

# HI·MACS Термоформинг

---

HM2110

Версия : 21V3

Обновление : Декабрь 2021

---

## Введение

В этом разделе описывается процесс, проверочные моменты и обширные технические знания о термоформовочном производстве с использованием продукции HI·MACS.

## Обзор

Термоформование позволяет воплотить в жизнь идеальные замыслы дизайнеров и архитекторов. Свойства материала листов HI·MACS позволяют при определенном контролируемом нагреве термоформовать листы HI·MACS в двух- или трехмерные формы, такие как фигуры или другие округлые конструкции, а также изогнутые стены. Однако технология термоформовки является одной из самых сложных технологий изготовления листов HI·MACS. Во время этого процесса изготовления множество различных параметров будут оказывать влияние на результаты готовой продукции. Хотя полностью сориентировать или предложить правильный метод термоформовки для всех различных применений с уникальным дизайном невозможно, LX Hausys попыталась поделиться некоторыми базовыми техническими знаниями о термоформовке в этом разделе.

## Внимание !

1. Данное руководство было создано для предоставления технической информации для успешного изготовления и установки HI·MACS, и предназначено для использования в безопасной среде с учетом собственного усмотрения и риска теми, кто имеет технические навыки для изготовления и установки HI·MACS.
  2. Данное руководство постоянно пересматривается с целью предоставления надежной и актуальной информации, заменяя все предыдущие версии руководства и технической информации, однако использование и условия использования находятся вне контроля LX Hausys, LX Hausys не может гарантировать пригодность материала, изготовления и установки для всех случаев использования и условий использования. Пользователи не должны рассматривать или полагаться на данное руководство как на полную, единственную, актуальную или абсолютную информацию. Пользователи HI·MACS, изготовитель и установщик должны проверить, подходит ли конструкция HI·MACS, метод изготовления, метод установки и требуемые характеристики для предполагаемого использования и условий эксплуатации. LX Hausys не несет ответственности за любой прямой или косвенный, коммерческий ущерб или потери, вызванные результатами изготовления и установки HI·MACS с использованием любого или всех этих указаний. Кроме того, компания LX Hausys не несет ответственности за результаты соединения с другими материалами, а также за руководство по изготовлению и установке других материалов.
  3. Данное руководство не призывает к нарушению каких-либо законов, патентов и лицензий, и не может быть использовано в качестве основания для юридической ответственности. Все работы с/из HI·MACS должны выполняться в соответствии с соответствующими законами и правилами.
  4. LX Hausys оставляет за собой право изменять техническую информацию и оговорки в данном руководстве в целях технического развития и дальнейшей информации, при этом считается, что использование HI·MACS или данного руководства соответствует информации и изменениям, представленным в данном руководстве. Поэтому, пожалуйста, время от времени проверяйте измененные детали данного руководства.
  5. Компания LX Hausys оставляет за собой всю информацию в данном материале, и не допускается воспроизведение или изменение любым способом всей или любой части информации без официального письменного разрешения компании LX Hausys.
- 

Посетите наш веб-сайт [www.lxhausys.com](http://www.lxhausys.com) для получения последней версии руководства по изготовлению HI·MACS. За конкретными вопросами и информацией обращайтесь к территориальному менеджеру LX Hausys HI·MACS или дистрибьютору на вашем рынке.

## 1. Определение

Термоформование означает деформацию термопластичного материала под воздействием тепла с использованием форм под воздействием всасывания, пневматического давления или вакуума. Другими словами, листы HIMACS нуждаются в соответствующем нагреве, формах и давлении для термоформовки. И есть несколько ограничений, которые не следует делать.

Листы HIMACS могут быть термоформованы в 2-х или 3-х мерную форму. Термоформование двумерной формы может быть четко регламентировано в этом разделе благодаря простоте двумерного дизайна. Однако термоформование 3D формы не может быть четко описано из-за разнообразия и сложности. Поэтому все руководства и стандарты относятся только к 2D-формованию, а для 3D эта информация может быть использована как справочная. Для успешной 3D-термоформовки изготовителю необходимо практиковаться и моделировать.

## 2. Характеристика материала

Существуют некоторые характеристики влияния листов HIMACS на работу термоформования и результаты.

### 2-1. Условия для деформации

При нагревании при соответствующей температуре и времени листы HIMACS превращаются из жесткой плиты в гибкую, которая может быть деформирована. Поэтому наиболее важным моментом для получения успешного результата термоформования без разрушения материала является использование правильных условий нагрева.

