

Factsheet

№ 18 | Март 2015 г.

Краткое описание	1
Теплоизоляция и микроклимат воздуха в помещении	2
Эмиссия вредных веществ в воздух внутри помещений	2
Вопрос микробного загрязнения	4
Вопрос воздухопроницаемости, "дышащие" дома	4
Работа с полиуретановой (ППУ) теплоизоляцией	5

Что такое полиуретановая теплоизоляция (ППУ)?

Полиуретановая теплоизоляция (ППУ) представляет собой группу материалов, в которую входят несколько теплоизоляционных материалов, основанных на пенополиуретане (PUR) или полиизоцианурате (PIR). Закрытая ячеистая структура и высокая плотность поперечных связей в полимерной цепи этих материалов обеспечивают им высокую термостойкость, высокую прочность на сжатие и отличные изоляционные характеристики. Теплоизоляция на основе пенополиуретана (ППУ) обладает очень низкой теплопроводностью, около 0,022 Вт/м*К, благодаря чему на сегодняшний день пенополиуретан является одним из наиболее эффективных теплоизоляционных материалов с чрезвычайно широким спектром областей применения.

Поскольку пенополиуретан (ППУ) не выделяет вредных веществ и является чрезвычайно универсальным материалом, он также широко используется в различных отраслях, включая производство и сбыт пищевой продукции, медицинские приборы, одежду, матрасы, автомобильные детали и холодильники.



НАППАН

**Национальная
Ассоциация
Производителей
ПАНелей из ППУ**
www.nappan.ru

Качество воздуха в помещении и полиуретановая теплоизоляция

Краткое описание

Люди проводят около 90 % своей жизни в зданиях. Поэтому первостепенное значение имеет поддержание здорового микроклимата в помещениях, что включает минимизацию присутствия в воздухе летучих органических соединений (VOC) и мелких неорганических частиц волокнистых материалов. А необходимость делать ограждающие конструкции здания (обшивку) герметичной для сокращения тепловых потерь, еще более усугубляет эти проблемы.

Теплоизоляционные продукты играют ключевую роль в снижении энергопотребления как новых, так и уже существующих зданий. Как правило, они не находятся в прямом контакте с воздухом в помещении, поскольку покрываются другими строительными материалами, такими как гипс/ гипсокартон, дерево, кирпичи или бетон. Поэтому их влияние на качество воздуха в помещении (IAQ) пренебрежимо мало. Но, несмотря на то, что даже все вместе взятые строительные продукты будут оказывать лишь очень незначительное воздействие на качество воздуха в помещении (IAQ), в строительной промышленности осознают необходимость предоставления прозрачной информации об эмиссии (выделении) летучих органических соединений (VOC) из своей продукции.

В рамках законодательного регулирования строительной продукции в ЕС Европейский комитет по стандартизации (CEN) разрабатывает согласованные методы испытаний для анализа эмиссии летучих органических соединений в воздух внутри помещений на основании серии стандартов ISO 16000. Декларации, вероятно, будут сформулированы в соответствии с национальными системами классификации, которые должны быть совместимы с находящимся в настоящее время в разработке европейским форматом обмена данными.

Полиуретановой промышленностью уже сейчас активно публикуются данные по эмиссии (выделению) летучих и малолетучих органических

соединений (VOC/SVOC). Эти данные доказывают, что пенополиуретановая теплоизоляция (ППУ) является продукцией с очень низкой эмиссией, и полностью подходит для использования внутри помещений. При этом, в отношении метилendifенилдиизоцианата (MDI), признанные методы испытания эмиссии из продукции показали, что из установленных теплоизоляционных продуктов на основе пенополиуретана (ППУ) нет измеримых выделений этого вещества в воздух. Даже в наихудших условиях испытания в закрытом помещении, выделения мономерного метилendifенилдиизоцианата (MDI) из отвержденного пенополиуретана по прошествии 24 часов не обнаружены.

Кроме того, пенополиуретан (ППУ) демонстрирует отличные характеристики в том, что касается других вопросов, связанных со здоровьем. Поскольку пенополиуретан (ППУ) не является питательной средой или пищей для плесени, бактерий или насекомых, не происходит выделения каких-либо видов микроорганизмов или связанных с их жизнедеятельностью соединений. Необходимость в герметичной ограждающей конструкции здания может вызывать проблемы, связанные с конденсацией, которая может происходить в теплоизоляционных слоях стен и крыш, если используются материалы с низким сопротивлением к проницаемости водных паров. Пенополиуретан (ППУ) обладает очень низкой проницаемостью, поэтому практически не зависит от проблем конденсации.

