Здания с низким энерго-потреблением или нулевым энергетическим балансом с пенополистирольной термоизоляцией

EUMEPS

EPS

Пенополистирол: надежное будущее уже рядом

Об Ассоциации европейских производителей вспененного полистирола (EUMEPS)

ПЕНОПОЛИСТИРОЛ: 98 % ВОЗДУХА

Введение

1 Нормативная база 2

2 Здания с низким энергопотреблением и нулевым энергетическим балансом 3

3 Преимущества высокопроизводительных зданий 6

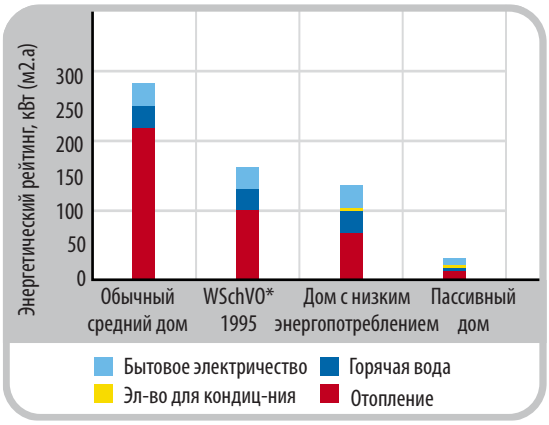
4 Принципы интегрированного проектирования зданий с высокими показателями энергоэффективности 11

5 Роль пенополистирола в высокоэффективных зданиях 18

6 Ссылки и аббревиатуры 28

EUMEPS

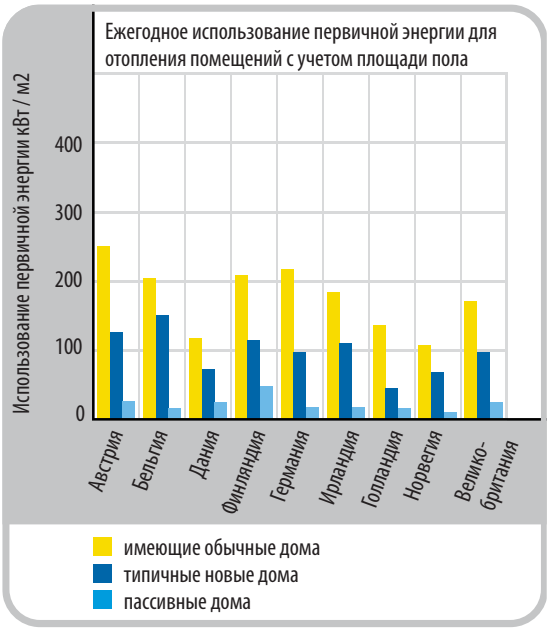
Введение



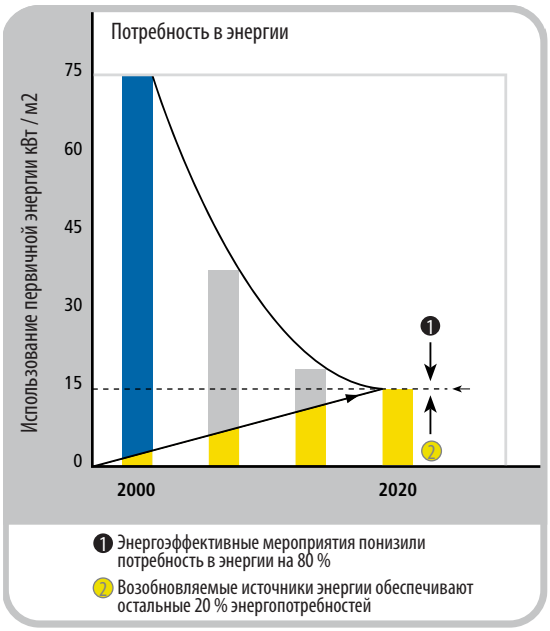
Сравнительный анализ энергетического рейтинга зданий
WSchVO – Предписания по теплоизоляции (Германия)
SBN – Строительный стандарт Швеции

1 Нормативная база

В зависимости от страны и местной нормативной базы существуют минимальные законодательные требования для термоизоляции домов и достроек существующих сооружений. Как продемонстрировано на графике ниже, в целом, нормативная база в отношении термоизоляции, действующая сегодня, обладает большим потенциалом для дальнейшего усовершенствования при работе в направлении оптимизации энергетических затрат.



Использование первичной энергии в разрезе по странам [1]



Путь к достижению нулевого энергетического баланса зданий

Концепция Пассивного дома или, как ее еще называют в ЕС, стандарт строительства зданий с нулевым энергетическим балансом, стал широко распространенным и популярным в Европе решением, которое позволяет достичь существенного снижения энергопотребностей зданий. В декабре 2009 года Европейская комиссия достигла соглашения с парламентом и Советом Европы о том, что будут предприняты все возможные меры для того, чтобы с 2020 г. все новые жилые здания и сооружения строились по стандартам, максимально приближенным к стандарту «нулевого энергетического баланса». Что касается общественных зданий, то эту цель планируют достичь двумя годами раньше [ссылка 2]. Кроме этого, до 2050 года все существующие здания должны стать зданиями с нулевым энергетическим балансом. Это – обязательное решение для всех стран ЕС, которое было опубликовано в рамках Планах работ по энергоэффективности (NEEAP's). Помимо всего прочего, в этих Планах должны быть сформулированы конкретные целевые показатели процентного соотношения зданий с нулевым энергетическим балансом и остальных сооружений, а также обозначено то, как достичь этих показателей и отчитываться об их достижении.

В ходе усовершенствования строительной нормативной базы и повышения уровня общественного сознания в отношении важности вопросов надежности и энергоэффективности зданий и сооружений, люди, приобретающие недвижимость, все чаще настаивают на наличии элементов пассивного дома в рамках строения. Уже все знают об исключительной рациональности и экономичности решения повышения минимальных нормативных требований и строительстве более энергоэффективных и комфортабельных домов, которые бы обеспечили своих хозяев низкими суммами счетов за отопление и энергопотребление. Инсталляция или модернизация термоизоляции является одной из лучших инвестиций с точки зрения экономии и экологии, которую только можно осуществить.

Страна/год	2009	2010	2012	2013	2015	2016	2020
Дания		-25%[1]			-50%[1]		-75%[1]
Франция			LEB				E+
Германия	-30%		-30%[2]				NFFB
Голландия		-25%[1]			-50%[1]		ENB[4]
Великобритания		-25%[1]		-44%[1]		NZEB[4]	

LEB = Здание с низким энергопотреблением E+ = Здания с положительным энергетическим балансом NFFB = Дома, которые функционируют без использования горючего топлива ENB = Энергетически нейтральные дома NZEB = значение чистого CO2 составляет 0, включая отопление, освещение, а также все домашнее оборудование

1) Процент минимального уровня 2006 года 2) Стандарт Effinergie 3) Процент минимального уровня 2009 года 4) Уровень пассивных домов

Запланированное внедрение стандартов низкого энергопотребления, как минимальные требования в строительных нормах стран – членов ЕС [ссылка 3]

2 Здания с низким энергопотреблением и нулевым энергетическим балансом

2.1 Определение

Термин «пассивный дом» относится к зданиям с максимально комфортным внутренним микроклиматом для его жителей, как летом, так и зимой, при отсутствии традиционных систем отопления и активного кондиционирования воздуха. Как правило, это - очень хорошо термоизолированные сооружения с минимальным наличием «мостиков холода», с использованием пассивного солнечного теплопоступления, которые являются воздухонепроницаемыми и качество воздуха внутри которых обеспечивается вентиляционной системой с рекуперацией тепла.

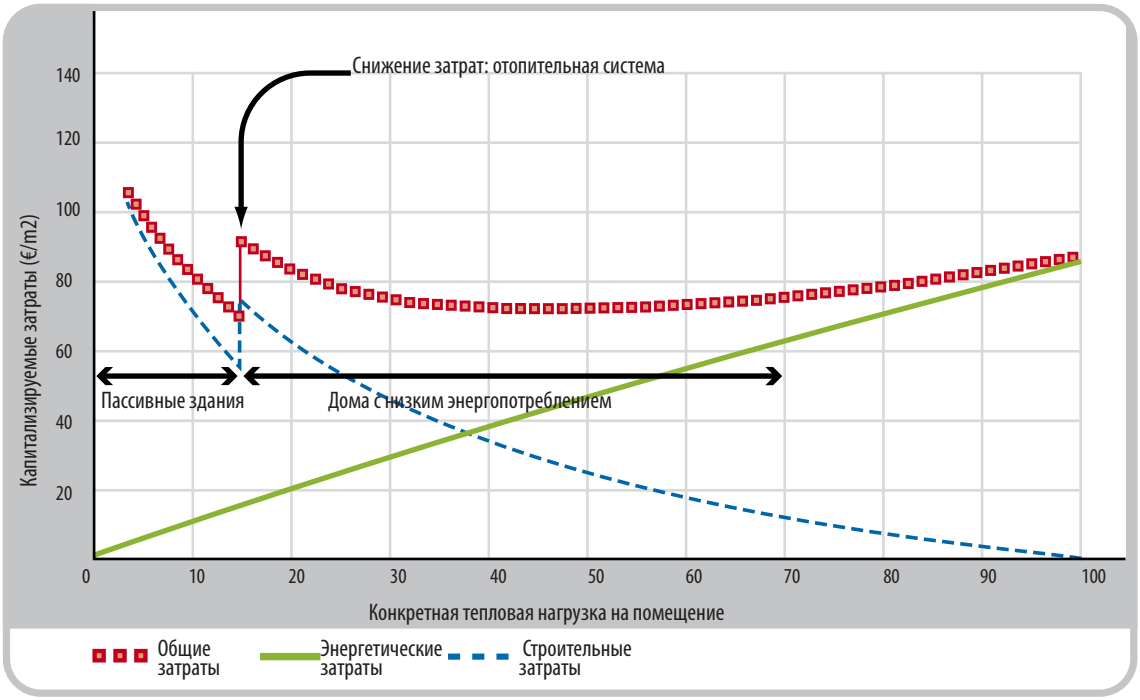
Основная концепция пассивных зданий состоит в том, чтобы минимизировать теплопотребность для отопления и кондиционирования помещений до таких показателей, при которых необходимость в традиционных отопительных системах и системах кондиционирования отсутствует. Общая энергопотребность для отопления / кондиционирования помещений ограничена 15 кВт/м2 с учетом площади поверхности пола. При этом учитываются температура на улице, теплоемкость воздуха и максимальная температура, до которой должен быть нагрет воздух в условиях комфортного для проживания микроклимата. Общий показатель для первичных энергоресурсов, который используется для нагревания / охлаждения горячей воды и пространства дома, а также всех бытовых приборов, ограничена лимитом в 120 кВт/м2.

Ограничение потребности в энергии до минимума ее обеспечением посредством возобновляемых источников энергии является достаточным условием для удовлетворения всех энергопотребностей. Основной целью, в данном случае, является максимальное увеличение комфорта проживания людей в доме при минимальном использование энергии, а также при минимальном воздействии проживания людей на окружающую среду. А это включает в себя максимальное использование бесплатных натуральных энергетических ресурсов и источников, таких, как солнце и ветер, для отопления, вентиляции и освещения домов. Таким образом, человек может сделать реальный вклад в разумное и ответственное энергопотребление.

Сумма первоначальных затрат на сооружение здания с нулевым энергобалансом может превышать строительство типичного строения, однако низкие эксплуатационные затраты сделают этот дом экономически эффективным и рентабельным в процессе его жизненного цикла.

2.2 Преимущества

Ключевыми преимуществами пассивных зданий с низким энергопотреблением или нулевым энергобалансом являются снижение эксплуатационных затрат на содержание дома и оказание гораздо меньшего влияние на окружающую среду. Это, безусловно, сказывается на энергобезопасности, как и на экологической безопасности и стабильности. Сегодня переход к зданиям с нулевым энергетическим балансом постепенно становится стандартом для будущего строительства.



