



Теплоизоляционные плиты на основе полиуретана PU (PUR/PIR) - экологические декларации (EPD) и потенциал энергосбережения

Содержание:

1.	Краткое описание	1
2.	Что такое экологическая декларация продукции?	2
3.	Вычислительная программа для PU Europe	2
4.	Обновленные экологические декларации продукции (EPD) для теплоизоляционных плит на основе пенополиуретана (PU)	3
5.	Средние данные по европейским экологическим декларациям (EPD) для производственного цикла полиуретановых (PU) теплоизоляционных плит	4
6.	Использование функциональных или условных единиц	5
7.	Моделирование стадии эксплуатации: расчет экономии энергии	6
8.	Отказ от ответственности	7
9.	Ссылки.....	7

1. Краткое описание

Экологические декларации (EPD) для строительной продукции достаточно широко распространены и используются все чаще для оценки экологических характеристик зданий и сооружений. Промышленные производители продукции из полиуретана приветствуют концепцию оценки эксплуатационного ресурса зданий на основе экологических деклараций (EPD) и привержены принципам предоставления точных и прозрачных данных.

В данной информационной брошюре обобщены проверенные сторонние данные для различных типов теплоизоляционных плит на основе полиуретана (PU) (пенополиуретан (PUR)/ полиизоцианурат (PIR)) для всего производственного цикла или от начала производства до окончания срока службы изделий с учетом энергетической утилизации.

В настоящее время данные включают обновленный экологический профиль для метилendifенилдиизоцианата (MDI), наиболее важного сырья (прекурсора) для производства полиуретана (PU). Это привело к значительному повышению экологических показателей по сравнению с версией от 2010 года.

Анализ полного эксплуатационного цикла (LCA) показывает, что на сегодняшний день наиболее важной стадией жизненного цикла теплоизоляционных изделий является стадия эксплуатации. В течение периода нормальной (полезной) эксплуатации полиуретановые (PU) теплоизоляционные панели могут сохранить в 135 раз большее количество энергии, чем было использовано для их изготовления.

2. Что такое экологическая декларация продукции?



Экологическая декларация продукции (EPD) - это инструмент, позволяющий обмениваться количественной экологической информацией о продукте, процессе или сервисе на согласованной и научной основе, охватывая его полный или частичный срок службы. Экологические декларации продукции (EPD) предоставляют не оценку экологических характеристик, а всеобъемлющий и объективный сборник экологической информации для заданного набора стадий жизненного цикла. Важным преимуществом использования экологических деклараций продукции (EPD) является возможность добавлять в полный цикл производства и сбыта информацию, основанную на анализе полного жизненного цикла (LCA). Благодаря этим характеристикам, экологические декларации продукции (EPD) особенно ценны для строительного сектора, поскольку здания, как правило, строятся с использованием большого количества различных материалов, строительной продукции, полуфабрикатов материалов и процессов.

Что такое полиуретановая теплоизоляция (PU)?



Полиуретановая теплоизоляция (PU) представляет собой сочетание нескольких теплоизоляционных материалов, основанных на пенополиуретане (PUR) или полиизоцианурате (PIR). Их закрытая сетчатая структура и высокая плотность поперечных связей в полимерной цепи обеспечивают им высокую термостойкость, высокую прочность на сжатие и отличные изоляционные характеристики. Теплоизоляция на основе полиуретана (PU) обладает очень низкой теплопроводностью, начиная от всего лишь 0,022 Вт/мК, благодаря чему на сегодняшний день пенополиуретан является одним из наиболее эффективных теплоизоляционных материалов с чрезвычайно широким спектром областей применения.

Во время обмена информацией между всеми участниками следует разъяснить, что экологические декларации продукции (EPD) нельзя сравнивать друг с другом, актуальной является только оценка материала в качестве элемента здания, в рамках заданного целевого применения. Кроме того, специалисты по проведению анализа полного жизненного цикла (LCA) подтверждают, что в качестве общего правила допустимые пределы погрешности для значений потребления первичной энергии и потенциала глобального потепления можно оценить на уровне около 10 % погрешности, в то время как для всех других категорий воздействия, как правило, применима 20 % допустимая погрешность. Это означает, что любые различия в пределах этих погрешностей следует считать незначительными.