Рассматривая стадию установки/ монтажа, мы не зафиксировали случаев повреждения или опасности для кожи при работе с полиуретановой пеной (резка, укладка и т. д.). С другой стороны, при вспенивании или нанесении распылением полиуретана на месте проведения работ необходимо соблюдение особых мер по охране труда и технике безопасности, подобные работы должны осуществляться только профессиональными работниками, обладающими надлежащей квалификацией.

Теплоизоляция и микроклимат воздуха в помещении

“Теплоизоляция играет решающую роль в поддержании комфорта внутри помещений, при этом обладая практически нулевым энергопотреблением...”

Будь то жилые дома, школы, офисы, заводы или торговые центры, люди проводят до 90% своей жизни в зданиях. Поэтому первостепенное значение имеет обеспечение здорового и комфортного микроклимата в помещениях при соблюдении высоких требований по энергоэффективности.

Теплоизоляция играет решающую роль в поддержании комфорта внутри помещений, при этом она обладает практически нулевым уровнем энергопотребления для новых зданий в Европе и обеспечивает значительное сокращение энергопотребления для уже существующего жилищного фонда. Благодаря своим премиальным характеристикам в том, что касается эффективности и долговечности, ППУ (пенополиуретан (PUR)/ полиизоцианурат (PIR)) является предпочтительным теплоизоляционным материалом для достижения этих целей. Тем не менее, сегодня для строительства ограждающих конструкций (оболочек) зданий с высокой терmostойкостью требуется использование более толстых слоев теплоизоляции, даже при использовании таких высокоэффективных материалов, как пенополиуретан (ППУ). Это, в свою очередь, может привести к увеличению эмиссии (выделения) веществ из этих продуктов.

Можно утверждать, что теплоизоляционные продукты, как правило, не подвергаются непосредственному контакту с воздухом внутри помещений, поскольку покрыты другими строительными материалами, такими как гипс/гипсокартон, дерево, кирпичи или бетон, и что потенциальные выделения веществ из теплоизоляционного слоя не могут попасть в воздух внутри помещений.

Однако эти покровные слои могут быть газопроницаемыми или перфорированы при установке технических систем здания. Кроме того, собственник/ эксплуататор здания имеет право знать о потенциальных опасностях, связанных со строительной продукцией, используемой в здании.

Европейская ассоциация производителей пенополиуретана PU Europe нацелена на обмен информацией о заверенных третьими сторонами результатах испытаний, связанных с последствиями использования пенополиуретановой (ППУ) теплоизоляции в зданиях. В данной информационной брошюре приводится анализ выделений опасных химических веществ из теплоизоляционных продуктов на основе пенополиуретана, а также говорится о роли, которую может играть полиуретановая теплоизоляция в решении проблем с влажностью и образованием плесени в зданиях с низким энергопотреблением.

Эмиссия вредных веществ в воздух внутри помещений

“...сумма вклада всех строительных продуктов представляет собой только лишь очень незначительную долю в общем уровне заболеваемости, который определяется количеством заболеваний, связанных с загрязнением воздуха внутри помещений”.

Качество воздуха в здании определяется множеством факторов, включая характер его использования (присутствие людей, курение, приготовление пищи, наличие каминов и т.д.), отопление, интенсивность вентиляции, выделения от мебели, красок и других строительных продуктов. Как показано на *рисунок 1*, сумма вклада всех строительных продуктов представляет собой только лишь очень незначительную долю в общем уровне заболеваемости, который определяется количеством заболеваний, связанных с загрязнением воздуха внутри помещений. Тем не менее, производители строительных материалов должны обеспечивать, чтобы их продукция не причиняла никакого вреда для пользователей зданий.

Обязательное требование № 3 Директивы о строительной продукции (ЕС), замененное основным требованием для строительных работ № 3 в рамках Регламента для строительной продукции (CPR), требует, чтобы строительные работы проектировались и осуществлялись таким образом, чтобы не представлять угрозы для гигиены, здоровья и безопасности жильцов и пользователей зданий [1]. Это включает регламентирование эмиссии/ выделений/ выбросов опасных веществ, летучих органических соединений (VOC), парниковых газов или опасных частиц как во внутренней, так и в наружной воздух, а также влажность деталей или поверхностей при проведении строительных работ.

