



ЗДОРОВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО. ЗДОРОВАЯ ЖИЗНЬ.

Научные выводы о физико-технических, химических и валеологических свойствах строительных материалов, основанные на наблюдениях в исследовательском парке Viva.



Мы хотим сделать жилые пространства безопасными для здоровья,
энергоэффективными и красивыми.

ВСТУПЛЕНИЕ

Уважаемые читатели,

свое профессиональное кредо команда Baumit сформулировала так: *Мы хотим сделать жилые пространства безопасными для здоровья, энергоэффективными и красивыми.* Очевидно, что для решения такой многоплановой задачи необходимо глубокое понимание сути здорового строительства и особенностей влияния разнотипных жилых зданий на здоровье людей.

Специалисты накопили большой объем знаний и выдвинули много тезисов в этой области, однако до сих пор было крайне мало научно обоснованных заявлений и примеров, применимых на практике идей.

Наша команда долгое время занимается проблемами здорового строительства и здоровой жизни. Мы хотим добиться значительных перемен в данной сфере. С этой целью в городе Вупфинге (Нижняя Австрия), на территории инновационного центра был построен исследовательский парк Viva — на сегодня крупнейший в Европе исследовательский парк по сравнительному изучению стройматериалов.

Здесь на протяжении трех лет специалисты из разных областей науки — многоэтажного строительства, климатологии внутренних помещений, строительной физики, медицины — сотрудничают на междисциплинарном уровне, изучая поведение разнотипных зданий при равных исходных условиях и влияние различных строительных материалов на здоровье и самочувствие людей.



Исследовательский парк Viva многое изменил в мировоззрении нашей команды. К 30-летию юбилею Baunit здоровое строительство, здоровое жилье и здоровая жизнь стали корпоративной концепцией компании и основным ее ориентиром. Идея здоровой жизни — Healthy Living — подразумевает использование наших строительно-отделочных материалов и инновационных разработок, которые в полной мере служат заботе о здоровье людей.

С помощью этой книги Вы осуществите заочную экскурсию по исследовательскому парку Viva. Мы познакомим Вас с историей этого уникального проекта, представим интересные и удивительные результаты многочисленных исследований, а также расскажем о новейших научных открытиях, сделанных при изучении типов зданий и взаимодействия различных строительных материалов.

Сегодня, как никогда раньше, мы понимаем, что такое здоровое строительство. И хотим передавать и развивать дальше накопленные знания. Присоединяйтесь к нам на этом пути!

Искренне Ваш,
Роберт Шмид



Роберт Шмид,
управляющий директор
и владелец
Baunit Beteiligungen GmbH





Петер Таплер,
управляющий директор
IBO Innenraumanalytik OG,
сертифицированный эксперт,
партнер по научному
сотрудничеству
в исследовательском
парке Viva

Сравнительные исследования разнотипных зданий

Меня, как эксперта по содержанию токсичных веществ во внутренней среде помещений, часто спрашивали, здания какого типа «самые здоровые». К сожалению, раньше не было достоверных исследований на эту тему: каждый человек по-своему устраивает быт, а свойства зданий настолько разнятся, что серьезное сравнение казалось практически невозможным. Этим объяснялось мое скептическое отношение к идее провести сравнительное исследование зданий различных типов с точки зрения их влияния на комфортность жизни и здоровье человека, с которой ко мне и моим коллегам по IBO Innenraumanalytik обратилась компания Baumit. Слишком дорого, слишком трудоемко, просто нереально! Такой была моя первая реакция.

Когда же я увидел, насколько серьезно подошли к организации проекта, во мне проснулся дух исследователя. На стадии планирования обнаружилось, что строительство опытных домов, а главное, их эксплуатация с целью сравнения — это геркулесова задача, решить которую можно только путем сверхточной, детальной проработки. Так шаг за шагом наша междисциплинарная команда специалистов углублялась в проблематику обеспечения вентиляции, увлажнения и моделирования климата. Оглядываясь назад, могу сказать, что наши усилия не пропали даром. Результаты убедительны, обоснованны и, что удивительно, они, в сущности, отражают опыт изучения зданий за последние 25 лет. В исследовательском парке Viva каждый может на собственном опыте почувствовать различия в микроклимате разнотипных зданий. И это действительно уникально.

Миллионы данных и удивительные результаты

Исследовательский парк Viva стал для нас особенным проектом, поскольку здесь мы впервые смогли систематически исследовать различные типы строения стен в близких к реальности условиях эксплуатации и изучить их влияние на микроклимат помещений. Для этого требовалось считывать данные, передаваемые датчиками, в автоматизированном режиме с высокой временной дискретностью и сохранять их. За весь период исследований сгенерировано в общей сложности более 200 ГБ информации. Для оценки и интерпретации такого огромного количества данных пришлось разработать собственное программное обеспечение, с учетом необходимых алгоритмов анализа и визуализации. Для этого были использованы новые, основанные на опытных образцах методы, позволяющие систематически и стабильно интерпретировать комплексные процессы теплообмена и влагопередачи. Только так мы могли дать количественную оценку влияния пристенных слоев на микроклимат помещений. С помощью этих методов нам удалось доказать, что даже нескольких сантиметров определенной внутренней отделки достаточно для значительного усиления кратковременного эффекта буферизации влаги. В этой связи однозначность результатов нас несколько удивила.

Подводя итоги, можно сказать, что исследовательский парк Viva — это качественно новая исследовательская инфраструктура. Создание реальных пограничных условий, дорогостоящее сенсорное оборудование и применение современных цифровых методов анализа дают возможность систематически выводить новые способы решения задач и еще основательнее подходить к разработке строительных материалов.



Кристиан Хешль,
руководитель магистратуры
«Инженерные системы
и административно-
хозяйственное управление»
института Бургенланд,
партнер по научному
сотрудничеству
в исследовательском
парке Viva

Новые методы оценки комфорта

Комфорт и хорошее самочувствие людей — главные определяющие здорового жилья. Но как оценить множество физических, химических и климатических факторов, чтобы получить обоснованные и убедительные данные в отношении разнотипных зданий? Для нас как партнеров по научному сотрудничеству в рамках этого исследовательского проекта главной трудностью стало определение измеримых критериев комфортности и благоприятности жилья. А это миллионы данных по каждому опытному дому: температура помещения, средняя температура ограждающих поверхностей, влажность воздуха, содержание в нем токсичных веществ и др. Задача довольно амбициозная, поскольку с таким масштабным анализом мы прежде не сталкивались.

После активных дискуссий и напряженных размышлений мы решили сравнить между собой отдельные микроклиматические факторы, в частности влажность воздуха и перепады температур в разнотипных домах, на основе анализа Indoor-Air-Quality. Для этого мы разработали собственную «шкалу дискомфорта», отображающую все существенные параметры комфортности. В результате появилась новая схема оценивания, благодаря которой удалось сравнить между собой результаты измерений в опытных разнотипных домах и на их основе сделать выводы о степени комфортности и благоприятности жилых помещений. Без упомянутого проекта, с его трудоемкой концепцией исследования «Возведение домов различных типов» и серии измерений в течение нескольких месяцев, этот метод оценивания не был бы разработан.

Тот факт, что предприятие инициирует и финансирует независимый высоконаучный исследовательский проект, точно не является обыденным. И мы очень рады, что стали частью этого проекта.



Ганс Петер Хуттер,
врач-эколог Венского
медицинского университета,
партнер по научному
сотрудничеству
в исследовательском
парке Viva

СОДЕРЖАНИЕ

1. Здоровое жилье	10-17
<hr/>	
2. Проект Viva	18-53
2.1. Исследовательский проект	
2.2. Опытные дома	
▪ Как все создавалось...	
▪ Подробный обзор домов VIVA	
▪ Типы строений в исследовательском парке Viva	
2.3. Измерения	
▪ Измерительная техника	
▪ Эксплуатация опытных домов	
▪ Партнеры по научному сотрудничеству	
<hr/>	
3. Результаты измерений Viva/Строительная физика, строительная химия и валеология	54-103
3.1. Микроклимат	
▪ Оперативная температура	
▫ Температура воздуха и температура поверхностей	
▫ Колебание температуры поверхностей	
▫ Причины быстрого остывания неутепленных домов	
▫ Изменение комнатной температуры в зависимости от времени года	
▫ Охлаждение и нагревание стенообразующих материалов	
▪ Влажность воздуха в помещении и ее влияние на здоровье	
▫ Относительная влажность воздуха	
▫ Влияние штукатурки для внутренней отделки стен на влажность воздуха и микроклимат помещения	
▫ Сорбция и накопление влаги штукатуркой и бетоном	
▫ Влияние толщины слоя штукатурки на буферизацию влаги	
▫ Влияние теплоизоляции на влажность воздуха	
3.2. Качество воздуха в помещении	
▪ Запахи	
▪ Токсичные вещества	
▫ ЛОС (летучие органические соединения)	
▫ Формальдегид	
▪ Радон	
▪ Аэроионы	
3.3. Звукоизоляция и акустика помещения	
▪ Звукоизоляция	
▪ Акустика помещения	
3.4. Высокочастотные поля	
3.5. Хорошее самочувствие и комфорт	
<hr/>	
4. Дома Viva/ Подробные результаты и типы домов	104-129
4.1. Общая матрица оценки домов	
4.2. Дома в деталях	
▪ Дома из бетона	
▪ Кирпичные дома	
▪ Дома из деревянного каркаса	
▪ Деревянные дома с отделкой из блок-хауса	
4.3. Оценка домов посетителями парка Viva	
<hr/>	
5. Здоровое строительство/Советы и сервис	130-141
5.1. Основы здорового строительства	
▪ Утепление прежде всего	
▪ Массивность конструкции	
▪ Внутренняя отделка — это важно	
▪ Прочие выводы	
5.2. Выбираем дом правильно	
5.3. Как создать здоровое жилье?	
<hr/>	
Словарь терминов	142-146



1. ЗДОРОВОЕ ЖИЛЬЕ

РАСТУЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗДОРОВОГО ЖИЛЬЯ.

Если раньше для застройщиков определяющими были критерии энергоэффективности и экологичности жилых строений, то теперь все более значимыми становятся такие понятия, как «комфортное жилье» и «здоровое жилье».

И это не удивительно — ведь в среднем 90% своей жизни мы проводим в помещениях. Следовательно, качество воздуха и микроклимат в жилых помещениях напрямую влияют на наше самочувствие и здоровье.

В «**Научном исследовании жилья 2017**»¹ Институт рыночных отношений города Линца опубликовал результаты опроса более 1000 австрийцев, которые за последние пять лет обновили жилье или планируют это сделать в ближайшее время. Как оказалось, для 59% опрошенных «здоровое жилье» имеет первостепенное значение. А на вопрос, повысилась ли значимость «здорового жилья» в Австрии за последние годы, 76% дали однозначный положительный ответ.

В 2016 г. Институт изучения общественного мнения Hoffman&Forcher Research по заказу интернет-платформы «MeineRaumluft.at» провел подробный опрос на тему «**Здоровое жилье**»² среди застройщиков, недавно завершивших строительный проект или пребывавших на стадии проектирования.

