



**ПЕНОПОЛИУРЕТАН**

# Введение

XXI веке в мире существует много глобальных проблем в разных отраслях промышленности. Экономика на сегодняшний день требует рациональное использование энергетических ресурсов. Являясь одной из стран СНГ по производству и использованию энергии, Казахстан значительно уступает экономически развитым странам в вопросах рационального использования энергоресурсов.

Рациональному использованию энергетических ресурсов в мировой практике уделяется большое внимание. Например, в Республике Казахстан в 2012 г. подписан Закон РК «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности». Его целью, является создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Опыт различных стран в решении этих проблем показывает, что наиболее эффективным путём ее решения является сокращение потерь тепла через ограждающие конструкции зданий, сооружений, промышленного оборудования и тепловых сетей. Однако, до настоящего времени существует не достаточно сведений о токсикологических характеристиках различных видов минеральных ват.

Для реализации цели нами проведены следующие исследования: изучен состав теплоизоляционных материалов, их физико-химические свойства, воздействие на организм, определены перспективные направления изучения условий труда при использовании теплоизоляционных материалов.



## ВИДЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

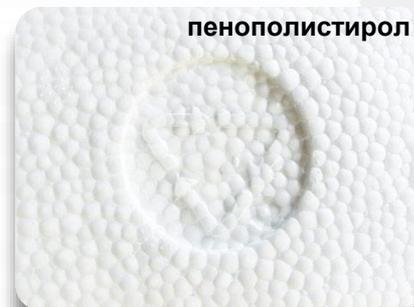
Органические теплоизоляционные материалы — получаемые с использованием органических веществ (например пенополистирол). Так же в качестве органических изолирующих материалов используют переработанную неделовую древесину и отходы деревообработки (древесноволокнистые плиты и древесностружечные плиты), сельскохозяйственные отходы (соломит, камышит и др.), торф (торфоплиты) и т. д. Эти теплоизоляционные материалы, как правило, отличаются низкой водо-, биостойкостью, а также подвержены разложению в связи с этим используются в строительстве реже.

древесноволокнистые  
плиты

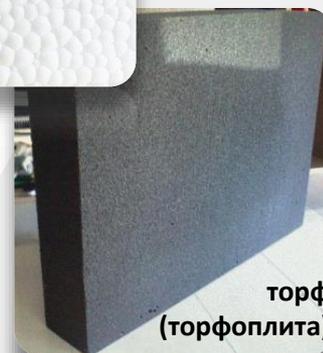


камышит

пенополистирол



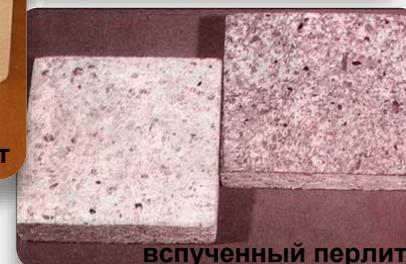
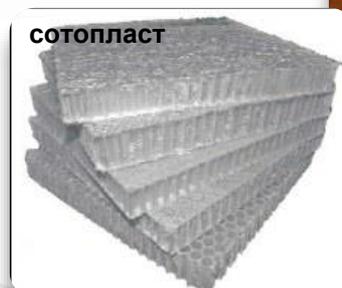
СОЛОМИТ



торф  
(торфоплита)

## ВИДЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Неорганические теплоизоляционные материалы — минеральная вата и изделия из неё (например, минераловатные плиты), лёгкие и ячеистые бетоны (газобетон и газоселикат), пеностекло, стеклянное волокно, изделия из вспученного перлита, вермикулита, сотопласты и др. Изделия из минеральной ваты получают переработкой расплавов горных пород или металлургических шлаков в стекловидное волокно. Характерная особенность — низкие прочностные характеристики и повышенное водопоглощение, поэтому применение данных материалов ограничено и требует специальных методик установки. При производстве современных теплоизоляционных минераловатных изделий производится гидрофобизация волокна, что позволяет снизить водопоглощение в процессе транспортировки и монтажа.



## ВИДЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

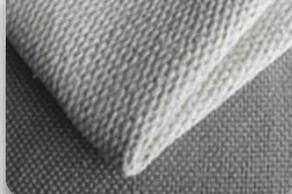
Смешанные теплоизоляционные материалы— используемые в качестве монтажных, изготавлиют на основе асбеста (асбестовые картон, бумага, войлок), смесей асбеста и минеральных вяжущих веществ (асбестодиатомовые, асбестотрепельные, асбестоизвестковокремнезёмистые, асбестоцементные изделия) и на основе вспученных горных пород (вермикулита, перлита).

асбестовый картон



асбестовая бумага

асбестовый войлок



асбестодиатомовые, асбестотрепельные, асбестоизвестковокремнезёмистые, асбестоцементные изделия



## ЧТО ТАКОЕ ППУ

С 90-х годов на рынке теплоизоляционных материалов появился экологически чистый пенополиуретан (ППУ). В современное время ППУ становится все более часто используемым теплоизоляционным материалом во всем мире.

### Что такое ППУ?

Пенополиуретан (ППУ) представляют собой наиболее универсальную группу из выпускаемых в настоящее время полимеров. Обладает уникальными качествами за счет изменения рецептуры и режимов переработки. Это даёт возможность получать большой ассортимент конечных продуктов - от мягких эластичных материалов до жестких и твердых.

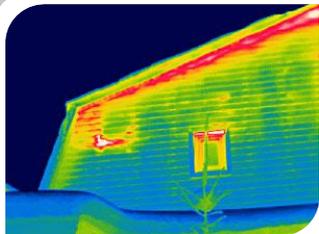
Пенополиуретан на 85-90% состоит из воздуха. Образование пенополиуретана происходит при реакции между собой двух компонентов в жидком состоянии: полиола и полиизоцианата. Из тонны пенополиуретана можно получить примерно 20 кубических метров тепловой изоляции при плотности 50 кг/м<sup>3</sup>.