3. Вычислительная программа для PU Europe

Европейская ассоциация производителей пенополиуретана PU Europe [1] обратилась к компании PE International с просьбой разработать обновленную, подтвержденную независимыми организациями программу расчета экологических деклараций продукции (EPD), основанную на стандарте EN15804. Этот инструмент позволяет получать общие экологические декларации продукции (EPD) для всего производственного цикла различных типов теплоизоляционных полиуретановых продуктов, включая пенополиуретановые плиты (PU). Эта программа связана с программным инструментом и базой данных Gabi. Детали и более подробную информацию о модели можно получить в представительстве Европейской ассоциации производителей пенополиуретана (PU Europe).

Анализ чувствительности системы показал, что изменения в составе пены и в энергопотреблении на стадии производства пены не оказывают существенного влияния на результаты расчета экологических деклараций продукции (EPD), поэтому при оценке зданий рекомендуется использовать средние по отрасли данные.

К сожалению, взаимное признание экологических деклараций продукции (EPD) между странами далеко от того, что достигнуто в ЕС. Это вызывает повышение затрат на промышленное производство, оказывает негативное влияние на доверие к системе и служит обоснованием для разработки альтернативных схем третьими сторонами.

4. Обновленные экологические декларации продукции (EPD) для теплоизоляционных плит на основе пенополиуретана (PU)



Производители продукции из пенополиуретана (PU) и поставщики сырьевых материалов намерены постоянно улучшать экологические характеристики теплоизоляционных материалов на основе пенополиуретана (PU) и предоставлять точные данные об экологических характеристиках.

Первая редакция экологических деклараций продукции (EPD) включала обновленные экологические профили для сложных полиэфирполиолов [2]. В текущей второй редакции используются новые экологические профили для метилendigенилдиизоцианата MDI [3] и простых полиэфирполиолов [4]. Все данные для прекурсоров получены от третьих сторон и были проверены.

Экологическая декларация (EPD) теплоизоляционные пенополиуретановые (PU) плиты

Теплопроводность	<i>Вт/мК</i>	0.028
Плотность	<i>кг/м³</i>	31
Толщина	<i>м</i>	0.032
Масса образца пены	<i>кг</i>	1
Коэффициент теплопередачи изоляционного материала (U-value)	<i>Вт/м²К</i>	0.88
Коэффициент сопротивления теплопередаче изоляционного материала (R-value)	<i>м²К/Вт</i>	1.14
Использование первичной возобновляемой энергии	<i>МДж</i>	2.2
Использование первичной невозобновляемой энергии	<i>МДж</i>	67.7
Общее использование первичной энергии	<i>МДж</i>	69.9
Водопотребление*	<i>м³</i>	0.0094
GWP	<i>кг CO₂</i>	2.9
ODP**	<i>кг CFC 11</i>	4.90E-06
AP	<i>кг SO₂</i>	0.0066
EP	<i>кг (PO₄)³⁻</i>	0.0010
POCP	<i>кг этилена</i>	0.0020
ADPE	<i>кг Sb</i>	4.74E-06
ADPF	<i>МДж</i>	63.7
Неопасные отходы*	<i>кг</i>	0.0362
Опасные отходы*	<i>кг</i>	0.0024
Радиоактивные отходы*	<i>кг</i>	0.0015

Таблица 1: Воздействие на окружающую среду 1 кг открытой пены после обновления в 2013 г. наборов инвентарных данных для жизненного цикла прекурсоров пенополиуретана (PU) (полный производственный цикл)

GWP	Потенциал глобального потепления
ODP	Потенциал истощения озонового слоя
AP	Потенциал подкисления
EP	Потенциал эвтрофикации
POCP	Потенциал образования фотохимического озона
ADPE	Потенциал абiotического истощения ископаемых ресурсов
ADPF	Потенциал абiotического истощения ископаемых ресурсов

* не входят в сертифицированные экологические декларации продукции (EPD) (некоторые предшествующие данные не полностью соответствуют стандарту EN15804)

** может быть округлено до нуля

5. Средние данные по европейским экологическим декларациям (EPD) для производственного цикла полиуретановых (PU) теплоизоляционных плит

Особенностью полиуретановых (PU) теплоизоляционных плит является то, что в большинстве случаев они поставляются с различными типами облицовок, в зависимости от типа применения и требуемых теплоизоляционных характеристик [5].

