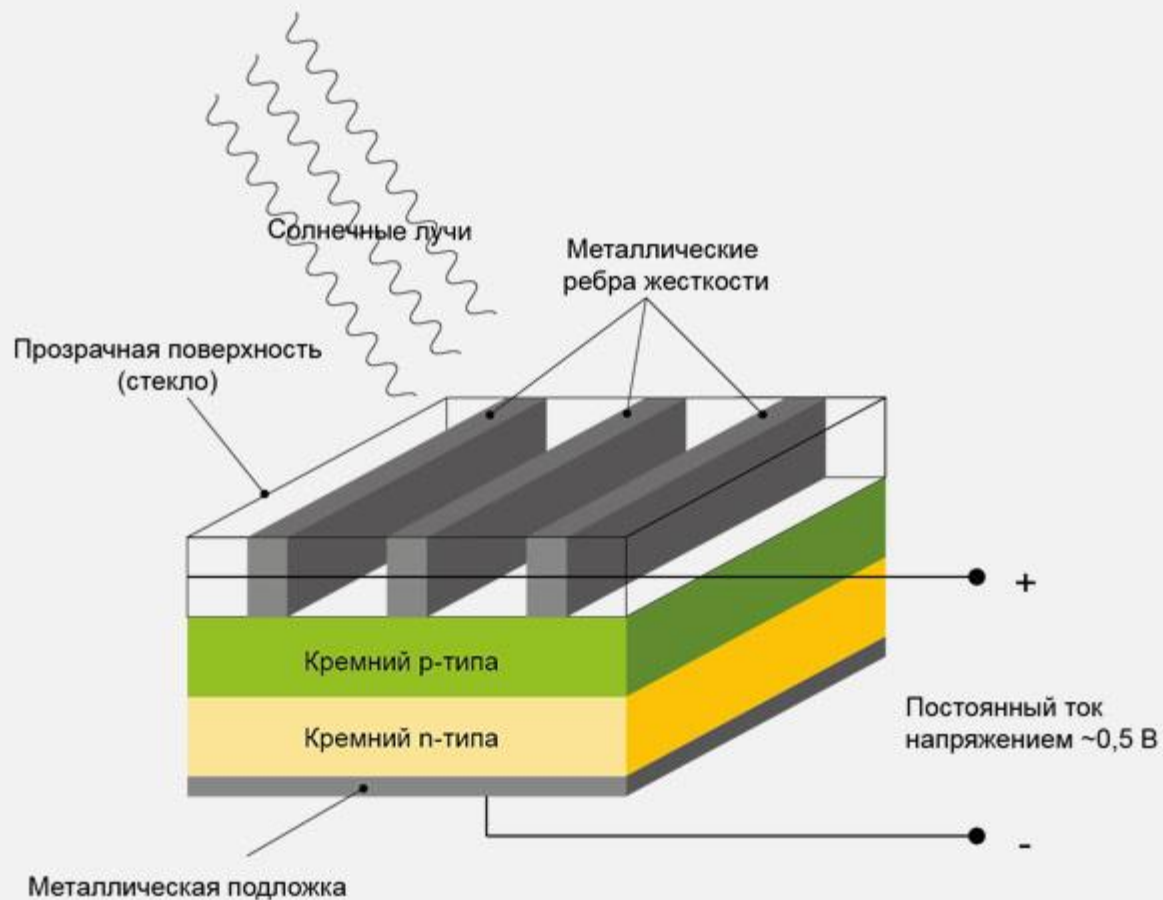




Эффективность солнечных ячеек из кремния выше, но производство дорогостоящее энерго- и ресурсозатратное



Ключевым элементом солнечной батареи является так называемый кремниевый фотогальванический элемент или фотоэлемент, который преобразует видимый солнечный свет, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение в электричество.

Основой устройства является поверхность соприкосновения двух типов кремния, которые предусматривает конструкция фотоэлемента. Поскольку верхняя часть элемента прозрачна, солнечный свет без препятствий падает непосредственно на кремний. Положительный электрод сделан в виде ребер жесткости из металла, которые соединяют проводами. Отрицательный электрод представляет собой металлическую подложку, которая в свою очередь находится в контакте с кремниевыми пластинами фотоэлемента.