Относительно части этого положения, касающегося воздуха внутри помещений, Европейская комиссия поручила Европейскому комитету по стандартизации (CEN) разработать согласованный стандарт проведения испытаний по измерению эмиссии (выделений) летучих (VOC) и малолетучих (SVOC) органических соединений из строительной продукции [2].



Рисунок 1: Уровень заболеваемости, связанный с качеством воздуха в помещении (IAQ), основные источники вредного воздействия [3].

Метод испытания основан на международном стандарте ISO16000-9. Этот стандарт ISO уже сегодня используется в ряде государств-членов, включая Германию (классификация AgBB scheme), Францию (классификация в соответствии с постановлением № 2011-321) и Финляндию (добровольная классификация Finnish M1). Метод испытания CEN в настоящее время доступен в качестве технической спецификации TS 16516. В 2016 г. он будет опубликован в качестве стандарта CEN и заменит стандарт ISO16000-9.

На пути к согласованным европейским техническим классам

“Любые новые национальные системы классификации, вероятно, должны будут использовать унифицированный формат”.

В целях обеспечения согласования деклараций о выбросах Европейская комиссия обязалась объединить немецкую систему классификации AgBB scheme и французскую классификацию, соответствующую постановлению № 2011-321. Они представляют собой первые две системы, представленные в Комиссию. В то же время Бельгия представила свою собственную систему, содержащую элементы как немецкой, так и французской систем. Кроме того, новая литовская система классификации должна быть совместима с прочими имеющимися системами.

Процесс согласования значений наименьшей концентрации, при которой наблюдается воздействие вещества (LCI) еще не завершен. Метод LCI был разработан для оценки воздействия веществ, содержащихся в строительных материалах, на здоровье человека. Первоначально он был частью базового метода оценки выделений летучих органических соединений (VOC).

В конце 2014 года Комиссия представила пересмотренное предложение для

согласованных технических классов. В случае утверждения оно будет опубликовано через делегированный законодательный акт. В то время как Франция, Бельгия, Германия и Литва смогут использовать свои собственные форматы обмена данными, они должны будут обеспечивать соответствие требованиям европейской системы. Любые новые национальные системы классификации, вероятно, должны будут использовать унифицированный формат. Например, французский уровень A+ будет соответствовать европейскому классу A-f1 или B-f1 (см. ниже).

К сожалению, это предложение вряд ли будет принято в ближайшее время, поскольку Польша уведомила Комиссию о собственной системе классификации. Она датируется 1996 годом и не совместима с предлагаемыми классами. Кроме того, Франция отвергает формат обмена данными, поскольку он отличается от их собственного.

Класс ЕС	Индивидуальные критерии		
	TVOC [мкг/м³]	НСНО [мкг/м³]	AR выполнены
A-f1	< 1 000	< 10	Да
A-f2	< 1 000	< 60	Да
A-f3	< 1 000	< 80	Да
A-f4	< 1 000	< 100	Да
A-f5	< 1 000	< 120	Да
A-f6	< 1 000	< 120	Да
B-f1 до f6	< 1 000	Любое возможное значение	Нет
C-f1 до f6	< 1 500	Любое возможное значение	Да или нет
D-f1 до f6	< 2 000	Любое возможное значение	Да или нет
E-f1 до f6	> 2 000	Любое возможное значение	Да или нет

AR = дополнительные требования (например, выделения TVOC < 100 мкг/м³, сумма 'еще не оцененных веществ' и 'еще не идентифицированных веществ' < 100 мкг/м³, значение R-value ≤ 1).

Все отдельные вещества, которые должны быть заявлены в рамках французского метода, включены в класс TVOC. Наихудший отдельный класс определяет общий класс TVOC.

TVOC – общее количество летучих органических соединений.

Таблица 1: Контрольные классы концентрации веществ в помещении, предложенные Европейской комиссией (декабрь 2014). Все значения в мкг/м³

Эмиссия/выделение веществ из теплоизоляционных продуктов на основе пенополиуретана (ППУ)

“... ни в одном из испытаний на выделения из полиуретановой пены (ППУ) не обнаружено канцерогенных, мутагенных или репротоксичных веществ”.

