

ПОЛИУРЕТАН



Полиуретан, являясь хорошим теплоизоляционным материалом, начиная с 1950-х годов по сегодняшний день применяется в сооружениях. Сэндвич-панели с полиуретановым наполнителем с каждым днем все больше предпочитают инвесторы и дизайнерами во всем мире. Полиуретан, обладая наиболее высокими параметрами теплоизоляции среди других строительных теплоизоляционных материалов, обеспечивает до 40% экономию расходов на отопление и вентиляцию. Использование топливно-энергетических полезных ископаемых является причиной 80% эмиссии CO₂ в глобальном масштабе. С целью снижения эмиссии CO₂, главной причины глобального потепления, одним из рациональных подходов является использование полиуретана. Инвесторы всегда стремятся получить высокие показатели по низким ценам и полиуретан является наилучшим ответом на запросы инвесторов.

Полиуретан - полимер (пластик) образующийся в результате взаимодействия изоцианатов группы NCO и полиолов группы OH. Реакция замещения полностью представлена реакцией полимеризации, характерной для подгруппы семейства пластиков. Пенообразный полиуретан получается в результате смешивания четырех сырьевых веществ, перечисленных ниже:

- Полиол
- Изоцианат
- Вспучивающий газ (N-пентан)
- Катализатор

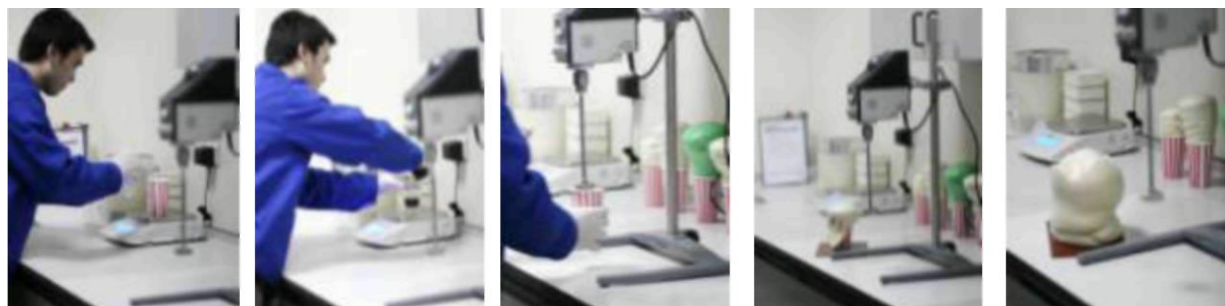
В результате химической реакции двух жидких веществ изоцианата и полиола в присутствии активатора получается пенополиуретан с идеальной закрытой структурой ячеек. Скорость образования пены контролируется катализатором. Выбранная формула двух сырьевых веществ и контроль реакции образования пены определяют свойства полиуретана, указанные ниже:

- Плотность
- Механическая прочность
- Структура закрытых пор
- Термоустойчивость
- Стойкость к растворителям
- Скорость реакции
- Прочность склеивания

Химическая реакция имеет четыре основных этапа. Первый этап включает смесь полиола с изоцианатом в соответствии с формулой. При этом, вначале образуется текучая жидкость и затем, на втором этапе, начинается образование пены.

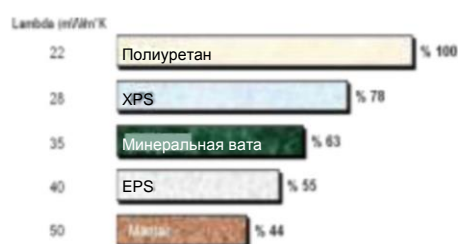


На третьем этапе пенообразная смесь под воздействием температуры расширяется до 25 кратного размера первоначального объема. На этом этапе, благодаря высокому склеивающему свойству, пена плотно и прочно приклеивается к различным материалам. На четвертом этапе, свободное пенообразование создает жесткий слой наружной поверхности. На этом этапе, если все еще имеются остатки текучей жидкости, продолжится процесс пенообразования, заполняя малые пространства. Однородное сечение полиуретана возможно получить только путем наиболее однородного процесса пенообразования.