Общая температура нагрева для термоформовки листов HIMACS толщиной 12 мм составляет 155°C ~ 175°C, а время - 12 минут ~ 30 минут. Однако эти условия должны быть подвергнуты детальной оптимизации с учетом толщины листа HIMACS, температуры воздуха в цехе и производительности каждой нагревательной машины. С другой стороны, слишком низкая

температура и слишком высокая температура (204°C) приведут к неудаче при термоформовании. **Никогда не превышайте**

**температуру 204°C при нагревании листов HIMACS. Это может привести к изменению цвета, выгоранию, поломке и снижению прочности изделий.** Следуйте подробным условиям термоформования, приведенным в таблице ниже.

Таблица. 2-1. Условия термоформования

Толщина листа	Температура нагрева	Время нагрева
6 мм	155°C ~ 175°C	6 ~ 20 минут
12 мм	155°C ~ 175°C	12 ~ 30 минут

Между тем, нагретые и деформированные листы HIMACS также нуждаются в надлежащем охлаждении. Листы HIMACS все еще могут быть деформированы при температуре более 60°C, а слишком быстрое снижение температуры приведет к шоковому охлаждению, что может привести к поломке листов. **Поэтому термоформованные листы HIMACS должны быть обездвижены давлением на форму до достижения 60°C при комнатной температуре в течение 40 ~ 60 минут, чтобы избежать неожиданной дополнительной деформации и поломки.**

#### Примечание!

Термоформование требует деликатного рабочего процесса и условий. На рынке существует множество нагревательных машин, и в каждой мастерской разные условия работы. Поэтому **LX Hausys** не может гарантировать все условия, хотя предпринимаются усилия по созданию стандартных условий для термоформования. Изготовитель должен моделировать и найти оптимальные условия для своих машин и условий в цехе. Это лучший способ получить наилучший результат.

### 2-2. Ограничение степени деформации

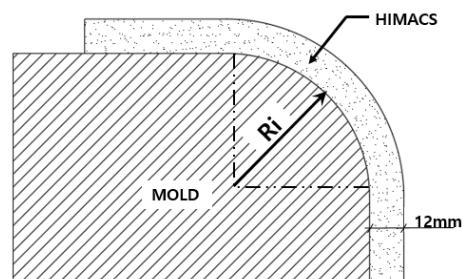
Несмотря на широкую реализацию возможностей термоформования для создания образного и вдохновляющего дизайна, листы HIMACS имеют ряд ограничений для термоформования. Термоформование приводит к незначительному изменению размеров и визуальных характеристик, таких как толщина и изменение цвета/узора. Слишком сильное сгибание приводит к образованию трещин и разрывов на базовом листе или сколов листов HIMACS. Когда листы HIMACS сгибаются до круглой формы путем термоформовки, толщина сгибаемой части будет тоньше, чем первоначальная толщина, рисунок будет разбросан, а цвет будет изменен на белый, что называется "эффектом отбеливания".

На листах HIMACS более очевидный эффект отбеливания проявляется при меньшем размере круга и более темном цвете. Поэтому изготовитель должен учитывать и соблюдать ограничения при термоформовании листов HIMACS. В особенности, темные и черные цвета должны подвергаться термоформовке с осторожностью. См. следующий стандарт производства для 2D термоформования. Но, как уже упоминалось, 3D термоформование не может быть четко ориентировано из-за разнообразия и сложности.

Таблица. 2-2. Минимальный внутренний радиус для 2D

Толщина листа	Узор (коллекция)	Минимальный внутренний радиус (Ri)
6 мм	Solid	Ri ≥ 20 мм
	Ultra Thermoforming Intense Ultra	Ri ≥ 6 мм
12 мм	Solid, Perna	Ri ≥ 50 мм
	Granite	Ri ≥ 60 мм
	Aurora	Ri ≥ 100 мм
	Другие (Lucia, Marmo, Volcanics, Aster)	Ri ≥ 200 мм

Рисунок. 2-1. Внутренний радиус



### 2-3. Расширение и усадка

Листы HIMACS расширяются или сужаются в зависимости от изменения температуры. Размер расширения или усадки можно рассчитать. Для точного расчета, если вам необходимо, обратитесь к "HM2070 HIMACS Проверка объекта и план работ, часть 2. План работ".

При изготовлении форм и использовании оборудования следует учитывать это расширение и сжатие. При использовании слишком маленьких размеров форм на краях могут возникнуть неожиданные деформированные формы. Или же расширенные листы могут помешать работе станков. Поэтому расширение и усадку листов HIMACS следует учитывать с помощью расчетов или своего опыта перед началом термоформования.