По результатам, 68% опрошенных назвали «здоровое жилье» значимым фактором при выборе строительных материалов. Для более чем 80% застройщиков это было решающим критерием еще на стадии проектирования. Одну из важнейших задач они видели в том, чтобы повысить комфортность жилых помещений и их благоприятность для проживания людей посредством использования высококачественных, безопасных для здоровья строительных материалов.



По определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), «**здоровье** — это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических недостатков»

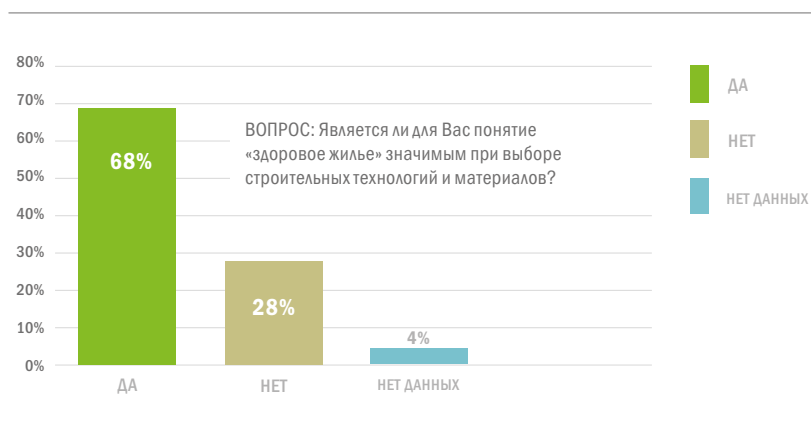


¹ Институт исследования рынка, изучения общественного мнения и медиа, Исследование жилья, 2017

² Im Auftrag P По заказу интернет-платформы «MeineRaumluft.at», Здоровое жилье, 2016

Тема здорового жилья становится все более актуальной для различных специалистов в сфере строительства. Производители стройматериалов также не остаются в стороне: они тщательно изучают влияние своей продукции на микроклимат жилых помещений и, как следствие, на здоровье людей. Однако здесь по-прежнему остается большое поле для деятельности, поскольку до сих пор очень мало научных выводов, сделанных на основе одновременного анализа и оценки равных пространственных, климатических и эксплуатационных условий.

Опрос «Здоровое жилье»



По результатам опроса, для 68% застройщиков понятие «здоровое жилье» является значимым при выборе строительных технологий и материалов. Источник: MeineRaumlufat./Hoffmann&Forcher Research

ВАУМИТ И ЗДОРОВОЕ ЖИЛЬЕ



Вот уже нескольких десятилетий компания Vaumit занимается вопросами здорового строительства и здорового жилья — и в этом отношении является признанным новатором в индустрии строительных материалов.

А началось всё 30 лет назад, во времена энергетического кризиса 1980-х. Тогда в Vaumit были разработаны первые доступные по цене комплексные системы теплоизоляции. В августе 1999 г. произошло событие огромной важности: компания представила свою новейшую разработку — фасад Vaumit open KlimaFassade. Это стало настоящей революцией на строительном рынке. Если в то время производители систем теплоизоляции считали главным преимуществом снижение расходов на отопление, то команда Vaumit уже тогда сделала акцент на комфортности жилья. Ее инновационный продукт Vaumit open KlimaFassade стал первым «дышащим» теплоизоляционным фасадом, который одновременно обеспечивает благоприятный микроклимат и высокую комфортность жилого помещения.

Продукты серии Vaumit Klima: гигиеничность, долговечность, экобезопасность

«Так уж сложилось, что большую часть жизни современный человек проводит в помещениях. Поэтому вполне логично, что отдел научных исследований и конструкторских разработок компании Vaumit в свое время вплотную занялся изучением факторов, влияющих на микроклимат жилых помещений», — рассказывает Роберт Шмид.

В 2007 г. Vaumit представил собственную серию продукции Klima, которая способствует улучшению микроклимата помещений. Более того, компания позаботилась о том, чтобы информация о здоровых строительных материалах получила широкое распространение среди потребителей. Все продукты Vaumit Klima прошли масштабные санитарно-гигиенические и экологические испытания в австрийском Институте строительной биологии и экологии, где получили сертификаты Natureplus. Это значит, что они соответствуют высоким стандартам гигиены, долговечности и экологической безопасности. А минеральная краска Vaumit KlimaColor к тому же отмечена австрийским «Знаком экологической безопасности».

Пусть в доме дышится легко! Аэроионизация помещений от Vaumit

В поиске факторов, способствующих улучшению микроклимата помещений, эксперты Vaumit вплотную подошли к изучению такой составляющей воздуха, как аэроионы.

Безусловно, ученые знали, что аэроионами насыщен воздух вблизи водопадов, — именно поэтому он так полезен для здоровья. Однако потенциал аэроионов в создании здорового микроклимата помещений еще предстояло изучить.

После масштабных испытаний компания начала разработку продукта, который создавал бы эффект аэроионизации внутренних помещений. Долгих пять лет кропотливой работы — и наконец в 2011 г. цель была достигнута. Компания Vaumit представила на мировом рынке абсолютное новшество — внутреннее покрытие Ionit. Оно оздоравливает воздух в помещении благодаря повышению концентрации аэроионов. Этот положительный эффект был подтвержден и первым масштабным исследованием аэроионов на базе Венского медицинского университета, и научно-исследовательскими работами других институтов¹.

¹ Хуттер и др.: Воздействие аэроионов на воздух внутренних помещений: экспериментальное исследование с участием здоровых взрослых, Международный журнал исследований окружающей среды и здоровья населения, 2015 г.



Исследовательский парк Viva и концепция Healthy Living

«Если Вы в чем-то убеждены и видите, сколько хорошего может задействовать и повлечь за собой такое убеждение, — это станет целью вашей жизни! — поясняет Роберт Шмид мотивы увлеченности команды Baumit идеей «здорового жилья». — Следуя своей корпоративной концепции, в 2014 г. мы создали уникальный по своим масштабам исследовательский парк для сравнительного изучения строительных материалов. В рамках этого проекта были сделаны важнейшие открытия о взаимодействии строительных материалов и их влиянии на здоровье и самочувствие людей. Все эти открытия были непосредственно применены на практике при разработке продукции Baumit».

Линейка продуктов **Healthy Living** — результат последовательного продвижения компании в направлении здорового строительства, здорового жилья и здоровой жизни.

Согласно концепции Healthy Living, весь ассортимент продукции Baumit распределен на три категории в соответствии с их пользой для здоровья и самочувствия человека: «**Утепление прежде всего**», «**Массивность конструкции**» и «**Внутренняя отделка**».

«Благодаря концепции Healthy Living мы решили задать компании Baumit четкий курс на развитие технологий здорового жилья», — декларирует Роберт Шмид.

ИНТЕРВЬЮ



«Кто выбирает здоровое строительство, тот живет здоровой жизнью в здоровом жилище»

Юрген Лоренц, руководитель отдела научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР) компании Baumit и руководитель проекта исследовательского парка Viva, — о пользе здоровых строительных материалов и будущем здорового жилья.

Почему компания Baumit настолько вовлечена в проблематику строительства здорового жилья?

Юрген Лоренц: Наша главная цель — сделать жизнь людей более комфортной и здоровой. Именно поэтому нас так волнует проблема создания здорового жилья. Все очевидно: кто выбирает здоровое строительство, тот живет здоровой жизнью в здоровом жилище.

Чем объясняется растущая значимость здоровых строительных материалов?

Юрген Лоренц: Из-за изменений климата повышаются требования к функциональности наших зданий и строительных материалов. Жара, проливные дожди и колебания температуры то и дело испытывают нас на прочность и негативно влияют на наше самочувствие. Чтобы удовлетворять потребность людей в защите и комфорте, необходимо сейчас и в будущем адаптировать строительные конструкции к новым реалиям. Кроме своей основной функции здоровые строительные материалы выполняют еще одну важную задачу — способствуют сохранению здоровья и хорошего самочувствия людей в их домах.

Эта задача может быть решена разными способами. Так, например, краска и штукатурка, в силу своей паропроницаемости и сорбционной способности, быстро буферизуют влагу, тем самым регулируют влажность воздуха. А ионит, благодаря повышенной концентрации аэроионов, снижает концентрацию пыли в воздухе и повышает работоспособность людей в данном помещении.

Почему так важно использовать здоровые строительные материалы в отделке внутренних помещений?

Юрген Лоренц: Внутренние стены — это наша «третья кожа». Если задуматься, какую общую площадь занимают стены и потолок в нашем доме или нашей квартире, станет понятно, что мы имеем дело с ключевым воздействием. Отнюдь не все равно, какое покрытие будет здесь использовано. Совсем наоборот! Специалисты Baumit целенаправленно разрабатывают функциональные покрытия, которые создают в помещениях здоровый микроклимат и комфорт. Сегодня для нас уже не секрет, что правильная штукатурка и грамотно подобранный цвет стен могут благо-



приятно влиять на здоровье и самочувствие людей. Таким образом, заботиться о здоровом жилище — значит выбирать правильные, здоровые стройматериалы. И это касается не только нового строительства, но и ремонта помещений.

Чем полезен исследовательский парк Viva для воплощения в жизнь концепции здорового жилья?

Юрген Лоренц: Парк дает нам уникальную возможность применить и проверить в реальных условиях научные теории о строительных материалах и строительно-физическом моделировании. Здесь можно непосредственно измерить влияние наших продуктов на микроклимат и, используя многочисленные данные и результаты, узнать больше о связи между составом материалов и их влиянием на здоровье людей и комфорт помещений. Таким образом, мы можем создавать продукцию повышенной функциональности, чтобы в будущем предлагать решения по улучшению микроклимата помещений путем использования различных стенообразующих материалов —

например, кирпича, бетона и гипсокартона. Все рекомендуемые продукты протестированы в исследовательском парке Viva на предмет их полезности и функциональности.

Есть ли будущее у здорового жилья?

Юрген Лоренц: У здорового строительства и здорового жилья большие перспективы. Изменение климата не оставляет нам выбора. От проектировщиков и архитекторов требуют, чтобы они конструировали здания с учетом экстремальных погодных условий, прежде всего значительных перепадов температуры. Это значит, что применение аккумулирующих масс, как тепловых и энергетических буферов, будет все более актуальным — чтобы изолировать не только тепло, но и холод. Наши активные усилия направлены на поиск решений, которые не требуют дополнительных энергозатрат — например, установка солнцезащитных козырьков вместо механизированных жалюзи или такое расположение окон, при котором нет необходимости тонировать их от солнечных лучей.