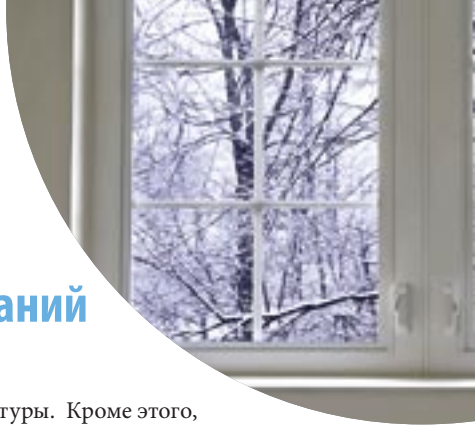
Строительные затраты для зданий с низким энергопотреблением

Повышение уровня энергоэффективности здания требует больше усилий и инвестиций в его проектирование, а также в строительство ограждающих конструкций сооружения. Однако такие простые и не затратные действия, которые помогут повысить показатели энергоэффективности, в дальнейшем приведут к значительным, ощутимым результатам. Энергопотребности для отопления и электроэнергии, потребности эксплуатационных мощностей, теплообменных устройств и отопительного оборудования – все это можно снизить, тем самым снизив постоянные затраты на это оборудование и его эксплуатацию, по сравнению с обычными зданиями. В домах с нулевым энергетическим балансом, сумма сэкономленных средств, которые идут на оплату коммунальных услуг, может покрыть высокие дополнительные издержки на усовершенствование ограждающих конструкций. Простые системы обслуживания здания также снизят расходы на содержание и плату за электроэнергию.

Дополнительные инвестиции в энерготехнологии нулевого энергобаланса зависят преимущественно от действующего строительного стандарта, а также от технологий термоизоляции, вентиляции помещений и технологий стеклопрозрачных конструкций. Прежний опыт строительных технологий в области сооружения домов с низким энергопотреблением или нулевым энергобалансом оказывает существенное влияние на дальнейшее развитии этой сферы. Так как рыночный спрос на такие типы сооружений увеличивается, соответственно, повышается рыночное предложение и уменьшается сумма дополнительных затрат. В любом случае, дома с нулевым энергобалансом являются рациональными, экономическими инвестициями, которые возвращаются в процессе всего периода эксплуатации здания, вне зависимости от действующих строительных технологий.

2.3 Внешний вид

Внешний вид сооружений с низким энергопотреблением или нулевым энергобалансом не отличается от внешнего вида привычного традиционного дома. Проживание в таких домах не требует какого-то определенного стиля жизни или привычек. Такое здание разработано не для какой-то определенной категории – в нем может проживать любой человек.



3 Преимущества высокопроизводительных зданий

3.1 Окружающая среда

Основным элементом самообеспечиваемого здания является его проектирование в разрезе низкого энергопотребления, что включает в себя снижение энергетических потребностей, идущих на отопление и кондиционирование сооружения, путем инсталляции высококачественной термоизоляции.

Научное сообщество единогласно признает тот факт, что проблема глобального потепления и изменений климата существенно влияет на человеческое поведение. Выбросы парниковых газов, выделяемых при сжигании органического топлива, которое необходимо сегодня для удовлетворения наших текущих энергопотребностей, является основным фактором, влияющим на повышение уровня выбросов парниковых газов. Межправительственный совет по проблемам климатических изменений при ООН (IPCC) прогнозирует, что результаты этих выбросов будут ощущаться планетой и людьми еще очень долгое время. Даже, если стабилизировать текущий уровень выбросов CO2 в ближайшем будущем, общая температура и уровни воды будут продолжать повышаться еще на протяжении сотен или тысяч лет.

Климатические изменения будут оказывать влияние на ежедневную жизнь человека и на ситуацию в строительном секторе. Ожидается, что некоторые части Европы станут теплее и суше, а другие наоборот более влажными. Ученые предупреждают также о высокой вероятности учащения и усиления экстремальных погодных условий и ситуаций, таких, как обильные ливни, наводнения, засухи и штормы. Это более вероятно, чем просто изменение средних показателей температуры. Кроме этого, до 2015 года ожидается повышение интенсивности УФ-излучения, а затем его постепенное снижение на 6-7% до 2030 года. А снижение на 10 % от текущего уровня произойдет только к 2070 году. В этом контексте стоит отметить, что УФ-излучение сейчас является основной причиной возникновения рака кожи.

Все эти изменения будут оказывать свое влияние на строительные проекты. Проектирование зданий должно будет предусматривать более высокую сопротивляемость атмосферным осадкам, будет увеличено давление на дамбы, канализационные системы и на водосточные системы зданий. Или же наоборот, здания должны будут проектироваться с учетом более высокой температуры воздуха и уменьшения количества летних осадков. Ожидается все больше случаев засухи, а это, соответственно, увеличит нагрузку на городские системы водоснабжения. Эти изменения повлияют на условия теплового комфорта и потребности в кондиционировании внутренних помещений. Повышение влажности может способствовать размножению плесени и других проблем с качеством воздуха внутри помещения.

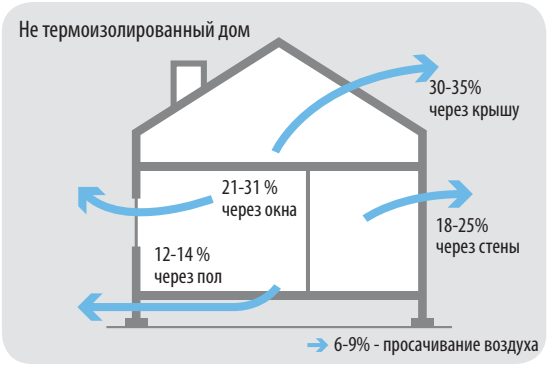
Климатические изменения могут также влиять и на много другое: например, на страховые расходы. Некоторые виды собственности могут даже быть отнесены к категории, не подлежащей страхованию.

На собрании «Большой восьмерки» в июле 2009 года ведущие экономисты мира, включая США, впервые пришли к единому выводу: температура на Земле не должна повыситься более, чем на 2 градуса Цельсия. Лидеры «Большой восьмерки» клятвенно

Потребность в энергии для отопления обычного дома для одной семьи	225-200 кВт / м2	175-150 кВт / м2	125-100 кВт / м2	125-100 кВт / м2
Строительный стандарт	Текущий средний уровень	Строительный стандарт [1]	Дом с низким энергопотреблением	Пассивный дом
	Полностью неудовлетворительная термоизоляция. Структурно не рационально, стоимость отопления более экономически не выгодна (типично для сельских домов, немодернизированных или старых строений)	Недостаточная термоизоляция. Необходима термомодернизация (типично для жилых домов, построенных в 50-70х гг. прошлого века)	Дома с низким энергопотреблением	Дома с очень низким энергопотреблением (пассивные дома должны соответствовать этому параметру, который выступает в качестве обязательного показателя этого типа строения)
Выбросы парниковых газов (м2)	60 кг	30 кг	10 кг	1,5 кг
Энергопотребление в литрах сжигаемой нефти на м2 жилого пространства в год	30-25 л	15-10 л	5-4 л	0,75 л

1) WschVO 1995 = Строительный стандарт, принятый в германии в 1995 году

Обычное влияние отопления на окружающую среду



Ref: http://www.smarterhomes.org.nz/design/insulation

пообещали, что все они будут искать пути снижения на 80 % выбросов парников газов на Земле до 2050 года. А это возможно только при условии быстрого и энергичного изменения привычной модели потребления и производства энергии.

При оценке возможностей для снижения нашего энергопотребления стало очевидно, что

40% европейского энергопотребления идет на обеспечение зданий и сооружений, и приблизительно половина наших возможностей для снижения энергопотребления относятся также к этому сектору [ссылка 5]. В целом, это составляет 3,3 миллиона баррелей нефти в день или 460 миллионов тонн CO2 в год: это тоже самое, что убрать 100 миллионам автомобилей с дорог навсегда.

3.2 Комфорт

Хорошо подмечено, что комфорт человека очень сильно зависит от, так называемого, «температурного комфорта». В соответствие с ISO 7730 в этом контексте важно следующее:

- Воздух не должен быть чрезмерно влажный.
- Скорость движения воздуха должна оставаться в определенных пределах (при скорости воздуха выше 0.08 м/с, менее 6% людей будут ощущать сквозняк).
- Разница между температурой источника тепла и температурой воздуха не должна быть существенной.
- Разница температур в разных направлениях от источника тепла не должна быть существенной (ассиметрия температуры от излучения и конвекции должна составлять менее 5°C).
- Разница температуры воздуха в комнате между головой и ногами сидящего человека (температурная стратификация) должна быть менее 2°C .
- Изменение температурных ощущений человеком в пределах жилых помещений должно быть меньше 0.8°C.

Использование принципов проектирования, предполагающих низкое энергопотребление и хорошую термоизоляцию здания с устранением «мостиков холода», приведет к постоянной температуре без холодных внутренних поверхностей в комнатах. Это повысит уровень комфорта, благодаря не большому движению воздуха.

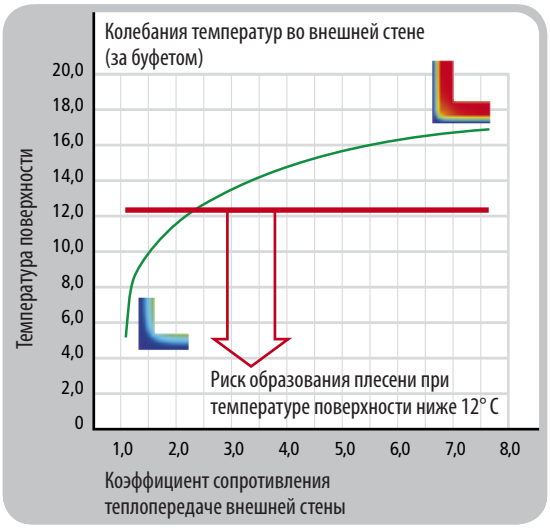
Результатом хорошей термоизоляции станет снижение разницы температур и температурных колебаний в течение года, что сделает дома суше и более комфортабельными для жизни при более низких средних температурах. Хорошая термоизоляция вместе с эффективной солнцезащитой приведет к прекрасной защите здания от жары на протяжении лета. Исследования, проведенные в рамках различных проектов среди жителей пассивных домов, продемонстрировали очень высокий уровень удовлетворенности внутренним микроклиматом как зимой, так и в летний период (ссылка 6).

3.3 Влияния на общество в целом и на здоровье человека

Культуры плесенных грибов, как правило, размножаются в местах с повышенной влажностью. Влажность особенно высока в тех домах, где живет много людей, так как они являются постоянным источником влаги. Рост плесени и грибков можно предотвратить хорошей термоизоляцией с отсутствием «мостиков холода». Холодные влажные поверхности, например, в углах и за мебелью, приводят к размножению плесени и проблемам с качеством воздуха внутри помещения.

Масштабное исследование, проведенное в Новой Зеландии [ссылка 7], продемонстрировало, что проживание в хорошо термоизолированном доме по сравнению с домом без изоляции приводит к следующему:

- увеличение чистого дохода благодаря снижению затрат на энергию на сумму до 34 %;
- значительное улучшение (10 -11%) в отчетных показателях уровней качества здоровья и жизни жильцов здания;



Взаимосвязь между температурой поверхности внешней стены за буфетом и показателями термоизоляции [сслыка 6]

• уменьшение среднего показателя относительной влажности воздуха, что, соответственно, снижает возможность размножения плесени и клещей;

• уменьшение частоты простудных заболеваний и заболеваний дыхательной системы жителей дома (снижение на 40-50 %);

• уменьшение на 36% количества обращений к терапевтам и госпитализаций по причине респираторных проблем;

• уменьшение предпосылок для жителей дома для оформления больничных листов и освобождений от посещения школы (снижение на 40-50 %)

• внимательная детализация и исполнение проекта, и, соответственно, хорошо герметизированное здание.

Стоимость зданий с низким энергопотреблением будет более рациональной по сравнению со стоимостью здания с высоким энергопотреблением. Хотя некоторые проектные характеристики домов с низким энергопотреблением предполагают дополнительные первичные инвестиции, однако позднее они все будут возмещены значительным снижением счетов за коммунальные услуги. Кроме этого, такие здания обеспечивают своих владельцев и другими преимуществами, такими, как лучший микроклимат и комфорт помещения, то есть более теплый и/или прохладный дом с более здоровым воздухом и снижением уровня нежелательной влажности.

