



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВАКУУМНОЙ ФОРМОВКИ ПЛАСТИКА

- Вакуумное формование считается основным методом обработки пластика. Такой технологический процесс обладает рядом преимуществ. Рассмотрим подробнее о том как происходит процесс вакуумной формовки
- Сам процесс, начиная закладкой листа и заканчивая готовым изделием, занимает не больше 5-20 минут в зависимости от сложности работы. Это определяет большое преимущество формовки, так активно применяемой в рекламе, упаковке, а также сувенирной продукции. Вакуумное формование представляет собой четкие, последовательные друг за другом этапы. Каждый этап превращается в целый процесс, конечным итогом которого является готовое изделия.

□

ЭТАПЫ ВАКУУМНОЙ ФОРМОВКИ:

- Включает принятие пачки с листом контролером. На этом этапе лист проверяется на соответствие геометрических параметров, текстуры, цвета, а также отсутствию механических включений. Контролер фиксирует данные и пересчитывает лист.
- Непосредственное вакуумное формование. В прижимную рамку устанавливается лист, а затем фиксируется. При помощи сжатого воздуха очищается поверхность листа от грязи и пыли. После чего заготовку нагревают до высокой температуры, благодаря чему он легко поддается формованию. Когда деталь готова, ее снимают и переносят на обрезочный стол. Очень важно на этой стадии, чтобы вакуумное изделие получило равномерное температурное воздействие.
- Вакуумная формовка не может быть завершена без обрезки лишних деталей. Существует два вида обрезки: автоматическая или ручная. Как правило, ручная используется, если деталь допускает совсем небольшую погрешность. Если для вас важно качество на высоком уровне, тогда автоматическая обрезка — то, что вам нужно. Особенно, если вам необходимо изготовить несколько одинаковых деталей, которые с помощью автоматической обрезки будут точны до миллиметра.
- Иногда формовочное изделие требует доработки при помощи наждачной бумаги или обрезочного ножа. С этим любое изделие будет смотреться более аккуратно.
- Предпоследний этап полностью представляет собой технический контроль вакуум формовочного изделия. Очень важно, чтобы деталь была выполнена без малейших изъянов.
- В соответствии с требованиями заказчика формованные изделия упаковываются. Такой упаковкой может быть гофрокартонная коробка, многооборотная пластиковая тара или полиэтиленовая пленка.

-
- Каждый этап представляет собой тщательно проработанные действия, соблюдения которых возможно только с помощью вакуум-формовочных станков. Кроме того, существует два вида формования: позитивное и негативное. Позитивное формование обычно применяется для изготовления изделий больших размеров. При таком формовании глубина изделия может равняться размеру отверстия формы, а толщина стенок изделия по высоте не получает заметного изменения. Что касается негативного формования, то применяя подобную методику, нижняя часть стенки становится тоньше.
 - Сегодня вакуумную формовку используют в различных сферах. Где бы ни была применима формовка, она всегда оживляет внешность, добавляет изюминку. Очень важно отметить преимущества подобного формования, благодаря которому возможно изготовить изделия любой сложности. Сюда также стоит отнести тираж изделий, которых может быть сколько угодно.

- Во время процесса формовки пластмассовый лист-заготовка нагревается до размягчённого состояния, а затем втягивается в матрицу. Благодаря вакууму лист принимает форму матрицы, и после остывания вынимается из неё.
- На передовом производстве используется сложное пневматическое, гидравлическое и тепловое оборудование для вакуумной формовки, что позволяет получить более высокую скорость производства и более точное формование.

- Практически все термопласты могут выпускаться в листовой форме и, следовательно, подвергаться процессу формования. Наиболее часто используемые материалы для вакуумной формовки:
 - акрилонитрилбутадиенстирол;
 - полистирол;
 - полиэтилентерефталат;
 - поликарбонат;
 - полипропилен;
 - полиэтилен (также вспененный);
 - полиметилметакрилат;
 - поливинилхлорид.
- В качестве примеров изделий вакуумной формовки можно назвать:
 - ванны и поддоны для душа;
 - стаканчики для йогурта;
 - боксы для перевозки лыж;
 - корпуса лодок;
 - предохранители для оборудования;
 - автомобильные внутренние панели;
 - внутренние панели для холодильников;
 - коробки для сэндвичей;
 - детали для кабин транспортных средств;
 - наружные вывески.
-