В данной информационной брошюре содержится несколько наборов экологических деклараций продукции (EPD): набор образцов открытой полиуретановой пены в виде двух основных эталонных типов: образцы пены массой 1 кг и образцы пены объемом 1 м³ с термостойкостью R=1. Кроме того, предоставлен набор из четырех экологических деклараций (EPD) для теплоизоляционных плит с термостойкостью R=5 и с различными наружными покрытиями (облицовками).

Для дальнейшего повышения ценности наших экологических деклараций (EPD) данная обновленная информационная брошюра обращает внимание на различие между сценарием полного производственного цикла и сценарием, покрывающим производственный цикл и конец эксплуатации (рекуперация энергии). Включение в экологическую декларацию продукции (EPD) рекуперации энергии приводит к значительному снижению общего использования первичной энергии (51,4 МДж вместо 70,1 МДж на кг открытой пены), но вызывает повышение потенциала глобального потепления с 2,9 кг CO₂ до 4,1 кг CO₂.

Таблица 2: оценка воздействия на окружающую среду по двум сценариям:
1. Производственный цикл: "без учета"
2. Производственный цикл и конец эксплуатации (рекуперация энергии): "с учетом"
Условные единицы: 1 кг/1 м² и термостойкость R = 1 м²К/Вт

		Открытая пена 1 кг		Открытая пена R=1	
Теплопроводность	Вт/мК	0.028		0.028	
Плотность	кг/м ³	31		31	
Толщина	м	0.032		0.028	
Масса образца пены	кг	1		0.868	
Коэффициент теплопередачи изоляционного материала (U-value)	Вт/м ² К	0.88		1.00	
Коэффициент сопротивления теплопередаче изоляционного материала (R-value)	м ² К/Вт	1.14		1.00	
Рекуперация энергии по окончании срока эксплуатации		без учета	с учетом	без учета	с учетом
Использование первичной возобновляемой энергии	МДж	2.2	1.0	2.0	0.9
Использование первичной не возобновляемой энергии	МДж	67.7	50.6	59.3	44.3
Общее использование первичной энергии	МДж	69.9	51.6	61.3	45.2
Водопотребление *	м ³	0.0094	1.5281	0.0082	1.3336
GWP	кг CO ₂	2.9	4.1	2.5	3.6
ODP**	кг CFC 11	4.90E-06	4.90E-06	4.29E-06	4.20E-06
AP	кг SO ₂	0.0066	0.0051	0.0058	0.0045
EP	кг (PO ₄) ³	0.0010	0.0011	0.0009	0.0009
POCP	кг этилена	0.0020	0.0018	0.0017	0.0016
ADPE	кг Sb	4.74E-06	4.70E-06	4.15E-06	4.10E-06
ADPF	МДж	63.7	49.2	55.7	43.0
Неопасные отходы*	кг	0.0362	0.0320	0.0317	0.0280
Опасные отходы*	кг	0.0024	0.0043	0.0021	0.0038
Радиоактивные отходы*	кг	0.0015	0.0004	0.0013	0.0003

* не входят в сертифицированные экологические декларации продукции (EPD) (некоторые предшествующие данные не полностью соответствуют стандарту EN15804)

** может быть округлено до нуля

Таблица 3: оценка воздействия на окружающую среду по двум сценариям:

1. Производственный цикл: "без учета"
 2. Производственный цикл и конец эксплуатации (рекуперация энергии): "с учетом"
- Условные единицы: 1 м² теплоизоляционной плиты с термостойкостью R=5 м²К/Вт