Напыление пенополиуретана - это современным метод создания тепло- и гидро- изоляционных покрытий. Пенополиуретан обладает способностью покрывать поверхность практически любой формы с отличной адгезией и позволяет проектировать и производить теплоизоляцию всевозможных элементов зданий и сооружений, имеющих сложные формы. Кроме того, пенополиуретан напыляется практически на любые материалы: дерево, стекло, металл, бетон, кирпич, не зависимо от конфигурации поверхности. В результате этого отсутствует необходимость в специальном крепеже изоляции.

При напылении пенополиуретаном слой получается монолитным, без стыков. При заливке все пространство полости заполняется однородным материалом.



## Отличительные свойства ППУ



Теплоизоляция из пенополиуретана (ППУ) обладает очень низкой теплопроводностью.



Теплоизоляция из пенополиуретана (ППУ) - это высокая технологичность, обеспечивающая наиболее сжатые сроки работ ( за смену напыление до 500 м<sup>2</sup>)



Теплопроводность пенополиуретана (ППУ) в отличие от большинства теплоизоляционных материалов не зависит от влажности среды.



Теплоизоляция из пенополиуретана (ППУ) долговечна - срок службы ППУ не менее 30 лет, если нет механических повреждений и на него не попадают прямые солнечные лучи.



Теплоизоляция из пенополиуретана (ППУ) относится к группе трудносгораемых материалов, при отсутствии открытого пламени пенополиуретан не горит.



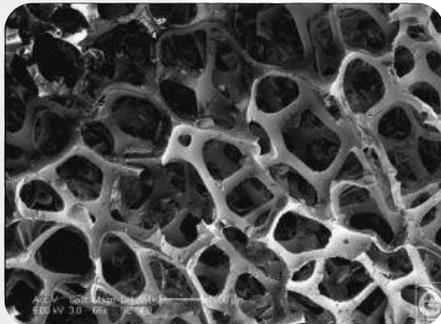
**ВЫСОКАЯ  
ЭКОЛОГИЧНОСТЬ**



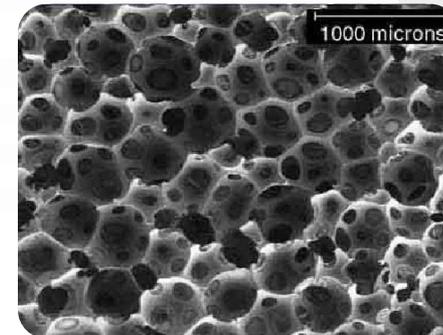
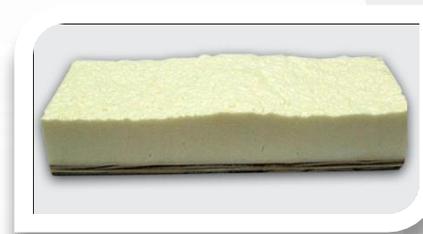
Теплоизоляция из пенополиуретана (ППУ) биологически нейтрален и устойчив к микроорганизмам, плесени, а также гниению.

## Открытые и закрытые ячейки ППУ

ППУ с открытыми ячейками представляет собой мириады крошечных «воздушных шариков», практически невидимых невооружённым глазом, внутри заполненных воздухом, который является наилучшим теплоизолятором.



ППУ с закрытыми ячейками представляет собой материал все «поры» которого плотно «запечатаны» и «спрессованы» друг с другом. Ячейки наполнены и закупорены газом, который помогает вспениваться теплоизоляции в процессе реакции сопутствующей работам по утеплению.



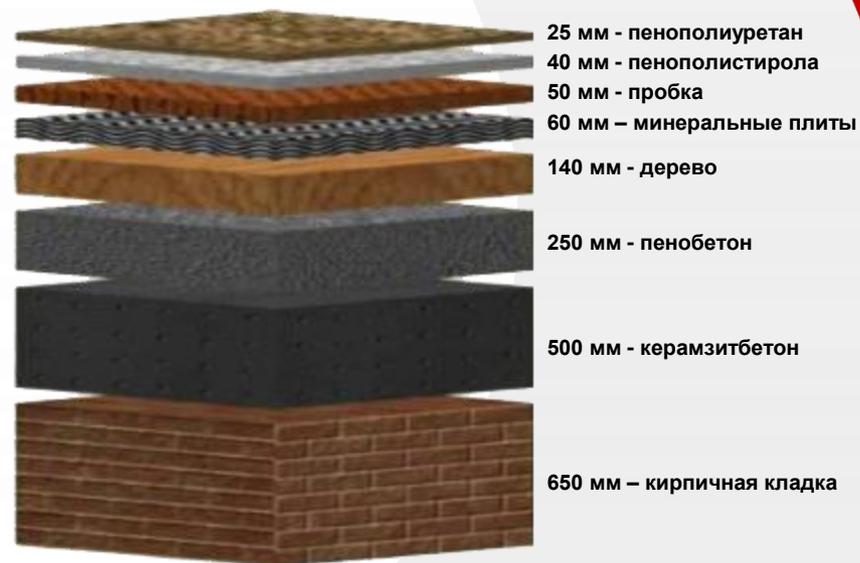
## Открытые и закрытые ячейки ППУ

Параметры сравнения	Теплоизоляция ППУ с открытой ячейкой	Теплоизоляция ППУ с закрытой ячейкой
Плотность	от 7 до 12 кг/м <sup>3</sup> ;	от 35 - 40 кг/м <sup>3</sup>
Теплопроводность	0,019 Вт/м*К	0,03 Вт/м*К
Применение	<p>ППУ с открытой ячейкой очень хорошо заполнять большие объёмы, внутри стен и перекрытий, жёстких каркасных конструкций.</p> <p>Его не стоит использовать под землёй или помещениях с повышенной влажностью, где он может поглощать воду.</p>	<p>ППУ с закрытыми ячейками лучше использовать в относительно ограниченных местах, где желательно максимально сохранить полезный объём помещения при наилучших теплоизоляционных характеристиках. ППУ с закрытыми ячейками идеален для применения при теплоизоляции кровель, наружных стен и фундаментов зданий.</p>
Преимущества	заполняет всё пространство внутри строительной конструкции	обладает большей плотностью и способен выдерживать значительные статические механические нагрузки, устойчивость к утечкам воздуха и водяного пара - гидроизоляция.
Недостатки	не держит больших механических нагрузок и материал необходимо защищать от них другими способами	плотнее, требуется большего расхода материала, а следовательно он дороже при применении в строительстве.