Такой дом имеет следующие характеристики:

• высокие показатели термоизоляции ограждающей конструкции здания;

• термоизолированные внутренние стены и полы с высокими показателями удельной теплоемкости;

• термоизолированные окна и оконные проемы.

3.4 Экономический аспект

Некоторые не дорогостоящие и малозатратные особенности проекта могут быть внедрены в нововозводимые дома или в процесс модернизации существующих домов. Они сконцентрированы, в основном, на эффективном использовании тех характеристик, которые являются общими для всех или для подавляющего большинства зданий.

Характеристики, которые не предусматривают никаких дополнительных затрат, включают в себя:

• правильная ориентация дома относительно сторон света с учетом движения солнца в течение дня может обеспечить естественное отопление и освещение;

• форма здания: небольшие и компактные планы зданий имеют меньшую площадь внешних стен и, соответственно, меньше нуждаются в отоплении. Длинные и тонкие здания лучше подходя для обеспечения естественного освещения и поперечного вентиляционного потока при использовании естественных вентиляционных потоков воздуха для охлаждения внутренних помещений и обеспечения помещения свежим воздухом;

• зонирование комнат и график активностей жителей с учетом движения солнца, естественного света и потенциальных источников шума;

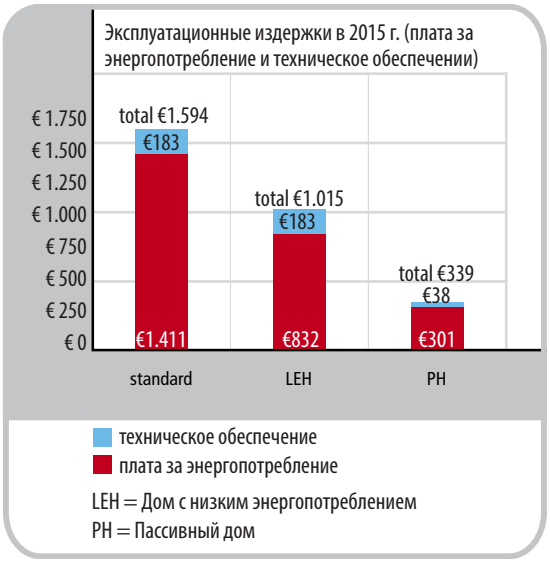
• использование удельной теплоемкости, доступной в самой структуре здания (например, в бетонном половом блоке для регулирования температуры и обеспечения отоплением);

• использование свеса крыши корректного размера, а также других форм обеспечения тенью для снижения попадания чрезмерного количества света и тепла в помещение;

• внимательное и осторожное отношение к размещению и размерам окон и оконным переплетам;

• хорошая термоизоляция наружной оболочки здания;

• внимательный выбор строительных материалов;



E.M.Джордан «Рентабельность пассивного дома»

	Дополни-тельные капитальные расходы (%)	Потребности в отоплении / стандартный дом / кВт /м2	Потребности в отоплении / пассивный дом / кВт /м2	Потребности в охлаждении воздуха / стандартный дом / кВт /м2	Потребности в охлаждении воздуха / пассивный дом / кВт /м2	Общая экономия энергии (%)	Дополнительные расходы на каждый сэкономленный кВт/м2, а) в год (евро)	Срок окупаемости (года)
Франция	9.0	69	17	N.A	5	45	1.90	20
Германия	6.7	90	15	0	0	50	1.30	19
Италия	5.0	111	11	5	3	65	0.70	8
Испания (Севилья)	2.9	59	9	23	8	41	0.60	5
Велико-британия	5.5	59	15	0	0	26	1.80	19

Источник: проект «Passiv-On», проведенный под эгидой ЕС в 2007 году [ссылка 8]

Установка некоторого оборудования домов с низким энергопотреблением, как, например, солнечные батареи для обогрева подаваемой в дом воды, может более высокозатратной с точки зрения первичных расходов по сравнению с традиционными методами обогрева воды, такими, как электрические или газовые нагреватели воды. В некоторых случаях, конечные затраты не могут окупить первичные расходы на покупку оборудования. Однако для некоторых продуктов, как, например, для солнечных водонагревателей, фотоэлектрических панелей и локальных энергогенераторов, можно заручиться финансовой поддержкой на уровне государства.

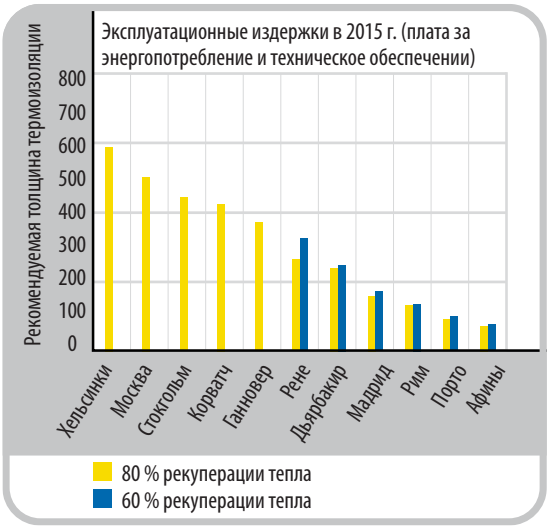
Дома с низким энергопотреблением также частично облегчают бремя резко повышающихся расходов на коммунальные услуги энергопотребления своим жильцам. Очень сложно прогнозировать уровень повышения цен на энергоносители, однако тенденция к повышению не подлежит сомнению. Например, при повышении показателя цена на 3 % в год прибыль по совокупным затратам от принятия мер по увеличению энергоэффективности зданий за 40 лет составит сумму порядка € 150/m2.

Финансовая значимость широкого внедрения зданий с низким потреблением энергии была бы грандиозной. Если бы в Европе были приняты все рентабельные меры по повышению энергоэффективности, ежегодно могло бы быть сэкономлено 270 биллионов евро ! [ссылка 9]

Для достижения таких показателей экономии энергии и, соответственно, денежных средств, в первую очередь, стоит подумать о том, чтобы дома с низким энергопотреблением стали стандартом в строительстве. Этого достаточно несложно достичь на стадии разработки проекта новых домов. Для существующих домов процессам термомодернизации и энергетических реновaций, как правило, сопутствуют внешне-эстетические и технические реновации, а также регулярное техническое обслуживание дома. Рациональнее объединить вместе некоторые ремонтные работы, расходы на установку строительных лесов, покраску и штукатурку и т.п.. Практически во всех случаях дальнейшее снижение расходов на энергопотребление легко покрывает все дополнительные инвестиции в модернизацию здания в течение первых 20 лет! Однако, надо учесть, что прибыль от снижения энергозатрат благодаря термоизоляции будет поступать на протяжении всего периода эксплуатации дома, что и делает затраты на повышение энергоэффективности зданий исключительно рентабельными. Во многих странах эти меры поддерживаются субсидированием со стороны государства.

3.5 Географическое влияние

Внедрение проектирования зданий и сооружений с низким энергопотреблением разумно не только в холодных странах северной части Европы. Хотя оптимальная толщина термоизоляции зависит от географии местности. В странах с теплых климатом дополнительные расходы на снижение энергопотребления до допустимого уровня значительно ниже. В то же время энергопотребление на охлаждения воздуха в помещениях теплых регионов значительно выше. Экономический анализ, проведенный представителями стран Евросоюза в рамках проекта «Passiv-On» наглядно продемонстрировал, что время окупаемости проектов по повышению энергоэффективности зданий в теплых странах даже меньше, чем в странах с более холодным климатом, и, соответственно, есть смысл внедрять также активно принципы энергоэффективного строительства в странах южной Европы.



Е.М.Джордан «Рентабельность пассивного дома»

3.6 Сохранение энергетических ресурсов

Приблизительно 80% энергии в Европе сегодня добывается из горючих полезных ископаемых. Основное политическое преимущество снижения общей потребности в энергии - это уменьшение зависимости стран от поставщиков горючих полезных ископаемых. Многие страны – поставщики – это регионы с нестабильной политической ситуацией, которая драматическим образом повлияла на доступность и стоимость этих ресурсов за последние 40 лет. И такая ситуация будет продолжать в будущем.

Здания с низким энергопотреблением хорошо подготовлены для длительного дефицита или задержки в поставках энергосырья, обеспечивая при этом температурную стабильность. Охлаждение и отопление в хорошо термоизолированных зданиях при длительной задержке поставок энергосырья хорошо регулируются, благодаря низким потерям тепла, а также солнечному и внутреннему энергоэффективному оборудованию. В случае воплощения проекта зданий с нулевым энергетическим балансом, внутренний температурный контроль может не зависеть от внешних источников поставки энергии.

3.7 Увеличение количества рабочих мест

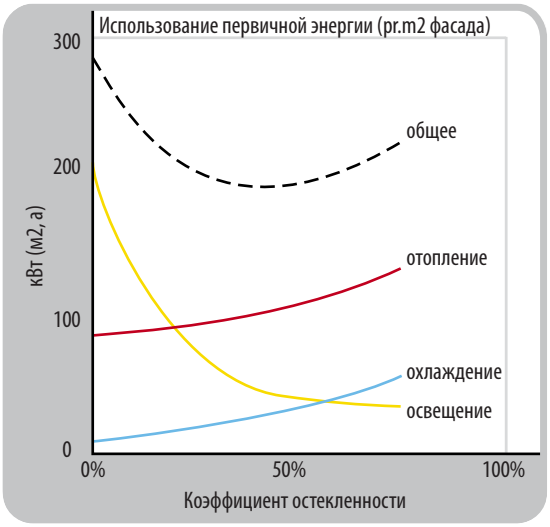
Строительство и модернизация зданий проводится преимущественно на самой рабочей площадке, поэтому требует локальной рабочей силы. Около 75% возросших издержек пойдут на оплату труда местных строителей, что создаст дополнительную внутреннюю ценность для государства. Остальные 25% пойдут на закупку материалов, преимущественно местному производителю. В особенности это относится к объемному изоляционному материалу, когда транспортные расходы делают поставки на далекие расстояния экономически не обоснованными. Повышение занятости местного населения является существенным политическим преимуществом для государства.

Были проведены различные исследования, направленные на определение количественной выгоды от повышения уровня задействования рабочей силы при внедрении политики энергоэффективных зданий и сооружений. Создание новых рабочих мест обусловлено, в данном случае, не только повышением объема работ, требуемого при строительстве или модернизации зданий такого типа, но также дополнительным финансовым потоком в государственную казну, благодаря общему снижению затрат на энергоресурсы. По оценкам европейских экспертов, если в Европе будет в полной мере внедрена амбициозная стратегия энергоэффективности, в Евросоюзе будет создано дополнительно более, чем 1,7 миллионов рабочих мест. [ссылка10]

Кроме этого, Европа может выиграть от того, что займет лидирующее положение по показателям энергоэффективности зданий. Поддерживая и укрепляя это, мы сможем экспортировать такие технологии с последующим повышением уровня занятости и финансовой прибыли.