		Алюминиевое покрытие (100 % первичный алюминий) R=5		Многослойное покрытие R=5		Покрытие из минерального волокна R=5		Открытая пена R=5	
		без учета	с учетом	без учета	с учетом	без учета	с учетом	без учета	с учетом
Теплопроводность	Вт/мК	0.023		0.023		0.026		0.026	
Плотность	кг/м ³	31		31		31		31	
Толщина	м	0.115		0.115		0.130		0.130	
Масса образца пены	кг	3.84		3.87		4.63		4.03	
Коэффициент теплопередачи изоляционного материала (U-value)	Вт/м ² К	0.20		0.20		0.20		0.20	
Коэффициент сопротивления теплопередаче изоляционного материала (R-value)	м ² К/Вт	5		5		5		5	
Рекуперация энергии по окончании срока эксплуатации		без учета	с учетом	без учета	с учетом	без учета	с учетом	без учета	с учетом
Использование первичной возобновляемой энергии	МДж	19.7	4.0	16.2	8.2	9.4	4.2	9.1	4.1
Использование первичной не возобновляемой энергии	МДж	280.0	188.6	263.0	189.8	282.0	208.9	275.0	205.4
Общее использование первичной энергии	МДж	299.7	192.6	279.2	198.0	291.4	213.1	284.1	209.5
Водопотребление*	м ³	0.0653	-18.5882	0.0453	-1.1019	0.0394	7.8588	0.0382	6.2254
GWP	кг CO ₂	13.4	14.9	11.5	15.1	12.4	17.6	11.8	16.4
ODP**	кг CFC 11	1.76E-05	1.76E-05	1.76E-05	1.76E-05	1.99E-05	1.99E-05	1.99E-05	1.99E-05
AP	кг SO ₂	0.0393	0.0176	0.0295	0.0188	0.0287	0.0224	0.0268	0.0206
EP	кг (PO ₄) ³	0.0043	0.0038	0.0040	0.0041	0.0043	0.0046	0.0040	0.0043
POCP	кг этилена	0.0082	0.0068	0.0077	0.0068	0.0090	0.0082	0.0080	0.0073
ADPE	кг Sb	1.83E-05	1.71E-05	1.79E-05	1.74E-05	3.06E-05	3.03E-05	1.93E-05	1.90E-05
ADPF	МДж	258.0	180.7	246.0	184.1	266.0	204.1	259.0	200.1
Неопасные отходы*	кг	0.5950	0.2439	0.2750	0.1600	0.1770	0.1604	0.1470	0.1299
Опасные отходы*	кг	0.0095	0.0168	0.0098	0.0203	0.0117	0.0416	0.0097	0.0174
Радиоактивные отходы*	кг	0.0084	0.0088	0.0065	0.0069	0.0062	0.0016	0.0060	0.0016

* не входят в сертифицированные экологические декларации продукции (EPD) (некоторые предшествующие данные не полностью соответствуют стандарту EN15804)

** может быть округлено до нуля

6. Использование функциональных или условных единиц

Важно принимать во внимание плотность и толщину всех изоляционных материалов, используемых в каждом конкретном случае конечного применения. Эти два параметра определяют общий вес и количество определенного изоляционного материала, необходимого для данного способа применения, а также связанное с его использованием воздействие на окружающую среду. Сравнительное суждение относительно устройства здания или компонентов также должно учитывать опосредованное воздействие выбора материалов на толщину и структурную прочность элементов здания и учитывать возможную необходимость добавления вспомогательных материалов для достижения необходимых характеристик здания или его элементов. В случае теплоизоляционных продуктов существует два типа функциональных или условных единиц:

- Функциональные единицы, основанные на тепловом сопротивлении, например 1 м^2 элемента стены при фиксированном значении коэффициента сопротивления теплопередаче изоляционного материала R-value (или коэффициента теплопередачи изоляционного материала U-value). В данном случае воздействие на стадии эксплуатации, связанное с потреблением энергии, можно считать эквивалентным для различных изучаемых решений.
- Условные единицы, основанные на толщине изоляционного материала, например 1 м^2 элемента стены с 5 см теплоизоляции. Использование этой условной единицы особенно актуально в проектах реконструкции и ремонта, когда разница в тепловом сопротивлении может привести к различным уровням тепловых характеристик строительных элементов и, следовательно, к различному потреблению энергии на стадии эксплуатации и связанному с этим различному воздействию на окружающую среду.



Для получения дополнительной информации и поддержки по использованию данных экологических деклараций продукции (EPD), пожалуйста, обращайтесь в представительство Европейской ассоциации производителей пенополиуретана [PU Europe](http://www.pu-europe.com).

7. Моделирование стадии эксплуатации: расчет экономии энергии

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ОБЕСПЕЧИВАЕТ СОХРАНЕНИЕ ЭНЕРГИИ

■
Количество энергии, расходуемое для производства теплоизоляционного материала

■
Количество энергии, сохраненное благодаря использованию теплоизоляции

Вслед за рассмотрением элементов производства теплоизоляции на основе пенополиуретана (PU) важно определить преимущества, связанные со стадией эксплуатации. В этой главе, с помощью моделирующего инструмента, включенного в стороннюю программу расчета экологической декларации (EPD), производится оценка потенциальной экономии, которой можно достичь путем использования пенополиуретановой теплоизоляции на протяжении всего срока ее эксплуатации. Результаты исследования включают сравнение здания без теплоизоляции со зданием с полиуретановой (PU) теплоизоляцией (в условиях умеренного климата). Несмотря на то, что эти результаты нельзя экстраполировать на все возможные области применения, они предоставляют интересную информацию о преимуществах стадии эксплуатации высокоэффективной теплоизоляции на основе пенополиуретана (PU).