### 2-4. Изменение формулы

После нагрева листы HIMACS никогда не возвращаются в исходную форму. Это означает, что повторное нагревание листов HIMACS недопустимо. Листы HIMACS, нагретые повторно, не будут обладать первоначальными характеристиками изгиба. Его легче сломать, а цвет будет значительно изменен. **Никогда не нагревайте листы HIMACS повторно, вы не сможете получить удовлетворительный результат.**

**Никогда не нагревайте и не подвергайте термоформовке сплитые листы.** Под воздействием тепла и давления линия шва может изменить цвет и/или разойтись. Клеи HIMACS могут реагировать на нагрев по-разному по сравнению с листами HIMACS. Поэтому линия шва может быть слабее, чем исходный лист, при термоформовке под воздействием тепла и давления.

**Примечание!**

• Никогда не преувеличивайте значение термоформовки листов HIMACS

Приемлемый эстетический уровень для эффекта осветления различен для каждого клиента. В частности, эффект осветления темного цвета и черного цвета более чувствителен.

• Чрезмерная и/или неправильная термоформовка сократит срок службы готовых изделий, даже если сразу после термоформовки не было визуальных дефектов. Микротрещины и изменение рецептуры в результате чрезмерной и/или неправильной термоформовки создадут проблемы в течение всего срока службы.

### 3. Необходимые инструменты и оборудование

Минимально необходимые инструменты и оборудование приведены ниже.

- Нагревательная установка, формовочная машина (пресс или вакуумная машина)
- Защитные перчатки с изоляцией
- Измеритель температуры, таймер
- Формы
- И, помещение с контролируемой температурой

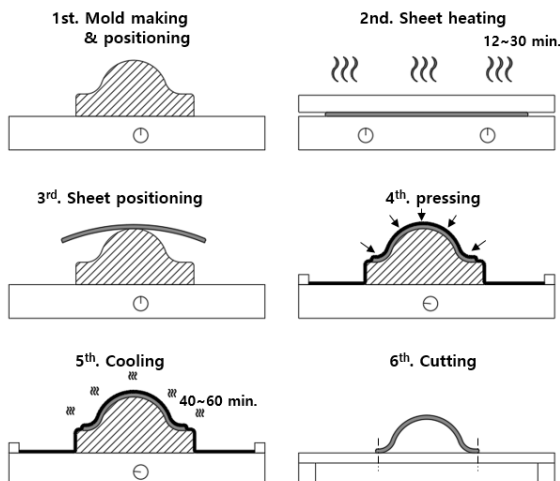
Для получения дополнительной информации см. раздел "HM2060 HIMACS Инструменты и дополнительные аксессуары".

### 4. Основы процесса термоформования

Существует множество станков и методов термоформования. Однако основные процессы схожи. Пожалуйста, ознакомьтесь с процессом ниже.

- Изучите чертеж и подготовьте пресс-форму.
- Удалите защитную пленку и вырежьте листы HIMACS нужного размера.
- Сгладьте края вырезанных листов путем шлифовки.
- Нагрейте лист и положите его на форму.
- Прижмите лист прессом или вакуумной машиной
- Оставьте лист при комнатной температуре на 40~60 минут.
- Вырежьте термоформованную форму по размеру.
- Соедините и обработайте.

**Рисунок. 4-1. Основы процесса термоформования**



### 5. Подготовка пресс-форм

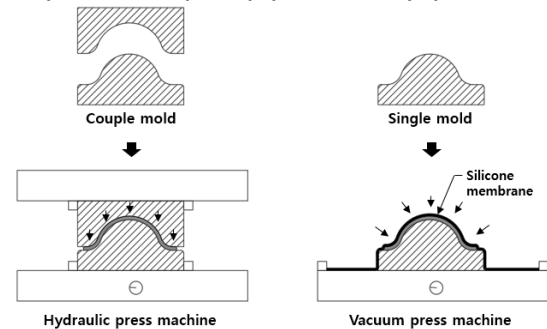
Изучите чертежи и запланируйте изготовление форм. Это первый и самый важный шаг для успешной термоформовки с использованием листов HIMACS. Некоторые формы и размеры могут быть невозможны в одной детали из-за размера листа и/или мощности машины. Иногда форма может быть использована только один раз для проекта или использоваться в течение длительного времени с повторяющимся формованием. Кроме того, пресс-форма составляет значительную часть стоимости термоформования. Поэтому для достижения высокого качества и снижения затрат учитывайте как можно больше факторов, рассмотренных в данном разделе.

#### 5-1. Типы пресс-форм

Типы пресс-форм различаются в зависимости от типа прессовой машины для формовки и структуры самой пресс-формы.