4 Принципы интегрированного проектирования зданий с высокими показателями энергоэффективности

Комфорт и здоровье людей зависит от условий внутренней среды, включая температуру, влажность, качество воздуха, освещение и уровни шума. Всем этим можно управлять, если внимательно отнесись к принципам энергоэффективного строительства новых домов или реконструкции существующих зданий. Проектантам необходимо интегрировать необходимые показатели и требования заказчиков, местных строительных норм, эстетического оформления и т.д



[сслыка 11]

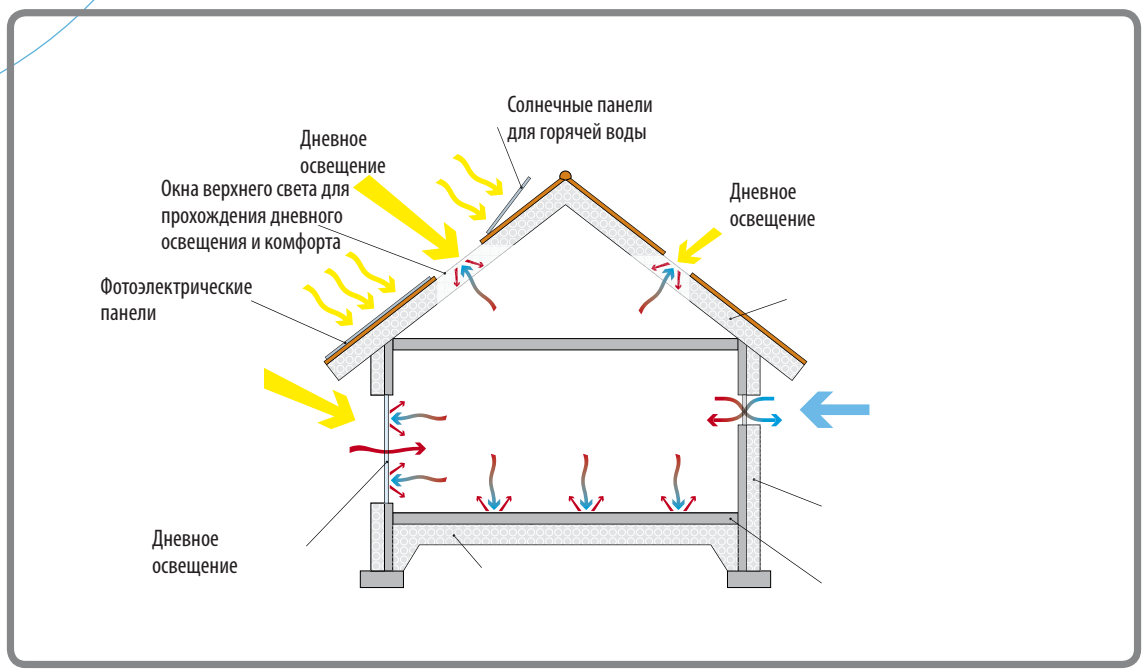
Все аспекты проектирования домов связаны между собой, Поэтому для оптимизации показатели энергоэффективности важно разработать и внедрить цельный интегрированный процесс проектирования. Часто изменения, вносимые в какую-либо одну сферу, влияют на другие сферы.

Например, хорошее естественное освещение должно быть сбалансировано с показателями отопления помещения (от этого зависит размер окон, заложенный в проекте), а потребности в естественном вентилировании воздуха могут противоречить с контролем шума от внешних источников. Каждый отдельный фактор следует рассматривать с учетом оценки его влияния на другие факторы – в данном случае очень важен целостный подход к проектированию.

4.1 Триада Энергетики

Энергоэффективная ограждающая конструкция здания является основой проекта для здания с низким энергопотреблением. Это воплощено в принципах Триады Энергетики, которые подчеркивают важность уменьшения потребности в энергоресурсах до того, как добавлять в проекты системы для энергообеспечения. Именно такой подход позволит найти наиболее разумные решения, чтобы максимально снизить возможные влияния на окружающую среду. Решения, принятые на первом этапе, определяют объемы потребностей в отоплении, охлаждении и освещении, а хороший структурный проект обладает ключевой важностью для минимизации потребностей обслуживания. Некорректные решения, принятые на данном этапе, могут запросто удвоить или утроить

	Отопление	Охлаждение	Освещение	Вентиляция
Шаг 1	Сохранение тепла	Избегание перегрева	Дневной свет	Естественная вентиляция
Основной проект	1. Отношение площади к объему здания 2. Термоизоляция 3. Инфильтрация	1. Затенение 2. Цвета покраски внешней стороны здания 3. Изоляция	1. Окна 2. Остекленение 3. Внутренняя отделка поверхностей	1. Форма здания 2. Окна и проходы 3. Выводные трубы
Шаг 2	Пассивное отопление (солнце)	Пассивное охлаждение воздуха	Естественное освещение	Естественная вентиляция
Клима-тический проект	1.Прямой набор 2. Теплохранилищн 3. Солнечное поглощение	1. Охлаждение испарением 2. Конвекционное охлаждение 3. Радиационное охлаждение	1. Солнечные лучи 2. Солнечные колодцы 3. Солнечные полки	1. Односторонняя 2. Перекрестная или вытяжная вентиляция 3. Распределение воздуха 4. Стратегия контроля
Шаг 3	Отопительная система	Система охлаждения воздуха	Электрическое освещение	Механическая вентиляция
Проект механических систем	1. Радиаторы 2. Радиационные панели 3. Система воздушного отопления	1. Холодильная машина 2. Охлажденный потолок 3. Система воздушного охлаждения	1. Лампы 2. Арматура 3. Точки или арматура	1. Механическая подводка тока 2. Смешение или принцип замещения



Основные решения для пассивного дома. Решения будут зависеть от климата. Особое внимание следует уделить на комфортную температуру летом и корректное распределение тепла зимой.

размеры оборудования, которые нужны для энергообеспечения здания. На первых этапах проектирования можно внести такие изменения в проект, которые снизят емкость, размер и компонентность коммунального оборудования. А это, соответственно, уменьшит капитальные расходы на обслуживания дома. И все это возможно без изъятия каких-либо характеристик из проекта.

Строительство зданий с низким энергопотреблением начинается с проектирования ограждающих конструкций, что поможет предотвратить утечки энергии из сооружения. Основными параметрами, в данном случае, являются термоизоляция и воздухонепроницаемость строения. Только после того, как будут спроектированы ограждающие конструкции, верхний угол треугольника энергорасходов будет завершен. Нет необходимости рассматривать эффективность центральной отопительной системы в домах с нулевым энергетическим балансом!

Эта стратегия интегрированного проектирования включает в себя три последовательных этапа:

1. Снижения потребностей в энергообеспечении

Оптимизировать форму и зонирование дома; использовать хорошо термоизолированные и воздухонепроницаемые ограждающие конструкции; обеспечить низкие перепады давления в вентиляционных потоках; использовать эффективные электроприборы для снижения тепловой нагрузки и т.п. Использовать чувствительные строительные элементы там, где это возможно, включая выступающие фасады с оптимальной оконной ориентацией, эксплуатацией дневного света, рациональным использованием тепловых потоков, распределение тепла внутри помещения, динамической изоляцией и т.п. Использовать энергоэффективные осветительные приборы. Обеспечить разумный контроль систем, включая контроль потребляемого количества отопления, вентиляции, освещения и оборудования.

2. Утилизация возобновляемых источников энергии

Обеспечить оптимальное использование пассивного солнечного отопления, естественного освещения, ночного охлаждения и т.п. Использовать солнечные коллекторы, фотоэлементы, геотермальную энергию, ресурсы подземных вод, биомассы и т.п. Оптимизировать использование возобновляемой энергии с применением систем низкого энергопотребления.

3. Эффективное использование энергоносителей

При необходимости дополнительной энергии, наиболее эффективно используйте такие источники энергетических ресурсов, которые меньше всего загрязняют окружающую среду, например, тепловые насосы, высокоэффективные бойлеры, работающие на газу, а также комбинированные

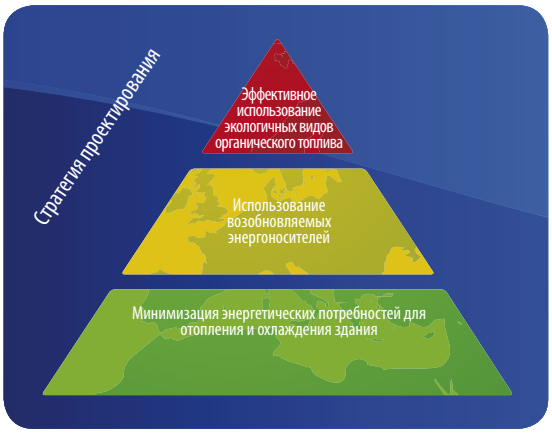


Иллюстрация к стратегии энергоэффективного и экологичного проектирования и применяемых технологий

теплоэлектростанции и т.п. Используйте эффективную регенерацию тепла вентиляционного воздуха во время отопительного сезона.

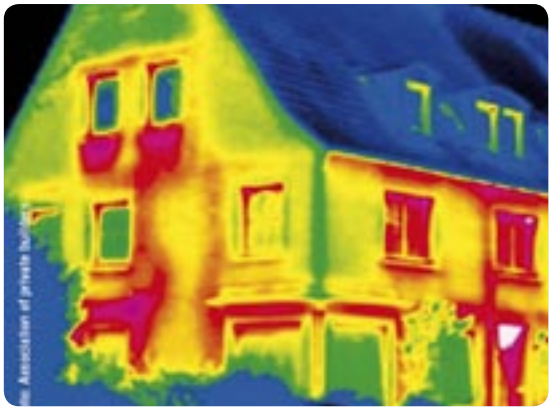
4.2 Ограждающая конструкция здания

К характеристикам ограждающей конструкции здания предъявляются строгие технические требования, чтобы ограничить энерго- и электропотребности на стадии проектирования. Проектировщик должен отлично разбираться в технических и эксплуатационных требованиях к ограждающим конструкциям, а это требует согласованности архитектурного, энергетического и структурного аспектов проекта. Для каждого помещения здания нужно точно просчитать пиковые энергопотребности.

Слишком большие отопительные системы и системы кондиционирования усложняют контроль энергозатрат, потребляют больше энергии и являются лишними дополнительными

Энергопотребности для отопления типичного дома на одну семью	225-200 кВт /(м2,а)	175-150 кВт /(м2,а)	125-100 кВт /(м2,а)	125-100 кВт /(м2,а)
Строительный стандарт	Традиционный среднестатический дом	WschVO 1995 1)	Дома с низким энергопотреблением	Пассивный дом
	Полностью неудовлетворительная термоизоляция. Структурно не рационально, стоимость отопления более экономически не выгодна (типично для сельских домов, немодернизированных или старых строений)	Недостаточная термоизоляция. Необходима термомодернизация (типично для жилых домов, построенных в 50-70х гг. прошлого века)	Дома с низким энергопотреблением	Дома с очень низким энергопотреблением (пассивные дома должны соответствовать этому параметру, который выступает в качестве обязательного показателя этого типа строения)
Элементы конструкции	Обычный коэффициент теплопроводности и толщина термоизоляции			
Внешние стены (массивные стены в 25 см) Толщина термоизоляции	1,30 Вт /м2. К 0 см	0,40 Вт /м2. К 6 см	0,20 Вт /м2. К 16 см	0,13 Вт /м2. К 30 см
Толщина термоизоляции крыши	1,90 Вт /м2. К 4 см	0,22 Вт /м2. К 22 см	0,15 Вт /м2. К 30 см	0,10 Вт /м2. К 40 см
Полы всех этажей до грунта Толщина термоизоляции	1,00 Вт /м2. К 0 см	0,40 Вт /м2. К 6 см	0,25 Вт /м2. К 10 см	0,15 Вт /м2. К 26 см
Окна	5,10 Вт /м2. К Одинарное остекление	2,80 Вт /м2. К Открытые окна	1,10 Вт /м2. К Блок для отработанного воздуха	0,80 Вт /м2. К Комфортная вентиляция с регенерацией тепла
Выбросы парниковых газов (м2)	60 кг	30 кг	10 кг	1,5 кг
Энергопотребление в литрах сжигаемой нефти на м2 жилого пространства в год	30-25 л	15-10 л	5-4 л	0,75 л
1) WschVO 1995 = Строительный стандарт, принятый в германии в 1995 году				

Типичные энергетические потребности для отопления здания



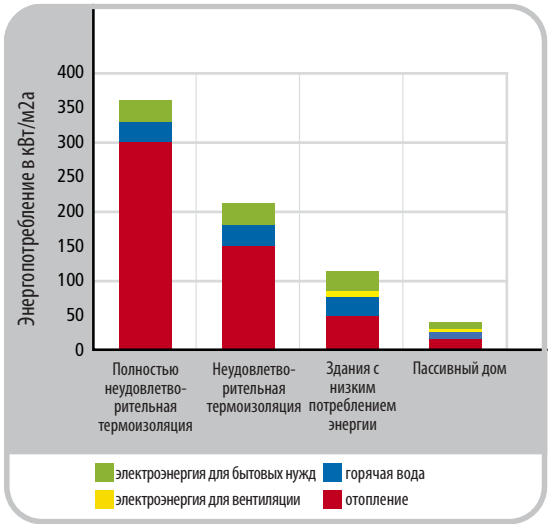
инвестициями и архитектурной нагрузкой.