При попадании солнечного света на поверхность фотоэлемента, между двумя типами кремния возникает разница так называемых потенциалов или электрическое напряжение. При подключении к элементу нагрузки сила тока возрастает пропорционально яркости солнечного света, вплоть до определенного критического значения. При усилении интенсивности освещения сила тока достигает максимума и выравнивается. Такой максимум называется током насыщения. Отношение вырабатываемой электроэнергии к силе света падающего на фотоэлемент называется коэффициентом преобразования или коэффициентом полезного действия (КПД).

Для конструирования солнечной батареи не нужно чего-то особенного. Фотоэлектрические ячейки (один фотоэлемент) можно объединить в последовательно-параллельные соединения, повышая тем самым выходную мощность всей панели. Когда несколько фотоэлементов соединяются в цепь последовательно, их выходное напряжение увеличивается. Когда такие конструкции далее подсоединяются параллельно, их максимальная сила тока эквивалентна произведению максимальной силы тока одной ячейки или их последовательной комбинации, на количество таких ячеек или их последовательных комбинаций. При этом максимальная мощность последовательно-параллельного соединения одинаковых ячеек эквивалентна произведению максимальной мощности каждой ячейки на количество ячеек.

Тонкие, лёгкие и гибкие батареи из аморфного кремния удобный в строительстве вариант, однако их эффективность по сравнению с другими существующими технологиями низка.

Технология CIS, солнечных ячеек с применением соединения меди, индия и селена, которое по кристаллической структуре относится к минералу халькопириту. Солнечные ячейки с прямопереходным полупроводником CIS обладают высокой эффективностью, которая достигается благодаря оптимизации запрещённой зоны и p-n перехода. Коэффициент поглощения соединения CuInSe_2 выше, чем у других используемых в солнечной энергетике полупроводников, что позволяет изготавливать из него плёночные солнечные батареи, применяющиеся при изготовлении строительных модулей из стабильного стеклянного композита.

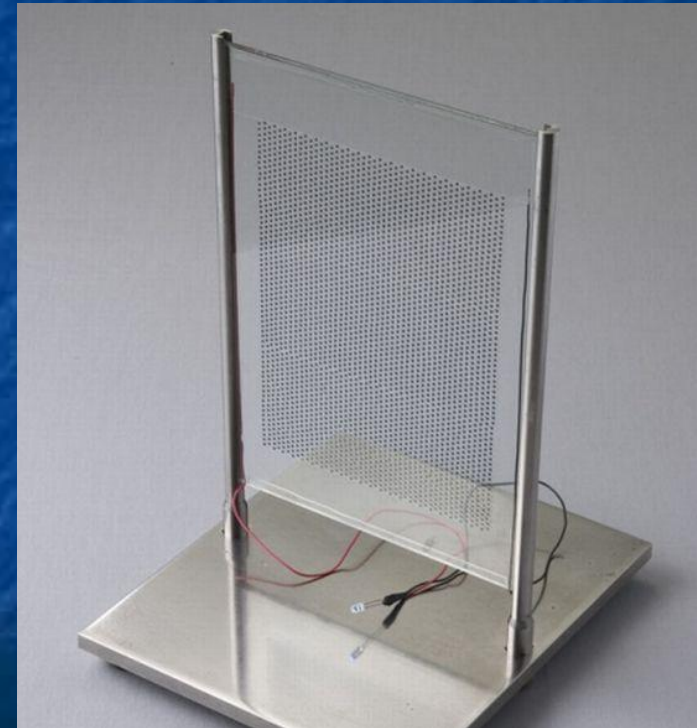
- Полупроводниковая структура наносится на стекло микрометровым слоем методом соиспарения, такая технология энергоэффективна, использует меньше материалов и повышает долговечность защищённой со всех сторон батареи, которая может использоваться вместо кровельного материала или в качестве элемента остекления, потому что она полупрозрачна, обладает свойствами тепло- и звукоизоляции.