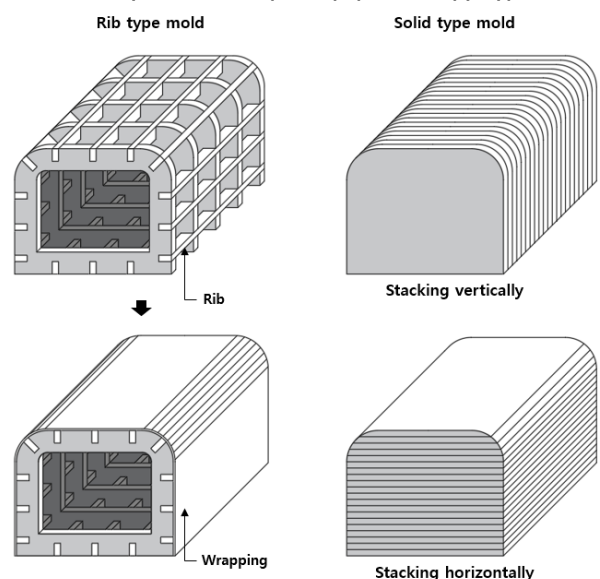
Парные формы (мужские/женские пресс-формы) используются для формовки с помощью гидравлической прессовой машины или ручного метода. Одинарная форма используется с вакуумной формовочной машиной. Пара пресс-форм не рекомендуется для сложных 3D-форм. Однако парные формы полезны, если формы успешно зарекомендовали себя при часто повторяющемся формовании. Хорошим примером использования парных форм является большой объем маленького умывальника. Термоформование с помощью одной формы и вакуумной машины подходит для производства больших форм и более точных форм.

**Рисунок. 5-1. Тип пресс-формы по методу прессования**



Существует два типа пресс-форм в зависимости от их структуры. Один из них - ребристый тип (полый тип), а другой - цельный тип. Реберный тип пресс-формы может быть изготовлен путем сборки МДФ или металлического ребра.

**Рисунок. 5-2. Тип пресс-формы по структуре**



Форма типа ребра удобна для больших форм, и с ней легко работать благодаря легкому весу. Однако для получения точной формы и достаточно прочной структуры требуется квалифицированная техника сборки.

Сплошная форма подходит для формования под высоким давлением, так как она более устойчива к давлению, чем форма с ребрами. Вертикально уложенные формы легко изготовить с помощью 3-осевого станка с ЧПУ, но они не рекомендуются для длинных форм из-за деформации под давлением. Горизонтально уложенные формы полезны для изготовления сложных 3D-форм на станках с ЧПУ с более чем 5-осевым перемещением.

## 5-2. Материал пресс-формы

В качестве материалов для пресс-форм используются металл, дерево и пенопласт высокой плотности, способный выдерживать давление. Материал должен быть тщательно проанализирован, чтобы снизить затраты и потери времени. Например, металл является лучшим материалом, если вам требуется многократное формование в течение длительного времени, или дерево - лучший материал, если вам нужно только однократное формование.

Металл является подходящим материалом для форм большого объема для долгосрочного использования с повторениями. Несмотря на более высокую стоимость и более длительный срок изготовления формы, металлическая форма служит длительный период времени и имеет стабильную форму/качество отделки без деформации, если она успешно изготовлена. Необходимо учитывать теплопроводность и теплоемкость. Эти свойства металла могут слишком быстро охладить термоформованные листы HIMACS, что может привести к поломке или разрыву листов HIMACS. Поэтому для металлической формы следует применять технику медленного охлаждения.

Как правило, материалы на основе древесины (МДФ, фанера, листовые породы) используются в качестве наиболее любимого и полезного материала с низкой стоимостью и простым/быстрым производством. Однако, текстура древесины создает рисунок на термоформованной поверхности листов HIMACS. Кроме того, древесина неустойчива к воздействию влаги и имеет ограниченный срок службы. Поэтому деревянная форма нуждается в дополнительном процессе отделки и бережном обращении и хранении. Эти слабые места могут быть немного улучшены путем нанесения на поверхность формы эпоксидной краски с алюминиевым наполнителем. Храните деревянную форму в сухом помещении с комнатной температурой без прямого солнечного света.

Пенополиуретан высокой плотности легче поддается обработке, чем сталь и дерево. Хотя стоимость немного выше, чем у дерева, пенополиуретан высокой плотности имеет много сильных сторон в качестве материала для пресс-форм. Однако этот материал требует применения высококлассной техники для управления современными станками, такими как 5-осевой станок с ЧПУ. Он не может быть изготовлен вручную, и ему необходимо ноу-хау, чтобы сделать воздушный путь на поверхности формы, так как пенополиуретан высокой плотности не пористый. Этот материал не подходит для гидравлической пресс-машины и ручной термоформовки.

Нет никаких ограничений в качестве материала для пресс-форм, если материал может выполнять необходимые функции без каких-либо опасных факторов для людей и природы.