Термоизоляция

Термоизоляция стен, полов и потолков / кровель является основным элементом проекта здания с низким энергопотреблением. Она помогает выровнять температурные перепады, сделав при этом дом теплее, суше и энергоэффективнее. В целом, основной целью является достижение такого высокого уровня термоизоляции, который является наиболее практичным. Последующая прибыль со временем окупит более высокие начальные расходы. Требования местных строительных норм должны быть минимальными. Если максимальная термоизоляция не установлена на этапе строительства, будет очень сложно, а в некоторых случаях, практически невозможно, повысить ее уровень позднее, после окончания строительства.

Возможность материала сопротивляться тепловым потокам измеряется в соответствии с коэффициентом теплоусвоения (или с его обратной величиной: коэффициентом сопротивления теплопередаче). Чем ниже коэффициент теплоусвоения, тем лучше термоизоляция. Коэффициент теплоусвоения здания состоит из суммы значений отдельных ярусов сооружения.

Здания с низким энергопотреблением отличаются низкими потерями энергии и, соответственно, низким коэффициентом теплоусвоения. Для большинства изоляционных систем эти значения определяются для отдельных толщин и плотностей материала. Важно хорошо установить термоизоляцию, чтобы в конструкции отсутствовали пустоты. Инсталляция термоизоляции не так важна при материалах с высокой толщиной, если они устанавливаются в два слоя с нахлесточным соединением.



Герметичное здание с хорошей вентиляцией

Повышение энергоэффективности здания не может быть причиной снижения интенсивности вентиляции внутри помещения. Воздухонепроницаемым зданиям нужно иметь хорошо спроектированную вентиляционную систему соответствующего размера для высокого качества воздуха внутри помещений. Продолжительная вентиляция и приток свежего воздуха извне обеспечивает выход из помещения всех возможных веществ и газов, таких, как CO2, не

остаются в помещении.

Любая хорошая вентиляционная система обеспечивает высокое качество воздуха внутри помещения. Строительные требования и нормы для вентиляционных систем должны быть очень тщательно разработаны. Правильный выбор оборудования и хороший проект вентиляционных труб, благодаря вентиляционной системе, обеспечивает такой уровень шума, который не раздражает жителей дома. Хорошая

воздухонепроницаемость здания с низким энергопотреблением означает, что потери тепла из-за диффузии воздуха очень низкие. Неконтролируемые утечки воздуха следует предотвратить по следующим причинам:

• это влияет на эффективность изоляции здания: ухудшается коэффициент теплоусвоения;

• наблюдается внутренняя конденсация внутри конструкции. Неконтролируемая вентиляция повышает внутреннюю влажность воздуха внутри помещения. Количество конденсата из-за конвекции воздуха в 100 раз больше по причине диффузии паров.

• просачивание воздуха приводит к сквознякам, которые снижают уровень внутреннего комфорта.

• контролируемая вентиляционная система с рекуперацией тепла требует хорошей воздухонепроницаемости, чтобы сделать воздушные потоки контролируемыми.

Для того чтобы достичь высокого уровня воздухонепроницаемости следует создать воздушный барьер. Воздушный барьер должен проходить через всю ограждающую конструкцию. Вентиляционная система воздуховодов должна находиться внутри воздушного барьера, и через нее должны проходить только воздухопроводы для свежего и отработанного воздуха. Проходки для таких инсталляций, как отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха, внутренняя канализация, электричество, вода, газ и т.п., следует закрепить с использованием фланцев или других способов закрепления высококвалифицированными специалистами.

Создание воздушного барьера для достижения требуемого уровня проницаемости, максимальный показатель которого составляет 3 x 10-6 м3/м2 s ПА, включая все соединения, требует очень высокой точности и использование подходящих материалов. Материалами для создания воздушного барьера могут быть, например:

• дерево, гипс или другие доски с герметичными соединениями по верху фрейминга;

• внешние комбинированные термоизоляционные системы с покрытием штукатуркой;

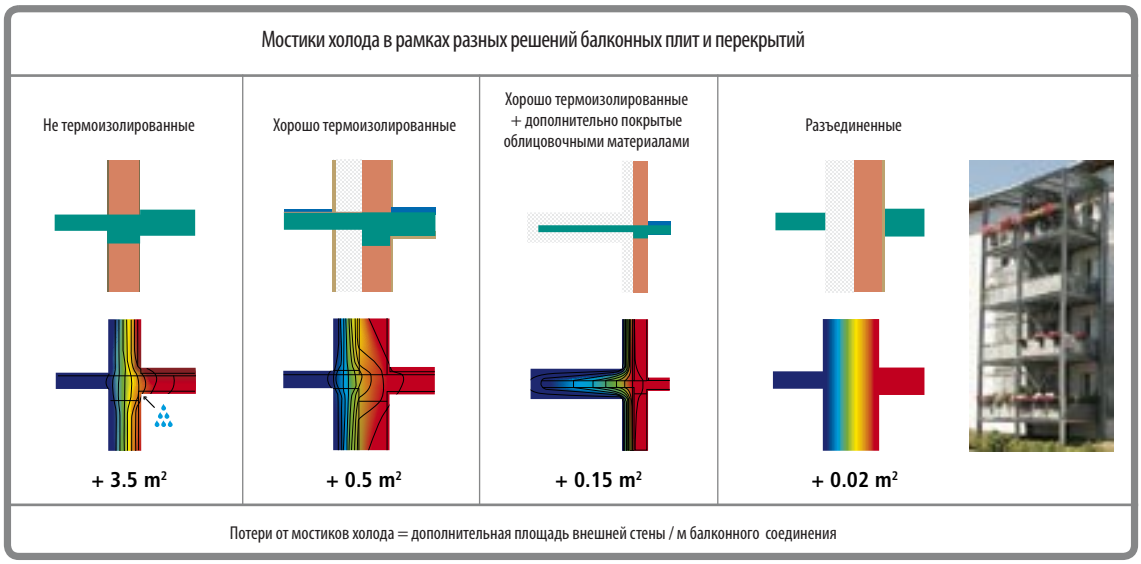
• твердая пенопластовая термоизоляция, например, термоизоляцию из пенополистирола с герметизированными соединениями;

• железобетонные термоизоляционные конструкции

с герметизированными соединениями или ровная внешняя оштукатуренная кирпичная кладка без воздушных пустот между термоизоляцией и кирпичной стеной;

• тонкий слой пластиковой термоизоляции, строительный картон.

Практика подтверждает тот факт, что удостовериться в качестве воздухонепроницаемости здания испытаниями на герметичность (тест методом аэродвери) следует на этапе строительства, когда при обнаружении каких-либо дефектов, все еще легко исправить [ссылка 13].



[ссылка 14]

«Мостики холода» и детали

Некоторые люди думают, что термоизоляция может стать причиной появления плесени. На самом деле, все абсолютно наоборот: хорошо термоизолированный дом предотвращает ее появление. Проектирование и внимательное следование воплощению проекта в жизнь являются исключительно важными аспектами для избегания «мостиков холода», которые приводят к потерям энергии и появлению конденсата на холодных поверхностях. «Мостики холода» являются обычным явлением для строительных элементов, которые проникают в термоизоляцию со значительно более высокими показателями теплопроводности. В таких соединениях, как оконные соединения, стыки «дверь –стена», «стена – пол» и «стена – крыша» могут быть «мостики холода», поэтому эти элементы должны быть очень тщательно спроектированы и построены. «Мостик холода» повышает потери тепла из-за своей структуры, а в некоторых случаях это может стать причиной появления конденсата на поверхности или внутрипоровой конденсации в структуре здания. Прохладные поверхности, которые становятся влажными из-за конденсата, представляют собой идеальную среду для размножения плесени, особенно при наличии питательных веществ, таких, как, например, обо, покрытые пастой. Поэтому для дальнейшей эксплуатации здания очень важно минимизировать наличие «мостиков холода». Относительный эффект «мостика холода» повышается при повышения уровня термоизоляции, однако при высокой плотности изоляции легче спроектировать оптимизированную конструкцию здания без «мостиков холода».

Остекление и технология установки оконных рам

Двери и окна необходимы для того, чтобы входить в здание, и для обеспечения здания светом. Сегодня техники производства и установки окон и светопрозрачных конструкций максимально усовершенствованы: разработаны спектрально-селективные стеклянные покрытия, которые позволяют выбирать, какие порции видимого или инфракрасного спектра проникают в здание; пустоты между многослойным стеклом заполняются специальными газами. Несмотря на это, эти элементы все же остаются «самым слабым звеном» ограждающей конструкции здания. Тщательное, детальное проектирование с герметизацией окон с обеих сторон необходимо для того, чтобы сделать стык окна со стеной и термоизоляционным слоем воздухонепроницаемым.

4.3 Ориентация здания в пространстве и естественное освещение

Пассивное использование солнечной энергии снижает энергопотребности на отопление. Ориентация здания на южную сторону обеспечивает дом дополнительными теплыми воздушными массами, благодаря попаданию прямых солнечных лучей, например, на бетонный пол в области около окна. Требования к проекту, касающиеся естественного освещения, должны быть сбалансированы с требованиями относительно пассивного отопления и охлаждения, видов из окна и защиты личной жизни жильцов дома. Естественное освещение должны быть также интегрировано с проектированием искусственного света для достижения необходимого уровня освещения и гибкости осветительных возможностей конструкции. Безусловно, для освещения дома следует по максимуму использовать естественный дневной свет, что значительно повышает энергоэффективность здания. Кроме этого, дневной свет очень полезен для здоровья и комфорта жильцов дома. Однако прямой солнечный свет является очень сильным источником света и тепла, поэтому его уровень следует контролировать для предотвращения дискомфорта, перегрева, резкого света, повреждения и выгорания ковров, тканей и повреждения оборудования.

К практическим методам контроля прямого солнечного света и теплопоступления относятся:

• ночное охлаждение и усиленная вентиляция;

• корректное планирование размещения окон, их размеров и ориентации в пространстве для достижения баланса между поступлениями и потерями тепла, обеспечивает хороший вид из окна и позволяет использовать естественное тепло;

• затенение прямого солнечного света, в особенности, в летнее время, специальными регулируемыми жалюзями / шторами или ставнями;

• установка солнцезащитных стекол: со специальным покрытием, окрашенных, затемненных или , coloured, darkened or patterned;

• использование земельных, воздушных или водных систем для охлаждения воздуха. (Они могут также использоваться для предварительного естественного нагрева воздуха в зимнее время).

4.4 Устойчивые источники энергии

• Фотоэлектрическая энергия и энергия ветра

Если использование энергии уменьшить до возможного минимума, то необходимое количество энергии можно получить из возобновляемых источников. Период окупаемости для таких систем может быть достаточно длительным, однако государственные субсидии, предоставляемые на такое оборудование, могут стать очень хорошим вариантом решения проблемы.

• Солнечный тепловой коллектор

Энергия, необходимая для нагрева воды, используемой в доме, может быть получена с помощью солнечных тепловых коллекторов или тепловых насосов с передачей тепла от воздуха к воде. Количество энергии, которая требуется на работу насоса, составляет от 40 до 90 ватт/литр. Тепловой насос может использоваться также для охлаждения воздуха в летнее время. Посудомоечные и стиральные машины следует изначально подключать к горячей воде, чтобы сохранить энергии, расходуемой на подогрев воды.