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ

- ❑ Метод вакуумной формовки имеет **ряд преимуществ** перед другими технологиями. Изделия изготавливаются под низким давлением, что позволяет использовать сравнительно недорогое оборудование.
- ❑ Поскольку процесс производства происходит под низким давлением, пресс-формы для вакуумной формовки могут быть **изготовлены из недорогих материалов**, и время их изготовления может быть достаточно коротким. Благодаря этому экономичным становится и производство прототипов крупных или средних изделий, выпускаемых в ограниченном количестве.
- ❑ Более сложные машины и пресс-формы используются **для непрерывного автоматизированного производства** большого количества предметов – например, стаканчиков для йогурта, одноразовой посуды и упаковок для сэндвичей.
- ❑ В отличие от других технологий создания термопластов, где используются порошок или смола, вакуумная термоформовка подразумевает **использование готовых пластиковых листов**. Иногда после процесса формования требуется срезать излишки материала с торцов изделия, которые затем могут быть измельчены, переработаны и использованы повторно.

❑

- **Процесс вакуумного формования пластика**
- Стандартно технология вакуумного формования пластика включает в себя следующие этапы: фиксацию, нагрев, предварительный раздув, откачку воздуха, вдавливание, охлаждение, извлечение и обработку.

- **Фиксация**
- Зажимная рама должна быть достаточно мощной, чтобы обеспечить **надёжное закрепление заготовки** в процессе формования. Зажим должен справляться с толстым материалом – до 6 мм для станков с одним нагревательным элементом и до 10 мм для оборудования с двойным нагревателем. В автоматизированном процессе работа движущихся частей должна быть защищена, чтобы избежать случайного повреждения изделия.

□

□ **Нагрев**

- Нагреватели – это, как правило, инфракрасные элементы с отражающей пластиной из алюминия. Чтобы в процессе формовки получить наилучший результат – вне зависимости от того, какой материал используется, – лист нужно **прогреть равномерно по всей поверхности** и по всей его толщине. Для этого необходимо разделить площадь нагрева на несколько зон, которые бы контролировались при помощи регуляторов мощности. Керамические нагревательные элементы с этой точки зрения имеют некоторый недостаток – из-за своей высокой теплоемкости они медленно нагреваются (около 15 минут) и медленно реагируют на корректировку мощности.
- Сейчас имеются более сложные – **кварцевые** – нагреватели, которые имеют меньшую теплоемкость и быстрее реагируют на изменение мощности. Пирометры **позволяют точнее контролировать температуру** нагрева, измеряя температуру плавления листа и взаимодействуя с системой контроля рабочего процесса. Точный контроль температуры также возможен с управляемой компьютером системой, работающей одновременно с пирометром(-ами). При формировке толстых листов рекомендуется использовать **двойные нагреватели**, так как они обеспечивают более **равномерное проникновение тепла** и сокращение времени цикла.
- При формировке высокотемпературных материалов с критической температурой формования советуют использовать двойные кварцевые нагреватели. С пристальным контролем за интенсивностью теплового излучения можно полностью компенсировать теплотери по краям, вызванные конвекционными воздушными потоками и поглощением областями, закреплёнными в зажимной раме.
- Можно добиться также значительной экономии, если будут использоваться специальные кварцевые нагреватели: когда в процессе формования нагревательные элементы находятся с обратной стороны, можно регулировать падение мощности.

□ **Контроль положения листа**

- На устройство обычно устанавливается фотоэлектрический датчик для сканирования пространства между нижним нагревателем и листом пластика. Если в процессе нагревания лист провисает и разрывает луч, в камеру вводится небольшое количество воздуха, поднимающего лист и останавливающего провисание.

□ **Предварительный раздув листа (пузырь)**

- После того, как пластик достиг своей температуры формования или «пластичного» состояния, он может быть предварительно растянут – с тем, чтобы обеспечить будущему изделию равномерную толщину стенки. Предварительный раздув листового пластика для вакуумной формовки – полезная функция **при глубокой вытяжке** деталей с минимальным углом уклона и высокой поверхностью пресс-формы. Способ управления высотой «пузыря» должен быть таким, чтобы можно было получить постоянный результат.