солнечные модули, встроенные
во время термической санации
здания Университета Эрфурта



кровельные солнечные модули на крыше
церкви Friedenskirche в Тюбингене



- Элементы **Sphelar** представляют собой капли затвердевшего кремния размерами 1,8 мм в диаметре. Основным преимуществом этих элементов является высокий уровень прозрачности. Это позволяет «встраивать» их в стекло, тем самым получая прозрачное окно с солнечными элементами, способными поглощать свет в любом направлении и под любым углом. А поскольку стекло может поглощать свет с обеих сторон, эта технология способна привести к более эффективному преобразованию солнечной энергии в электричество.

КПД выпускаемых промышленностью солнечных элементов варьируется в зависимости от организации атомов кремния от 15-25% у монокристаллических, 12-17% - у поликристаллических, 6-10% - у аморфных. Сочетание с кремниевых элементов с тонкопленочными из теллурида кадмия (CdTe) позволяет достичь КПД 8-12%.

Для изготовления солнечных элементов применяется также технология с использованием в качестве солнечных ячеек соединения меди, индия и селена (CuInSe_2), которое по кристаллической структуре относится к минералу халькопириту. Высокая эффективность ячеек с прямопереходным полупроводником достигается путем оптимизации запрещенной зоны. Кроме того, коэффициент поглощения медь-индий-диселенида и его твердые растворы $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ имеют максимально широкую спектральную полосу поглощения солнечного излучения, что позволяет повышать и контролировать КПД фотопреобразования, превышающий 20%.

Соединения структуры перовскита (например, искусственного перовскита с галогенидом свинца или индия галлия арсенид). За счет изменения состава ингредиентов можно менять ширину запрещенной зоны, что позволит повысить КПД перовскитовых элементов. Важно, что за счет предлагаемых материалов можно успешно повышать КПД известных кремниевых элементов. Например, перовскиты используют более коротковолновую часть солнечного спектра по сравнению с кремнием, генерируя электроны более высокой энергии. Наноса слой перовскита на слой кремния можно получить эффект улавливания большей части солнечного спектра.

Энергия
(эВ)

Металл



Полупроводник



Зона проводимости



Валентная зона





Уровень	Защита от посторонних предметов, имеющих диаметр	Описание
0	—	Защита отсутствует
1	≥ 50 мм	Большие поверхности тела, нет защиты от сознательного контакта
2	$\geq 12,5$ мм	Пальцы и подобные объекты
3	$\geq 2,5$ мм	Инструменты, кабели и т. п.
4	≥ 1 мм	Большинство проводов, болты и т. п.
5	Пылезащищённое	Некоторое количество пыли может проникать внутрь, однако это не нарушает работу устройства. Полная защита от контакта
6	Пыленепроницаемое	Пыль не может попасть в устройство. Полная защита от контакта

Уровень	Защита от	Описание
0	—	Защита отсутствует
1	Вертикальные капли	Вертикально капающая вода не должна нарушать работу устройства
2	Вертикальные капли под углом до 15°	Вертикально капающая вода не должна нарушать работу устройства, если его отклонить от рабочего положения на угол до 15°
3	Падающие брызги	Защита от дождя. Брызги падают вертикально или под углом до 60° к вертикали.
4	Брызги	Защита от брызг, падающих в любом направлении.
5	Струи	Защита от водяных струй с любого направления
6	Морские волны	Защита от морских волн или сильных водяных струй. Попавшая внутрь корпуса вода не должна нарушать работу устройства.
7	Кратковременное погружение на глубину до 1 м	При кратковременном погружении вода не попадает в количествах, нарушающих работу устройства. Постоянная работа в погружённом режиме не предполагается.
8	Погружение на глубину более 1 м	Устройство может работать в погружённом режиме длительностью более 30 мин.

Аспекты тепловой защиты зданий

- Эффективные системы инженерного оборудования зданий;
- Соблюдение параметров микроклимата и теплового режима зданий;
- Корректный расчет (проектирование), строительство (монтаж) и эксплуатация конструкций
- Применение эффективных теплоизоляционных материалов

Методы сокращения теплопотерь

- Улучшенная теплоизоляция стандартных строительных элементов (кровля, стены, полы и т.п.);
- Уменьшение тепловых мостов за счет качественного выполнения работ;
- Герметизация оболочки здания;
- Использование специальных материалов и конструкций для светопрозрачных элементов зданий;
- Высокоэффективная рекуперация тепла из вытяжного воздуха.