## СРАВНЕНИЕ ТОЛЩИНЫ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сравнение толщины различных видов теплоизоляционных материалов при одинаковом сопротивлении теплопередачи  $R = 1 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$ .

На рисунке видно, что пенополиуретан (ППУ) имеет наилучшее сопротивление теплопередаче по сравнению с другими теплоизоляционными материалами.



## Сравнительный анализ Пенополиуретана с другими материалами

Таблица сравнения таких теплоизоляционных материалов, как минеральная вата, пенополистирол (ППС) и пенополиуретан (ППУ)

Параметры сравнения	Минвата	Пенополистирол	Пенополиуретан
Экологичность	Минвата выделяет <b>фенол</b> и респираторную пыль	При нагревании <b>до 60 °С</b> выделяет <b>фенол</b>	<b>Соответствует санитарным нормам</b> и правилам, на продукцию есть санитарно-эпидемиологическое заключение. Применяется при температуре <b>до 180 °С</b>
Пожароопасность	<b>Не поддерживает горения</b>	<b>Горюч</b>	<b>Не поддерживает горения</b>
Долговечность	Материал <b>сминается и впитывает влагу</b> из-за чего теплоизоляционные свойства стремительно снижаются, образуются мостики холода и потерю тепла	Материал <b>усаживается и сжимается</b> , что может привести к изменению геометрии фасада.	Закрытый от ультрафиолета пенополиуретан <b>устойчив к большинству растворителей</b> , срок эксплуатации превышает срок службы несущих конструкций здания.
Срок эксплуатации	Ограниченный срок эксплуатации. Существенное снижение эксплуатационных качеств <b>после 10 лет</b> использования.	Ограниченный срок эксплуатации. Существенное снижение эксплуатационных качеств <b>после 10 лет</b> использования.	Не меняет своих теплоизоляционных свойств на протяжении <b>30 лет и более</b>
Удобство монтажа	Плита минваты держится <b>за счет каркаса</b> заранее подготовленного для ее монтажа.	Лист держится только за <b>счёт углублений в плите</b> (ласточкин хвост).	ППУ держится за <b>счет 100% адгезии</b> практически к любому материалу (дерево, стекло, металл, бетон, кирпич, не зависимо от конфигурации поверхности)

## Сравнительный анализ Пенополиуретана с другими материалами

Таблица сравнения таких теплоизоляционных материалов, как минеральная вата, пенополистирол (ППС) и пенополиуретан (ППУ) (продолжение)

Параметры сравнения	Минвата	Пенополистирол	Пенополиуретан
Адгезические свойства	Мягкость несущей основы, полное <b>отсутствие адгезических свойств</b> , приводит к скапливанию конденсата на стенках поверхности	Мягкости несущей основы и слабая закреплённость плитки на панели приводит к <b>большому браку материала</b> при транспортировке и монтаже	Жесткость материала - возможность облицовки <b>без применения обрешётки</b>
Особенности эксплуатации в условиях повышенной влажности	Повышенная влажность влияет на: 1) уменьшению срока службы 2) увеличению конденсата на поверхности стен 3) создание неблагоприятного климата в помещении	Повышенная влажность может: 1) привести к заражению грибком 2) создать неблагоприятный микроклимат в помещениях	За счет 100% адгезии изоляция из пенополиуретана не боится грибков, плесени и бактерий. ППУ - отличный изоляционный материал, безопасный для здоровья и окружающей среды
Особенности эксплуатации (влагостойкость и пароизоляция)	При попадании влаги на стыковочные швы, образуется водяной пар и теплоизолирующие свойства существенно снижаются, вызывая <b>образование конденсата</b> на поверхности	При попадании влаги и замерзании происходит <b>разрушение пенопласта</b>	Применение ППУ обеспечивает <b>надежную гидро- и пароизоляцию</b> , что позволяет сократить расходы на применение дополнительных утеплительных и изоляционных материалов
Техническое обслуживание	<b>Требуется</b> регулярный осмотр фасада и устранение возникших дефектов	<b>Требуется</b> регулярный осмотр фасада и устранение возникших дефектов	<b>Не требует</b> обновления и ремонта в течение всего срока службы здания