4.5 Бытовые приборы

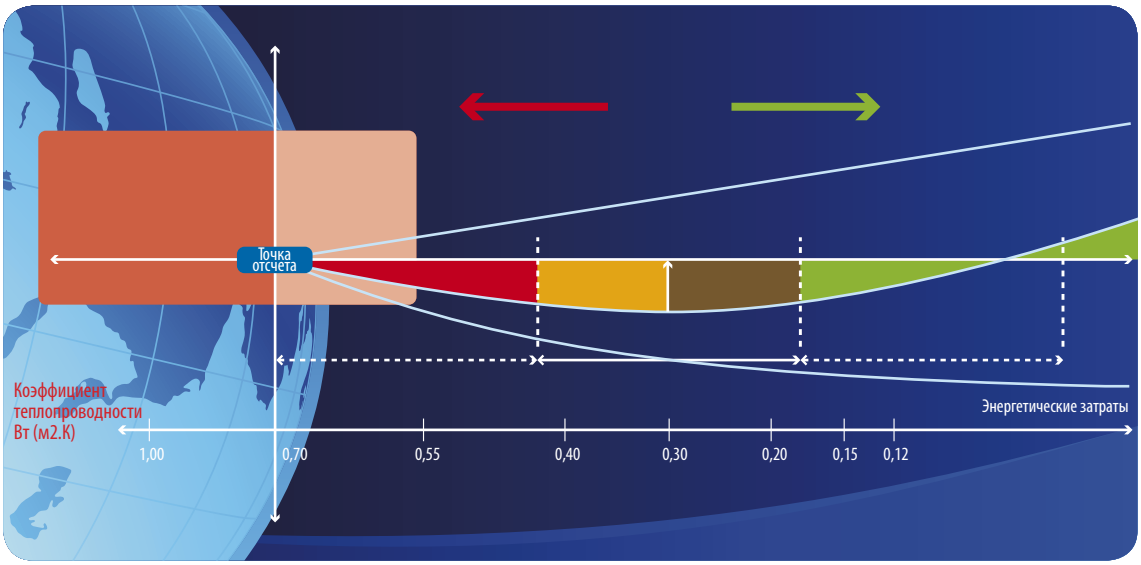
Такие энергосберегающие бытовые приборы, как холодильники, плиты, морозильные камеры, лампы, стиральные машины и т.п., являются важными составляющими концепции строительства зданий с низким энергопотреблением. Очевидно, что об этом аспекте должны позаботиться сами жильцы дома.

4.6 Другое

• Отопление

Производственная мощность отопительной системы зданий с низким энергопотреблением является, как правило, низкой, чтобы максимально ограничить возможные потери тепла. Для зданий с нулевым энергетическим балансом необходимость в отопительной системе отсутствует, соответственно, на этих расходах можно сэкономить. Дополнительная энергия поступает в здание с вентиляционным воздухом. Если все – таки в отопительной системе есть необходимость, наиболее удобным и эффективным способом обогреть комнаты с помощью отопления пола здания невысокими температурами или активными системами отопления стен. Общую энергоэффективность можно повысить установкой теплоэнергетических станций. При генерации тепла, генерируется и электричество. Избыточное количество энергии возвращается назад в общественную электросеть. Ценовые дотации на электричество, которое возвращается домохозяйством в общественную сеть могут в некоторых странах сделать этот вариант очень привлекательным для населения.

5 Роль пенополистирола в высокоэнергоэффективных зданиях



Анализ оптимального значения термоизоляции

5.1 Оптимальная толщина термоизоляции

Известное во всем мире консалтинговое агентство по вопросам возобновляемых источников энергии и энергоэффективности «Экофис» изучило вопрос наиболее рентабельного значения толщины термоизоляции зданий [ссылка 9]. Оказалось, что оптимальная толщина термоизоляции, которая была бы оптимальная для отдельного домохозяйства, в основе определения которой лежала кривая рентабельности, получается путем вычитания капитальных затрат на термоизоляцию из расходов, сэкономленных при оплате энергозатрат.

• Наиболее оптимальные значения экономии общих издержек лежали в том отрезке, где коэффициент теплопередачи составлял 0,3 вт/(м2К). Любое значение коэффициента теплопередачи вправо или влево по оси говорило о том, что при таких параметрах владелец дома не окупит свои затраты в процессе эксплуатации здания.

• С другой стороны, если мы рассмотрим термоизоляцию в контексте уменьшения загрязнения окружающей среды выбросами CO2, лучшим альтернативным подходом было бы достичь такого уровня, который был бы, по крайней мере, экономически нейтральным и выгода использования такого подхода компенсировалось бы на уровне государства

Фактическая рентабельность зависит региона и от таких факторов, как стоимость энергоресурсов, градус-часы отопления, стоимость строительных материалов, раочей силы и термоизоляционных систем. Большинство строительных требований и норм для новых домом в Европе еще нельзя отнести к стандартам «Зоны лучшей практики», поэтому нельзя сказать, что они максимально оптимизированы для применения наиболее эффективных стандартов термоизоляции. А для существующих, эксплуатируемых зданий уровень «Зоны лучшей практики» находится еще дальше. Активное использование термоизоляции в зданиях является очень разумным шагом, как с точки зрения оптимального использования и экономии энергоресурсов, так и с точки зрения рентабельности.

В обществе часто встречается один аргумент против толщины термоизоляции зданий: кажущиеся высокими затраты энергии на производство термоизоляционных материалов. Некоторые считают, что экономия энергии от дополнительной толщины термоизоляции меньше, чем производственные энергозатраты на производство дополнительного материала. В ходе исследование, проведенного компанией Gesellschaft fur umfrassende Analysen GmbH (GUA, ссылка 16), была проанализирована экономия энергоресурсов при использовании пластмассовой изоляции, установленной на наружные стены зданий в Европе. Результаты исследования продемонстрировали, что итоговая экономия энергоресурсов за все время эксплуатации здания в 150 раз больше, чем энергия, затраченная на производство изоляционных материалов.

Это в очередной раз доказывает, что с точки зрения перспектив соотношения использования энергоресурсов и затрат на них, термоизоляция зданий является очень разумным путем развития в строительстве.

5.2 Основные характеристики термоизоляции пенополистиролом

• Легкий вес

Пенополистирол 98% состоит из воздуха, заключенного в клеточную матрицу, которая составляет 2% всего материала, поэтому пенополистирол имеет очень низкий вес. Плотность в промежутке от 10 до35 кг/м2, с одной стороны, обеспечивает несложную и безопасную работу по установке пенополистирольных систем, а, с другой стороны, простую транспортировку материала. Низкий вес также позволяет экономить топливо при транспортировке. Низкий вес пенополистирола позволяет легко установить его на объекте и обеспечивает безопасность рабочих, а большие, тяжелые термоизоляционные системы, которые необходимо поднимать на высоту здания напротив могут стать угрозой для здоровья и безопасности специалистов по их установке. Пенополистирольная термоизоляция может быть быстро установлена в любых погодных условиях, так как они не подвержены влиянию влаги. Исключительно легкий вес и одновременно высокие показатели термоизоляции пенополистирола являются основным преимуществом материала для зданий с низким энергопотреблением, в которых необходимы более толстые слом изоляции. В данном контексте очень важно принимать во внимание и нагрузку термоизоляционной системы на конструкцию. В большинстве случаев, особенно при термоизоляции фасадов, легкий вес пенополистирола может предупредить возможные проблемы, связанные с чрезмерной удельной нагрузкой механической арматуры.

• Прочность

Несмотря на свой легкий вес, благодаря своей уникальной структуре пенополистирол обладает исключительным уровнем сопротивления сжатию. При этом, намокание материала никак не скажется на его усадке или других эксплуатационных характеристиках. Это означает, что пенополистирол является идеальным материалом для использования в конструкциях разного типа и применения в разных сферах гражданского строительства, в особенности в качестве конструкционного материала для заполнения пустот, например, при строительство автомобильных и железных дорог, а также мостов. Испытания на прочность, проведенные для пенополистирола, который почти 30 лет находился под землей, продемонстрировали, что он превышал необходимую расчетную проектную прочность в 100кПа. Основания мостов из пенополистирола, которые на протяжении многих лет постоянно подвергались серьезной нагрузке, обнаружили, что значение деформации ползучести составляет менее 1.3%: вполовину меньше, чем это теоретически предполагали. И что еще более важно, со временем прочность пенополистирола не уменьшается.

Пенополистирол обладает исключительными механическими характеристиками, что делает его отличным выбором для теплоизоляции кровли, которая в процессе эксплуатации подвергается многократной нагрузке, а также для настилов под дорожное покрытие, строительства дорог, а также в целом в качестве материала для теплоизоляции, который выдерживает постоянные высокие нагрузки. Гибкий производственный процесс делает возможным приспособить механические особенности пенополистирола ко множеству возможных сфер применения.

• Экономичность

Пенополистирол - материал, прекрасно подходящий для строительной отрасли который предлагает подтвержденное практикой, экономически выгодное решение, способное помочь застройщикам уложиться в самую требовательную смету. При расчете цены на единицу эксплуатационных характеристик термоизоляционных материалов, пенополистирол является одним из наиболее экономичных изоляционных материалов. А если добавить к этому еще и его безопасность в установке, простоту профилирования, легкий вес, долговечность, а также тот факт, что пенополистирол предотвращает появление плесени, - он, очевидно, предлагает наилучшее соотношение «цена/качество» по сравнению со всеми термоизоляционными материалами с существенной экономией, как самого материала, так и рабочей силы.

Будучи эффективным термоизоляционным материалом, пенополистирол препятствует утечкам энергии и, соответственно, помогает сэкономить денежные средства путем снижения расходов на коммунальные услуги, а также уменьшает использование горючих полезных ископаемых, что, в свою очередь, снижает выбросы парниковых газов в атмосферу и предотвращает развитие эффекта глобального потепления.

• Влагонепроницаемость

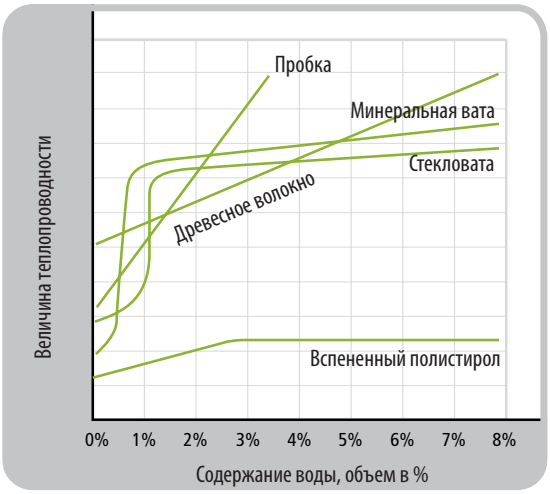
Пенополистирол не поглощает влагу, поэтому его механические и термоизоляционные свойства не ухудшаются со временем под влиянием воды, влажности или сырости. Испарение водяных паров является основной угрозой структуре дома. В условиях холодного климата вода из теплого, влажного воздуха помещения дома может диффундировать во внешние стены и чердаки, а затем конденсироваться после охлаждения. В условиях теплого климата происходит обратный процесс. Вода из теплого, влажного воздуха с улицы попадает в конструкцию дома и входит в более холодные помещения, где конденсируется до состояния жидкости. Это и является основной причиной, почему многие здания, как в теплых, так и в более холодных регионах имеют проблемы с плесенью и прогниванием дерева. Особенно это характерно для районов с теплым климатом, когда вода из воздуха вне помещения дополнительно охлаждается кондиционерами в доме.

По сравнению со всеми материалами, используемыми для термоизоляции, пенополистирол является одним из наиболее устойчивых материалов к побочным эффектам, которые обусловлены наличием влаги. Влага,

распространяемая внутри изоляционной системы или после случайной утечки, преимущественно будет влиять только на термоизоляционные свойства пенополистирола. Это будет сказываться на долговечности его эксплуатации. Несмотря на это, внимательное проектирование конструкции дома является очень важным, включая планирование паровых барьеров, там, где это необходимо, для предотвращения появления конденсата, который может накапливаться внутри изоляционного материалам в условиях высокого содержания потоков пара.

После почти 30 лет размещения в земле образцы пенополистирола, изъятые из мест, размещенных всего на 200 мм выше уровня грунтовых вод, все они демонстрируют менее 1% содержания воды в своем объеме, тогда как блоки, которые периодически полностью погружаемые в воду показывали содержание воды менее 4%. Такое поведение значительно превосходит возможности всех других пенопластовых материалов. Пенополистирол используется для палубных основ речных судов и на него не влияет соленая вода, если его используют для строительства морских понтонов.

