

# HIMACS

**HM2110**

 : 21V3

 **2021**



HIMACS.

HIMACS

HIMACS

HIMACS.

LX Hausys

## **Внимание !**

1. Данное руководство было создано для предоставления технической информации для успешного изготовления и установки HIMACS, и предназначено для использования в безопасной среде с учетом собственного усмотрения и риска теми, кто имеет технические навыки для изготовления и установки HIMACS.
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 HIMACS, изготовитель и установщик должны проверить, подходит ли конструкция HIMACS, 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 HIMACS 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 HIMACS 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 HIMACS 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 HIMACS. За конкретными вопросами и информацией обращайтесь к территориальному менеджеру LX Hausys HIMACS 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.

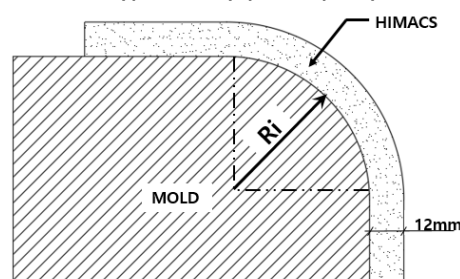
### 2-2. Ограничение степени деформации

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

Фигура. 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 сшитые 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

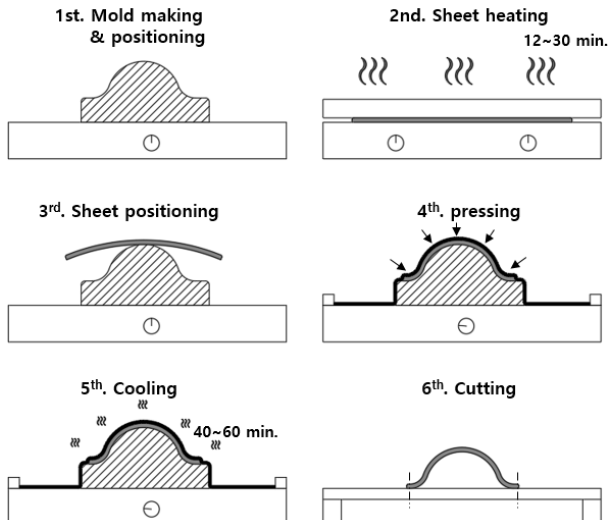
Для получения дополнительной информации см. раздел "HM2060 HIMACS Инструменты и дополнительные аксессуары".

### 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.

**Fig. 4-1. Thermoforming process basic**



## 5. Molds Preparation

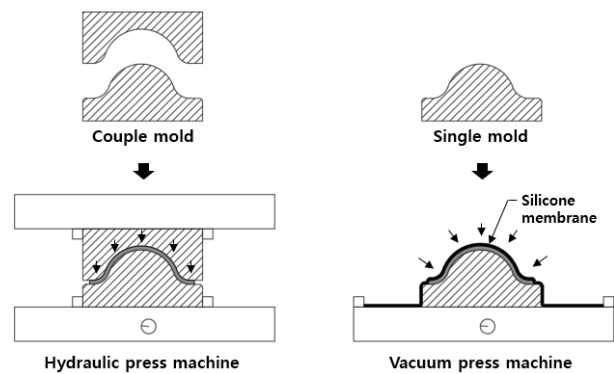
Review drawings, and plan to make molds. That is the first and most important step to success thermoforming with HIMACS sheets. Some shapes and size may not possible in one piece because of sheet size and/or machine capacity. Sometimes the mold may be used only one time for a project, or used for long term with repetitive forming. And, mold accounts for a significant portion of the thermoforming cost. Therefore, consider as many factors as addressed in this section for high quality and cost reduction.

### 5-1. Mold types

Mold types are different according to the press machine type for forming and the structure of mold itself.