Пенополиуретановая теплоизоляция (ППУ) считается продуктом с очень низким уровнем эмиссии/выделений веществ. В действительности выделения из полиуретановых продуктов значительно ниже значений для большинства других теплоизоляционных продуктов. В частности, природные изоляционные материалы могут обладать уровнем эмиссии/выделения летучих органических соединений (VOC), более чем в 100 раз превышающим значения для пенополиуретана [4]. Очень важно, что ни в одном из испытаний на выделения из полиуретановой пены (ППУ) не обнаружено канцерогенных, мутагенных или репротоксичных веществ.

Во всех существующих системах классификации эмиссии летучих/малолетучих органических соединений (VOC/SVOC) пенополиуретановая теплоизоляция (ППУ) достигает наилучшего класса. Это относится к теплоизоляционным плитам, сэндвич-панелям и к вспениваемому на месте проведения работ пеноматериалу с закрытыми порами. Поэтому

пенополиуретановая теплоизоляция (ППУ) безоговорочно подходит для использования внутри помещений.

Превосходная эффективность теплоизоляции на основе пенополиуретана (ППУ) демонстрируется результатами испытаний согласно диаграмме немецкой системы AgBB.

В большинстве теплоизоляционных продуктов на основе пенополиуретана (ППУ) в качестве вспенивающего агента используется пентан. Это вещество является чрезвычайно высоколетучим соединением (VVOC) и выделяется из пены с закрытыми порами только в очень небольших количествах. Пентан широко используется в косметике, что, предположительно, оказывает максимально высокое ингаляционное воздействие, но даже в этом случае концентрации воздействия рассматриваются как низкие [5]. Поэтому регулирующие органы не выявили каких-либо неблагоприятных последствий для здоровья и воздержались от принятия каких-либо ограничений на использование этого вещества.

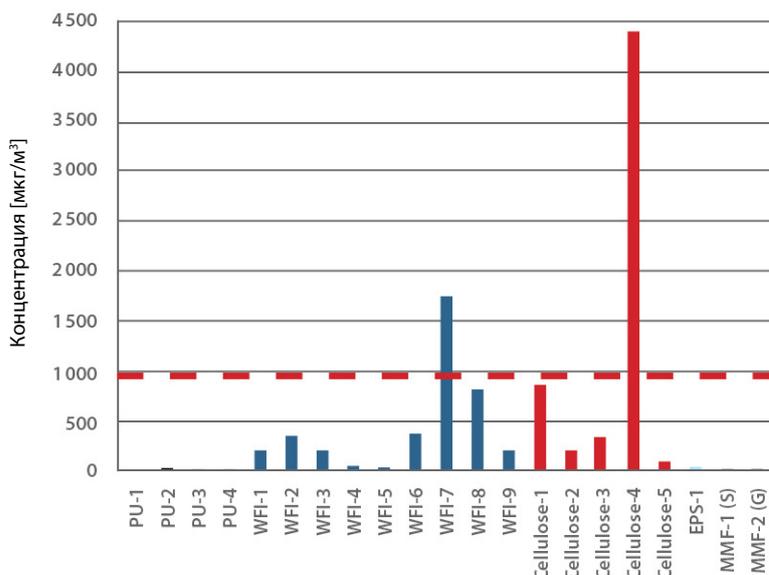


Рисунок 2: Значения общего количества выделения летучих органических соединений (TVOC) для различных изоляционных материалов (28 дней)

Обзор результатов за 28 дней	Измеренные значения [мкг/м ³]
TVOC (C6 – C16)	0-5
Σ VOC за исключением NIK (C6 - C16)	0-5
Σ SVOC (C16 - C22)	0-5
Σ канцерогенов	0
Σ Ri [-]	<1

Таблица 2: Референсные значения концентрации веществ в помещении, связанные с эмиссией из теплоизоляционной плиты на основе пенополиуретана (ППУ), в соответствии с диаграммой AgBB, согласно стандарту ISO 16000 (28 дней) [7]

Вопрос метилendifенилдиизоцианата (MDI)

“Сторонними компаниями проведены тестирования целого ряда пенополиуретановых теплоизоляционных продуктов с использованием признанных методик испытания, с целью проверки, обнаруживаются ли какие-либо эмиссии/выделения метилendifенилдиизоцианата (MDI) [...]. Все они подтвердили отсутствие эмиссии/выделения метилendifенилдиизоцианата (MDI) из испытываемых продуктов.”