□ Откачка воздуха

- Как только материал предварительно растянут соответствующим образом, можно придавать листу форму при помощи вакуума. В больших станках резервуар используется в сочетании с мощным вакуумным насосом для формовки. Это позволяет создать двухступенчатую откачку воздуха, которая ускоряет формование нагретого листа.

□ Используемые насосы:

- Пластинчато-роторные насосы ERSTEVAK Ltd
- Для откачки взрывоопасных и агрессивных газов, не вступающих в реакцию с материалами корпуса или смазочным материалом вакуумного насоса, применяются пластинчато-роторные вакуумные насосы во взрывозащищённом исполнении (в соответствии с директивами АTEX Европейского союза)

□

▣ Вдавливание



-
- Эта часть процесса подразумевает **использование пуансона** – подвижной части пресс-формы, приводимой в движение пневматическим или гидравлическим цилиндром и расположенной над матрицей. Он используется для того, чтобы вдавливать материал в углубления в зоне формования. В сложном процессе глубокой вытяжки это позволяет **производить изделия без складок** и равномерно распределять толщину.
 - Идея заключается в том, чтобы до откачки воздуха подать столько материала, сколько необходимо для того, чтобы избежать истончения изделия. Пуансон, как правило, изготовлен из дерева или металла, его гладкая поверхность позволяет листу скользить во время растягивания.
 - Кожаная прокладка или прокладка из войлока гарантирует значительное снижение риска преждевременного охлаждения при контакте. **Резиновый пуансон** – хорошая альтернатива: будучи изолятором, резина **не влияет на температуру листа**.
 - Вдавливание – важный этап при формовании **нескольких изделий из одного листа**, поскольку пуансоны можно поместить рядом, не опасаясь возникновения складок между изделиями.

❑ Охлаждение и извлечение

- ❑ Прежде чем изделие можно будет извлечь после формовки, оно должно остыть. Если сделать это слишком рано, то можно деформировать изделие и получить брак. Для ускорения процесса остывания на оборудование для формовки устанавливаются **вентиляторы** системы охлаждения, которые включаются лишь после того, как изделие сформовано. Если в вентиляторы вмонтированы туманообразующие форсунки, на лист направляется мелкодисперсный туман. В общей сложности это может **ускорить цикл охлаждения на 30%**.
- ❑ Также существуют блоки управления температурой пресс-формы, которые, регулируя температуру внутри неё, обеспечивают правильное равномерное охлаждение кристаллических и кристаллизующихся полимеров, таких как полипропилен, полиэтилен высокой плотности и полиэтилентерефталат.
- ❑ После охлаждения изделие отсоединяется от пресс-формы под создаваемым системой давлением. Затем его вынимают и отправляют на обрезку.

□ Обрезка и отделка

- После того как сформованное изделие остудили и извлекли из матрицы для вакуумной формовки, **удаляются излишки материала.** Затем в нём сверлят необходимые отверстия, щели и делают прорезы. Также постобработка включает в себя отделку, печать, укрепление и сборку.
- Для того чтобы отделить изделие от листа, используются различные способы обрезки. Выбор оборудования в значительной степени зависит от типа разреза, размера самого изделия, коэффициента вытяжки, толщины материала и объёмов производства. Также это факторы, которые следует учитывать при определении инвестиционной стоимости необходимого оборудования.
- Тонкие части детали, как правило, обрезаются на механическом обрезающем прессе, который ещё называют **роллер-прессом**. Тяжёлые изделия извлекаются из пресс-формы, помещаются в зажимы и обрабатываются при помощи специального оборудования: горизонтальной или вертикальной ленточной пилы, ручного строгально-шлифовального станка либо 3-х, 4-х или 5-ти осевого фрезерного станка.

□

ИНТЕРНЕТ РЕСУРСЫ

- 1) <http://promresursy.com/materialy/proizvodstvo/oborudovanie/vakuumnaya-formovka.html>
- 2) <http://polimerinfo.com/kompozitnye-materialy/vakuumnaya-formovka-plastika.html>