

# Вспененные полимерные материалы



**КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИНЦИП  
ДЕЙСТВИЯ ВСПЕНИВАТЕЛЕЙ**

# Первые технологии вспенивания



Японская компания *Sekisui Chemical Co. Ltd*

**1968** - материал *Softlon* - вспененный полиэтилен низкой плотности ПВД, молекулярно сшитый высоким излучением (*радиационно сшитый*)

**1971** - Sekisui организовывает первое в Европе производство пенополиэтилена совместно со швейцарской компанией ALVEO, которая **1973** году полностью перешла под ее контроль.

# Вспененный полиэтилен

(Пенополиэтилен ППЭ - expanded polythene EPE)  
относится к так называемому классу газонаполненных  
(пенополимеров или поропластов) термопластичных  
полимеров (термопластов).



# Пенополимеры



## **Пенополиолефины**

*на основе  
термопластичных  
полимеров с линейной  
структурой*

- Полиэтилен
- полистирол
- поливинилхлорид
- полипропилен и др.

## **Терморезистивные**

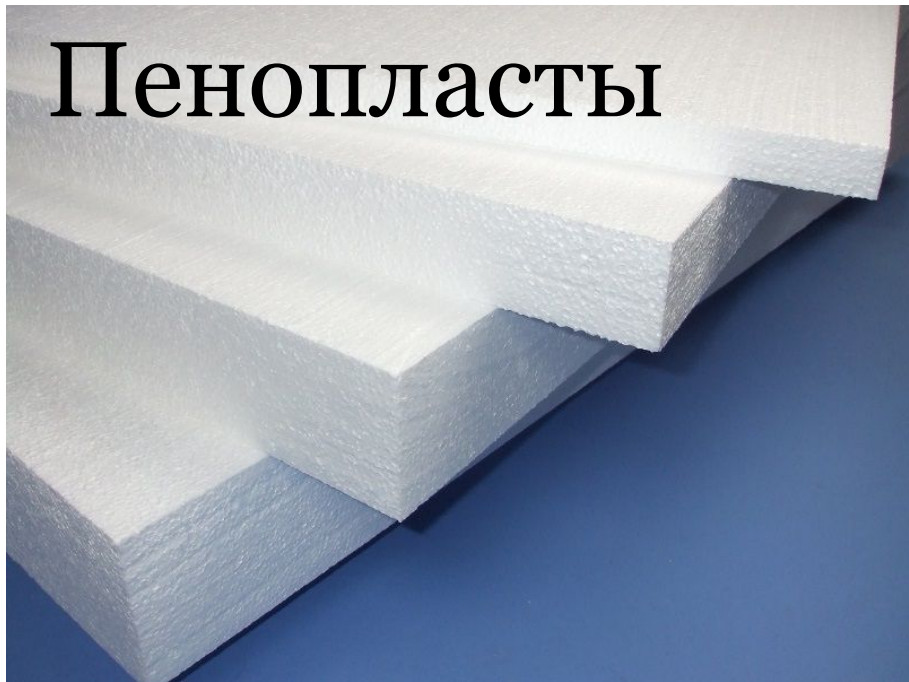
*на основе полимеров с  
пространственной  
структурой*

- Фенолформальдегидные
- Мочевиноформальдегидные
- ненасыщенные полиэфирные
- эпоксидные
- полиуретановые и др.

# В зависимости от физической структуры ячеек



## Пенопласты



## Порополимеры



## Сотополимеры

# Два основных метода создания газообразной среды



## Физический

*прямой впрыск газа в расплав полимера*

- + экономически выгодно*
- Специальное оборудование и соблюдение строгих мер взрывопожарной безопасности*

## Химический

*с помощью добавления при переработке агентов (добавок) разлагающихся с выделением газа*

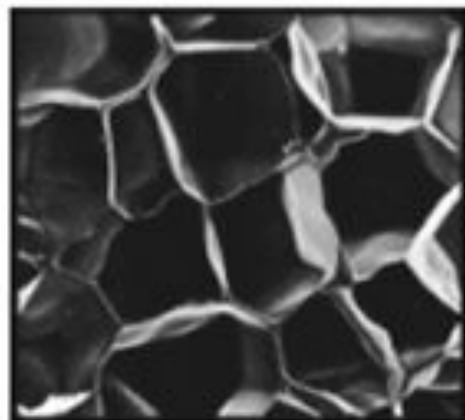
- + не нужно спец оборудование и мер пожарной безопасности*
- + использование различного рода реагентов*