ППУ теплоизоляция (пенополиуретан (PUR)/ полиизоцианурат (PIR)) получается в результате реакции диизоцианатов (MDI) с полиолами или с самим собой, с образованием прочной полиуретановой (PUR) и/или полиизоциануратной (PIR) ячеистой структуры. Метилendifенилдиизоцианат (MDI) является респираторным сенсibilизатором и маркируется как R40 (H351) – вредное вещество.

Метилendifенилдиизоцианат (MDI) химически расходуется в процессе вспенивания и, следовательно, не присутствует в конечном продукте – жесткой пене [8]. Сторонними компаниями проведены тестирования целого ряда пенополиуретановых теплоизоляционных продуктов с использованием признанных методик испытания, с целью проверки, обнаруживаются ли какие-либо эмиссии/выделения метилendifенилдиизоцианата (MDI) (см. приложение 1). Все они подтвердили отсутствие эмиссии/выделения метилendifенилдиизоцианата (MDI) из испытываемых продуктов.

Для моделирования теоретических наихудших сценариев в некоторых из этих испытаний использовались образцы эластичной пены с открытыми ячейками, сжатые на регулярных интервалах. В других тестах использовалась жесткая пена с закрытыми ячейками, в одном из испытаний использовались герметичные кубики из свежих пенополиуретановых плит без облицовки

для обеспечения моделирования экстремальных условий испытания. Ультранизкие следовые количества метилendifенилдиизоцианата (MDI) были обнаружены только для свежерезанной полиизоциануратной (PIR) пены. Однако при концентрации <30 нг/м³ уровень содержания значительно ниже уровней воздействия, при которых можно было бы ожидать какие-либо негативные последствия для здоровья человека. По прошествии 24 часов эмиссию/выделение метилendifенилдиизоцианата (MDI) из пеноматериалов на основе пенополиуретана (PUR)/ полиизоцианурата (PIR) обнаружить не удалось.

Пределы количественной оценки составили 1,9 нг/м³ (0,0000019 мг). Это приблизительно в 26 000 раз меньше, чем стандартный предел допустимой концентрации на рабочем месте (OEL) для метилendifенилдиизоцианата (MDI) 0,05 мг/м³, который действует для рабочих во многих странах ЕС. Это значение предела допустимой концентрации не относится к воздуху внутри помещений, однако он зачастую используется в качестве основы для выведения пределов для воздуха внутри помещений. Например, в Финляндии применяется значение предельно допустимой концентрации на рабочем месте (OEL) 0,035 мг/м³. Согласно финским строительным нормам и правилам [9], содержание в воздухе помещений “примесей, как правило, не должно превышать 1/10 от значения OEL”.

При применении предельно допустимого уровня воздействия в $0,0035 \text{ мг/м}^3$, концентрация в воздухе помещения при экстремальных условиях испытания составила бы, по крайней мере, в 1 800 раз ниже этого предела.

В некоторых других национальных системах применяется общее пороговое значение OEL/100 или OEL/1000 для веществ, классифицируемых как канцерогенные, и для которых нет определенного ограничения на содержание в воздухе в помещении. Даже в этом случае заявленный предел обнаружения находится значительно ниже этих пороговых значений. Другим источником оценки опасности воздействия для населения является калифорнийский перечень предельно допустимых уровней содержания в воздухе, безопасных для проживания [10], (Californian Reference

Exposure Limit), который устанавливает санитарный предел общественного здравоохранения в $0,0007 \text{ мг/м}^3$ (0,07 част./млрд. по объему). Это самое строгое пороговое ограничение из применяющихся в настоящее время предельных значений во всем мире. Но даже в этом случае, количественный предел более чем в 350 раз ниже, чем предел общественного здравоохранения [11].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что, вне всякого сомнения, какое-либо значимое воздействие метилendifенилдиизоцианата (MDI), используемого для изготовления пенополиуретановых теплоизоляционных продуктов, на жильцов и пользователей зданий, отсутствует. Вышеупомянутые результаты испытаний приведены в *приложении 1*.

Вопрос микробного загрязнения

Помимо химических веществ, серьезную угрозу для здоровья могут представлять споры плесени и так называемые микробные летучие органические соединения. Последние могут производиться грибами или в результате метаболизма бактерий, и могут быть токсичными или вызывать аллергические реакции.

В отличие от ряда других строительных продуктов, пенополиуретановая (ППУ) теплоизоляция не предоставляет питательной среды или пищи для плесени, бактерий или насекомых, и, поскольку это продукт с закрытыми ячейками, не может содержать споры.