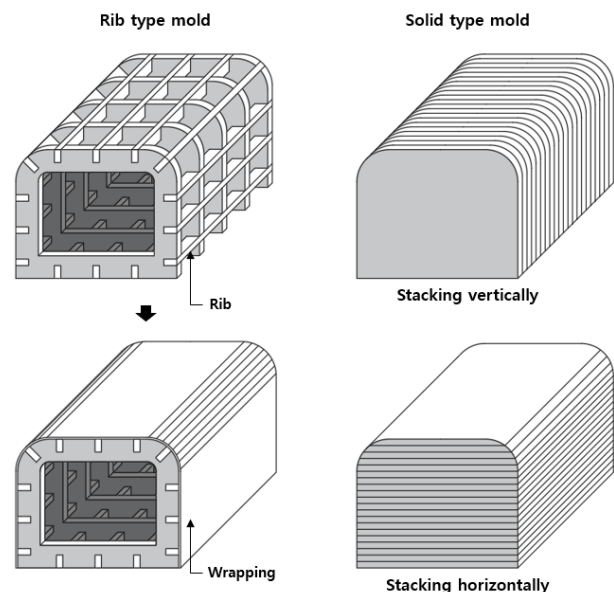
Couple molds (male/female molds) are used for forming by hydraulic press machine or manual method. Single mold is used with the vacuum forming machine. Couple molds are not recommended for complex 3D shapes. However, couple molds are useful if the molds have been proven successfully for frequent repetitive forming. A large volume of small wash basin is a good example of using couple molds. Thermoforming through single mold and vacuum machine is proper to manufacture large shapes and more accurate shapes.

**Fig. 5-1. Mold type by press method**



There are two types of mold according to the structure of molds. One is a rib type (hollow type), and another one is solid type. The rib type mold can be made through assembling MDF or metal rib.

**Fig. 5-2. Mold type by structure**



The rib type mold is useful for big shapes, and easy to handle with the lightweight. However, it needs skilled assembling technique for accurate shape and structure strong enough.

Solid mold is proper for higher pressure forming as is stronger against to the pressure than rib type mold. Vertically stacked mold is easy to make simple 3D shape with 3 axis motion CNC machines, but it not recommended for long shape because of the deflection by pressure. Horizontally stacked mold is useful for complex 3D shape with over 5 axis motion CNC machines.

### 5-2. Mold material

Metal, wood and high-density foam that can withstand pressure are used as mold materials. Material should be carefully considered to reduce cost and time waste. For example, metal is the best material if you need high repetitive forming works for long term, or wood is the best material if you need only one time forming.

Metal is proper material for a large volume shape for long term use with repetition. Although, the cost is higher and time is longer for the mold production, metal mold serve long term service life and stable shape/finish quality without deformation if it has successfully manufactured. The thermal conductivity and thermal capacity should be considered. These property of metal can cool the thermoformed HIMACS sheets too rapidly, and it may lead to breakage or tear of HIMACS sheets. Therefore, slow cooling technique should be applied to the metal mold.

Generally, wood based materials (MDF, plywood, hardwood) are used as the most favorite and useful material with low cost and easy/rapid production. But, wood grain makes pattern on the thermoformed surface of HIMACS sheets. And, wood is weak at moisture and has limited longevity. Therefore, wood mold needs additional finish process and careful handling and storage. These weak points can be a little bit improved through applying aluminum filled epoxy paint to the surface of the mold. And, store wood mold in dry, room temperature space without direct sun light.

High-density polyurethane foam is easier to handle with lightweight than steel and wood. Although, the cost is a bit expensive than wood, high-density polyurethane foam has a lots of strong points as mold material. However, this material needs highly skilled technique to operate high tech machine like 5 axis motion CNC machine when you produce mold. It cannot be manufactured by hand work, and it needs knowhow to make air path on the surface of mold as high-density polyurethane foam is not porosity. This material is not suitable for hydraulic press machine and manual thermoforming.

There are no limitation as a material for mold if the material can serve the proper performance that you need without any dangerous factors to people and nature.

### 5-3. Mold size

Mold should be made in proper size. Sometimes, the big size product needs to be separated into several small molds. Refer to following check points to decide the molds size. Mold size should not exceed any size that mentioned below.