Из-за политического давления достаточно сложно найти в Европе новые участки под застройку. Поэтому под строительство высвобождается все больше замель, расположенных в районах, предрасположенных к затоплению. Восстановление зданий, пострадавших от поводков, - намного более быстрая, практичная и менее затратная процедура, если в этих зданиях при постройке был предусмотрен абсорбирующий воду термоизоляционный материал.



«Влияние влаги на термоизоляционные материалы», технические данные технического общества ASHRAE и Международного института холодильной техники

Важной характеристикой качества внутреннего воздуха является предотвращение появления и размножения бактерий в воздухе, плесени и других грибков в ограждающих конструкциях, которые предотвращают прохождение влаги.

В США Ассоциация производителей прессованного полистирола (EPSMA) выступила спонсором проведения тестовой программы, в центре внимания которой было изучение устойчивости пенополистирола к влаге (январь 2004 г.). Ассоциация заключила контракт с исследовательской компанией на проведение испытаний с пенополистиролом с применением методики ASTM C1338 - «Стандартный метод для определения устойчивости к распространению грибков в термоизоляционных материалах и на поверхностях здания». В качестве опытных образцов были отобраны типичные продукты, используемые в большинстве зданий и сооружений. В тесте использовались 5 видов плесени для проверки их распространения на поверхности пенополистирола и внутри материала. По результатам испытания оказалось, что в идеальных лабораторных

условиях ни один из видов грибков не размножался. Хотя пенополистирол не является полностью водонепроницаемым, он обладает высоким уровнем влагоустойчивости. Это позволяет контролировать влажность и инфильтрацию воздуха, что позволяет предотвратить размножение плесени.

• Техническая обработка, транспортировка и установка

Пенополистирол - легкий, прочный и неломкий материал. Он практичный и безопасный в технической обработке, транспортировке и эксплуатации. Возможность формировать из него разные формы позволяет организовать фабричный процесс производства сложных форм для того, чтобы удовлетворить любые самые сложные архитектурные и проектировочные требования. Гибкое, легко настраиваемое оборудование для обработки пенополистирола дает возможность производить продукт необходимой плотности, с определенными изоляционными и механическими характеристиками, геометрическими размерами и формой, что минимизирует расходы на строительной площадке. При необходимости подогнать материал на самой рабочей площадке это возможно сделать без каких-либо специальных режущих инструментов. Материал можно порезать обычными режущими предметами, такими, как нож или столярная ножовка. Работа с материалом и его транспортировка абсолютно безопасна, как и его инсталляция, эксплуатация и демонтаж, так как он не выделяет радиации, каких-либо вредных волокон или любых других субстанций и веществ. Производство и работа с пенополистиролом не подвергает людей опасности заполучить раздражение кожи или слизистой, легких или глаз. Это означает, что при работе с пенополистиролом не нужно никаких респираторных масок, противогазов, перчаток и специальной защитной одежды.

Цемент, известь, гипс, сульфат кальция и известковый раствор, модифицированные путем пластических дисперсий, не оказывают влияние на пенополистирол. Как следствие, пенополистирол можно с уверенностью использовать вместе со всеми традиционными типами известково-цементного раствора, штукатурки и бетона, которые используются в строительных конструкциях. Все это делает его абсолютно безопасным и исключительно практичным в эксплуатации при любом применении в качестве строительного материала, включая подземное и наводное оборудование.

• Поведение при пожаре

Как и все органические материалы, пенополистирол может воспламеняться. При горении пенополистирол ведет себя, как гидрокарбонаты, а продуктами его горения являются углекислый газ и вода.

При температуре выше 100°C пенополистирол размягчается, сжимается и, в конце концов, плавится. При более высоких температурах, из-за разложения расплавленного материала, в воздух начинают выделяться газообразные продукты горения. Горючие газы формируются только при температурах выше 350°C. В большинстве строительных термоизоляционных конструкциях используется самозатухающий вид пенополистирола, который в своем составе имеет антипирен. Пожароопасность пенополистирола определяется тем, имеет ли материал в своем составе добавки антипирена или нет. Если в пенополистирол добавлен антипирен, материал можно назвать пожаробезопасным. Пенополистирол типа «С» (самозатухающий) гораздо сложнее поддается воспламенению, значительно снижает уровень распространения пламени при пожаре и, соответственно, дает пожарным гораздо больше времени для того, чтобы эвакуировать жителей горящего дома. Добавки антипирена способствуют самозатуханию материала, поэтому, если источник возгорания убрать от пенополистирола, он не будет продолжать гореть. Расплавленный самозатухающий пенополистирол не будет подвержен возгоранию при попадании на него искр, тлеющей сигареты или небольших горящих предметов, В присутствии источника сильного возгорания, что включает в себя горение других материалов, самозатухающий пенополистирол может случайно загореться. В таких случаях здание, как правило, уже находится на том этапе пожара, на котором спасение здания уже невозможно.

Термоизоляция из пластика ранее всегда ассоциировалась с повышенным уровнем пожароопасности. Эти предубеждения коренятся в пожарах, возникающих в больших сельскохозяйственных сооружениях, где использовался незащищенный материал без добавок антипирена. На практике поведение пенополистирола при пожаре зависит от многих факторов и условий, в которых он используется. Рекомендуется использовать пенополистирол, покрытый облицовочным материалом или покрытый кирпичом, бетоном, гипсом и т.п.

Воспламеняемые изоляционные материалы, такие, как пенополистирол, обладают сниженным риском воспламенения и распространения огня, если в них добавлены антипирены. Однако наилучшим способом избежать пожара является правильная защита изоляции от источника возможного возгорания. Любой изоляционный материал должен использоваться с облицовкой и не только по причине риска воспламенения, но и для того, чтобы он хорошо сохранял свои механические изоляционные характеристики и высокие показатели долговечности.

Более детальная информация по этому вопросу изложена в брошюре “Пожарная безопасность зданий, в которых используется пенополистирол».

• Утилизация

Пенополистирол на сегодняшний день является одним пластиков, которые наиболее широко подвергаются переработке и вторичному использованию. Материал собирают в разветвленной по всей Европе сети пунктов приема. В отличие от большинства альтернативных изоляционных материалов пенополистирол легко перерабатывается.

В переработку для последующего производства теплоизоляционных плит принимаются не только фабричные отходы, а также использованные упаковочные материалы, которые принимаются в пунктах у потребителей и перерабатываются для вторичного использования, что позволяет оптимизировать затраты и снизить необходимость в сырье и первичном материале.

При использовании в строительстве термоизоляция с применением пенополистирола отличается высокой долговечностью, поэтому, в целом, на сегодняшний момент, нет особой необходимости в переработке пенополистирольной термоизоляции, так как материал со временем не теряет своих качеств и не разрушается. По окончании срока службы пенополистирол можно вторично перерабатывать несколькими разными способами.

• Качество воздуха внутри помещения

По статистике европейцы проводят 90% времени своей жизни внутри помещений, поэтому качество воздуха внутри зданий является очень существенным фактором, влияющим на здоровье и продуктивность его жителей. Комфорт жильцов дома, как термический, так и акустический является наиболее важным компонентом качества воздуха внутри помещения. Пенополистирольная изоляция помогает сохранять постоянную температуру воздуха, обеспечивая температурный комфорт, а также может выступать звукоизолятором, предотвращая прохождение шумов через внешние и внутренние стены.

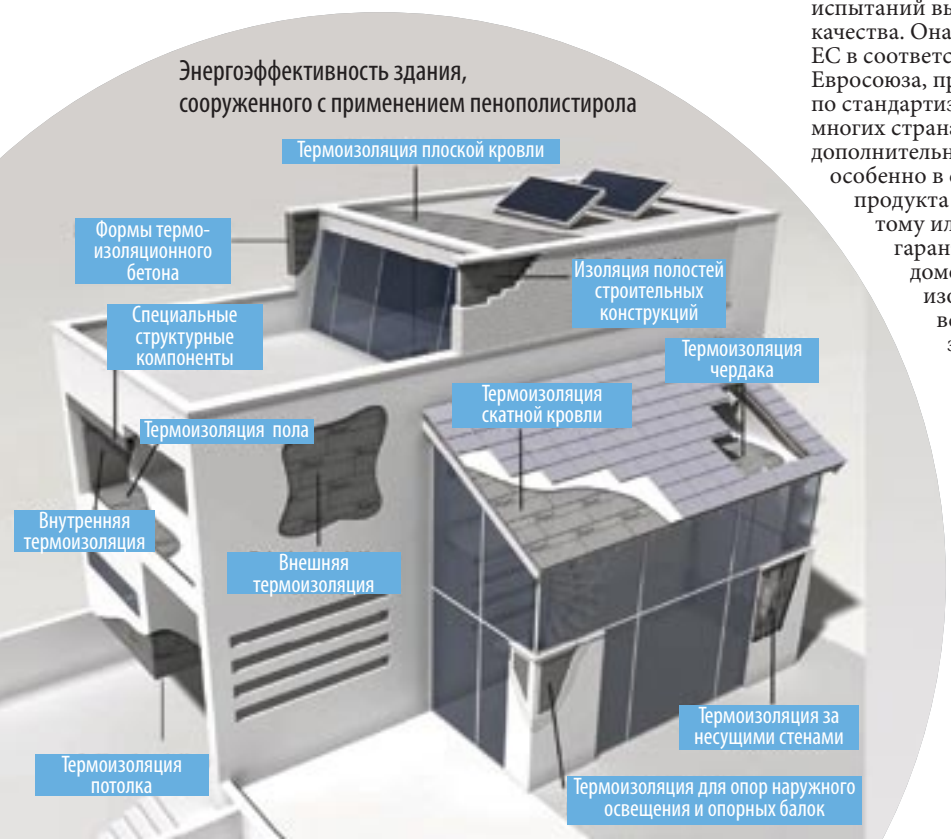
Пенополистирол производят с применением пентана, углеводородного вспенивающего вещества, безвредного для стратосферного озонового слоя. Кроме этого, пентан очень быстро испаряется из материала сразу после окончания производственного процесса. Так как вспенивающее вещество быстро замещается в материале воздухом, установленная пенополистирольная изоляции не подвергается никаким существенным процессам, связанным с рассыщением газов или других веществ, что могло бы повлиять на качество воздуха внутри помещения [ссылка 18, 19].

Требования американской Ассоциации пульмонологов (ALA), касающиеся здорового проживания в доме, - одни из наиболее жестких в мире, в особенности, в отношении качества воздуха внутри помещения. В рамках этих требования пенополистирол признается абсолютно безопасным материалом для изоляции фундаментов под стены полов. Несмотря на то, что представители ALA не занимаются продвижением каких-либо специфических материалов или продуктов, они упоминают о том, что стены, изолированные с применением пенополистирола, не выделяют никаких вредных для дыхательной системы веществ и волокон.

Как было описано ранее, в состав пенополистирола не входят никакие питательные вещества, и в нем нет условий для размножения плесени или грибков, что означает, что пенополистирольная термоизоляция не оказывает негативного влияния на качество воздуха внутри помещения, обусловленного ростом и размножением плесени и грибков.

• Качество сертифицированной изоляции

Пенополистирольная изоляция имеет подтвержденную временем и множеством испытаний высокую репутацию в аспекте качества. Она производится под маркировкой CE в соответствии с обязательными стандартами Евросоюза, принятыми Европейским комитетом по стандартизации (например, EN 13163).Во многих странах производители наносят на упаковку дополнительные необязательные знаки качества, особенно в случаях независимой аттестации продукта на пригодность для применения по тому или иному назначению. Это является гарантией для застройщика и для домовладельца, что пенополистирольная изоляция удовлетворяет, как минимум, все требования действующего законодательства. Национальные Ассоциации производителей пенополистирола могут дать более подробную информацию касательно региональных требований к качеству материала и продуктов с его применением[2].