Улучшенная теплоизоляция стандартных строительных элементов



Теплоизоляционный волокнистый материал Neptutherm на основе морской травы *Posidonia oceanica*

Коэф. Теплопроводности = 0.0388 Вт/ (м К)

Средняя плотность 65-75 кг/ куб. метр

Воспламеняемость класс В2

Содержание солей 0.5-2% - невысокая гигроскопичность и отсутствие агрессивн. Свойств

До 30 раз меньше энергозатрат на ЖЦ в сравнении с традиционными материалами

Теплоизоляционный материал на основе льна

Льняной веник распаривается горячим воздухом, а не кипятком. Иначе он потеряет свои свойства и станет как мочалка. природный антисептик и антиаллерген способствует заживлению ран и ожогов задерживает размножение бактерий, предотвращает грибковые заболевания кожи улучшает иммунитет способствует очищению организма от шлаков



Коэф.

**Теплопроводн.=
0,037 Вт/мК**

Удельная
теплоемкость=

1 550 Дж/кг К

**Паропроницаемость
0,4 мг/м ч Па**

Ср. плотность 32-34 кг/
куб. метр

Группа горючести Г1



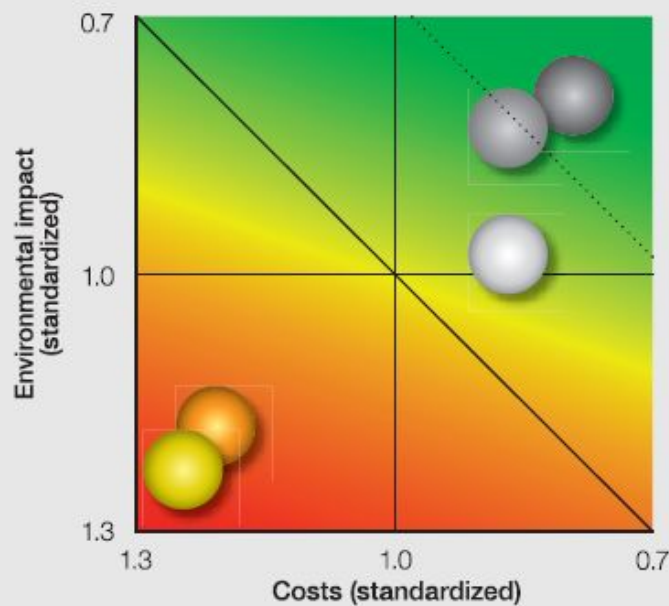
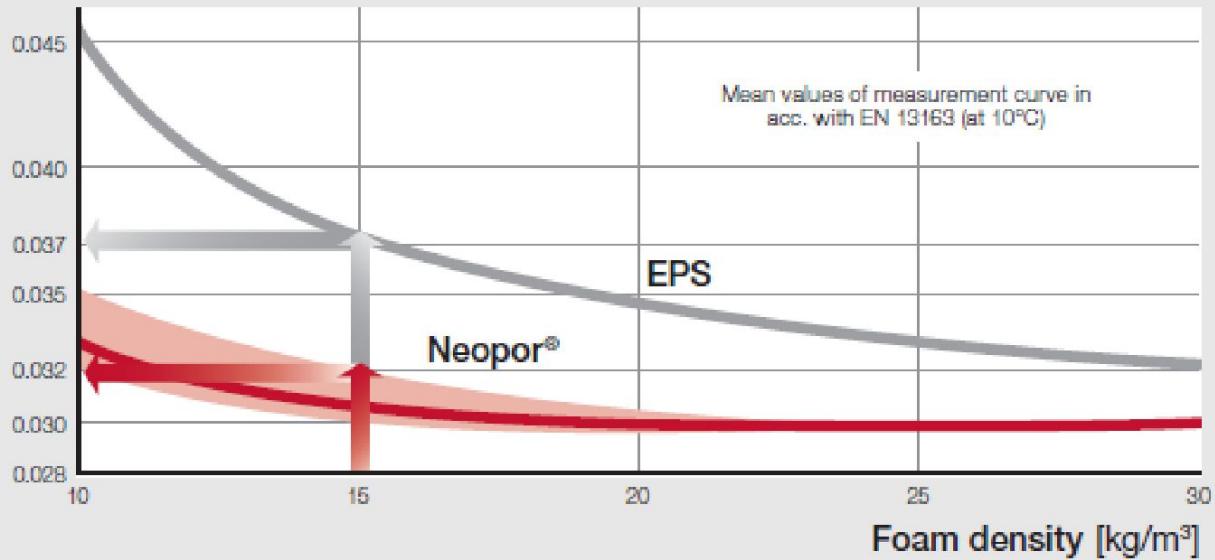
Тепловой фронт проходит через слой минваты за 6 часов, а через слой Экотеплина за 12 часов. При этом внутренняя температура меняется для минваты с 15 до 27 градусов, а для льняного утеплителя с 20 до 23 градусов.