## Сравнительный анализ Пенополиуретана с другими материалами

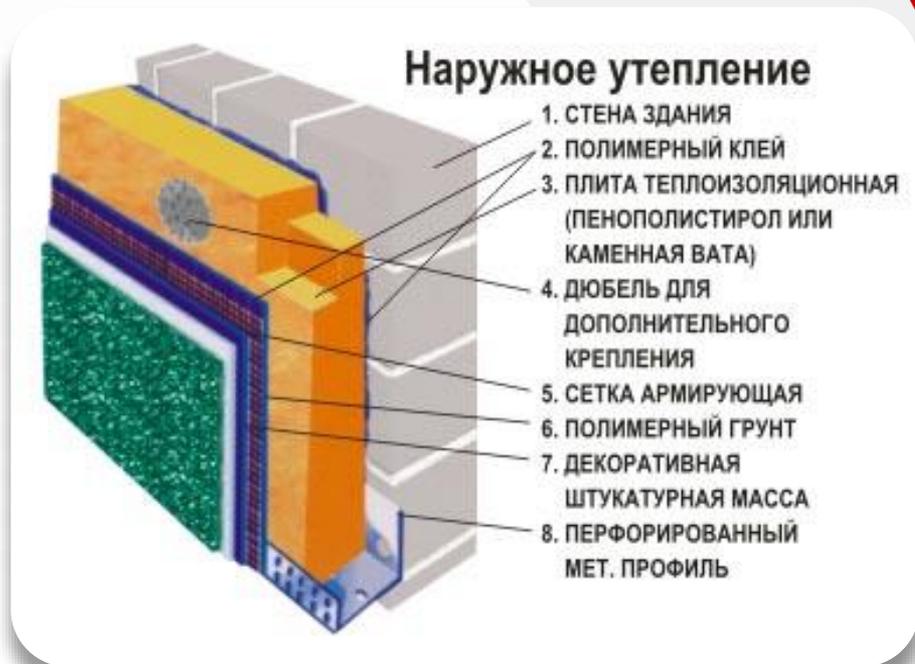
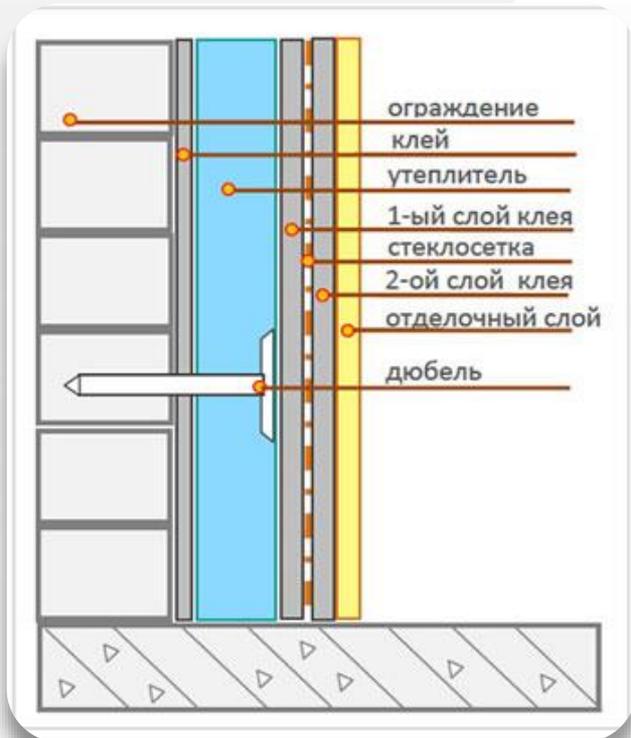
### Сравнение ППУ с традиционными теплоизоляторами

Теплоизолятор	Степень плотности (кг/м.куб)	Коэффициент Теплопроводности <sup>1</sup> (Вт/м*К)	Пористость	Срок эксплуатации (лет)	Диапазон рабочих температур (°С)
ППУ	40-300	0,019-0,03	закрытая	30 лет и более	-180 до +150
Пенополистирол	50-300	0,041-0,04	закрытая	25	-50 до +75
Минеральная вата	55-150	0,052-0,058	открытая	5	-40 до +120
Пробковая плита	220-240	0,050-0,060	закрытая	3	-30 до +90
Пенобетон	250-400	0,145-0,160	открытая	10	-30 до +120

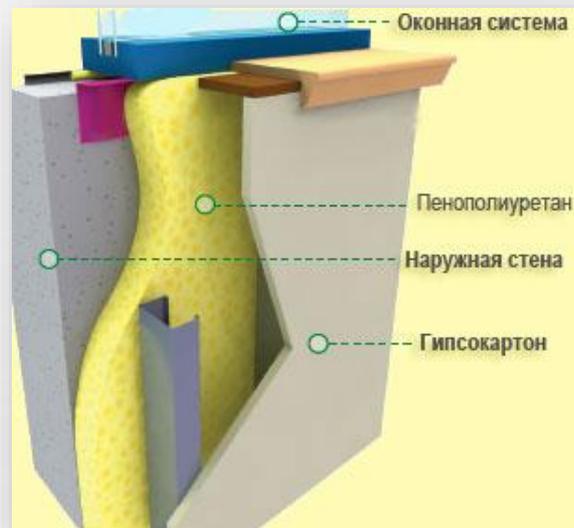
**Вывод:** Пенополиуретан (ППУ) при сравнительно малой плотности имеет **самый низкий коэффициент теплопроводности** (пропускает наименьшее количество тепла) не теряя данных свойств в диапазоне рабочих температур **от - 180 °С до + 150 °С** при сроке эксплуатации **от 30 лет и более**, что в некоторых случаях может превышать срок эксплуатации здания или объекта.

<sup>1</sup> Коэффициент теплопроводности материала – это количество теплоты, проходящей через материал площадью 1 кв.м за единицу времени (секунду) при изменении температуры на 1 градус.

## Сложность утепления с дополнительными материалами



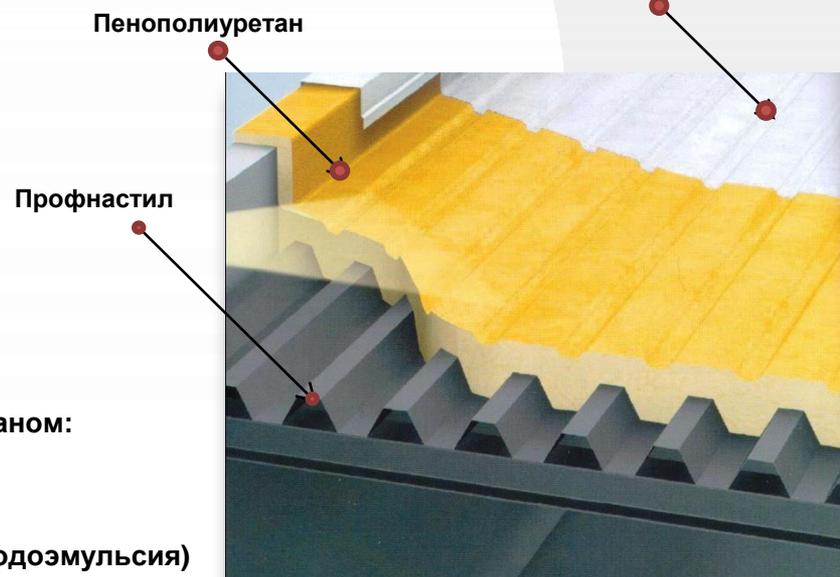
## Утепление пенополиуретаном (ППУ)



