreased by 36,5 %.

*Key words:* perform; PET-bottle; screw neck of preform.

Хотите  
снизить  
ВЕС?



Спросите  
у нас,  
КАК!



ООО «ПЭТ Технологии Украина» +38 0462/ 677 628, 678 125 [www.pet-uk.com](http://www.pet-uk.com)