Пенопласты Neopor



вспененный полистирол с частицами графита. За счет выделения и отражения инфракрасного излучения материал с графитовыми частицами может обеспечить теплопроводность на 20% меньше, чем обычный полистирольный пенопласт. За счет низкой теплопроводности можно до 50% уменьшить использование дорогостоящего сырья.

Thermal conductivity λ [W/(m·K)]



- Neopor 032
- Neopor 035
- Styropor 035
- Mineral wool 035
- Mineral wool 040

Customer benefit of 1 m² of ETICS with a U value of 0.15 W/(m² · K).

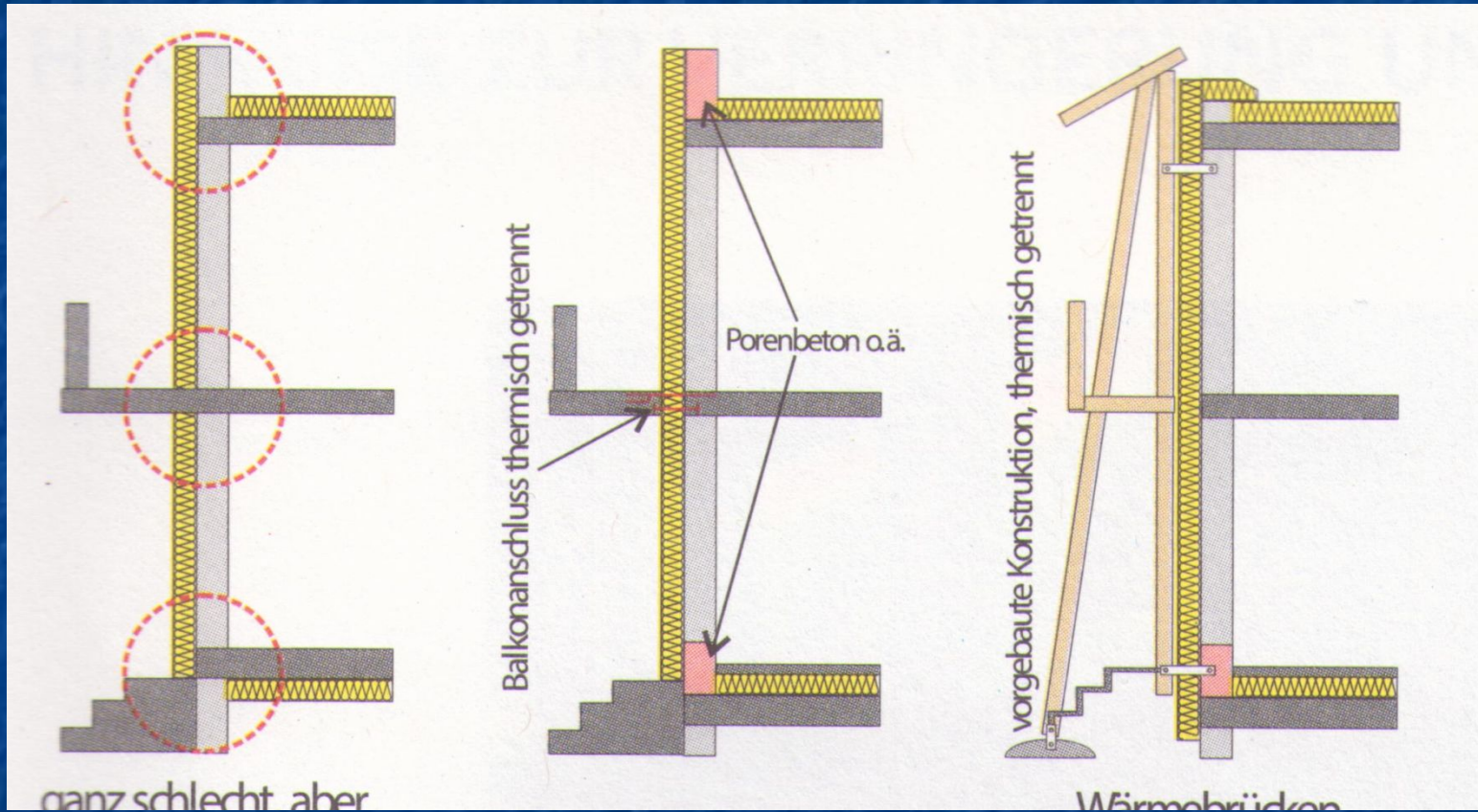
- Scenario with equal environmental and economic relevance
- The dotted line indicates where a product is considered to be just as eco-efficient as the best alternative.