# По виду создания при межмолекулярной связи



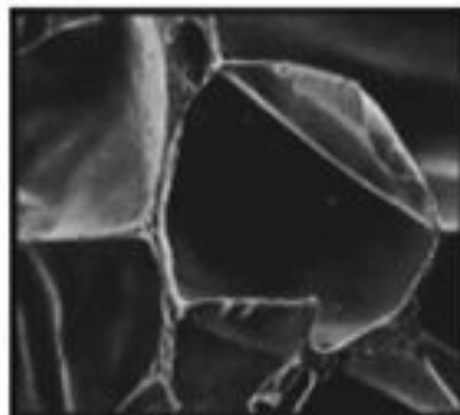
- со сшитой структурой молекул
- несшитые
- отдельно сформированные из каплеобразных структур

Вспененный  
и радиационно  
сшитый ПВД



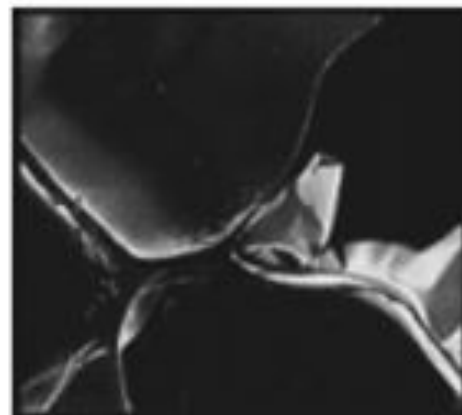
x50

Вспененный  
и химически  
сшитый ПВД

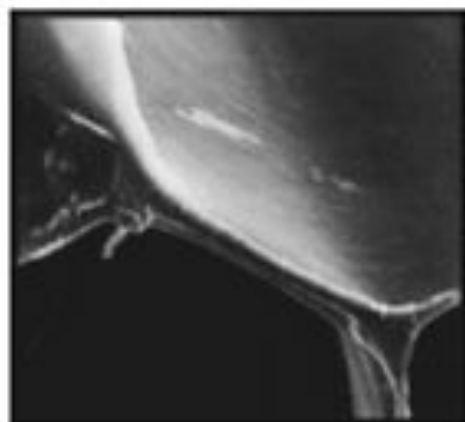


x50

Вспененный  
несшитый  
ПВД



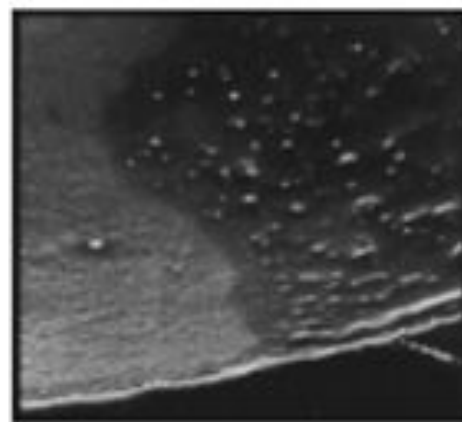
x50



x500



x500



x500



# Классификация вспененных полимеров



# Классификация по ГОСТу 16381-77 ТИМ



1. *По виду исходного сырья* ( органические и минеральные)
2. *По форме и внешнему виду* ( штучные, рулонные и шнуровочные)
3. *По средней плотности*
4. *По жесткости* ( мягкие, полужесткие и жесткие )
5. *По способу порообразования*
6. *По горючести*
7. *По теплопроводности*

# Уникальные свойства материалов



- Малый, по сравнению с монолитным изделием тех же размеров, удельный вес;
- Низкий уровень внутренних напряжений;
- Хорошие акустические свойства;
- Повышенная жесткость при меньшем весе;
- Высокая размерная точность;
- Отсутствие утяжек и коробления.

# Особенные свойства



- Отличная гибкость, эластичность;
- Хорошая водо- и паронепроницаемость;
- Низкая теплопроводность;
- Отличные звуко- и шумопоглощающие свойства;
- Химическая стойкость и экологическая безопасность

# Технологические процессы вспенивания и наиболее важные вспенивающиеся материалы



Пенопласты	Пенопласты с равномерным распределением плотности		Интегральные пенопласты	
Исходное вещество	Метод	Формовочная масса	Метод	Формовочная масса
Термопластичные расплавы	Экструзия, каландрование, прессование	ПС, АБС, ПВХ, ПЭ	Экструзия, каландрование, литье под давлением, вспенивание	ПС, АБС, ПВХ, ПЭ, ПК, модифицированный полипропиленоксид
Вспенивающийся полимерный материал в виде гранул или паст	Метод получения пенополистирола Метод "Troviror"	ПС ПВХ	-	-
Вспенивающиеся реакционноспособные жидкие исходные вещества	Непрерывное и периодическое вспенивание в пресс-формах или на транспортных лентах	Полиэфирная смола, МФС, ПУ	Реакционное Литье	ПУ