Вопрос воздухо- проницаемости, 'дышащие' дома

Строительство зданий с низким или нулевым энергопотреблением не возможно без герметичности ограждающих конструкций (оболочек) здания. Эффективные естественные или механические системы вентиляции становятся незаменимыми с целью поддержания комфортного и здорового уровня влажности воздуха в помещении.

На рынке существуют тезисы, заявляющие о преимуществах 'дышащих' конструкций в целом, и 'дышащей' теплоизоляции в частности. Сторонники этих заявлений предупреждают, что в 'не дышащих' конструкциях зданий будет скапливаться влага, что приведет к поверхностной конденсации. А это, в свою очередь, приведет к росту микроорганизмов (плесень, пылевые клещи) со всеми вытекающими негативными последствиями.

Во-первых, большинство ученых отвергают термин 'дышащие', поскольку он не описывает определенные физические характеристики, а означает некоторые явления, которые необходимо оценивать в конструкции здания.

Конденсат действительно может образовываться в изоляционном слое стен или крыш, если используется материал с низкой паронепроницаемостью. Это не влияет на пенополиуретан благодаря его очень низкой проницаемости.

Кроме того, даже в самом худшем сценарии (0,5 воздухообменов в час) вентиляция влияет на 95 % переноса пара из дома с 'дышащими' стенами [12]. В том, что касается контроля переносимой по воздуху влаги, поверхностной

К 2020 году: страны ЕС должны будут ввести в употребление здания с практически нулевым энергопотреблением с помощью новых конструкций и капитального ремонта



Рисунок 3: Влияние Директивы об энергетической эффективности зданий на развитие воздухонепроницаемых конструкций (источник: TightVent)

конденсации, роста плесени, пылевых клещей и связанных с этими проблемами угрозами здоровью, объемный воздухообмен (работа вентиляции плюс просачивание воздуха) имеет, по крайней мере, в 19 раз более важное значение по сравнению со способностью конструкций 'дышать'.

То же самое относится к эффекту буферизации влаги строительными элементами. Исследования показали, что тепловая изоляция имеет лишь второстепенную роль, поскольку эффект буферизации, главным образом, ограничен покрывающим слоем, находящимся в непосредственном контакте с воздухом в помещении [13].

"Конденсат действительно может образовываться в изоляционном слое стен или крыш, если используется материал с низкой паронепроницаемостью. Это не влияет на пенополиуретан (ППУ) благодаря его очень низкой проницаемости".

Работа с ППУ теплоизоляцией

Существуют ли риски для кожи при работе с полиуретановой пеной?

Рабочие, осуществляющие резку и монтаж пенополиуретановых (ППУ) плит заводского изготовления, вступают в прямой контакт с полиуретановой пеной. Поэтому важно проверить, может ли это привести к контакту кожи с метилендифенилдиизоцианатом

Вопросы безопасности при вспенивании полиуретана на месте проведения работ

“ После отверждения пена, как и другие формы полиуретана, используемые в зданиях [...], считается химически инертной. Уровни выделения летучих и малолетучих органических соединений (VOC/SVOC) считаются сопоставимыми с теплоизоляционными полиуретановыми плитами заводского изготовления”.

Отказ от ответственности

(MDI).

Проведено испытание, в ходе которого с двух сторон образцов эластичной пены на 5 дней при температуре в 22°C были установлены фильтры, затем образцы пены были спрессованы до 75% первоначальной высоты. В течение 5 дней испытания в экстрактах фильтров не обнаружено производных метилендифенилдиизоцианата (MDI) при пределе обнаружения 44 нг/см², что, при предположении непрерывной миграции, означает 9 нг/см² в день [14]. Данный порог обнаружения в 80 раз ниже предельно допустимого уровня ежедневного воздействия (AEL), который равняется 740 нг/см².

При вспенивании полиуретана на месте проведения работ необходимо соблюдение особых мер по охране труда и технике безопасности, работы по распылению должны осуществляться только профессиональными работниками, обладающими надлежащей квалификацией. При смешивании и разливе двух жидких компонентов: полиметилендифенилдиизоцианата (PMDI) и смолы, концентрация полиметилендифенилдиизоцианата (PMDI) в воздухе может достигать значений, превышающих предельные значения воздействия на рабочем месте, поэтому должны соблюдаться специальные меры безопасности. При нанесении без использования распыления при комнатной температуре или ниже, уровни содержания полиметилендифенилдиизоцианата (PMDI) в воздухе ниже предела воздействия на рабочем месте для метилендифенилдиизоцианата (MDI), который составляет 0,050 мг/м³ (значение, действующее во многих странах ЕС).