- Factory manufactured HIMACS sheets size
- Working bed size of heating machine and press machine
- Maximum size that you can handle in your workshop
- The moving path from your workshop to site

On the other hand, mold should be larger than the final shape size after thermoforming. Mold size should able to accept followings.

- The extra sheet size for cutout in accurate size after thermoforming.
- The expanded sheet size by heat during thermoforming

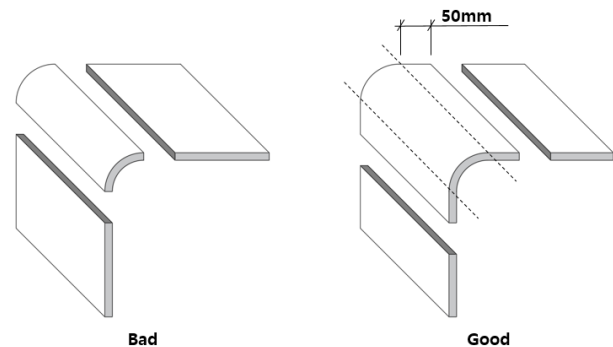
### 5-3. Mold shape

Professionally skilled techniques through experience considering the property of HIMACS sheets are needed to make good mold. Good mold means the mold that can make correct shape purposed and can work with easy handling. There is no sole standard to make molds as the suitable condition are different for each design of shape. Therefore, fabricator's personal experiences are the best knowledge to make mold. However, LX Hausys tried to address basic common guides that can help to make good mold in this section. Please refer to following several guides. And, never allow to make mold that excess the deformation limit of HIMACS sheets.

#### Corner distance

It is not easy to make perfect seams through joining round parts or round and flat parts as the cutting angles are different and clamping is difficult. Therefore, consider to leave minimum 50mm of flat part from round part when you make mold for easy seaming.

Fig. 5-3. Corner Distance

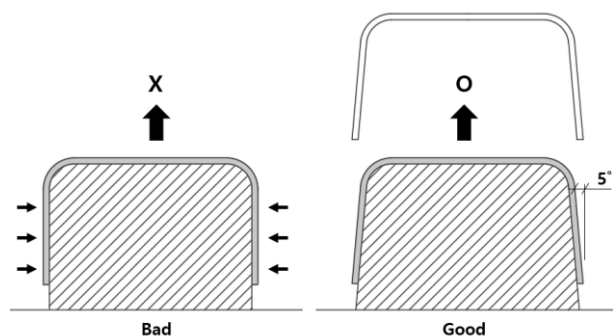


#### Angle for release

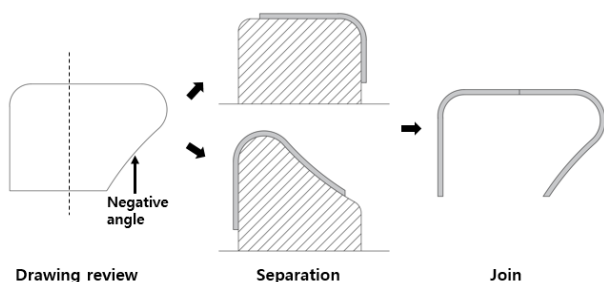
A deep shape formed over male mold will shrink as it cools, and then the formed piece will stick on the mold with high pressure. As a result, the release of formed piece will be difficult. Therefore, the mold needs proper positive angle for easy release. Leave more than 5 degree of positive angle. Refer to 'Fig. 5-4. Positive angle'. If the deep shape does not have positive angle, consider mold separation.

Negative angle shape is not recommended for mold. Negative angle shape can't be formed through couple molds because of the interference between molds. Although, vacuum forming machine can make negative shape, the release of formed shape is not possible, and the formed shape will not be correct. The best method for shape with negative angle is separate the shape into several molds and join the formed pieces. Refer to 'Fig. 5-5 Negative angle'.