Научно-исследовательский
парк Ваумит

2. ПРОЕКТ VIVA

ОТ МЕГАИДЕИ — К МЕГАУСПЕХУ

2.1. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ

Viva — крупнейший в Европе исследовательский парк для сравнения строительных материалов, действующий с марта 2015 г. на территории инновационного исследовательского центра компании Baumit в городе Вупфинге (Нижняя Австрия). Здесь на моделях реальных домов ученые и специалисты разного профиля исследуют взаимодействие строительных материалов и их влияние на здоровье и самочувствие людей. У тех, кто интересуется деятельностью парка Viva, нередко возникает много вопросов. Как у компании — производителя строительных материалов родилась идея такого проекта? Кто проводит научные исследования? Что, вообще, там измеряли и измеряют?

Как всё начиналось

«Создание исследовательского парка Viva стало логическим итогом нашей многолетней вовлеченности в тему здорового жилья, — рассказывает Юрген Лоренц, руководитель отдела НИОКР компании Baumit и руководитель проекта исследовательского парка Viva. — Мы на собственном опыте убедились, как мало конкретных знаний о взаимодействии строительных материалов. Всё лишь на уровне гипотез. Вывод напрашивался сам: нам нужны реальные научные данные о влиянии строительных материалов на здоровье и самочувствие людей».

Строим исследовательский парк...

Где и как можно получить настолько точные и объективные факты? У Роберта Шмида, управляющего директора Baumit Beteiligungen и владельца Baumit, возникла смелая идея: «Мы построим исследовательский парк с реальными домами, выбрав самые распространенные типы строений». С реальными домами? Разве это возможно? «Я хорошо помню, что всех нас мгновенно увлекла и объединила эта идея. Но и сомнение тоже было единодушным: как же мы воплотим в жизнь такую задумку?» — вспоминает Юрген Лоренц. Однако идея проекта стремительно обрела конкретные формы...



Десять домов — измерительных станций

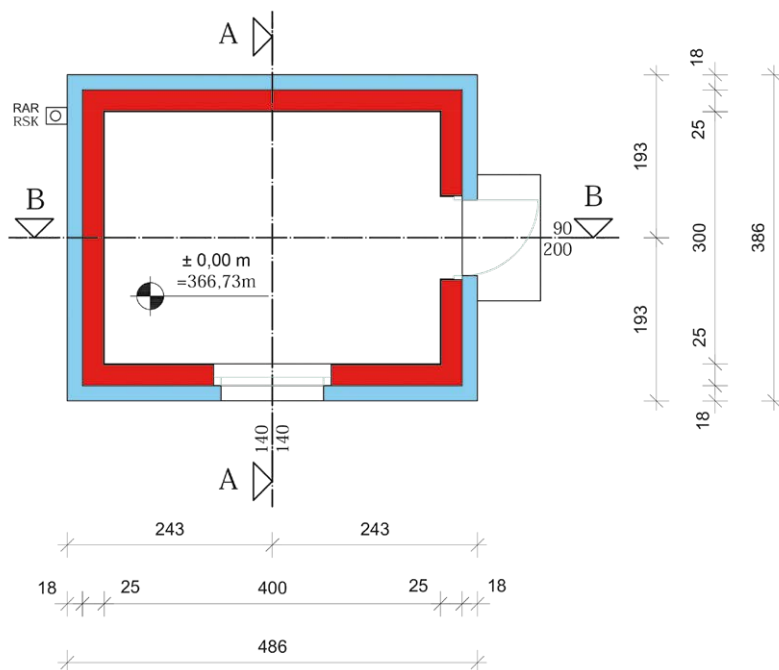
В 2014 г. рядом с инновационным центром Vaumit в Вольфинге один за другим были построены 10 разных опытных домов: бетонные, кирпичные, из деревянного каркаса с гипсокартонной обшивкой и деревянный дом с отделкой из блок-хауса. Все — с различной наружной и внутренней отделкой.

В общих чертах опытные дома выглядят одинаково: в каждом из них одна комната без разделительных перегородок, одно окно и одна дверь. Размеры помещения — 4 x 3 x 2,83 м.

Принципиально важно было добиться того, чтобы все дома подвергались одинаковым внешним воздействиям и имели одинаковый коэффициент теплопередачи. Только так их можно было сравнивать. Выбрать из множества стройматериалов с соизмеримыми сходными качествами было непросто. Десять опытных домов могли демонстрировать лишь ограниченное количество материалов, поэтому главным отборочным критерием было их соответствие актуальным техническим требованиям и современным строительным технологиям.

План опытного дома

Размеры помещений всех опытных домов: длина — 4,00 м, ширина — 3,00 м, высота — 2,83 м.



Первый шаг к научному сотрудничеству

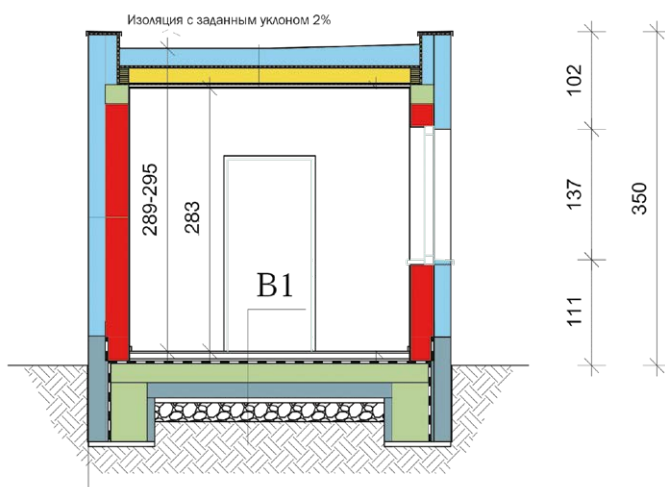
С самого начала мы, команда Vaumit, понимали, что проект исследовательского парка Viva может быть реализован только при условии совместной работы приглашенных ученых. «Мы предоставляем данные, а обрабатывать их должны наши партнеры по сотрудничеству, — объясняет Юрген Лоренц, — только так могут быть гарантированы независимые результаты исследований».

Еще задолго до создания исследовательского парка, в марте 2013 г., десять ученых из разных областей науки — строительной физики, строительной химии и медицины — впервые встретились с научно-исследовательской группой Vaumit для обсуждения реализации проекта. «Мы вместе рассуждали над тем, какие измерения необходимы и как можно проанализировать влияние строительных материалов на здоровье человека», — вспоминает Юрген Лоренц. Научно-исследовательская группа решила, что в опытных домах, наряду с динамикой внутренней и наружной температур и буферизацией влаги, необходимо измерять и оценивать:

- концентрацию формальдегида, летучих органических соединений (ЛОС), радона, аэроионов,
- интенсивность запахов,
- звук и акустику,
- поглощение высокочастотных электромагнитных полей.

Опытный дом в разрезе

У всех домов идентичны конструкция крыши и структура пола, размер и расположение окон и дверей.





В опытных домах установлены измерительные датчики — они круглосуточно фиксируют измеряемые величины

В самом «сердце» измерений

Техническая трудоемкость при возведении и обустройстве опытных домов была колоссальной. Рядом с девятью домами появился еще один — особый. Десятый дом предназначен для всей компьютерной техники и измерительных приборов. Здесь кратко представлены все измеряемые величины — температура воздуха и температура поверхности стен, влажность воздуха и энергопотребление.

В опытных домах установлены измерительные датчики (по 31-му в каждом) — они круглосуточно фиксировали измеряемые величины.

Также внутренние помещения домов исследованы на предмет токсических и физических факторов и их влияния на комфортность жизни и самочувствие людей. При этом все непрерывно поступающие данные измерений сохранялись на сервере и были защищены.

Кроме того, каждый опытный дом оснащен контролируемой приточно-вытяжной вентиляцией. Таким образом, заданный воздухообмен и определенные условия эксплуатации управлялись компьютером без необходимости открывать окна вручную.

Три миллиона евро и 3000 посетителей

Несомненно, реализация такого необычного проекта предполагала большие финансовые вложения. Только в первые два года компания **Vaumit** инвестировала в исследовательский парк 3 миллиона евро. «Если есть идея, которую все поддерживают, нужно просто взять в руки деньги и воплотить ее в жизнь. Только так можно создать что-то действительно новое, и такой проект окупится!» — убежден Роберт Шмид. Интерес к исследовательскому парку Viva с самого начала был чрезвычайно высок. Хотя компания **Vaumit** не афишировала начало реализации проекта, среди производителей стройматериалов быстро распространился слух, что в Вупфинге строится что-то уникальное.

Каждый хотел представить и прочувствовать, каково это — жить в каждом из этих домов. «Это то, что нужно!» — такой чаще всего была реакция многочисленных экспертов в сфере строительных материалов, когда начались измерения. Чтобы не нарушать процесс, поначалу в опытные дома пускали лишь некоторых заинтересованных.

С завершением первого этапа исследований четыре опытных дома открыты для посещения во время экскурсий по предприятию. На сегодняшний день атмосферу опытных домов почувствовали на себе уже более 3000 посетителей.

Пять миллионов данных

За весь период измерений — с марта 2015 г. до настоящего времени — проанализировано более 5 миллионов данных. «Исследовательский парк Viva, бесспорно, самый масштабный исследовательский проект по сравнению строительных материалов из когда-либо существовавших, — резюмирует Юрген Лоренц. — Изучая взаимодействие различных строительных материалов, мы сделали множество важнейших открытий. Сейчас уже невозможно представить дальнейшую разработку строительной продукции без участия исследовательского парка Viva».

Все научные открытия, сделанные на первом этапе проекта, учитываются сейчас при разработке продукции Baumit, — и исследования продолжают. Так, например, было построено еще два опытных дома — в стиле домов эпохи грюндерства. Чтобы как можно точнее воспроизвести дом этого периода, на каждый из домов израсходовано по 23 000 шт стандартных массивных кирпичей, сходных по свойствам с многовековыми кирпичными стенами. Сейчас ученые исследуют параметры комфортности в этих домах и оценивают тепловую защиту таких зданий.

Исследования продолжаются...

В будущем планируется построить новые дома с учетом других исследовательских задач или приспособить уже существующие модели для измерения и анализа новых продуктов и систем. «Исследовательский парк Viva — это живой проект, который адаптируется под новые исследования, непрерывно развивается и никогда не завершится. Благодаря ему мы изменили подход к изучению и разработке строительных материалов, причем коренным образом — сейчас и на десятилетия вперед» — убежден Юрген Лоренц.

ИНТЕРВЬЮ



«В этих домах всё анализируется и измеряется»

Ганс Петер Швайгер, координатор проекта исследовательского парка Viva, — о проблемах проектирования и строительства опытных домов Viva.

Какие проблемы пришлось решать в ходе строительства опытных домов?

Ганс Петер Швайгер: Особое внимание мы уделяли тому, чтобы каждая деталь подходила абсолютно точно и все дома были одинаково герметичны. Из-за небольшой кубатуры опытных домов любой, даже самый небольшой, дефект мог повлечь серьезные последствия. Например, производители окон трижды дорабатывали их, пока соединительные детали и контактное давление уплотнителей во всех домах не совпали.