[2] *На сайте Европейской Ассоциации производителей пенополистирола Вы сможете ознакомиться с полным списком*

5.3 Обеспечение энергоэффективности конструкций с помощью пенополистирола

• Скатная кровля и изоляция потолка

Здание с неизолированной скатной кровлей теряет порядка 42% тепловой энергии через крышу. Пенополистирольная термоизоляция может использоваться в большинстве конструкций скатной кровли. Блоки пенополистирольной изоляции могут размещаться как на верху, так и под кровельной конструкцией. Для инсталляции изоляции из пенополистирольных блоков между стропильными балками, для компенсации разницы в ширине между ними, должны быть установлены специальные контурные детали. Многие решения с применением пенополистирола доступны в специальных магазинах. Кроме этого, можно использовать и термоизоляцию в виде готовых панелей, например, СИП - или сэндвич -панели. Особенно для крыш с легким уклоном стоит сделать выбор в пользу применения изоляции потолка или чердака. Для изоляции чердака сила при сжатии, высокими показателями которой обладает пенополистирол, позволяет обеспечить дальнейшую доступность и полноценное использование чердачного помещения.

В процессе технического обслуживания или ремонта, связанного с заменой плитки, можно добавить дополнительную изоляцию наверх основания конструкции кровли перед тем, как укладывать новый слой плитки. Это никак не повлияет на внутренний интерьер дома и на его жителей.

Двускатная крыша	Новое здание	Ремонт	Рекомендуемый коэффициент теплопередачи В/м2К	Рекомендуемая толщина
Внутренние термоизоляционные плиты	✓	✓	5,7 - 8,9	200 - 310
Внешние термоизоляционные плиты	✓	✓	5,7 - 8,9	200 - 310
Сэндвич – панели и СИП-панели (конструкционные теплоизоляционные панели)	✓	✓	5,7 - 8,9	200 - 310
Плиты/панели под стропильными балками	✓	✓	5,5	200
Плиты между стропильными балками	✓	✓	5,5	200
Потолок из пено-стирола или изоляция чердака	✓	✓	6,5 - 7,9	225 - 275

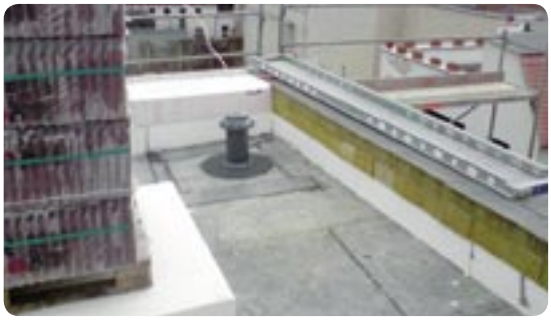
Рекомендованные значения основаны на анализе, проведенном научным институтом Passivhaus Institut [ссылка 6]

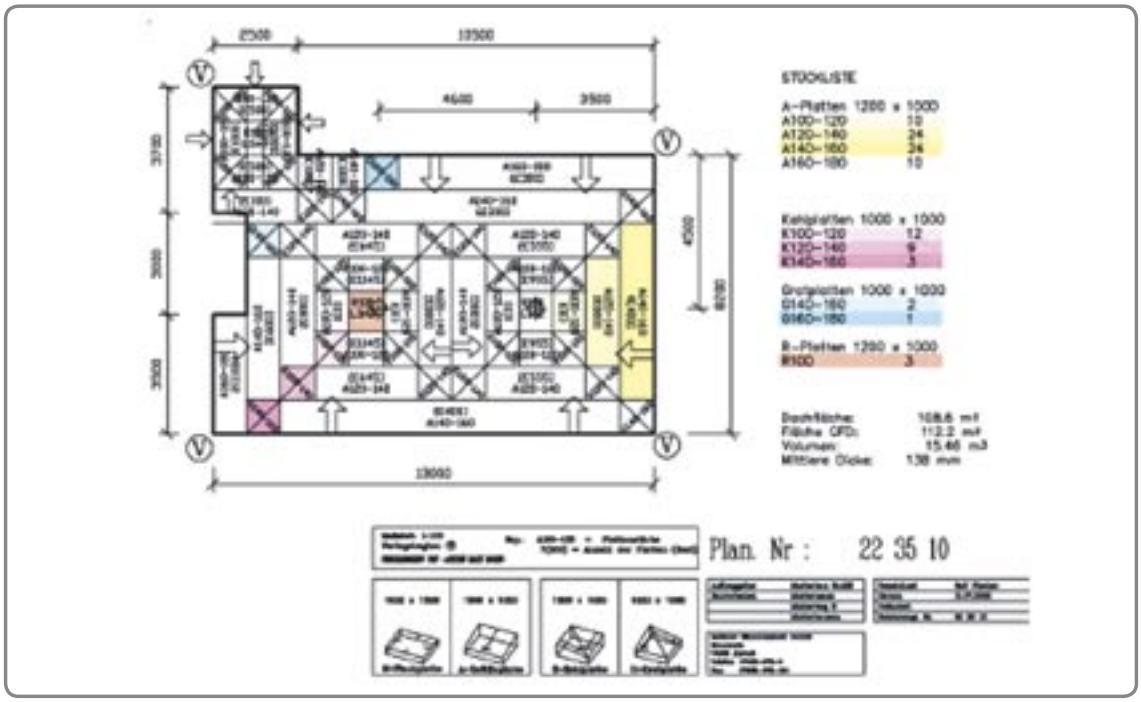
• Крыша здания

Как и здание со скатной кровлей, неизолированное здание с плоской крышей теряет около 42% тепловой энергии через кровлю. Пенополистирольная термоизоляция может использоваться с большинством кровельных конструкций вне зависимости от того, из какого материала сделана несущая конструкция – из дерева, металла или из бетона. Техническое обслуживание или ремонт плоской кровли зачастую обусловлен протечками через гидроизоляционный слой.

Существующая пенополистирольная изоляция может быть оставлена на месте, так как она не подвержена воздействию влаги и не будет гнить или плесневеть. Можно добавить дополнительную изоляцию для того, чтобы улучшить тепловые характеристики здания.

Пенополистирольные стыковочные порожки используются для термоизоляции новых или отремонтированные плоские кровли. В рамках систем автоматизированного проектирования здание можно изолировать индивидуально разработанной системой стыковочных порожков для обеспечения хорошего дренажа панелей плоской кровли.





Специальный строительный план для монтажника

Скатная кровля	Новое здание	Ремонт	Рекомендуемый коэффициент теплопередачи В/м2К	Рекомендуемая толщина
Плоские плиты для внешней термоизоляции	✓	✓	4,6-7,1	160-250
	✓	✓	4,6-7,1	160-250

Рекомендованные значения получены на основе анализа специалистов Института пассивного дома [ссылка 6].

• Термоизоляция стен

Около 24% тепла обычного неизолированного дома уходит через стены зданий. В зависимости от строительной практики региона стены термоизолируют с внутренней или с внешней стороны наружной стены или в полости между внутренней и внешней частью стены. Как правило, если используется монолитная конструкция, как, например, монолитный бетон, термоизоляция размещается на внешней стороне монолитной плиты. Изоляция стен может крепится в существующих зданиях следующими способами:

• фиксация пенополистирольных термоизоляционных панелей к внешней стене с внешним оштукатуриванием и/или применением декоративного отделочного покрытия по верху конструкции (Наружные термоизоляционные композитные системы, Henkel).

• фиксация пенополистирольных термоизоляционных панелей ниже уровня грунта с соответствующей гидроизоляцией.

• закачка или задувание пеновой пенополистирольной изоляции вместе с клеевой смесью, в верхнюю часть полости стены или через отверстия в верхней части внешней стены (изоляционная пена распространяется затем по всей полости).

• приклеивание пенополистирольных изоляционных панелей с цельным отделочным слоем штукатурки с одной стороны (технология doublage) к внутренней стороне стены.

• Если пенополистирол, применяемый для термоизоляции, пластифицирован, это улучшает не только его термоизоляционные, но и звукоизоляционные свойства.

При строительстве новых зданий также используются и другие техники, структурно обеспечивающие звуковую и тепловую изоляцию стен. К ним относятся:

• Самонесущие строительные панели с внутренним слоем термоизоляции (СИП-панели)

• Опалубочные формы: «Скелет» из пенополистирола производят с полостью между внутренними и внешними стенами, которая заполнена бетоном. Это позволяет быстро и эффективно возводить здания, в которых изоляция является интегрированной частью структуры и обеспечивает зданию отличные изоляционные свойства. Пенополистирол дает свободу полету дизайнерской мысли – при желании можно даже сделать пенополистирольные блоки, которые выглядят, как настоящие кирпичи.

Изоляция стен	Новое здание	Ремонт	Рекомендуемый коэффициент теплопередачи В/м2К	Рекомендуемая толщина
Наружные термоизоляционные композитные системы	✓	✓	5,2-7,3	180-255
Периметр	✓	✓	3,0	100
СИП-панели	✓	✓	5,2-7,3	180-255
Продукты бренда Doublage	✓	✓	2,9	100
Амортизационный сыпучий материал	✓	✓	-	Полностью заполнено
Продукты ICF Kaiser International, Inc.	✓	✓	5,2-7,3	180-255

• Термоизоляция пола и фундамента

До 20% тепла неизолированных зданий уходит через пол.

• Благодаря великолепному сопротивлению при сжатии и низкой впитываемости влаги, одним из самых популярных сфер применений пенополистирола является наземная изоляция пола этим материалом. Кроме этого, большой популярностью пользуется изолированные пенополистиролом бетонные полы, в готовых блоках или собираемые на строительном участке брусьями либо блочными системами. Часто пенополистирол используется как свободная опалубочная система для фундамента дома.

Изоляция пола	Новое здание	Ремонт	Рекомендуемый коэффициент теплопередачи В/м2К	Рекомендуемая толщина
Изоляция в подвале с нижней стороны навесного деревянного или бетонного пола	✓	✓	3,0	105
Готовый бетонный пол с пенополистирольной термоизоляцией	✓	✓	4,0-6,5	140-230
Пенополистирольная термоизоляция пола с подстилающим песчаным слоем	✓	✓	4,0-6,5	140-230
Фундамент, подверженный нагрузке	✓	✓	4,0-6,5	140-230
Изолированная свободная форма для фундамента	✓	✓	3,0	105

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

[1] Европейская реализация концепции пассивного дома, PEP, 2008

[2] Соглашение о пересмотре Европейской директивы по энергетическим характеристикам зданий, Комиссия Евросоюза, ноябрь 2009

[3] Движение по направлению к повышению энергоэфэективности зданий и сооружений и снижению выбросов парниковых газов путем изменения европейских строительных норм, Оле Майкл Йенсен, Европейский альянс компаний по энергоэффективности в строительстве, 2009

[4] Первые шаги: Каким может быть пассивный дом в Вашем регионе с Вашим климатом? Институт «Пассивный дом», 2004

[5] Сводный отчет о выполнении проекта по борьбе с изменением климата в соответствие с директивой ЕС 96/61 ЕС от 24 сентября 1996 г., 2007

[6] Экономическое обоснование мероприятий по строительству пассивных домов, 2005

[7] Переоснащение домов изоляцией для снижения вреда для здоровья жителей, Университет Отаго, 2005

[8] Стандарт пассивного дома в условиях теплых европейских климатических условий: руководство к проектированию для комфортабельных домов с низким энергопотреблением. Часть 1. Обзор комфортабельных домов с низким энергопотреблением. Проект «Passive-on», 2007

[9] Коэффициент теплопередачи для энергоэффективных зданий и сооружений, Консультационное бюро «Ecofys», 2007

[10] 7 мероприятий для 2 миллионов работ, отчет перед Евросоюзом, Комиссия Евросоюза, октябрь 2009

[11] Проектирование интегрированных зданий, Университет Аалборга, 2007

[12] Кондиционеры воздуха «Митсубиши», брошюра 2009

[13] Герметичность обязательна, Краткий курс по строительству пассивного дома, 2007

[14] Изоляция и мостики холода, CESR TREES проектная презентация, 2005

[15] Климатическая карта МакКинси, 2007

[16] Энергоээфективность с пластиковой термоизоляцией, GUA, 2006

[17] Влагоперенос строительными материалами, НИИ «Frauenhofer Institut», 2001

[18] Выбросы парниковых газов антипиренами, 2003

[19] Исследование, проведенное государственным научно-исследовательским институтом Германии по твердому пенопласту (стиропору) на предмет эмиссии органических соединений, 2009

[20] Пассивные дома в Голландии, Строительный комитет, 2007

EUMEPS

Weertersteenweg 158
B - 3680 Maaseik
Belgium
www.eumeps.org

01-11/2