Fig. 5-4. Positive angle



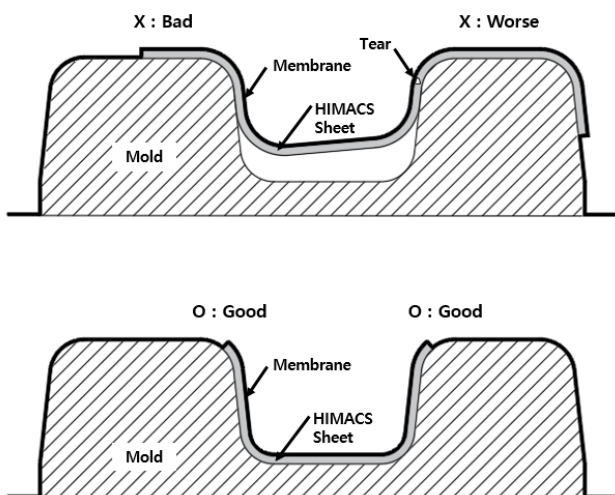
**Fig. 5-5. Negative angle**



**Preventing interference**

Any kind of interference that inhibits sheet moving on the mold during thermoforming should be prevented, and it should be considered when making molds. For example, when you make deep shape using female mold and vacuum forming machine, if some parts of sheet are caught by membrane and mold, the sheet will not fully move into the mold. And, the result is incorrect shape and/or tear of sheet. Review drawing, imagine the result, and then do not allow this kind of interference when making mold. Mold separation can be solution. The more complex needs the more mold separation.

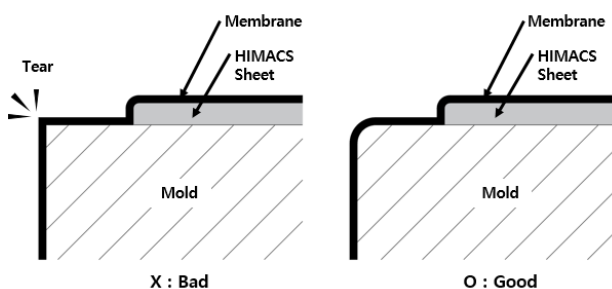
**Fig. 5-6. Interference**



**Finish**

The surface of mold should be smooth, and not allowed any residue. Smooth surface will reduce your additional sanding works. And, the edges of mold that contact to membrane should be rounded to prevent the tear of membrane. The larger round edge is the better.

**Fig. 5-7. Mold Edge**



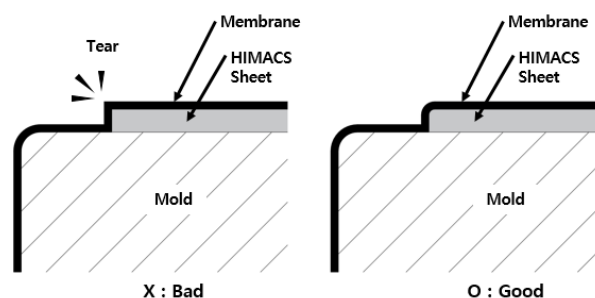
**5-4. Mold Positioning**

- Put the mold on the forming machine before heating sheets.
- Center is the best position for even press.
- Do a pressing simulation to check.
- If there is no problem, the mold preparation has done.

**6. Sheet Preparation**

- HIMACS sheets should be stored 24 hours under room temperature before thermoforming, if the sheets have been stored and/or transported under cold weather. The size change from expanding to shrinking of cold sheets is big, and the big size change is a big risk point during thermoforming.
- Remember protect film should be removed before heating.
- Inspect the sheet according to 'HM2050 HIMACS Quality Inspection'.
- Cut the sheet to the appropriate size considering shrinking, expanding, and trimming. HIMACS sheets can shrink about 5% to 7% during the thermoforming process. Material to be thermoformed should be oversized by at least 25mm and up to 7% of overall dimensions to allow for this shrinkage.
- Sand or rebate the edges and corners of sheet to minimum 1.5mm radius. These rounds will protect membrane and sheet material from tear.