Кроме того, нам нужно было скорректировать процедуру сдачи-приемки, применимую к опытным домам. Общепринятым способом проверки герметичности зданий является тест Blower-Door. Обычно при таком исследовании на входную дверь монтируется установка и создается пониженное или избыточное давление в 50 Па. Из-за небольшого размера опытных домов это было неприменимо: для теста Blower-Door наши здания недостаточно герметичны. Пришлось адаптировать метод измерения. В измерительное отверстие на тыльной стороне дома мы установили трубу, с помощью диафрагменного насоса создали избыточное давление 50 Па и измерили объем воздуха, необходимый для поддержания давления. Так удалось рассчитать герметичность.

Что для Вас было особо значимым на этапе проектирования?

Ганс Петер Швайгер: Когда стало ясно, что именно мы хотим измерить, возник вопрос: какие параметры нам нужны, чтобы определить факторы хорошего самочувствия для анализа комфорта и благоприятности помещения? Из этого вопроса возник другой: как наиболее реалистично смоделировать эксплуатационный процесс? А напоследок мы столкнулись с бытовыми трудностями: откуда в домах возьмется влага? Стоит ли нам установить испаритель с таймером или кто-то будет несколько раз в день проходить по домам и увлажнять воздух? Проветривать помещения вручную или автоматически? Подумав над всем этим, мы совместно решили максимально автоматизировать процесс, чтобы свести к минимуму помехи в ходе проведения измерений. Так была выбрана вентиляция с автоматическим регулированием. Дополнительное преимущество: мы могли легко и просто имитировать различные эксплуатационные условия.

Если оценить уже пройденный путь: в чем заключались основные проблемы проекта?

Ганс Петер Швайгер: Мои коллеги по компании Vaumit внесли большой личный вклад на всех этапах — от проектирования до строительства.

Только сборные строительные элементы, кровельные жестяные работы, отопление и окна были произведены сторонними компаниями, в остальном все работы проводили мы сами. При этом на каждом этапе появлялись новые вопросы: какие материалы использовать, чтобы они соответствовали популярным типам постройки? Как сделать необходимые измерительные отверстия абсолютно герметичными? Какой момент будет оптимальным для монтажа измерительных зондов?

Таким образом, этап координации рабочих участков потребовал от нас больших усилий. Даже в ходе самого строительства мы все время сталкивались с непредвиденными ситуациями. Так, на последней фазе строительства, после монтажа всех измерительных зондов в одном доме неожиданно обнаружилось относительно высокое содержание ЛОС. После напряженных размышлений и дискуссий, по результатам анализов мы установили, что источником ЛОС был клей, который использовал производитель сборных элементов. Мы же применили его для герметизации трубчатого ввода. Такая вот оплошность: уверенные в нетоксичности собственных строительных материалов, мы сами же принесли в дом источник вредных веществ с сопутствующим строительным продуктом. Это было действительно поучительно.

Что Вас удивило?

Ганс Петер Швайгер: То, насколько, оказывается, важен запах в доме и как по-

особенному «вдыхаешь» каждый дом, входя в него.

Еще на этапе строительства мы выяснили, что во всех домах пахнет по-разному. Дома стоят уже не один год, но различия в их запахах по-прежнему есть. В жилом доме эти запахи ненадолго перебиваются запахом мебели, пищи, бытовой химии. А в исследовательском парке, по понятным причинам, специфический запах в домах имеется всегда.

В чем, по-Вашему, главная особенность и основная польза исследовательского парка Viva?

Ганс Петер Швайгер: Несколько десятилетий назад мы провели наши первые измерения на небольших опытных образцах, затем проводили тесты в лаборатории на целых стенах. Благодаря исследовательскому парку мы можем воссоздавать реальные жилищно-бытовые условия. И это большое достижение, поскольку теперь мы, ученые, располагаем совершенно иными возможностями для проведения тестов. Наконец у нас появилась не одна измеряемая величина, а совокупность измеряемых величин в каждом продукте. Для меня это самое увлекательное в исследовательском парке Viva.

Заходя в опытные дома, в каждом из них ощущаешь себя по-разному. И тут понимаешь, что только всё в целом, сумма всех деталей, до последних мелочей, делает дом домом.



Опытные дома Viva (справа) расположены непосредственно за инновационным центром (слева) на территории завода Baumit.

2.2. ОПЫТНЫЕ ДОМА

Как все создавалось...

Строительство исследовательского парка длилось 18 месяцев. За это время были возведены каркасы домов и смонтирована вся измерительная техника. Затем, в результате трудоемких испытаний, удалось добиться полной герметичности помещений.

В этой главе кратко освещены важнейшие параметры проекта и этапы строительства.

■ Территория исследовательского парка

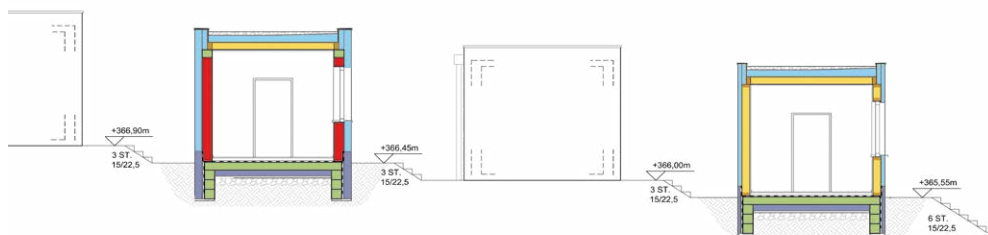
Исследовательский парк Viva занимает территорию площадью 2160 м² на небольшом склоне непосредственно за инновационным центром Baumit в Вopfинге (Нижняя Австрия).

■ Расположение домов

Чтобы создать одинаковые внешние условия и избежать естественного затенения, дома расположили в шахматном порядке. Также для максимальной объективности результатов исследований намеренно отказались от любых затеняющих элементов, например козырьков. При этом окна домов оснастили наружными рольставнями — для целенаправленного затенения в случае необходимости.

Опытные дома в разрезе

«Шахматное» расположение домов исключает естественное затенение.



■ Фундамент

Все опытные дома оснащены бетонными опорными плитами, под которыми уложен влагостойкий утеплитель XPS. Дополнительная наружная изоляция фундамента позволила минимизировать потери тепла.



Бетонные опорные плиты с утеплителем XPS

■ Типы строений

При проектировании опытных домов выбраны самые распространенные типы строений. Так, были возведены дома из бетона, кирпича, деревянного ригеля с гипсокартонной обшивкой и деревянный дом из блок-хауса.

Пять из десяти домов — кирпичные. Причем один — из полуметрового кирпича (стенки толщиной 50 см), наполненного минеральной ватой. Еще один дом создан в духе несанированной постройки старого типа и, следовательно, остался неутепленным. Два бетонных дома и два дома из деревянного ригеля сооружены из сборных блоков.



Опытные дома: 1 — кирпичный, 2 — бетонный



Опытные дома: 1 — деревянный дом из бруса, 2 — панельно-каркасный

■ **Конструктивное исполнение: герметичность и нетоксичность**

Вместо строительных герметиков, содержащих растворитель, использована уплотнительная паста с минимально низким содержанием летучих органических соединений (ЛОС). Опорные плиты дополнительно обклеены композиционным гидроизоляционным полотном из фольгированного картона, не содержащего ЛОС. Нет токсичных соединений и в составе использованного системного клея.

Гидроизоляционные полотна использованы также для пароизоляции крыши. Тщательно оклеены швы и, особенно, склеенные угловые зоны — для максимальной герметичности опытных домов.



1— герметик цокольной плиты без содержания ЛОС, 2 — герметик для углов без содержания ЛОС, 3 — гидроизоляционное полотно как пароизоляция без содержания ЛОС

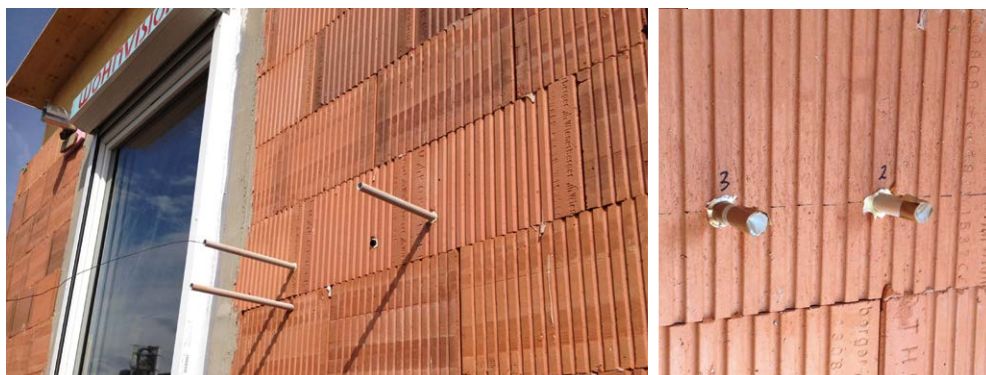
Герметичность была важнейшим условием при монтаже окон и дверей. В этой связи монтажной фирме пришлось неоднократно вносить улучшения. Ученые отказались от окон со встроенными в раму вентиляторами, поскольку по результатам испытаний, проведенных Институтом Бургенланд, однородность потока вентилируемого воздуха и герметичность при выключенном вентиляторе не соответствовали требованиям. Этим объясняется выбор приточно-вытяжной вентиляции с системой контроля герметичности клапанов и измерением объема вентилируемого воздуха.



Герметизация окон и дверей

■ Измерительные датчики

Закладные в стене для кабелей датчиков микроклимата сделаны в четырех точках замера в кладке и комплексной системе теплоизоляции с северной и южной сторон каждого опытного дома.



Закладные для датчиков микроклимата



Монтаж закладных для измерительных датчиков в панельно-каркасных домах

Для монтажа датчиков в домах из деревянного ригеля потребовалось гораздо больше времени. Нужно было пробить пароизоляцию, а затем вернуть ей абсолютную герметичность, после чего восстановить облицовку стен.

■ Теплоизоляция

Несмотря на различие стенообразующих материалов, во всех домах (в том числе неутепленном) коэффициент теплопроводности должен был достигать $0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, что соответствует минимальному энергетическому стандарту. Чтобы прийти к этому единому значению, толщину слоя теплоизоляции стенообразующих материалов делали разной. В доме из полуметрового кирпича теплоизоляция уже была интегрирована в сам материал, поэтому никакой наружной теплоизоляции не понадобилось.

В зависимости от типа строения толщина утеплителя составляла 6–20 см. У одного из домов теплоизоляция интегрирована в стенообразующий материал, еще один дом не был утеплен.





Водяной подогрев пола во всех опытных домах



Система приточно-вытяжной вентиляции

■ Система обогрева и вентиляции

Во всех опытных домах предусмотрен водяной подогрев пола — от бойлера, расположенного в отдельном техническом помещении. Необходимое количество тепла определяет электросчетчик. В каждом опытном доме установлена приточно-вытяжная вентиляции. Благодаря всему этому можно настраивать заданный воздухообмен для имитации определенных условий эксплуатации помещения (залповое проветривание, длительное проветривание и др.).