### Утепление стены пенополиуретаном:

1. Оконная системы
2. Наружная стена
3. Пенополиуретан
4. Гипсокартон

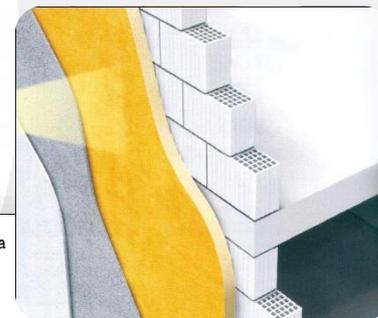
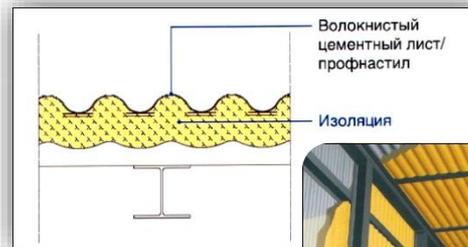
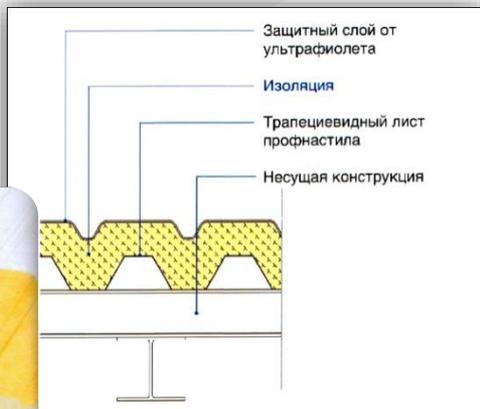
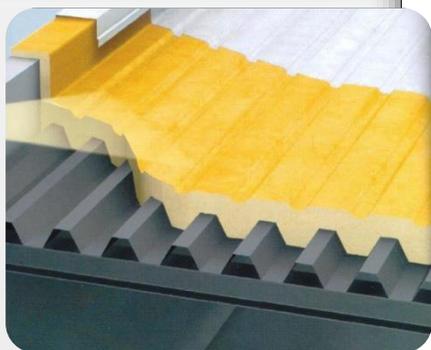
### Краска на водной основе (водоэмульсия)



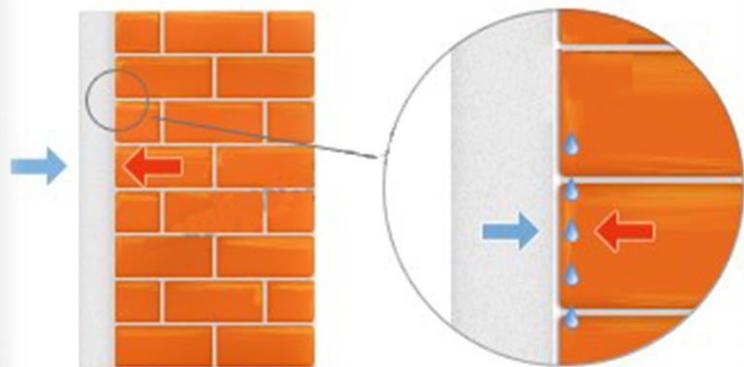
### Утепление кровли пенополиуретаном:

1. Профнастил
2. Пенополиуретан
3. Краска на водной основе (водоэмульсия)

# Схемы утепления пенополиуретаном



## Утепление пенополиуретаном (ППУ) - конденсат



ЛИСТОВОЙ УТЕПЛИТЕЛЬ



ППУ



ППУ принимает любую форму сложных поверхностей. Обладая высокими адгезическими свойствами, тем самым устраняет точку росы плотно прилегая к поверхности.

Стоит отметить важный фактор. Утеплитель должен быть установлен или нанесен так, чтобы между ним и поверхностью не оставалось воздушной прослойки, иначе конденсат неизбежен.

Конденсационная влага появится именно в прослойке между утеплителем и поверхностью, т.к. здесь расположится граница тепла и холода.

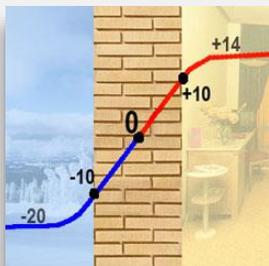
При монтаже листовых утеплителей следует уделять особое внимание щелям и местам примыканий. Влага - это влажные стены, повышенные теплопотери, появление плесени и грибка.

Укладывание рулонных утеплителей на горизонтальные и наклонные поверхности также не спасают ситуацию. Не случайно в комплекте с ними предлагаются различные мембраны для отвода влаги, так называемые пароизоляционные материалы. Не будь этих материалов - такие утеплители напитались бы конденсационной влагой и разрушились через несколько лет.

Но пароизоляция не решает проблему - она всего лишь отодвигает её во времени. Она и была создана именно для того, чтобы хоть как-то продлить жизнь минвате.

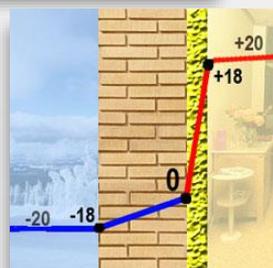
Что касается криволинейных поверхностей (профнастил, металлочерепица) то утеплять их листовым материалом просто бессмысленно, а рулонным - неэффективно из-за всё той же точки росы.

## Зона конденсации



### Стена без утепления

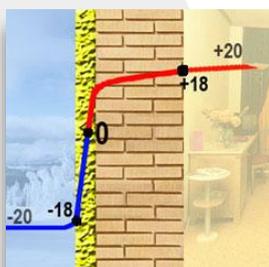
В этом случае температурный ноль находится внутри стеновой конструкции. Наличие в стене влаги приводит к тому, что в точке замерзания она превращается в лед, разрушающий стену. Стена подвержена воздействию температурных перепадов. Толщина стены здесь явно недостаточна для теплового комфорта внутри. Потери тепла через стеновые конструкции могут достигать до 80%. Поэтому, несмотря на работающие в полную мощность обогреватели, внутри помещения холодно.