## 5-3. Размер пресс-формы

Формы должны быть изготовлены соответствующего размера. Иногда изделие большего размера необходимо разделить на несколько маленьких форм. Для выбора размера пресс-формы обратитесь к нижеприведенным контрольным точкам. Размер пресс-формы не должен превышать размеры, указанные ниже.

- Размер листов HIMACS заводского производства
- Размер рабочей поверхности нагревательной машины и прессы
- Максимальный размер, который вы можете обработать в вашей мастерской
- Путь транспортировки от вашего цеха до объекта

С другой стороны, форма должна быть больше, чем размер конечной формы после термоформования. Размер формы должен соответствовать следующим параметрам.

- Дополнительный размер листа для получения точного выреза после термоформовки.
- Увеличенный размер листа под воздействием тепла во время термоформования

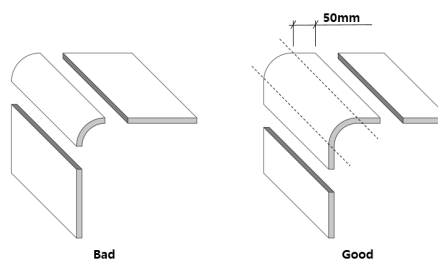
## 5-3. Форма пресс-формы

Для изготовления хорошей формы необходимы профессионально подготовленные специалисты, обладающие опытом и учитывающие свойства листов HIMACS. Хорошая пресс-форма означает форму, которая может создавать правильную форму и легко обрабатываться. Не существует единого стандарта для изготовления форм, так как подходящие условия различны для каждого вида дизайна формы. Поэтому личный опыт изготовителя является лучшим знанием для изготовления формы. Однако компания LX Hausys попыталась рассмотреть в этом разделе основные общие руководства, которые могут помочь в изготовлении хорошей пресс-формы. Пожалуйста, ознакомьтесь с несколькими следующими руководствами. И никогда не допускайте изготовления формы, превышающей предел деформации листов HIMACS.

## Расстояние между углами

Нелегко сделать идеальные швы, соединяя круглые детали или круглые и плоские детали, так как углы распла разные и зажим затруднен. Поэтому при изготовлении формы следует оставлять не менее 50 мм плоской части от круглой части для облегчения швов.

Рисунок 5-3. Расстояние между углами



## Угол для разжима

Глубокая форма, сформированная над пресс-формой, будет сжиматься при охлаждении, а затем сформированный кусок будет прилипать к пресс-форме под высоким давлением. В результате освобождение сформованного изделия будет затруднено. Поэтому для легкого освобождения формы необходим правильный положительный угол. Оставьте более 5 градусов положительного угла. См. "Рис. 5-4. Положительный угол". Если глубокая форма не имеет положительного угла, подумайте о разделении формы.

Форма с отрицательным углом не рекомендуется для пресс-формы. Форма с отрицательным углом не может быть сформирована через пару форм из-за помех между формами. Хотя вакуумная формовочная машина может создавать отрицательную форму, выпуск сформованной формы невозможен, и сформованная форма не будет правильной. Лучшим методом для формы с отрицательным углом является разделение формы на несколько форм и соединение сформованных частей. См. "Рис. 5-5. Отрицательный угол".

Рисунок 5-4. Пологий угол

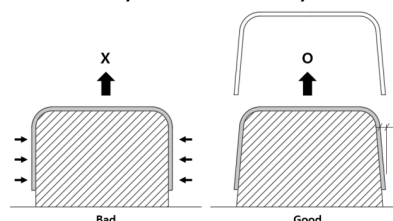
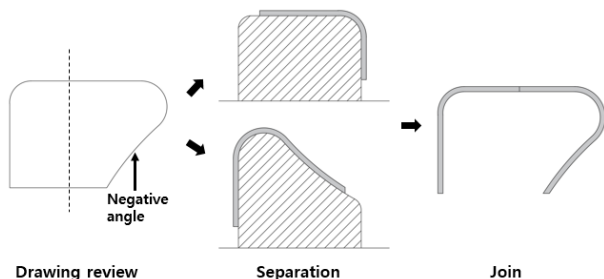


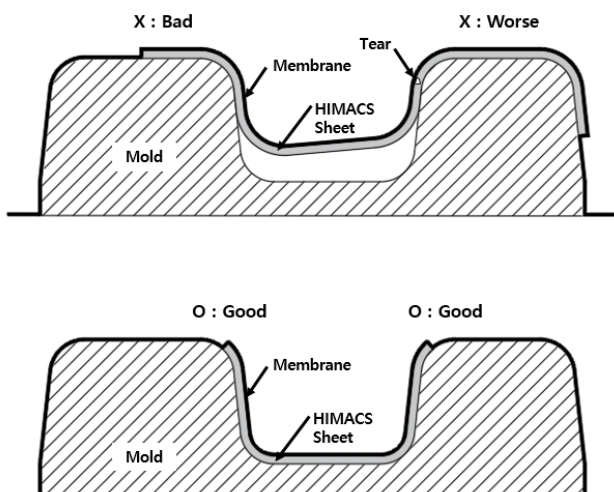
Рисунок. 5-5. Отрицательный угол наклона