■ Средства сопряжения и передача данных

Чтобы электромагнитные поля не влияли на концентрацию аэроионов, все электрические средства сопряжения, первичные измерительные преобразователи и отопительная система размещены в изолированных наружных технических помещениях. Для энергообеспечения и передачи данных из измерительного центра на некоторых опытных домах установлены наружные распределительные ящики.



Подробный обзор домов VIVA

Внешне все опытные дома выглядят одинаково: в каждом — одна комната без разделительных стенок, одно окно и одна дверь; размеры внутренних помещений — 4 x 3 x 2,83 м. Коэффициент U у всех домов одинаков — 0,15 Вт/(м²·К). Однако структура стен домов различна. Есть дома из бетона, дома из кирпича — с интегрированной теплоизоляцией и без неё, панельно-каркасные дома, обшитые гипсокартоном, а также один деревянный дом из блок-хауса.



СФТК — системы фасадные теплоизоляционные композитные с наружным штукатурным или облицовочным слоями.

Система утепления фасадов — это закрепленная на наружной части стен здания клеем и специальными дюбелями комплексная утепляющая система.

Фасадная отделка состоит из нанесенных на теплоизоляцию тонкого армированного штукатурного слоя и декоративно-защитного покрытия.

■ Структура стен

Цель проекта Viva — изучить влияние различных стеновых материалов, теплоизоляционных систем и внутренней отделки на динамику температур на внутренних и наружных стенах и буферизацию влаги, а также оценить разные типы строений и стройматериалы по следующим характеристикам:

- выделение ЛОС и формальдегидов,
- запахи, звукопроводность и акустика,
- наличие радона и высокочастотных электромагнитных полей.

Таблица дает представление обо всех выбранных типах строения и использованных стройматериалах. В ней изложены подробные данные о структуре и толщине стен, теплоизоляции и внутренней отделке опытных домов.

■ Потолок и пол

Структура потолка и пола во всех домах исследовательского парка одинакова.

В таблицах представлено строение потолка и пола опытного дома в виде описания многослойной структуры изнутри наружу.

Структура стен опытных домов в исследовательском парке Viva *

Дом	Стенообразующий материал	Толщина стенообразующего материала [см]	Теплоизоляция	Толщина утеплителя [см]	Штукатурная / отделочная система	Краска для стен
1	Бетон	18	СФТК Baunit XS 022 с теплоизоляционной фасадной плитой Baunit FassadenDämmplatte XS 022	14	Водно-дисперсионная шпаклевка Baunit FinoFinish	Водно-дисперсионная краска Baunit Divina Classic
2	Бетон	18	СФТК Baunit open@air KlimaschutzFassade и фасадная плита Baunit FassadenPlatte open@air	20	Известковая штукатурка Baunit KlimaPutz S	Специальная краска Baunit Ionit
3	Кирпич Wienerberger Porotherm 25 N+F	25	Без теплоизоляции Штукатурный состав Baunit MPA 35	0	Гипсовая штукатурка Baunit GlättPutz	Водно-дисперсионная краска Baunit Divina Classic
4	Кирпич Wienerberger Porotherm 25 N+F	25	СФТК Baunit open@air KlimaschutzFassade и фасадная плита Baunit FassadenPlatte open@air	18	Известковая штукатурка Baunit KlimaPutz S	Краска на минеральной основе Baunit KlimaColor
6	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона Vario-Bau	18	СФТК Baunit ECO и фасадная изоляционная плита Baunit FassadenDämmPlatte ECO plus	6	Без внутренней штукатурки, только гипсокартонные панели	Водно-дисперсионная краска Baunit Divina Classic
7	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона Vario-Bau	18	СФТК Baunit ECO и фасадная теплоизоляционная плита Baunit FassadenDämmPlatte ECO plus	6	Гипсокартонные панели + специальная шпаклевка Baunit Ionit Spachtel	Специальная краска Baunit Ionit
9	Кирпич Wienerberger Porotherm 50 W.i Objekt Plan (с наполнением из минеральной ваты)	50	Теплоизоляционный кирпич наполнение из минеральной ваты, Легкая штукатурка Baunit GrundPutz Leicht	0	Известковая штукатурка Baunit KlimaPutz S	Краска на минеральной основе Baunit KlimaColor
10	Деревянный блок-хаус (дом из массива)	20	СФТК Baunit Nature, Мягкая древесно-волокнистая плита Baunit Massiv	20	Без внутренней штукатурки (стена из блок-хауса)	Без внутренней отделки

* Комментарии относительно домов 5 и 8 – в разделе «Типы строений в исследовательском парке Viva» («Монолитные строения из кирпича»).

Структура потолка опытного дома

Слой	Тип слоя	Толщина слоя [см]
1	Гипсокартонная панель	1,3
2	Воздушная прослойка / Опалубка / Пятислойная пароизоляционная алюминиевая пленка Valutect	2
3	Трехслойная плита из древесины по стандарту ÖNORM B 2209 ALE 30 KSK	10
4	Теплоизоляционная плита EPS W 25 SF	26
5	Теплоизоляционная плита EPS W25 SF – изоляция с заданным уклоном	2-10
6	Гидроизоляционная ПВХ-мембрана	0,18
Средняя общая толщина потолка в домах		45,5

Структура пола опытного дома

Слой	Тип слоя	Толщина слоя [см]
1	Керамическое покрытие + клей	2
2	Стяжка с подогревом	7
3	Плита Rolljet	3
4	Паровая изоляция TSD EPS W30 / Пятислойная пароизоляционная алюминиевая пленка Valutect	3
5	Железобетон C 25/30	20
6	Теплоизоляционная плита XPS Top 30 SF	16
7	Подготовительный слой	5
8	Балластный слой	20
Средняя общая толщина пола в домах		76

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Для анализа и сравнения теплоаккумулирующей способности, теплопроводности и гигроскопичности стен из различных материалов используют некоторые физические параметры. Приводим краткое описание важнейших из них:

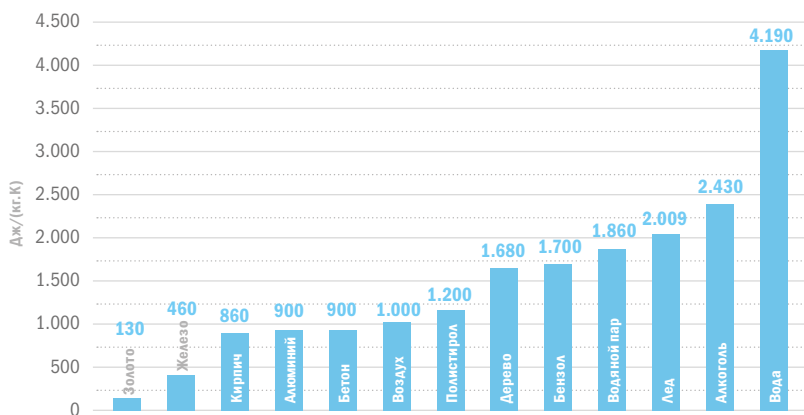


ТЕПЛОЕМКОСТЬ

Физическая величина, описывающая способность материала накапливать тепловую энергию. Удельная теплоемкость соответствует количеству энергии, необходимому для нагрева 1 кг материала на 1 °С. Измеряется в Дж/(кг·К).

Теплоемкость различных материалов

Удельная теплоемкость различных материалов. Источник: Chemie.de



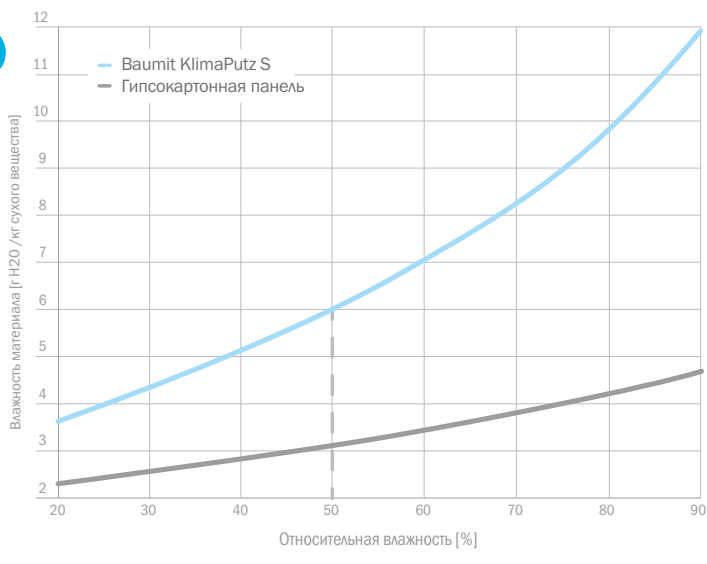
Изотермы сорбции

График показывает, что при относительной влажности воздуха 50% гипсокартонная панель может впитать около 3,2 г влаги / кг сухого вещества, а BaumitKlimaPutz S — около 6,0 г влаги / кг сухого вещества. Источник: Институт Бургенланд



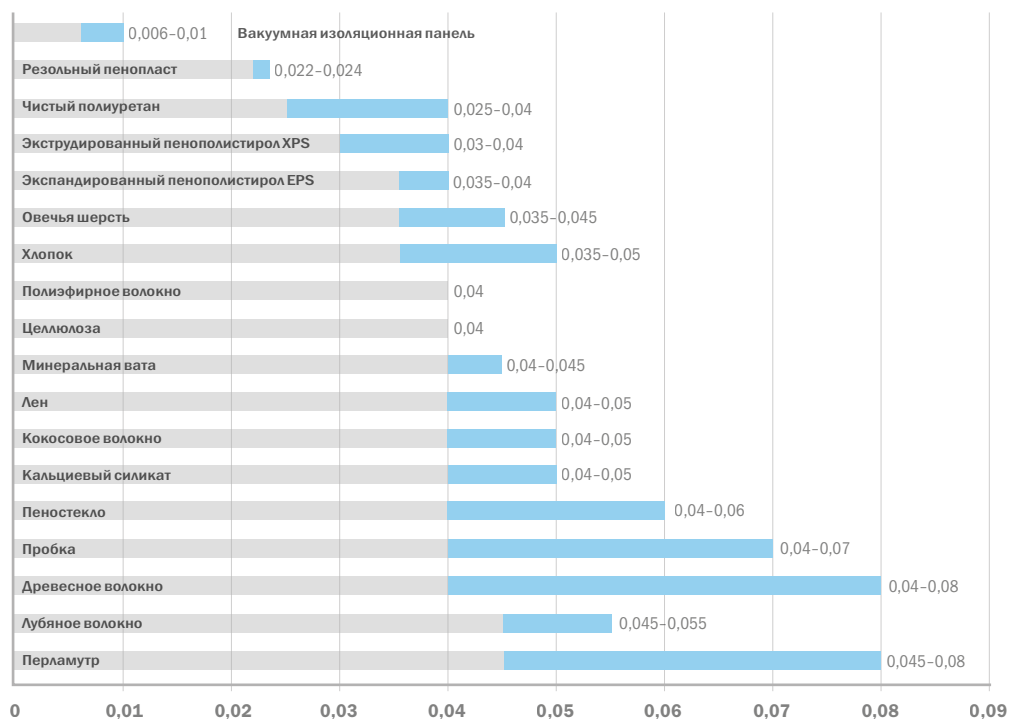
ИЗОТЕРМА СОРБЦИИ

Описывает обусловленную свойствами материала взаимосвязь между относительной влажностью воздуха и содержанием влаги в материале в устойчивом состоянии. Позволяет определить влажность материала на основе относительной влажности воздуха.