При проведении работ по вспениванию и укладке пены работники должны соблюдать необходимые меры по охране здоровья и технике безопасности, которые включают изолирование непосредственной зоны нанесения пены от жильцов и обычных людей.

Для того, чтобы свести к минимуму

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.



Рисунок 4: полиуретановая пена на основе метилендифенилдиизоцианата (MDI) в камере для испытания на динамическую усталость с насосами и фильтрами для отбора проб воздуха.

воздействие паров, аэрозолей и частиц полиметилендифенилдиизоцианата (PMDI) и других химических веществ при нанесении пены распылением и при последующих работах, рабочие должны использовать соответствующее оборудование и средства персональной защиты, такие как системы подачи воздуха или системы воздухообмена, защитные перчатки, комбинезоны (например, фирмы Tyvek), защитные сапоги и т.д. В том, что касается защитных масок, следует соблюдать инструкции, полученные от поставщика продукта.

Европейской ассоциацией производителей пенополиуретана PU Europe разработано отраслевое руководство по безопасному нанесению распыляемой пены. Национальные ассоциации и поставщики могут предоставлять более подробные меры по обеспечению безопасности, основанные на этих отраслевых рекомендациях [15].

После отверждения пена, как и другие формы полиуретана, используемые для теплоизоляции зданий, изготовления сидений, матрасов, покрытий для стен и т.д., считается химически инертной. После отверждения уровни выделения летучих и малолетучих органических соединений (VOC/SVOC) считаются сопоставимыми с теплоизоляционными полиуретановыми плитами заводского изготовления.

- [1] Construction Products Directive (89/106/EEC)
- [2] WI 351009 – Construction products – Assessment of emissions of regulated dangerous substances from construction products – Determination of emissions into indoor air
- [3] European Commission, DG Health and Consumers: *Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ)*, 2011
- [4] См. раздел 9 (Nachweise) в EPDs на сайте <http://bau-umwelt.de/hp545/Daemmstoffe.htm>

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Испытания эмиссии метилендифенилдиизоцианата (MDI)