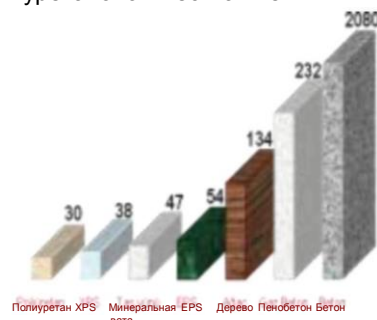


Вместе с завершением реакции пенообразования в результате создаются миллионы ячеек закрытой структуры. Каждая ячейка заполнена вспенивающим газом. Одной из основных причин превосходных теплоизолирующих свойств пенополиуретана является наличие газа внутри ячейки и малой теплопроводности полиуретанового материала. Для производства продукции, отмеченной знаком "Экологически безопасная", компания Assan Panel использует газ HC (н)-пентан в качестве газа для экструзии полиуретана, не имеющего вредного воздействия на озоновый слой.

Толщина различных материалов с эквивалентным параметром теплоизоляции (мм)



Эффективность теплоизоляции полиуретановой жесткой пены



Параметры указаны согласно данным TS 825.

Благодаря этим свойствам, полиуретан является идеальным материалом для наполнителя в серийном производстве сэндвич-панелей. Кроме того, полиуретан используется как на линиях с прерывистым циклом производства, так и в качестве заполнения строительных пустот.

Свойства полиуретана в большей степени зависят от плотности. Вместе с увеличением плотности, увеличивается прочность на сжатие и разрыв. В зависимости от потребностей, полиуретановые материалы производятся плотностью в диапазоне 30 - 100 кг/м³. Полиуретан со средней плотностью 40 кг/м³ содержит в объеме полиуретан жесткой структуры в объеме 4,5%. Остальная часть объемом 95,5% представлена газом. Определяя плотность, важно обратить внимание на три критерия, указанных ниже:

- Параметр наилучшего склеивания с металлами
- Для продукции, предназначенной для кровли и фасада, наилучший параметр несущей способности
- Наилучший параметр теплоизоляции

Кроме того, наряду с плотностью, на механические характеристики полиуретана большое влияние оказывает процесс производства и структура ячейки. Благодаря высокой прочности на сдвиг полиуретана как материала наполнителя, значительно повышается несущая способность системы сэндвич-панелей.



Все твердые, жидкие и газообразные материалы подвержены изменению размеров в зависимости от изменения температуры. Вместе с увеличением количества энергии начинается расширение структуры, и наоборот, вместе со снижением энергии возникает сжатие. Жесткие ячейки и газ внутри ячеек, составляющие структуру полиуретана, демонстрируют аналогичное поведение. В связи с этим, в зависимости от увеличения или снижения температуры, в стенах ячейки возникает давление, вызывающее или расширение, или сжатие. Теплопроводность полиуретана, подобно другим материалам, зависит от параметра плотности.

Благодаря закрытой структуре ячеек полиуретан не обладает свойством капиллярного водопоглощения. Проникновение внутрь воды возможно только в результате эффекта диффузии, в зависимости от способа применения. Баланс влажности зависит от температуры и относительной влажности среды. Полиуретан даже в средах с относительной влажностью 100% подвержен изменению максимально на 5% по массе и на 0,15% по объему. В этом случае, в особенности в связи с образованием закрытых поверхностей металлическими обкладками сэндвич-панелей, снижается практическое влияние движений системы в связи с влажностью. Принимая во внимание высокую теплопроводность воды 0,60 Вт/мК, полиуретан, не впитывающий влагу внутрь панели, оказывает значительный вклад в обеспечении высоких параметров теплоизоляции.