### Предотвращение помех

Необходимо предотвращать любые помехи, препятствующие движению листа по пресс-форме во время термоформования, и учитывать это при изготовлении пресс-форм. Например, при изготовлении глубокой формы с использованием внутренней формы и вакуумной формовочной машины, если некоторые части листа будут захвачены мембраной и пресс-формой, лист не будет полностью перемещаться в форму. Результатом этого будет неправильная форма и/или разрыв листа. Просмотрите чертеж, представьте результат, а затем не допускайте такого вмешательства при изготовлении формы. Разделение пресс-формы может быть решением проблемы. Чем сложнее потребности, тем больше разделение форм.

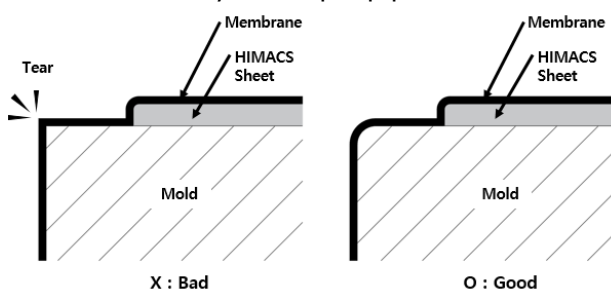
Рисунок. 5-6. Помехи



### Завершение

Поверхность формы должна быть гладкой и не допускать никаких остатков. Гладкая поверхность уменьшит дополнительные работы по шлифовке. Края формы, соприкасающиеся с мембраной, должны быть закруглены, чтобы предотвратить разрыв мембраны. Чем больше круглый край, тем лучше.

Рисунок. 5-7. Край формы



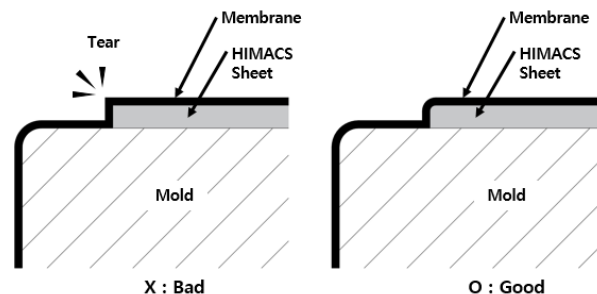
### 5-4. Положение пресс-формы

- Поместите форму на формовочную машину перед нагревом листов.
- Центр - наилучшее положение для равномерного прессования.
- Проведите имитацию прессования для проверки.
- Если проблем нет, подготовка формы завершена.

### 6. Подготовка листа

- Если листы HIMACS хранились и/или транспортировались в холодное время года, то перед термоформованием их следует выдержать 24 часа при комнатной температуре. Размер холодных листов меняется от расширения к сжатию, и такое изменение размера является большой точкой риска при термоформовании.
- Помните, что защитная пленка должна быть удалена перед нагревом.
- Проверьте лист в соответствии с 'HM2050 HIMACS Quality Inspection'.
- Обрежьте лист до нужного размера, учитывая усадку, расширение и обрезку. В процессе термоформования листы HIMACS могут сократиться примерно на 5-7%. Для учета этой усадки материал, подлежащий термоформовке, должен быть больше как минимум на 25 мм и до 7% от общих размеров.
- Отшлифуйте или зачистите края и углы листа до радиуса не менее 1,5 мм. Эти закругления защитят мембрану и листовую материал от разрыва.

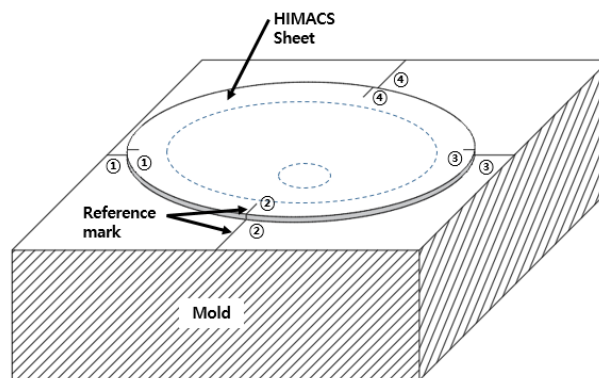
Рисунок. 6-1. Край листа



### Полезный совет !

- Отметьте карандашом минимум 3 опорные точки на листе и форме. Эти опорные точки помогут быстро установить и выровнять нагретый лист в правильном положении и избежать сбоев при термоформовании.