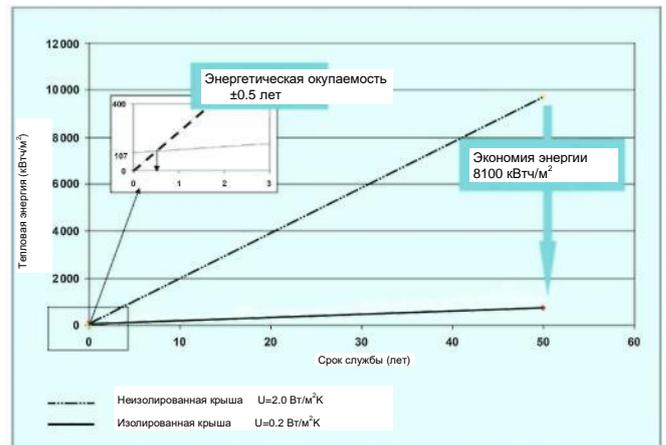
График на странице 7 показывает, что при использовании только лишь 115 мм пенополиуретановой теплоизоляции (PU), что эквивалентно значению 5 коэффициента сопротивления теплопередаче изоляционного материала (R-value), возможно достижение ежегодной экономии 162 кВтч (582 МДж) первичной энергии из расчета на м^2 изолированной поверхности. На протяжении срока службы в 50 лет экономия дойдет до 8 100 кВтч (29 100 МДж) на м^2 , при этом только 82 кВтч (или 293 МДж, как рассчитано по экологической декларации EPD) было использовано для производства 1 м^2 теплоизоляционной плиты, то есть соотношение составляет практически 1 к 100. Если в расчет включить сценарий рекуперации энергии по истечении срока эксплуатации, то первичная энергия, используемая для производства 1 м^2 теплоизоляционной плиты понизится до 59 кВтч (212 МДж). В рамках этого сценария теплоизоляция на основе пенополиуретана (PU) сэкономит в 137 раз большее количество энергии по сравнению с тем, что было использовано для ее производства.

Это также означает, что количество энергии, использованное для производства пенополиуретановой (PU) теплоизоляции, рекуперировано примерно через полгода благодаря экономии энергии на стадии эксплуатации.

Если предположить стоимость электроэнергии 0,19 €/кВтч и стоимость природного газа 0,13 €/кВтч, то слой пенополиуретановой (PU) теплоизоляции площадью 100 м^2 в течение 50 лет сэкономит €105,000 (в расчете используются текущие недисконтированные значения стоимости, предполагающие стабильные цены на энергоносители и отсутствие инфляции).

Ориентировочные расчеты

Градусо-сутки	3 700
Толщина теплоизоляции	115 мм
Коэффициент сопротивления теплопередаче изоляционного материала (R-value)	5 м ² /Вт
Коэффициент теплопередачи изоляционного материала (U-value)	0.2 Вт/м ² К
КПД котельной установки	0.88
Источник обогрева помещения	Природный газ
Эффективность преобразования первичной энергии	1.1
Потребление первичной тепловой энергии	$Q \text{ (кВтч)} = (U \times \text{площадь поверхности} \times \text{градус-часы}) \times \text{коэффициент преобразования первичной энергии} / \text{КПД котла}$



8. Отказ от ответственности

Несмотря на то, что вся информация и рекомендации, содержащиеся в данной публикации, являются, согласно имеющимся у нас сведениям, точными и достоверными на момент публикации, данная информация не должна истолковываться в качестве гарантии, явной или косвенной.

9. Ссылки

- [1] PU Europe – европейская ассоциация производителей теплоизоляционных продуктов на основе пенополиуретана (PU) (www.pu-europe.eu)
- [2] См. **PU Europe project: Eco-Profile of Aromatic Polyester Polyols (APP)**
- [3] См. **ISOPA Eco-profile MDI-TDI 2012-04**
- [4] См. **ISOPA Eco-profile Polyether Polyols 2012-04**
- [5] Для получения более подробной информации см. веб-сайт www.excellence-in-insulation.eu