# Недостатки предвспенивателей непрерывного действия:



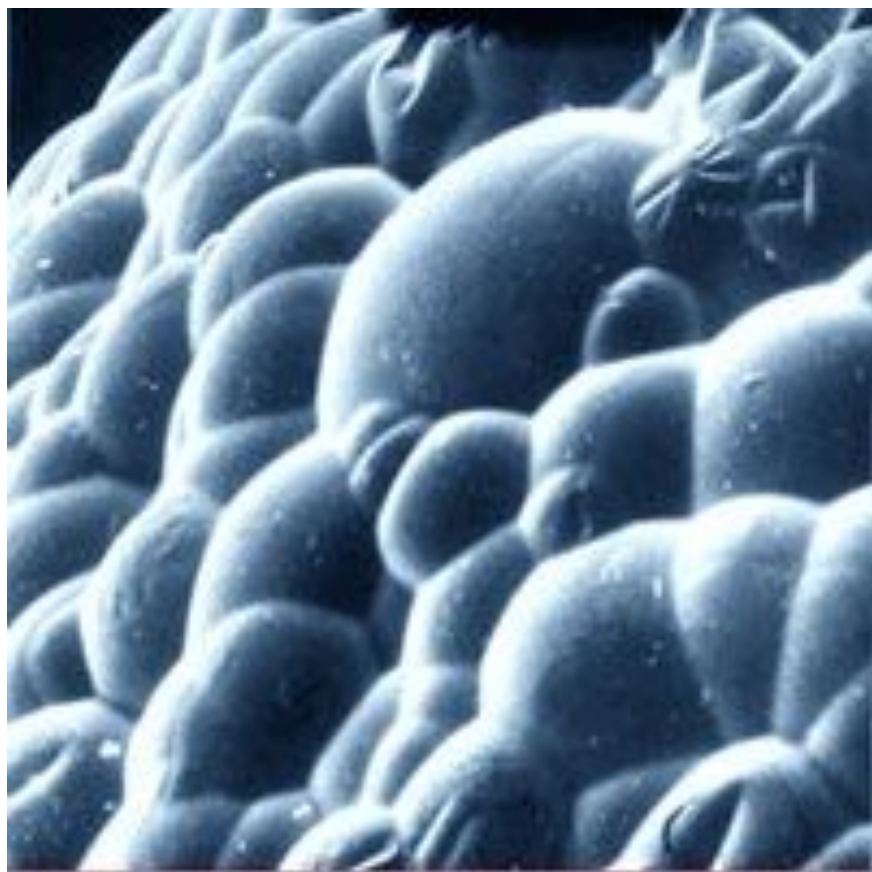
- В процессе вспенивания плотность гранул регулируется тремя способам
- Давление пара может быть только снижено, но не увеличено
- Среднее время нахождения сырья в предвспенивателе непрерывного действия около 3 минут