Рисунок. 6-2. Пример контрольной метки



- Дополнительные размеры для термоформовки должны быть добавлены в смету проекта. Уровень потерь при термоформовке очень высок по сравнению с обычным производством. Однако вы можете снизить уровень потерь благодаря своим знаниям и навыкам в области термоформовки.

## 7. Нагрев

Наиболее важным фактором для успешного нагрева является следование инструкции и равномерный нагрев всего листа.

- Ознакомьтесь с разделом '2-1. Условия для деформации' данного раздела перед началом нагрева.
- Установите температуру воздуха в рабочем цехе на уровне комнатной температуры (от 15°C до 25°C). Равномерная среда - лучший способ получить стабильное качество при нагреве и формовке.
- Убедитесь, что печь чистая. Грязь, остатки и пятна на поверхности нагревательной плиты создают дефекты на листе после нагрева.
- Нагрейте печь до заданной температуры.
- Поместите лист в центр духовки, когда температура в духовке достигнет заданной температуры и станет стабильной. Не ставьте лист в духовку до достижения заданной температуры.
- При работе с нагретым листом используйте защитную одежду и инструменты. Нагретые листы горячие, гибкие и скользкие. **Никогда не пытайтесь работать с большим нагретым листом в одиночку.**
- Выньте лист по достижении заданного времени и переложите его в пресс-форму.

### Полезный совет!

- При нагреве небольшого куска листа с помощью машины для нагрева пластин используйте вспомогательную деталь, чтобы сохранить зазор между верхней и нижней пластинами.
- Термоформовка может привести к небольшому изменению цвета листов HIMACS. Нагревание плоской детали, так же как и термоформованной детали, может быть решением для соответствия цвета каждой детали.

## 8. Формирование

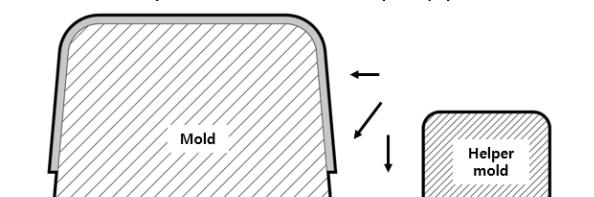
Формовка должна быть выполнена быстро, пока нагретый лист не начал затвердевать. Поэтому все предшествующие процессы должны быть выполнены четко. Например, лист должен быть правильно нагрет, форма должна быть на месте, а на пути нагретого листа от печи до формовочной машины не должно быть никаких препятствий.

- Поместите нагретый лист на форму и выровняйте его в правильном положении по контрольной метке.
- Начните прессование.
- Если вы используете вакуумную прессовальную машину, помогайте машине прессовать, надавливая руками на мембрану, и тяните мембрану, чтобы избежать морщин в начале прессования.
- Оставьте лист для остывания. Не выпускайте лист из формы, прессование должно продолжаться до тех пор, пока температура листа не достигнет 60°C. Никогда не пытайтесь быстро охладить лист. Это приведет к образованию трещин при охлаждении.

### Полезный совет !

Если имеется слишком много морщин, или сформированная форма не является правильной из-за слишком большого размера мембраны по сравнению с пресс-формой, положите вспомогательную форму рядом с исходной формой при формовании.

Рисунок. 8-1. Вспомогательная пресс-форма



## 9. Отделка и финишная обработка

Большинство термоформованных листов после формовки необходимо обрезать по точным размерам. При этом очень важен угол резки для соединения, а также размер для получения идеального шва и формы. Поэтому метод обрезки термоформованных листов должен быть тщательно спланирован при проектировании формы.

Большинство простых 2D и 3D форм можно обрезать с помощью ручного фрезера. Но иногда сложные 3D-формы требуют высокотехнологичного станка с ЧПУ и/или высококвалифицированного мастера. В качестве примера можно привести неровные изогнутые формы.

Иногда для обрезки формы можно использовать пресс-форму после формовки, но в этом случае форма может получить неожиданные повреждения при обрезке. Изготовление формы только для обрезки может быть решением, если вам нужно повторно использовать форму без повреждений. Если термоформование требуется только один раз, можно рассмотреть несколько методов обрезки, а форму можно использовать как опорную конструкцию.