### Утепление стен изнутри

При внутренней теплоизоляции стены температурный ноль смещается к внутренней границе между стеной и теплоизоляцией. При наличии даже минимального зазора между ними здесь возникает зона конденсации, влага из помещения, неизбежно поступающая туда, замерзает и, расширяясь при этом, приводит к отслаиванию теплозащитного покрытия. Поэтому, вывод: применение водонепроницаемых утеплителей при внутренней теплоизоляции недопустимо. Кроме того, сконденсировавшаяся и накопившаяся за зимний период влага не может быть выведена наружу даже летом, что приводит к прогрессирующему отсыреванию стен и связанным с этим последствиям.

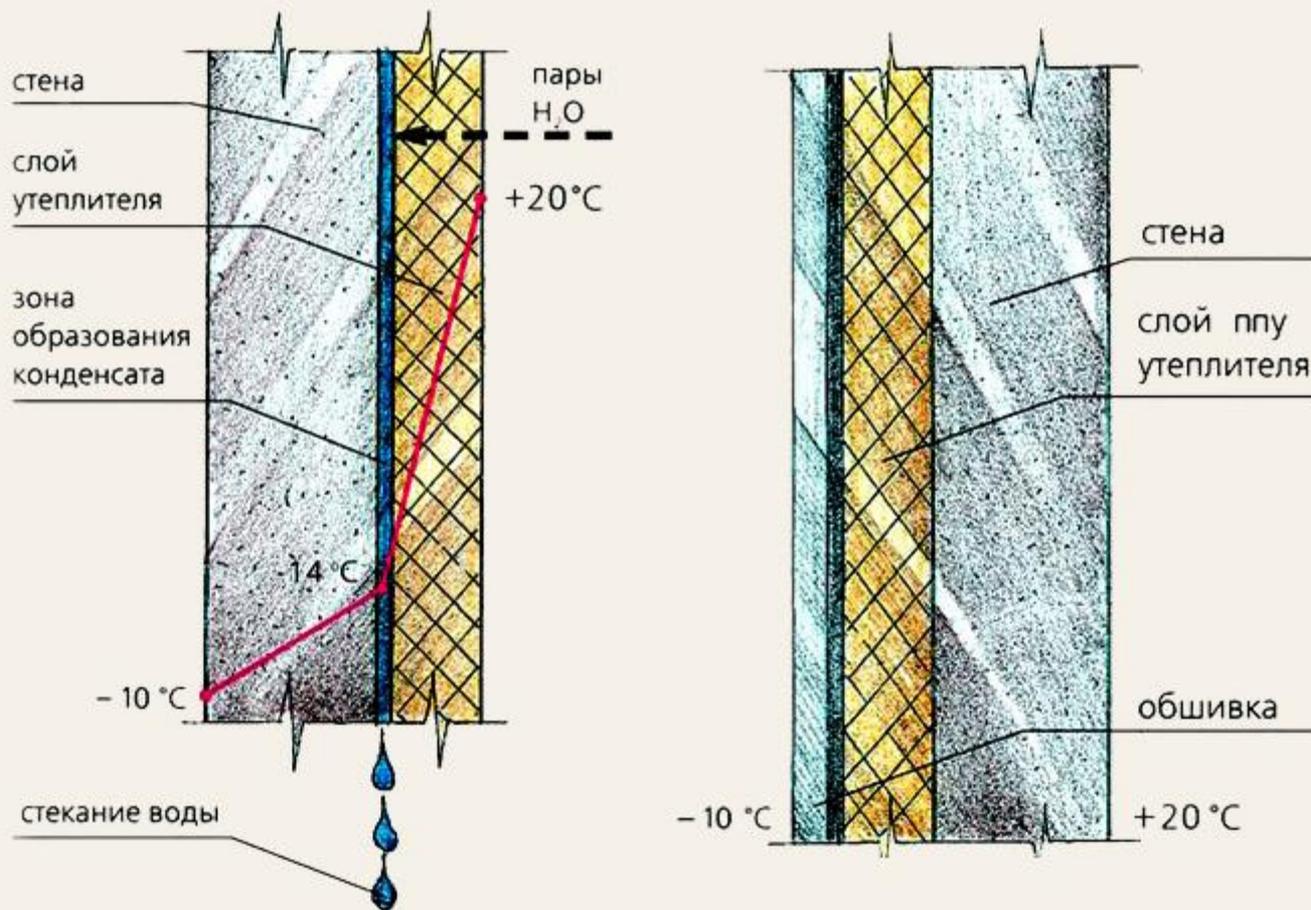
Стена в данном случае находится в зоне отрицательных температур, что резко снижает тепловую инерцию ограждающей конструкции, что явно не способствует улучшению микроклимата в помещении. Снижение теплопотерь далеко от оптимального.



### Утепление стен снаружи

Температурный ноль в этом случае располагается внутри наружного теплоизоляционного слоя. Возможность образования конденсата исключается, благодаря чему стена остается сухой. Разрушение теплоизоляционного слоя здесь может произойти лишь в случае его паропроницаемости. Только при этом способе теплоизоляции стеновые конструкции не подвержены перепаду температур и выполняют свою функцию максимально эффективно, являясь своеобразным компенсатором температурных перепадов внутри помещения. Теплопотери существенно сокращены.

## Положение точки росы



# Конденсат



## Пенополиуретан – мифы и реальность

### Миф №1: "ППУ - горючий материал....."

Все основные системы ППУ - трудно горючие материалы, т.е. являются стойкими к воздействию открытого пламени и теплового излучения: группа горючести Г2, Г3 по ГОСТ 12.1.044-89.

К этой же группе относятся ВСЕ утеплители, включая пенопласты, пенополистиролы, вспененные полиэтилены и т.д. Исключение составляет негорючий утеплитель на основе базальтового волокна, но он отличается повышенной гигроскопичностью.