## Преимущества предвспенивателя периодического действия:

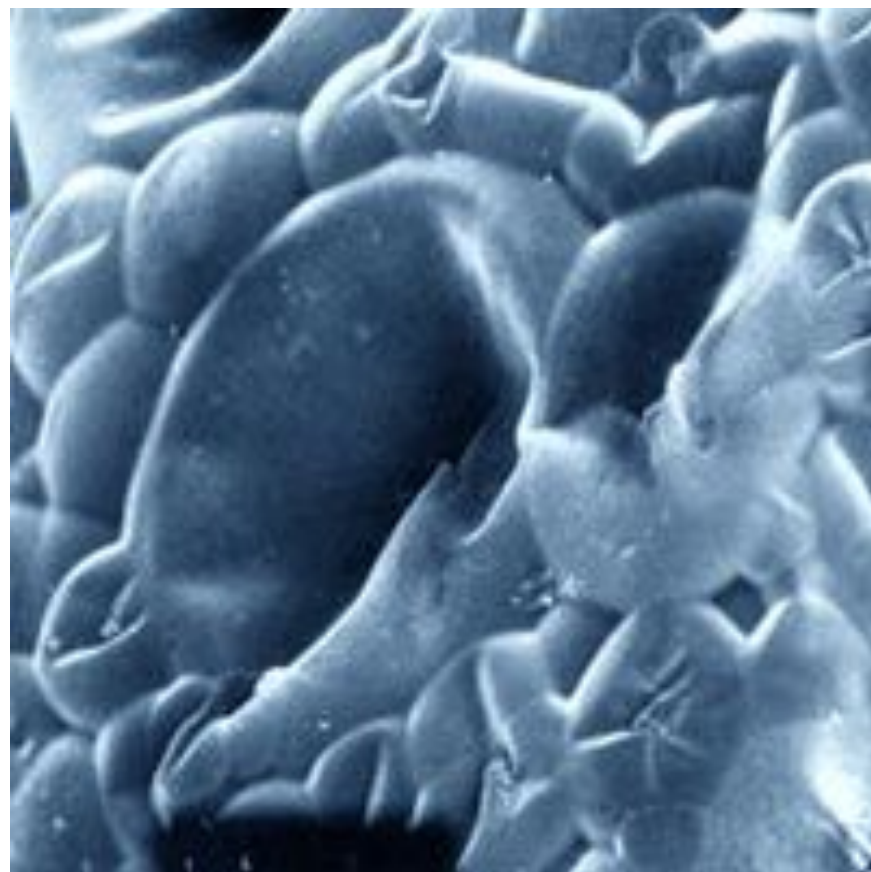


- Давление в предвспенивателе регулируется
- Предвспениватель периодического действия — герметичная емкость, что влечет за собой гораздо более экономичный расход пара, а также позволяет повысить скорость вспенивания по сравнению с ПВ непрерывного действия.

Хорошая  
внешняя структура  
ячеек



Нарушенная  
внешняя структура  
ячеек





# Базовые модели вспенивателей



## **ПВ-1**

Предвспениватель  
производительностью 10 куб. м в  
час обеспечивает  
производительность цеха 70-90  
куб. м пенопласта в смену (8 часов)  
в зависимости от навыков  
обслуживающего персонала.  
Загрузка сырья ручная через  
раструб в верхней части ёмкости.  
Выгрузка гранул через дверцу с  
ручным или пневмоприводом по  
выбору заказчика.



## **ПВ-1А (автомат)**

Высокопроизводительный предвспениватель, обеспечивающий производительность цеха до 200 куб.м в смену.

Работает в полностью автоматическом и ручном режиме с управлением с пульта. Подача сырья осуществляется через дополнительный загрузочный бункер с гибким шнеком.

Дозирование — весовое. Выгрузка вспененных гранул осуществляется в сушильную установку, откуда направляется в бункера выдержки гранул. Транспортировка вспененных гранул осуществляется пневмотранспортом с трубой вентури, что исключает деформацию вспененных гранул.



## ПВ-3

Компактный и экономичный вспениватель периодического действия производительностью 0,75 куб. м в час. Применяется в производствах, где пенополистирол не является основным сырьём: литьё по газифицируемым моделям (ЛГМ), изготовление полистиролбетона, производство бескаркасной мебели, мягких игрушек, частично наполняемых гранулами вспененного пенополистирола; производство туристического и спортивного снаряжения и т.д. Загрузка ручная через раструб, выгрузка через дверцу. Возможно изготовление с ручным приводом по выбору заказчика.

[www.penolider.ru](http://www.penolider.ru)

# Ключевые моменты функционирования вспенивателя



Качества вспенивающих агентов:

- 1) длительный срок хранения при нормальных условиях;
- 2) высвобождение газа под контролем над временем и температурой;
- 3) низкая токсичность, незначительные запах и цвет самих агентов и продуктов их разложения;
- 4) отсутствие отрицательного влияния на стабильность характеристик переработки полимера;
- 5) способность формирования пузырьков одинакового размера;
- 6) высокая степень дисперсности в полимере.

# Агенты



## Экзотермические

- 1) максимальное снижение плотности;
- 2) минимизация усадки за счет напора давления и неполной кристаллизации, повышающей качество заполнения формы;
- 3) глянец.

## Эндотермические

- 1) более четкое, упорядоченное высвобождение газа
- 2) более короткая продолжительность цикла;
- 3) эффект матовости.

# Литье и экструзия



Рекомендации к использованию при литье:

1. Вспенивание на конвекционной машине возможно
2. Давление должно быть достаточно высоким
3. Скорость вращения шнека 20-50 об./мин
4. Температура должна быть низкой
5. Продолжительность цикла зависит от типа полимера, толщины изделия и температуры литья
6. Хорошая вентиляция

## Рекомендации к использованию при экструзии:

1. Полимеры могут быть вспенены до 50%
2. Достаточный уровень давления
3. Пигменты и наполнители снижают результат действия азота
4. Шнек без отверстий
5. Постоянство давления в экструдере
6. Вид головки также важен
7. Неодходимо избегать «мертвых пространств»