Теплопроводность (λ) различных изоляционных материалов [Вт/(м·К)]

Источник: energiesparInfos.de



УСТОЙЧИВОСТЬ К ДИФфуЗИИ ВОДЯНОГО ПАРА

Описывает диффузионное сопротивление строительных материалов.

Коэффициент сопротивления диффузии водяного пара (μ) показывает, насколько данный материал уменьшает диффузию водяного пара относительно равного по толщине статического воздушного слоя. Чем больше μ , тем более паронепроницаем строительный материал.



ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

Способность материала проводить тепло. Коэффициент теплопроводности (λ) — величина, равная количеству теплоты, проходящему за 1 с через 1 м^2 слоя толщиной в 1 м при температурном перепаде в 1 К ($1 \text{ }^\circ\text{C}$). Чем меньше λ , тем лучше изоляционная способность строительного материала.



Типы строений в исследовательском парке Viva

Как говорилось выше, опытные дома в исследовательском парке Viva построены из бетона, цельного кирпича, дерева и деревянного каркаса с обшивкой из гипсокартона, и имеют различную внутреннюю и наружную отделку.

■ Монолитные строения из бетона

Два опытных дома построены из монолитного бетона и бетонных монтажных блоков. Оба утеплены.

Дом 1: бетон + водно-дисперсионная шпаклевка + водно-дисперсионная краска

В качестве внутренней штукатурки этого дома использована только водно-дисперсионная штукатурка, для окраски стен — Baunit Divina Classic, для наружной изоляции — фасадная изоляционная плита Baunit FassadenDämmPlatte XS 022.

Дом 2: бетон + известковая штукатурка + Baunit Ionit

В этом доме внутренняя штукатурка выполнена Baunit KlimaPutz, для покраски стен использована Baunit Ionit, для теплоизоляции — фасадная плита Baunit FassadenPlatte open@air.

Дом 1, структура стен: бетон + водно-дисперсионная шпаклевка + водно-дисперсионная краска						
Структура стен	Продукт	Толщина s [см]	Плотность ρ [кг/м³]	Удельная теплоемкость* с [Дж/кг К]	Теплопроводность λ [Вт/(м К)]	Устойчивость к диффузии водяного пара μ [-]
Краска для стен	Водно-дисперсионная краска Baumit Divina Classic	0,02	1600	800	0,7	100
Штукатурная / отделочная система	Водно-дисперсионная штукатурка Baumit FinoFinish	0,1	1300	800	0,7	50
Железобетон	Железобетонная сборная стеновая плита C30/37 B2	18	2400	1000	2,5	130
Клеящее вещество	Клеевая шпаклевка Baumit Klebespachtel и анкер Baumit KlebeAnker	1,5	1200	1000	0,8	50
Теплоизоляция	Фасадная изоляционная плита Baumit Fassadendämmplatte XS 022	14	35	1400	0,02	40
Шпаклевка + щелочестойкая стеклосетка	Толстослойная клеевая шпаклевка Baumit DichtschichtKlebeSpachtel (грунтовка Baumit Premium Primer)	0,5	1200	1000	0,5	25
Наружная штукатурка	Baumit NanoporTop	0,2	1800	1000	0,7	25

Дом 2, структура стен: бетон + известковая штукатурка + Baumit Ionit						
Структура стен	Продукт	Толщина s [см]	Плотность ρ [кг/м³]	Удельная теплоемкость* с [Дж/кг К]	Теплопроводность λ [Вт/(м К)]	Устойчивость к диффузии водяного пара μ [-]
Краска для стен	Специальная краска Baumit Ionit	0,02	1450	800	0,7	15
Штукатурная / отделочная система	Известковая штукатурка Baumit KlimaPutz S	2	1050	960	0,4	7
Железобетон	Железобетонная сборная стеновая плита C30/37 B2	18	2400	1000	2,5	130
Клеящее вещество	Клеевая шпаклевка Baumit Klebespachtel и анкер Baumit KlebeAnker	1,5	1200	1000	0,8	50
Теплоизоляция	Фасадная плита Baumit Fassadenplatte open@air	20	15	1450	0,03	7
Шпаклевка + щелочестойкая стеклосетка	Клеевая шпаклевка Baumit open Klebespachtel W (грунтовка Baumit Premium Primer)	0,5	1350	1000	0,8	18
Наружная штукатурка	Baumit NanoporTop	0,2	1800	1000	0,7	25

* Стандартное значение

■ Монолитные строения из кирпича

Пять опытных домов в парке Viva — кирпичные. В трех из них проводились сравнительные измерения. Один такой дом построен из 25-сантиметрового кирпича с наружной теплоизоляцией. Другой — из полуметрового кирпича с интегрированной теплоизоляцией. Третий — выстроенный из 25-сантиметрового кирпича, — намеренно оставлен не утепленным. По своим характеристикам он соответствует несанированной постройке старого типа. Два других кирпичных дома — пункт обработки данных (дом 8) и дом для тестирования продуктов (дом 5) — в рамках исследовательского проекта не подвергались замерам.

Дом 3: кирпич без утеплителя + гипсовая штукатурка + водно-дисперсионная краска

Дом 3 — особый среди домов исследовательского парка Viva. Он выстроен из 25-сантиметрового кирпича и намеренно оставлен без утепления: ученые хотели сравнить характеристики дома без теплоизоляции и идентичного кирпичного дома с теплоизоляцией (дом 4). Этот тип постройки не соответствует современным строительным стандартам. Для внутренней отделки дома 3 использованы гипсовая гладкая штукатурка в сочетании с краской для стен Baumit Divina Classic.

Дом 4: кирпич 25 см + известковая штукатурка + минеральная краска

В качестве внутренней штукатурки дома 4 использована Baumit KlimaPutz, для окраски стен — Baumit KlimaColor. Для теплоизоляции здания применена фасадная плита Baumit FassadenPlatte open@air.

Дом 5: кирпич 25 см

Этот дом использовался для тестирования разработок, и никаких сравнительных измерений там не проводилось. Поэтому в таблице «Структура стен опытных домов в исследовательском парке Viva» данных о нем нет.

Дом 8: кирпич 25 см

В этом доме размещен центральный измерительный пункт, где синхронизируются все данные, получаемые из опытных домов. Следовательно, измерения в доме 8 также не проводились и данных о нем в таблице «Структура стен опытных домов в исследовательском парке Viva» нет.

Дом 9: кирпич 50 см + известковая штукатурка + минеральная краска

Стены дома 9 построены полуметровой кирпичной кладки с интегрированной теплоизоляцией. В качестве внутренней штукатурки, как в домах 2 и 4, использована Baumit KlimaPutz, для окраски стен — Baumit KlimaColor.

Дом 3, структура стен: кирпич 25 см без утеплителя + гипсовая штукатурка + водно-дисперсионная краска

Структура стен	Продукт	Толщина s [см]	Плотность ρ [кг/м³]	Удельная теплоемкость * с [Дж/кг К]	Теплопроводность λ [Вт/(м К)]	Устойчивость к диффузии водяного пара μ [-]
Краска для стен	Водно-дисперсионная краска Baumit Divina Classic	0,02	1600	800	0,7	100
Штукатурная / отделочная система	Гипсовая штукатурка Baumit GlättPutz	1,5	1100	1000	0,6	10
Кирпич 25 см	Кирпич Wienerberger Porotherm 25 N+F	25	798	1000	0,26	5-10
Наружная штукатурка	Известково-цементная штукатурка Baumit MPA 35	2	1400	1000	0,5	15
Отделка фасада	Фасадная краска Baumit GranoporColor	0,04	1640	800	0,7	225

Дом 4, структура стен: кирпич 25 см + известковая штукатурка + минеральная краска

Структура стен	Продукт	Толщина s [см]	Плотность ρ [кг/м³]	Удельная теплоемкость * с [Дж/кг К]	Теплопроводность λ [Вт/(м К)]	Устойчивость к диффузии водяного пара μ [-]
Краска для стен	Минеральная краска Baumit KlimaColor	0,02	1500	800	0,7	5-10
Штукатурная / отделочная система	Известковая штукатурка Baumit KlimaPutz S	1,5	1050	960	0,4	7
Кирпич 25 см	Кирпич Wienerberger Porotherm 25 N+F	25	798	1000	0,26	5-10
Клеящее вещество	Клеевая шпаклевка Baumit open Klebespachtel W +анкер Baumit KlebeAnker	1,5	1350	1000	0,8	18
Теплоизоляция	Фасадная плита Baumit FassadenPlatte open@air	18	15	1450	0,03	7
Шпаклевка + щелочестойкая стеклосетка	Клеевая шпаклевка Baumit open Klebespachtel W (грунтовка Baumit Premium Primer)	0,5	1350	1000	0,8	18
Наружная штукатурка	Baumit open Fascina	0,2	1550	1000	0,8	10

Дом 9, структура стен: кирпич 50 см+ известковая штукатурка + минеральная краска

Структура стен	Продукт	Толщина s [см]	Плотность ρ [кг/м³]	Удельная теплоемкость * с [Дж/кг К]	Теплопроводность λ [Вт/(м К)]	Устойчивость к диффузии водяного пара μ [-]
Краска для стен	Минеральная краска Baumit KlimaColor	0,02	1500	800	0,7	5-10
Штукатурная / отделочная система	Известковая штукатурка Baumit KlimaPutz S	1,5	1050	960	0,4	7
Кирпич 50 см	Porotherm 50 W.i Objekt Plan (с наполнением из минеральной ваты)	50	725	2020	0,08	3,8
Штукатурка-грунт	Легкая штукатурка Baumit GrundPutz leicht	1,6	1200	1000	0,4	15
Шпаклевка + щелочестойкая стеклосетка	Baumit HaftMörtel (грунтовка Baumit PremiumPrimer)	0,5	1300	1000	0,8	18
Наружная штукатурка	Baumit open Fascina	0,2	1550	1000	0,8	10

* Стандартное значение

■ **Панельно-каркасные дома с обшивкой из гипсокартона**

Оба деревянных панельно-каркасных дома утеплены; структура их стен одинакова, отличается только внутренняя отделка.

Дом 6: деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона + гипсокартонные панели без внутренней штукатурки + водно-дисперсионная краска

Для теплоизоляции в доме 6 использованы фасадные изоляционные плиты Baunit Fassaden-Dämmplatte ECO plus. Для окраски стен применена краска Baunit Divina Classic.

Дом 7: деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона + гипсокартонные панели со шпаклевкой Baunit Ionit + Baunit Ionit

Для теплоизоляции в доме 7 использованы фасадные изоляционные плиты Baunit Fassaden-Dämmplatte ECO, для внутренней отделки — краска Baunit Ionit.