Примеры применения Неопор



Наружные изоляционные панели с применением Неопора: слева – реконструкция района в Людвигсхафене (Германия), справа – жилые дома в Дармштадте (Германия)

Мостики холода



Вакуумные изоляционные панели

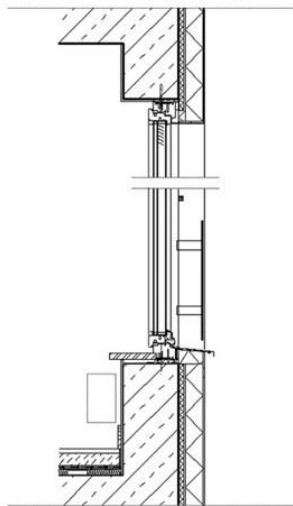
Переход к вакууму в газе с уменьшением давления начинается с нарушения условия для значений чисел Кнудсена $Kn=L/d \ll 1$ и завершается при достижении условия $Kn \gg 1$ (L – длина свободного пробега молекулы газа, d – характерный размер полости). Если давление газа достигло области значений, для которых средняя длина свободного пробега молекул L становится сравнимой с размерами полости, в которой газ заключен, то обычное понятие теплопроводности – явления, обусловленного столкновениями молекул, – теряет смысл. Именно поэтому для газа в данных условиях используется термин «теплопередача», а не теплопроводность. В применении к пористым теплоизоляционным материалам термин теплопроводность носит условный, то есть эквивалентный характер, поскольку в них наблюдается не только чистая теплопроводность, как в однородных твердых телах. Передача теплоты в таких системах осуществляется посредством:

- кондуктивной теплопроводности твердого скелета, образующего пористую структуру материала;
- кондуктивной теплопроводности газа, находящегося в капиллярах или ячейках пор;
- излучения между стенками пор (радиационная теплопроводность);
- конвекции вследствие перемещения газа в пористой структуре изоляции.