Ещё один негорючий утеплитель - керамзит. Однако, сфера его применения достаточно ограничена и для получения ощутимого эффекта теплоизоляции необходим слой керамзита минимум в 30 см.

Получается, что ППУ - такой же умеренно горючий материал, как и все остальные, но, в отличие от пенополистирола, ППУ в своём составе имеет антипирен, который не даёт пламени распространяться и переводит ППУ в разряд самозатухающих материалов. Проще говоря, есть сторонний источник огня - ППУ горит, нет источника огня - ППУ не горит.

ППУ получают из двух компонентов - полиольного компонента А (содержит полиолы, стабилизаторы, катализаторы и вспениватель) и изоцианатного компонента Б. До 2003 года компоненты "А" не имели в своём составе антипирена - трихлорэтилфосфата (ТХЭФ), т.к. это уменьшало срок хранения компонента. Он поставлялся с компонентом "А" отдельно и бригада по напылению должна была добавлять ТХЭФ в компонент "А" непосредственно перед его использованием.

Таким образом, противопожарные свойства теплоизоляции зависели от исполнителей. Бригаде по напылению выгоднее было вообще не добавлять антипирен в компонент "А", т.к. тот замедляет, хотя и незначительно, процесс вспенивания ППУ. При этом расход компонентов увеличивается, и, соответственно, увеличивается себестоимость работ.

В результате помещение, обработанное изнутри ППУ без антипирена или с его недостаточным количеством, могло загореться при проведении электросварочных работ, неправильном обращении с открытым огнем и проч. В настоящее время таких компонентов уже не существует.

Современные компоненты "А" в своём составе имеют эффективные антипирены, которые делают ППУ самозатухающим, т.е. негорящим вне пламени стороннего источника огня.

### Миф № 2. "ППУ выделяет токсичные вещества....."

Вредные вещества в какой-то мере выделяют все предметы, изготовленные из пластмассы. Ни для кого не секрет, что даже в нормах Санэпиднадзора установлено минимальное количество вредных веществ, которое считается безопасным для здоровья. Например, знакомый всем запах новой машины - это вредные летучие химические соединения, которые некоторое время испаряются из пластмассовых деталей.

Недорогая мебель выделяет токсичный формальдегид, т.к. в ДСП содержится большое его количество. Плиты ОСП, которые используют для обшивки стен в каркасном домостроении, ещё токсичнее, т.к. формальдегида в них больше. Абсолютно экологически безопасными могут считаться лишь природные материалы: камень и дерево, не обработанное антисептиками.

Среди утеплителей лидером по экологичности является минвата, т.к. сама она не выделяет летучие химические вещества. Зато она выделяет всё тот же формальдегид, содержащийся в склеивающей основе, которая позволяет волокнам какое-то время сохранять свою форму. К тому же, минвата - аллерген. Поэтому она запрещена для использования в детских и дошкольных учреждениях.

Что касается ППУ, то факт выделения летучих химических веществ ранее действительно имел место. Бывало, что характерный запах сохранялся в помещении после напыления ППУ в течение нескольких недель. Причина этому - уже снятый с производства компонент "А".

Не вдаваясь в подробности, отметим, что технология изготовления отечественных компонентов ППУ до 2003 года предусматривала использование высоколетучих эфирных фракций. В настоящее время эта технология не используется. Современные компоненты не имеют этого недостатка и при проверке через трое суток после нанесения ППУ, никаких вредных веществ в помещении не обнаруживается.

В течение 2-3 суток, в зависимости от толщины слоя, ППУ освобождается от небольшого количества остаточных реакционных газов и после этого экологически абсолютно безопасен.

## Пенополиуретан – мифы и реальность

### Миф № 3. "ППУ впитывает влагу как губка....."

Для определения способности материала впитывать влагу применяется метод насыщения образца водой и контрольных взвешиваний "до" и "после".

Для сравнения гигроскопичности различных материалов нужно взвесить образцы испытуемых материалов, затем поместить их в камеру над струёй пара, а через определенное время извлечь их оттуда и еще раз взвесить.  
Результаты испытаний:

№	Материал	Плотность, кг/куб.м.	Насыщение влагой, %
1	Минвата	15	15-18%
2	Пеноизол, Экопен	15	12-13%
3	Пенополистирол	от 15 до 30	9-10%
4	ППУ, Пеноплэкс	от 20 до 35	5-7%
5	ППУ	от 40 до 60	2-4%
6	ППУ	от 60 до 80	1-2%

**Вывод:** из всех протестированных материалов ППУ наименее гигроскопичен. При этом, чем выше плотность ППУ, тем ниже его гигроскопичность.

Бывает так, что ППУ с малой плотностью долго находится в прямом контакте с водой, которая неизбежно со временем проникает в его структуру. Но другие теплоизоляционные материалы напитаются водой гораздо раньше.

### Миф № 4. "ППУ со временем темнеет и отваливается....."

Из-за воздействия прямых солнечных лучей, а точнее из-за ультрафиолетового излучения, разрушающего молекулярную структуру одного из компонентов ППУ - полиола, незащищённая поверхность ППУ разрушается на глубину примерно 1 мм в год. Простая окраска вододисперсионной фасадной, масляной, алкидной краской или мастикой любой марки надёжно защитит ППУ и продлит его срок службы от 30 лет и более.

Если ППУ отваливается от изолируемой поверхности, значит, он был нанесён на влажную, ржавую или маслянистую поверхность. Если поверхность чистая и сухая, то адгезия ППУ составляет от 1,5 до 2,5 кг/кв.см., что равняется показателю склеивания двух ровных обезжиренных поверхностей с помощью полиуретанового клея.