■ **Деревянный дом из блок-хауса**

В интересах исследования, наряду с монолитными и каркасными постройками возведен дом из деревянного массива с утеплением.

Дом 10: деревянный блок-хаус; без внутренней штукатурки и окрашивания стен

Пятислойный клееный брус из массива ели и сосны. Внутреннее помещение без отделки.

Дом 10, структура стен: деревянный блок-хаус; без внутренней штукатурки и окрашивания

Структура стен	Продукт	Толщина s [см]	Плотность ρ [кг/м³]	Удельная теплоемкость* с [Дж/кг К]	Теплопроводность λ [Вт/(м К)]	Устойчивость к диффузии водяного пара μ [-]
Стена из блок-хауса	Пятислойный клееный брус из ели и сосны	20	500	1600	0,13	50
Теплоизоляция	Утеплитель из древесного волокна Pavatex pavawall Bloc	20	130	2100	0,04	3
Шпаклевка + щелочестойкая стеклосетка	Толстослойная клеевая шпаклевка Baunit DickschichtKlebespachtel (грунтовка Baunit PremiumPrimer)	0,6	1200	1000	0,5	25
Наружная штукатурка	Baunit CreativTop Trend	0,25	1800	800	0,7	35-40

Дом 6, структура стен: деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона + гипсокартонные панели без внутренней штукатурки + водно-дисперсионная краска

Структура стен	Продукт	Толщина s [см]	Плотность ρ [кг/м³]	Удельная теплоемкость * с [Дж/кг К]	Теплопроводность λ [Вт/(м К)]	Устойчивость к диффузии водяного пара μ [-]
Краска для стен	Водно-дисперсионная краска Baumit Divina Classic	0,02	1600	800	0,7	100
Гипсокартонная огнезащитная панель	Variohaus System Energyline	1,8	680	960	0,25	10
Полиэтилен-полиамидная пленка (как пароизоляция)	Variohaus System Energyline	0,02	900	1260	0,5	500000
Минеральная вата	Variohaus System Energyline	18	115	1030	0,04	1
ДСП	Упорная плита P5 E1	1,6	600	2500	0,12	15-50
Клей + тарельчатые дюбеля	Baumit SupraFix	1,5	1300	1350	0,8	50
Теплоизоляция	Фасадная изоляционная плита Baumit FassadenDämmplatte ECO plus	6	15	1450	0,03	35-80
Шпаклевка + щелочестойкая стеклосетка	Толстослойная клеевая шпаклевка Baumit DickschichtKlebespachtel (грунтовка Baumit Premium Primer)	0,5	1200	1000	0,5	25
Наружная штукатурка	Baumit CreativTop Trend	0,25	1800	800	0,7	35-40

Дом 7, структура стен: деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона + панели из гипсокартона со шпаклевкой Ionit + краска Ionit

Структура стен	Продукт	Толщина s [см]	Плотность ρ [кг/м³]	Удельная теплоемкость * с [Дж/кг К]	Теплопроводность λ [Вт/(м К)]	Устойчивость к диффузии водяного пара μ [-]
Краска для стен	Специальная краска Baumit Ionit	0,02	1450	800	0,7	15
Штукатурная / отделочная система	Специальная шпаклевка Baumit Ionit Spachtel	0,25	950	900	0,35	10
Гипсокартонная огнезащитная панель	Variohaus System Energyline	1,8	680	960	0,25	10
Полиэтилен-полиамидная пленка как пароизоляция	Variohaus System Energyline	0,02	900	1260	0,5	500000
Минеральная вата	Variohaus System Energyline	18	115	1030	0,04	1
ДСП P5	Упорная плита	1,6	600	2500	0,12	15-50
Клей + тарельчатые дюбеля	Baumit SupraFix	1,5	1300	1350	0,8	50
Теплоизоляция	Фасадная изоляционная плита Baumit FassadenDämmplatte ECO plus	6	15	1450	0,03	35-80
Шпаклевка + щелочестойкая стеклосетка	Толстослойная клеевая шпаклевка Baumit DickschichtKlebespachtel (грунтовка Baumit PremiumPrimer)	0,5	1200	1000	0,5	25
Наружная штукатурка	Baumit GranoporTop	0,2	1800	800	0,7	125

* Стандартное значение

2.3. ИЗМЕРЕНИЯ

В каждом опытном доме исследовательского парка Viva круглосуточно измеряется множество величин. Только в первые два года проекта проанализировано более 5 миллионов (!) данных. Исследованы такие параметры, как:

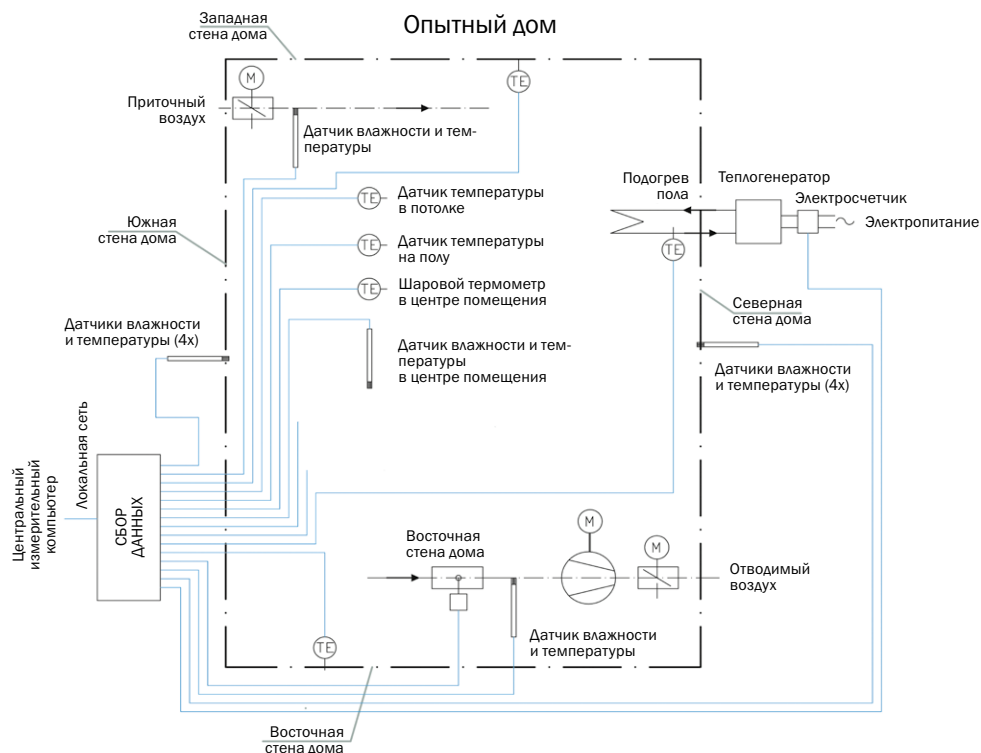
- температура и относительная влажность воздуха в помещении,
- температура поверхностей,
- аэроионы,
- формальдегид,
- летучие органические соединения (ЛОС),
- радон,
- запах,
- звук и акустика,
- влагопоглощение строительных материалов,
- сопротивление строительных материалов диффузии водяного пара,
- гашение высокочастотных магнитных полей

Во всех домах были установлены измерительные датчики (по 31-му в каждом) — они круглосуточно считывали все существенные физические параметры. Полученные данные отправлялись в центральный измерительный пункт (дом 8), где они в течение определенного времени накапливались. Затем их передавали в Институт Бургенланд для детального анализа и объяснения. Наряду с данными, полученными из опытных домов, ученые фиксировали параметры окружающей среды: температуру и влажность воздуха вне помещения, количество осадков, скорость и направление ветра. Измеряли даже суммарную и рассеянную радиацию, а также ультрафиолетовое излучение относительно сторон горизонта.

Количество измерительных датчиков в опытных домах парка Viva	
Комбинированный датчик температуры	11
Комбинированный датчик влажности воздуха	11
Датчик температуры PT 100	5
Шаровой термометр	1
Отопление, температура обратного теплоносителя	1
Объем отводимого воздуха	1
Потребление электроэнергии, нагреватель, колонка	1
Итого измерительных датчиков на каждый опытный дом	31

Размещение измерительных датчиков

Измерительные датчики в опытных домах размещены между наружным штукатурным слоем, теплоизоляцией и стенообразующим материалом, а также в потолке и на полу внутренних помещений.



Параллельно с текущим сбором данных проводились выборочные измерения (например, ЛОС, формальдегид, коммутационные параметры, запах, аэроионы и др.). Блоки данных, уже обработанных специалистами-аналитиками и экспертами по строительной физике, отправляли в Венский медицинский университет (данные обезличивали и передавали их через нотариуса во избежание предвзятости выводов относительно типа строения). Исследователи медицинского университета анализировали эти данные с точки зрения комфорта и валеологии (влияния на здоровье человека).

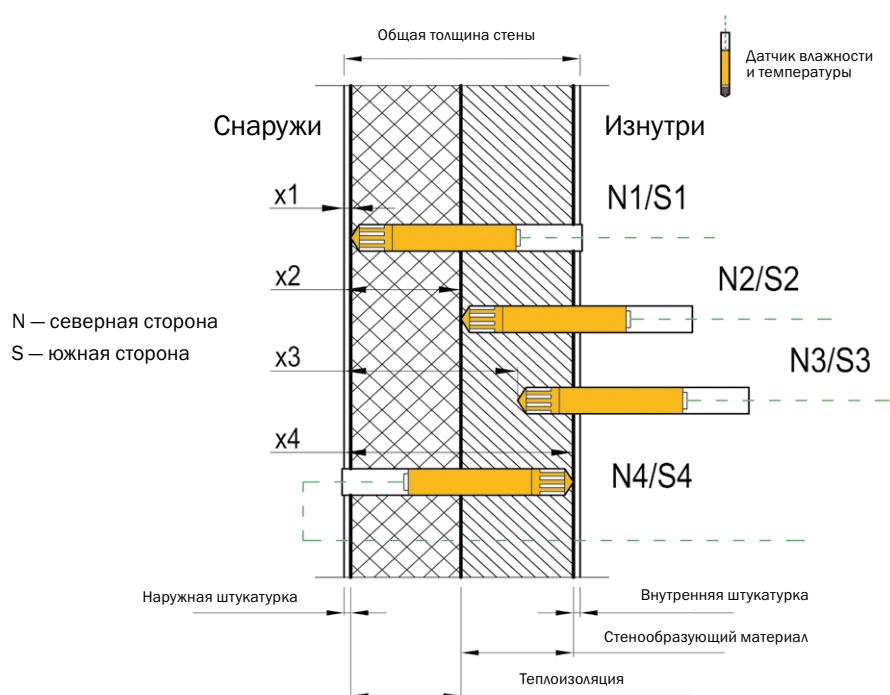
По завершении первой фазы проекта измерения не прекращены, хотя уже проведены долгосрочные наблюдения и исследованы различные факторы (ЛОС, запахи, накопление влаги и др.). В настоящее время и ближайшем будущем реализуются новые исследовательские проекты (например, Комфортная жизнь в домах эпохи грюндерства — влияние теплоизоляции).