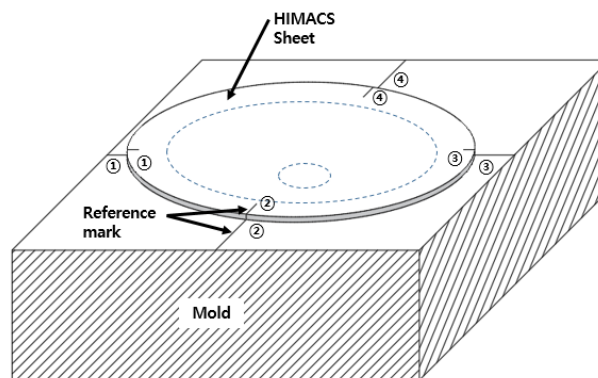
**Fig. 6-1. Sheet edge**



**Useful Tip!**

- Mark minimum 3 points of reference points with pencil on the both sheet and mold. This reference points will help to put and align the heated sheet on the correct position quickly, and avoid the thermoforming fail.

**Fig. 6-2. Reference mark example**



- The extra size for thermoforming should be added into your estimate for the project. The loss rate of thermoforming are very larger than general fabrication. However, you can down the loss rate though your thermoforming knowledge and skills.

## 7. Heating

The most important factor for successful heating is following the guide and giving uniform heating to entire sheets.

- Refer to '2-1. Condition for deformation' in this section before start heating.
- Control the work shop air temperature into room temperature (15°C to 25°C). Uniform environment is the best way to get stable quality from heating as well as forming.
- Make sure the oven is clean. Dirt, residue and stain on the surface of heating plate make defects on sheet after heating.
- Heat the oven up to target temperature.
- Put sheet in the center of oven, when the temperature of oven has reached and stable at target temperature. Do not put the sheet in the oven before reaching the target temperature. .
- **Use protect clothes and tools when you handle heated sheet. The heated sheets are hot, flexible and slippery. Never attempt to handle heated large sheet by a single person.**
- Put out the sheet when reached the time set, and transfer the sheet to the mold.

### Useful Tip!

- When heating small piece of sheet using platen heating machine, use helper piece to keep the gap between top plate and bottom plate.
- Thermoforming may make slight color change to HIMACS Sheets. Heating flat part as well as thermoformed part can be a solution to match the color of each part.

## 8. Forming

Forming should be done quickly before the heated sheet get start harden. Therefore, all before processes should be done clearly. For example, sheet should be properly heated, mold should be on position, and any obstacles are not allowed in the path of heated sheet from oven to forming machine.

- Place the heated sheet on the mold and align it at the correct position through reference mark.
- Start pressing.
- If you use vacuum pressing machine, assist machine pressing using hands pressing on the membrane, and pull the membrane to avoid wrinkles at the beginning of pressing.
- Leave the sheet for cool down. Do not release the sheet from mold and pressing should be continued until the sheet temperature reaches to 60°C. Never attempt quick cooling. It will make cooling shock to lead cracks.

### Useful Tip!

If there are too much wrinkles, or the formed shape is not correct, because of too larger membrane than mold, put helper mold near the original mold when forming.

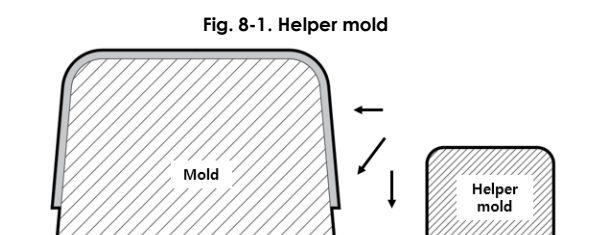


Fig. 8-1. Helper mold

## 9. Trimming and Finishing

Most of the thermoformed sheets need to be trimmed in precise dimension after forming. And, the cutting angle for join is very important as well as size to make perfect seam and shape. Therefore, the trimming method for thermoformed sheets should be carefully planned when you design mold.

You can trim most of simple 2D & 3D shapes with hand held router. But, sometimes complex 3D shapes need high-tech CNC machine and/or fully skilled fabricator. Irregularly curved shapes are the examples.

Sometimes mold can be used for trimming after forming, but this case mold can get unexpected damages by trimming. To make the mold only for trimming can be solution if you need to reuse the forming mold without damage. If you need thermoforming only once, you can consider several methods for trimming, and the mold can be used as support structure itself.