### Миф № 5. "ППУ - хороший утеплитель, но дорогой....."

Действительно, на первый взгляд утепление ППУ дороже, чем утепление пенополистиролом или минватой:

- 1) обычно, при подсчёте расходов, связанных с утеплением, не учитываются расходы на монтаж утеплителя, а это составляет значительную часть общей стоимости при утеплении листами (плитами) теплоизоляции. ППУ не нуждается в монтаже, в стоимость заложен весь комплекс работ.
- 2) ППУ не нуждается в применении влагоотводящих мембран, как листовые и рулонные утеплители, т.к. у него отсутствует воздушная прослойка между утеплителем и поверхностью, следовательно, точка росы находится внутри теплоизолирующего слоя и конденсат не появляется.
- 3) срок эксплуатации ППУ несоизмеримо выше, чем у других видов теплоизоляции. Принято считать, что тепловые потери зданий и сооружений повышаются каждый год в среднем на 6%. Это связано с потерей теплоизоляцией своих первоначальных свойств.

С течением времени тепловые потери повышаются до 40 - 50 % и даже до 60 % от первоначального уровня в зависимости от типов утеплителя.

ППУ не осыпается, не впитывает влагу и не дает появляться конденсату, поэтому эксплуатируется 30 и более лет, причем его свойства через 30 лет остаются практически такими же, как и в начале. С течением времени у ППУ незначительно ослабевают межмолекулярные связи, что несколько изменяет лишь механические характеристики ППУ.

К сожалению, лишь немногие осознают эту проблему, для большинства ее просто не существует, т.к. она не очевидна. Наличие утеплителя внушает уверенность, хотя на самом деле эффективность такого утеплителя через 6-10 лет снижается наполовину.

Если же следовать рекомендациям и хотя бы каждые 10 лет менять утеплитель, то стоимость ППУ окажется намного ниже, т.к. ППУ утепляет один раз и практически навсегда.

В одном из предместий Лондона находится завод, где стены и крышу одного из цехов утеплили ППУ еще в 1957 году. Это здание считается первым объектом в мире, где была применена теплоизоляция ППУ. В 2005 году здание было снесено. Эксперты концерна BASF взяли на анализ утеплитель и после его изучения выдали короткое заключение : "Механические и теплоизолирующие свойства ППУ практически не изменились".

Представьте, сколько прошло лет и на сколько изменился мир с 1957 года. И все эти годы ППУ экономил хозяевам завода немалые деньги на отопление - и это при том, что максимально низкая зимняя температура в Англии - всего - 5°C.

## Анализ цены

Утепление пенополиуретаном (ППУ) толщиной в 30 мм, (коэффициент теплоизоляции в 0,019 (Вт/м\*К)) площадью 500-1000 м<sup>2</sup> занимает один день и требует двух рабочих без дополнительных крепежных и пароизоляционных материалов. При цене 3000 за 1 м<sup>2</sup> .

Но при утеплении с коэффициентом теплоизоляции в 0,019 (Вт/м\*К ) требуется двойной слой пенополистирола, так как пенополистирол имеет коэффициент теплоизоляции в 0,041 (Вт/м\*К ) и тройной слой минеральной ваты, так как минеральная вата имеет коэффициент теплоизоляции в 0,058(Вт/м\*К ) Что приводит к значительному удорожанию себестоимости работ. При работе двух человек требуется более 10 дней для выполнения работ площадью 500 м<sup>2</sup> .

Примечание: в 90% случаях утепления пенополистиролом и минеральной ватой не соблюдаются технологии в особенности технология пароизоляции, что приводит к плохому эффекту теплоизоляции.

Приблизительный Пример:

Цена(работа + материал) пенополиуретан 1 м<sup>2</sup> = 3 000 тг.

Цена (работа + материал ) пенополистирол 1 м<sup>2</sup> = 3300 (пенополистирол 500тг. \* 2 = 1000, штукатурка 1000тг., пароизоляционная плёнка 600тг, + 100тг. дюбель и 600тг работа).

Цена (работа + материал ) минеральная вата 1 м<sup>2</sup> = 3300 (минеральная вата 350тг. \* 3 = 1050, штукатурка 1000тг., пароизоляционная плёнка 600тг. +100тг. дюбель и 600тг. работа).

# Вывод

У минеральной ваты и пенополистирола недостатков больше, чем достоинств:

- 1) срок эксплуатации данных материала не превышает 15 лет.
- 2) они разрушаются под воздействием окружающей среды, углеводородных жидкостей — ацетона, уайт-спирита, бензина и т. п. Даже обычная вода, которую пенопласт активно впитывает, приводит к его быстрому разрушению при замерзании. Также эти материал часто портят грызуны.
- 3) поскольку пенопласт является углеводородным полимером, к нему плохо пристают строительные и штукатурные растворы, что требует применения дополнительных компонентов для их фиксации.
- 4) пенополистирол небезопасен: он горит, разбрызгивая во все стороны горящие фрагменты материала и выделяя при этом ядовитые вещества. Всё это делает пенопласт не надёжным материалом. Тем самым минеральная вата хотя и обладает свойством не поддерживающим горение, в составе себя минеральная вата содержит фенол, который входящий в состав фенолформальдегидных смол, скрепляющих частицы минваты, тем самым негативно влияет на организм человека.

ППУ - самый лучший и экологически чистый теплоизолятор. Его коэффициент теплопроводности меньше любого традиционно используемого материала, будь то пенобетон, пенополистирол (пенопласт), минеральная вата или какой-либо другой современный материал. Для примера, можно привести факт, что изоляции из ППУ толщиной в 2 сантиметра эквивалентна 50 сантиметровой кирпичной кладке. Таким образом, используя ППУ, можно заметно экономить на толщине теплоизоляции. В современных условиях удорожания топливных ресурсов встает вопрос о выборе качественного теплоизоляционного материала. Лучшим теплоизоляционным материалом на сегодняшний день, бесспорно, является пенополиуретан.

**За пенополиуретаном - будущее, которое начинается прямо сейчас!**

## Фото пенополиуретана (ППУ)





Наш адрес:  
Республика Казахстан, г. Алматы, 050008,  
ул.Желтоксан 177А, оф. 16 уг. ул. Сатпаева

Тел./факс: +7(727) 329-38-57  
Моб.: +7 (777) 833 00 57

e-mail: [info@odas.kz](mailto:info@odas.kz)

Web-site: [www.odas.kz](http://www.odas.kz)