Паропроницаемость имеет большое значения в зданиях с точки зрения обеспечения комфортного микроклимата. Сопротивление диффузии водяного пара (μ) и толщины диффузии водяного пара (S_d) являются двумя важными параметрами. Каждый материал имеет параметр сопротивления диффузии водяного пара (μ) и определяется путем сравнения во сколько раз паропроницаемость воздуха, принятая за 1, больше паропроницаемости конкретного материала. В системах сэндвич-панелей паропроницаемость зависит от плотности полиуретана, процесса производства и типа металлической поверхности.

Сопротивление диффузии водяного пара Коэффициент μ

Воздух	1
Дерево	40
EPS	20-100
Минеральная вата	1
Полиуретан	30-100
Битумная мембрана	10.000-80.000
Полиуретановая фольга	100.000
Металлы	∞

Полиуретан обладает устойчивостью по отношению к многочисленным химическим веществам и в условиях строительной площадки, обладая высокой устойчивостью, может контактировать с растворителями, используемыми для склеивания, красками, сварочными материалами, защитными средствами для дерева и другими химическими веществами. Кроме того, обладает устойчивостью к минеральным маслам, отработанным газам, условиям агрессивной промышленной среды, кислотам и щелочам. Полиуретан обладает устойчивостью против гниения и образования плесени, не разрушается и не создает среду для размножения бактерий и вредителей.

Несмотря на то, что полиуретан с закрытой структурой ячеек обладает более низкой звукопоглощающей способностью по сравнению с полиуретаном с открытой структурой ячеек, в зависимости от потребностей сооружения, обладает достаточными звукопоглощающими свойствами в обычных промышленных сооружениях. Вместе с этим, в зонах и офисах с большой чувствительностью к шуму, данная звукоизоляция является недостаточной, и предпочитают дополнительные решения.

Изменение потерь при распространении звуковых волн, в зависимости от частоты (дБ)

Толщина PUR	Частота (Гц)																		
	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
50 мм	7,3	9,3	11,7	8,5	11,4	12,3	13,3	14,1	14,7	15,9	15,3	11,5	11,8	23,4	29,2	32,4	29,8	32,5	36,9
60 мм	8,1	22,1	14,2	14,5	13,0	13,9	13,8	14,6	15,3	16,0	15,3	13,0	18,3	24,2	29,2	32,5	29,8	32,5	36,9

Изменение показателя звукопоглощения в зависимости от частоты (дБ)

Толщина PUR	Частота (Гц)											
	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
50 мм	0,08	0,11	0,22	0,20	0,05	0,59	0,09	0,11	0,04	0,07	0,18	0,07
60 мм	0,14	0,21	0,25	0,49	0,06	0,69	0,12	0,12	0,22	0,08	0,20	0,11

Испытания выполнены на Факультете машиностроения ITÜ в лаборатории вибраций и акустических шумов динамики машин



Физические характеристики полиуретана

Плотность	40 (± 2) кг/м ³
Коэффициент теплопроводности (λ)	Макс. 0,024 Вт/мК
Водопоглощаемость (168 часов) (по объему в %)	2%
Испытания на поведение при пожаре (EN 14509)	B.S2.d0
Соотношение закрытых пор	95%
Диффузия водяного пара	30-100
Прочность при сдвиге	миним. 0,11 МПа
Модуль сдвига	миним. 2 МПа
Предел прочности при сдвиге после длительной нагрузки	t:1 000 часов миним. 35%
	t:2 000 часов миним. 30%
	t:100 000 часов миним. 7%
Прочность на сжатие	миним. 0,095 МПа
Прочность на разрыв	миним. 0,018 МПа
Устойчивость к температурам (°C)	-200 /+110 °C
Стабильность размеров (EN 13165)	Уровень DS(TH) 11

Assan Panel не гарантирует окончательную точность указанных данных.