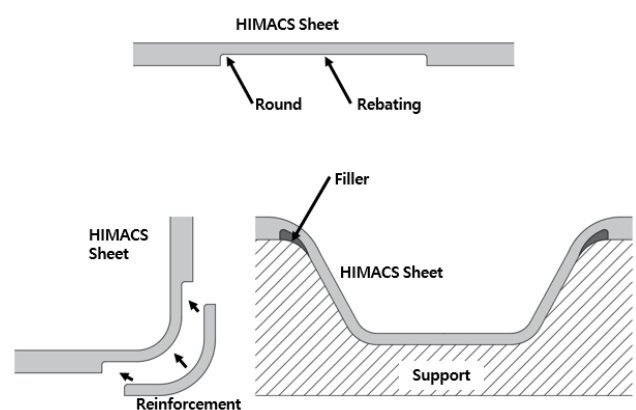
More careful sanding is needed for thermoformed sheet. And, use sandpaper with soft backing materials. Refer to 'HM2100 HIMACS Finishing(Sanding and Polishing)

## 10. Thinning for Thermoforming

When you make small rounds that exceed the limitation of deformation in 'Table. 2-2. Minimum inside radius for 2D', generally joining small pieces fabricated by router is recommended. However, the case that joining is not possible and/or allowed, thermoforming through thinning the thickness of HIMACS sheet is an idea. However thinning parts are weak points that should be fully reinforced and supported.

- Thin the HIMACS sheet with router.
- Do not allow square corner after rebating the thickness. The square corner make cracks during service life.
- Make the surface thinned soothe.
- Do thermoforming.
- Reinforce, fill and support the thin parts.

Fig. 10-1. Thin thermoforming



## 11. Summary for Development

- Habituate to make detailed plan for thermoforming process for each project before start, and record the condition and result. It will help to develop your thermoforming skill.
- Remember the condition and performance of each HIMACS sheets for thermoforming, and do not exceed the basic condition and limitation in this section. Too low or too high temperature is not recommended. Do not try to make shapes exceeding the limited minimum radius.

- Do not apply the guide for minimum radius of 2D shape to 3D shape. The guide can be used for 3D shape as reference hint only. The result of thermoforming for 3D shapes are depend on the complexity of the shape.
- Use recommended machines only. For example, do not use heating method that can't make uniform heating. Generally, platen heating oven is most efficient heating machine type.
- Find the best thermoforming condition of your machines and workshop. And, try to keep the best condition. For example, the temperature of workshop should be controlled as room temperature during thermoforming, and the heating time and temperature can be balanced through the performance of you heating oven.
- If you want to grow up the efficiency of your workshop for thermoforming, you can consider to add one more forming machine than heating oven, because heating process needs shorter time than forming and cooling process. The workshop with two forming machines and one heating oven can make two times amount of thermoforming products compare to the workshop with one forming machine and one heating oven.
- Another way to improve the efficiency of thermoforming is making good mold. There is not the only correct way to make good mold. However, fabricator should have training to make good mold. Skill for mold designing and making will help the make balance between cost, efficiency and quality.
- Choose proper material for mold as characteristics of the project.
- Choose proper type for mold as your forming machine
- Mold dividing is very important technique for efficiency. If you try to make huge shape through only one mold, the mold will have worse handling and you can't make detailed part correctly, because you can't get enough forming time. The other hands, if you divide the shape into too many molds, it will need too much additional works like join and sanding, and is not easy to join the many pieces into correct shapes. Therefore have self-training to make proper dividing through works.
- Follow the succeeded process strictly.
- Find the changed points of machines, molds, environment and any factor that related your thermoforming work if you failed thermoforming although you followed the process that constantly succeeded. It will give you more improved thermoforming technique.

## Referenced documents

- 'HM2050 HIMACS Quality Inspection'
- 'HM2060 HIMACS Tools and Accessories'
- 'HM2070 HIMACS Site Inspection and Job Plan'
- 'HM2100 HIMACS Finishing(Sanding and Polishing)'

**- Конец документа -**