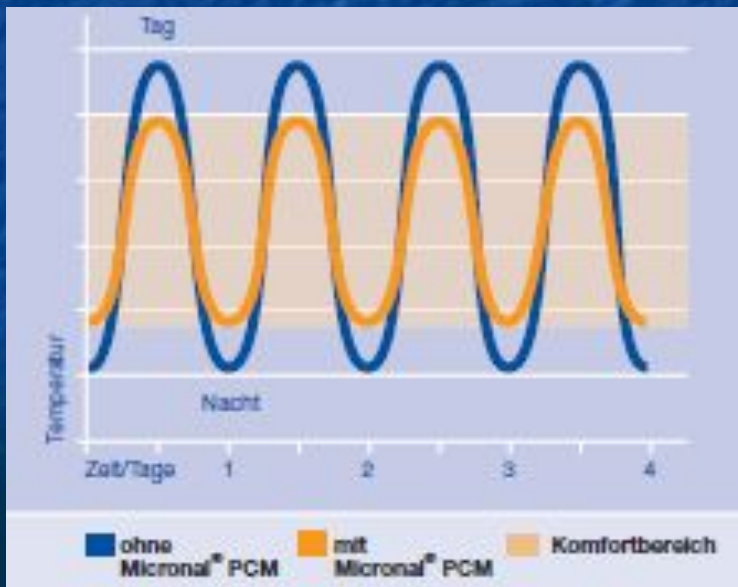
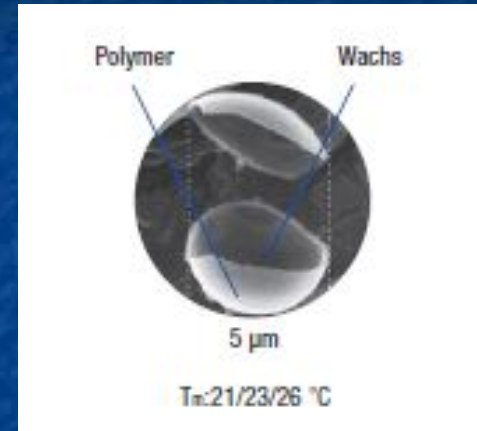
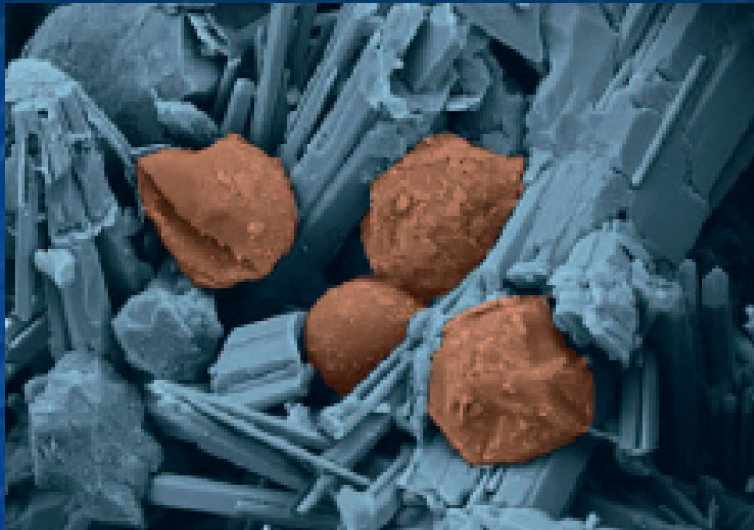
При сравнении теплопроводности герметичных и открытых пористых систем видна более высокая теплопроводность открытых систем. Эффективная теплопроводность является сложной функцией, зависящей от многих факторов: температуры, давления газа в порах, размера пор, степени черноты стенок капилляров и ячеек, оказывающих различное влияние на величину коэффициента теплопроводности. Перенос тепла теплопроводностью газа в пористом материале уменьшается как при увеличении длины L пробега молекул, то есть снижении давления, так и при уменьшении размеров пор. Размеры пор в материалах, применяемых для создания современной вакуумно-порошковой изоляции, составляют несколько нанометров. Теплопередача газа в таких материалах начинает уменьшаться уже при давлениях, близких к атмосферному, а при давлении 10^{-3} – 10^{-4} бар становится настолько незначительной, что ею можно пренебречь. Это одно из основных достоинств вакуумно-порошковой изоляции.



Коэф. Теплопроводн. =
 $0,0022 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$
и плотностью меньше
 $10 \text{ мЗ}/\text{кг}$, теплофизические
характеристики
изготовленных
изоляционных панелей
в 5–10 раз превосходят
характеристики лучших
теплоизоляционных
материалов.



Летняя теплозащита Micronal



Примеры зданий с использованием латентной теплозащиты Micronal



Дом солнечного десятиборья

Цель: возможно постоянная температура внутреннего воздуха около 23 град. При снабжении здания солнечной энергией



Школа в Дикирхе. Люксембург

Цель: достижение термического комфорта в здании легкого контейнерного типа без активного охлаждения