Источник	Испытуемый образец	Предел обнаружения	Результаты (частично в виде цитат)
Emission chamber test on rigid PU foam Phase 1: Emission measurements, PO number: 304-EU-ANA, Dr Stephan Konrad, Currenta GmbH&Co KG, 2011	Герметичный ящик 64 л, изготовленный из свежерезанных плит из полиизоцианурата (PIR) (без облицовки); Края и ребра запечатаны безэмиссионной лентой; продувка током азота	1,9 нг/м ³ (предел количественного определения) • Наиболее чувствительный аналитический метод из доступных в настоящее время	Отбор проб воздуха: стекловолоконные фильтры, пропитанные дибутиламином (DBA) и уксусной кислотой. "Исследования показали поддающуюся измерению концентрацию мономерного метилендифенилдиизоцианата MDI (28 нг/м ³) для первой точки измерения (0:00 часов)": "Пробы, взятые через несколько часов, не показывают значительной концентрации для 4,4'-MDI и не показывают измеримого сигнала для 2,4'-MDI по сравнению с холостыми измерениями. Повторение через три месяца хранения куба из полиизоцианурата (PIR) не показало каких-либо существенных значений".
Emission chamber test on rigid PU foam Phase 1: Emission measurements, PO number: 304-EU-ANA, Dr Stephan Konrad, Currenta GmbH&Co KG, 2011	Герметичный ящик 64 л, изготовленный из свежерезанных плит из пенополиуретана (PUR) (без облицовки);	1,9 нг/м ³ (предел количественного определения) • Наиболее чувствительный аналитический метод из доступных в настоящее время	Отбор проб воздуха: стекловолоконные фильтры, пропитанные дибутиламином (DBA) и уксусной кислотой. "За исключением значения 1,3 нг/м ³ для 4,4'-MDI после 24 ч., обнаруживаемых концентраций мономерного MDI нет". Значение 1,3 нг/м ³ находится ниже предела количественного определения, поэтому не имеет существенного значения.
Evaluation of Consumer Risk Resulting from Exposure Against Diphenylmethane-4,4'-Diisocyanate (MDI) from Polyurethane Foam, Hans-Dieter Hofmann, Thomas Schupp, EXCLI Journal 2009;8:58-65, ISSN 1611-2156 (стр. 60)	Края и ребра запечатаны безэмиссионной лентой; продувка током азота	5,4 нг/м ³	"Подушка периодически сжималась с частотой 1,2 Гц". "Анализ MDI осуществлялся в соответствии с методом OSHA 47 (Управление США по охране труда и промышленной гигиене, 1989), с некоторыми изменениями". "С пределом обнаружения в 5,4 нг/м ³ детектируемых количеств MDI в пробах воздуха не обнаружено".
European Union Risk Assessment Report METHYLENEDIPHENYL DIISOCYANATE (MDI) CAS No: 26447-40-5, EINECS No: 247-714-0 European Commission JRC, 2005 (стр. 81)	Эластичная пена холодного отверждения на основе MDI, возраст 5 дней	6 нг/м ³ (эмиссия) 1 мкг/25 см ² для контактного теста	"Во время испытания динамической усталости, проходившего в течение 135 минут при 40 °C и относительной влажности 50 % в воздухе закрытой камеры не обнаружен MDI (предел определения 6 нг/м ³)". "Во время контактного испытания, когда фильтры, содержащие дериватизационный агент контактировали с поверхностью пены в течение 5 дней при 22 °C и при сжатии до 75 % от первоначальной высоты пены MDI в экстракте не обнаружен (предел определения 1 мкг на фильтр, что составляет 1 мкг/25 см ²)".
Institut Bauen und Umwelt e.V.: Environmental Product Declaration – Factory-made polyurethane insulation products (Номер декларации: EPD-IVP-20140207-IBE1-DE), 2015 (стр. 8)	Эластичная пена с открытыми ячейками	10 нг/м ³	<ul style="list-style-type: none"> • Выделение изоцианата • Измерение произведено: Fraunhofer Institut für Holzforschung, Wilhelm Klauditz Institute WKI • Отчет о проведении испытания номер 861/98, датированный 7 декабря 1998 г./IVPU • Результат: при испытании в тестовой камере 1 м³ выделение изоцианатов не обнаружено • Для определения содержания MDI использовались картриджи SUPELCO, пропитанные 1-(2-пиридил)-пиперазином. Экстракция производилась в соответствии с методом OSHA No. 47; анализ проводился методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (HPLC) с флуоресцентным детектированием Предел обнаружения 10 нг/м ³
Survey and health assessment of selected respiratory sensitizers in consumer products, Danish Ministry of the Environment, Survey of Chemical Substances in Consumer Products, No. 82 2007	• Жесткая пена с закрытыми ячейками (изоляционная плита)	0,2 мкг/м ³	"Матрас был помещен на пол, в течение 7 часов собирался воздух с высоты в 25 см над поверхностью матраса. В течение этого времени каждые полчаса на матрас садились и ходили по нему". "Все образцы были перепроверены с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (HPLC), метод 2, анализ показал, что ни в одном из образцов метилендифенилдиизоцианат (MDI) не обнаружен".

- [5] Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment (CSTEE), Opinion on the results of the Risk Assessment of: n-PENTANE, Human Health Part (17 December 2002)
- [6] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. for Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz „Untersuchungen zur Optimierung und Standardisierung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen“ (IBP-Bericht BBHB 01/2008)
- [7] Institut Bauen und Umwelt e.V.: *Environmental product declaration in accordance with ISO 14025: Factory-made polyurethane insulation products* (2010)
- [8] REACH use descriptors
- [9] D2 – Indoor Climate and Ventilation of Buildings Regulations and Guidelines 2010
- [10] <http://www.oehha.ca.gov/air/Allrels.html>
- [11] California is currently considering a proposal to lower this value to 0.00008 mg/m³ or 0.08 µg/m³ or 0.008 ppb. Even in this case, the detection limit would be 40 times below this proposed limit
- [12] Cambridge Architectural Research Ltd. (CAR): *Moisture transfer and the significance of breathability in buildings*
- [13] VTT: *A survey of the breathable building structure concept – Effect of insulation materials* (2012)
- [14] Evaluation of Consumer Risk Resulting from Exposure Against Diphenylmethane-4,4'-Diisocyanate (MDI) from Polyurethane Foam, Hans-Dieter Hoffmann, Thomas Schupp, EXCLI Journal 2009;8:58-65, ISSN 1611-2156
- [15] PU Europe: *Health and Safety Product Stewardship Workbook for Spray Foam* (2012)