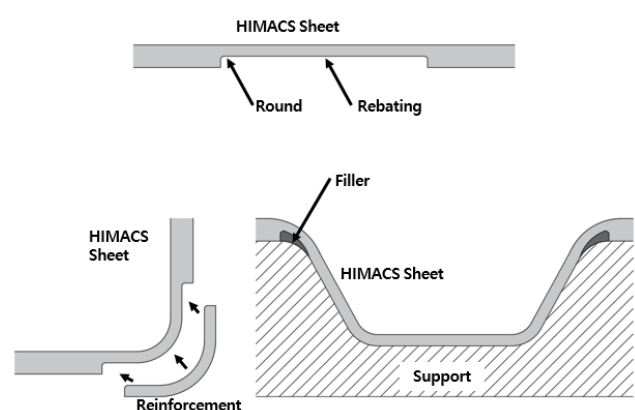
Для термоформованного листа необходима более тщательная шлифовка. При этом используйте наждачную бумагу с мягкой основой. См. раздел 'HM2100 HIMACS Финишная обработка (шлифовка и полировка)

## 10. Утончение для термоформовки

При изготовлении небольших круглых деталей, превышающих ограничение по деформации в 'Таблица. 2-2. Минимальный внутренний радиус для 2D', обычно рекомендуется соединять небольшие детали, изготовленные фрезой. Однако в случае, когда соединение невозможно и/или недопустимо, можно использовать термоформовку путем утончения толщины листа HIMACS. Однако утончение деталей является слабым местом, которое должно быть полностью усилено и поддержано.

- Разрежьте лист HIMACS с помощью фрезера.
- Не допускайте образования квадратного угла после фальцевания. Квадратный угол приводит к образованию трещин в течение срока службы.
- Смягчите истонченную поверхность.
- Выполните термоформовку.
- Усиливайте, заполняйте и поддерживайте тонкие детали.

Рисунок. 10-1. Тонкое термоформование



## 11. Резюме по разработке

- Приучите себя составлять подробный план процесса термоформовки для каждого проекта перед началом работы, записывайте условия и результат. Это поможет развить ваш навык термоформовки.
- Помните о состоянии и характеристиках каждого листа HIMACS для термоформовки и не превышайте основные условия и ограничения в этом разделе. Слишком низкая или слишком высокая температура не рекомендуется. Не пытайтесь делать формы, превышающие ограниченный минимальный радиус.

- Не применяйте руководство по минимальному радиусу 2D-фигуры к 3D-фигуре. Руководство можно использовать для 3D-формы только в качестве справочной информации. Результат термоформования 3D-форм зависит от сложности формы.
- Используйте только рекомендованные инструменты. Например, не используйте метод нагрева, который не может обеспечить равномерный нагрев. Как правило, печь с пластинчатым нагревом является наиболее эффективным типом нагревательной машины.
- Найдите наилучшее техническое состояние термоформовочного оборудования и цеха. И старайтесь поддерживать это состояние. Например, температура в цехе должна контролироваться как комнатная температура во время термоформования, а время и температура нагрева могут быть сбалансированы с помощью производительности нагревательной печи.
- Если вы хотите повысить эффективность вашего цеха для термоформования, вы можете добавить еще одну формовочную машину, а не нагревательную печь, потому что процесс нагрева требует меньше времени, чем процесс формования и охлаждения. Цех с двумя формовочными машинами и одной нагревательной печью может производить в два раза больше термоформованных изделий, чем цех с одной формовочной машиной и одной нагревательной печью.
- Еще одним способом повышения эффективности термоформования является изготовление хорошей пресс-формы. Не существует единственно правильного способа изготовления хорошей формы. Однако фабрикант должен пройти обучение по изготовлению хороших пресс-форм. Навыки проектирования и изготовления пресс-форм помогут найти баланс между стоимостью, эффективностью и качеством.
- Выберите подходящий материал для пресс-формы в соответствии с характеристиками проекта.
- Выберите подходящий тип пресс-формы в зависимости от типа вашей формовочной машины
- Разделение пресс-формы - очень важная техника для эффективности. Если вы попытаетесь изготовить огромную форму только через одну пресс-форму, конструкция формы будет хуже, и вы не сможете правильно изготовить деталь, потому что не сможете получить достаточно времени для формования. С другой стороны, если разделить форму на слишком много форм, потребуется слишком много дополнительных работ, таких как соединение и шлифовка, и будет нелегко соединить множество деталей в правильные формы. Поэтому проведите самоподготовку, чтобы правильно разделить форму.
- Строго следуйте намеченному процессу.
- Найдите изменения в оборудовании, формах, окружающей среде и любых других факторах, связанных с работой термоформовки, если вы потерпели неудачу в термоформовке, хотя следовали процессу, который постоянно приносил успех. Это позволит вам улучшить технику термоформования.

## Справочные документы

‘HM2050 HIMACS Проверка качества’

‘HM2060 HIMACS Инструменты и дополнительные аксессуары’

‘HM2070 HIMACS Проверка объекта и план работ’

‘HM2100 HIMACS Финишная обработка (шлифовка и полировка)’

**- Конец документа -**