Измерительная техника

Для исследования гигротермических характеристик в северной и южной стенах каждого дома установили по четыре датчика влажности и температуры.

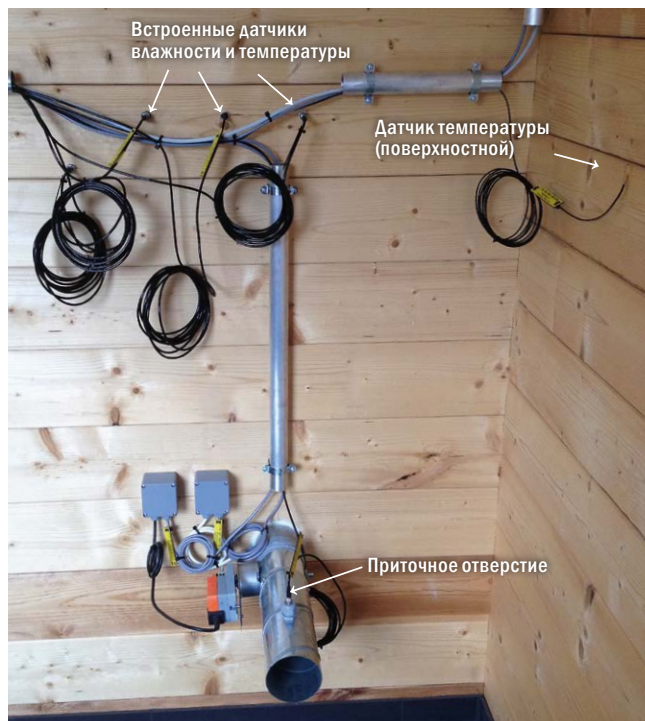
Датчики влажности и температуры

Размещение датчиков влажности и температуры в стене опытного дома



Датчик 1 установлен между наружной штукатуркой и теплоизоляцией; **датчик 2** — в верхнем слое стенообразующего материала; **датчик 3** — по центру стенообразующего материала (для получения данных о влажности и температуре внутри стен); **датчик 4** — в месте стыка внутренней штукатурки и стенообразующего материала (для фиксирования относительной влажности и температуры внутренней стороны стен).

Кроме постоянного мониторинга **относительной влажности** и **температуры внутри стен**, непрерывно измеряли **температуру внутренней поверхности** (датчики расположены в восточной и западной стенах, а также на полу и потолке).



Датчики влажности и температуры в стене опытного дома

Вместе с датчиками для исследования гигротермических характеристик в домах установили дополнительные датчики влажности и температуры. Так, по одному датчику разместили в центре комнаты — для измерения температуры и относительной влажности воздуха в помещении. Кроме того, в каждом опытном доме появился датчик для определения **влажной шаровой температуры**. Он помещен внутрь зачерненного шара и, в комбинации с датчиком комнатной температуры, позволяет определить **оперативную температуру** в помещении (также ее можно описать как «ощущаемую» температуру).



Датчики комнатной температуры и влажности и влажной шаровой температуры (на примере дома из блок-хауса)

Еще один исследованный параметр — **концентрация аэроионов** в опытных домах. С помощью иономера метрологически определены положительно и отрицательно заряженные аэроионы. Кроме того, проведены измерения **температуры приточного и отводимого воздуха**



Система вытяжной вентиляции опытного дома

Потребление тепловой энергии каждым опытным домом определяли с помощью трехфазных счетчиков. Параметром регулирования для подогрева пола служила комнатная температура. Таким образом, температура обратной воды в системе отопления пола стала частью регулярной стратегии. С этой целью на обратную линию подогрева пола был установлен температурный датчик.

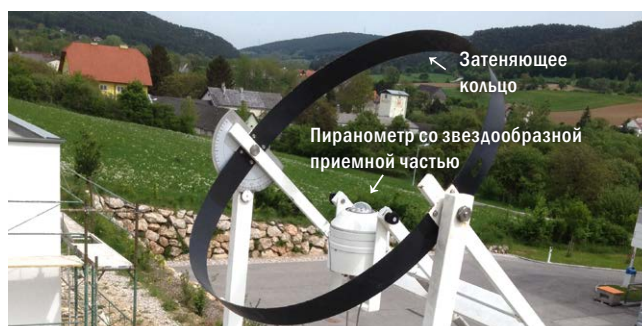
Для измерения параметров окружающей среды использовался передатчик метеоданных. Благодаря этому прибору возможен централизованный сбор таких данных, как атмосферное давление, атмосферная влажность, температура наружного воздуха, скорость и направление ветра. Кроме того, с помощью передатчика метеоданных поступает информация о количестве выпавших осадков.

Суммарная радиация и рассеянная часть суммарной радиации измерялись двумя пиранометрами со звездообразной приемной частью, установленными на крыше центрального измерительного пункта (дом 8).



Передатчик метеоданных и счетчик излучения на крыше измерительного пункта

Замер рассеянного излучения производился с помощью пиранометра, оснащенного затеняющим кольцом. Чтобы удостовериться, что измеряется только рассеянное излучение, нужно было каждые два дня калибровать затеняющее кольцо.



Пиранометр со звездообразной приемной частью, оснащенный затеняющим кольцом, — для измерения рассеянной части суммарного излучения



СУММАРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Под суммарным излучением понимают общее солнечное излучение на поверхность Земли, которое попадает на горизонтальную принимающую плоскость. Состоит из прямого солнечного излучения и рассеянного излучения, попадающего на поверхность Земли после рассеивания облаками, водой и частицами пыли.



Приготовление пищи и водные процедуры — главные источники влаги в домашнем хозяйстве, которые могут значительно влиять на влажность воздуха в помещении.

Эксплуатация опытных домов, или Имитация жилых помещений

Как симитировать жилые помещения в необитаемых домах? Это стало сложнейшей проблемой для ученых.

«Конечно, мы обдумывали идею поселить в опытные дома наблюдателей, — рассказывает Юрген Лоренц, руководитель НИОКР компании Vaunit. — Но для получения научно обоснованных данных нужно было проводить измерения в абсолютно одинаковых условиях. Этого мы никогда бы не добились, пустив в опытные дома «жильцов». Итак, перед экспертами встала мегазадача — определить параметры, необходимые для имитации жилого помещения.

Люди в жилых помещениях естественным образом выделяют в воздух влагу (дыхание, потоотделение), а также создают ее в процессе приготовления пищи, во время водных процедур, стирки, влажной уборки... Зимой, ради комфорта, они включают отопление.

Именно для такой эксплуатации помещения нужно было определить измеримые факторы. Поэтому ученые решили оснастить каждый дом миниатюрной вентиляционной системой — для имитации определенного притока воздуха, и системой увлажнения воздуха. Кроме того, они установили подогрев пола и счетчики энергии.

На основе двух эксплуатационных сценариев — «лето» и «зима» — эксперты точно установили время и частоту проветривания каждого дома, а также количество влаги, которой нужно наполнять воздух в помещении с помощью увлажнителя.

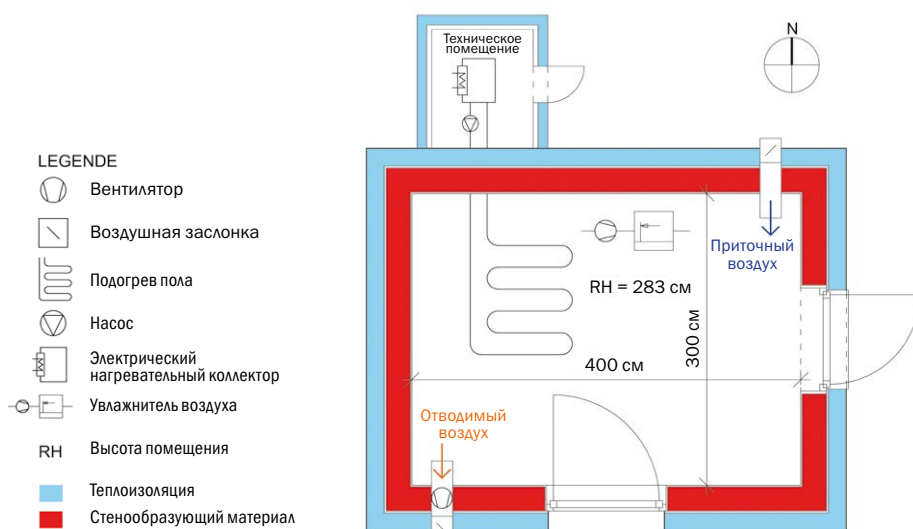
Вентиляция

Для поддержания необходимого уровня вентиляции в каждом опытном доме установили миниатюрную вентиляционную систему, подающую и отводящую воздух.

Эксплуатационный сценарий проветривания в опытных домах должен был имитировать обычные многократные проветривания помещений с помощью открывания окон. Зимой дома проветривали дважды в сутки (утром и вечером) по 1,5 часа. Летом требовалось 2–3 цикла проветривания. Как выяснили ученые, при каждом проветривании помещение в значительной мере наполняется свежим воздухом.

Система вентиляции и отопления

Приточное и вытяжное отверстия в комнате расположены по диагонали. Определенная кратность воздухообмена достигнута с помощью встроенного в вытяжное отверстие вентилятора.



■ Отопление

Кроме системы подогрева пола, теплоснабжение в каждом опытном доме обеспечивает водонагреватель, размещенный в отдельном техническом помещении, которое пристроено к дому снаружи (чтобы не влияло на измерение аэроионов). В зимнее время для отопителя задавалась постоянная комнатная температура 21 °С.



Техническое помещение с электрическим водонагревателем

■ Увлажнение

Наряду с механическим проветриванием помещений, воздух в них постоянно насыщался влагой с помощью встроенных увлажнителей. Определяя ежедневное количество водяного пара, необходимого для имитации жилого помещения, учли основные бытовые источники влаги:

План увлажнения опытных домов	
Источник влаги	Эмиссия
Люди	2200 г / день
Растения	250 г / день
Приготовление пищи и мытье посуды	600 г / день
Ванна, душ, уход за телом	600 г / день
Общее количество (на 130 м ²)	3650 г / день
Общее количество на опытный дом (на 12 м ²)	337 г / день

По сведениям Института Бургенланд, чтобы симитировать эксплуатацию опытных домов (полезная площадь 12 м²), определили точные ежедневные нормы увлажнения для каждого бытового источника влаги

Опираясь на среднюю эмиссию влаги от этих источников, ученые установили необходимое количество увлажнения для опытных домов — 3 x 110 г воды в день на каждый дом.

Эксплуатационные сценарии опытных домов — «зима» и «лето»				
Период эксплуатации	Проветривание	Увлажнение	Комнатная температура	Отопление
Зима	2 x по 1,5 ч, 30 м ³ /ч 06:00–07:30 22:00–23:30	3 x 110 г (= 3 x 25 мин, 263 г/ч) 08:00–08:25 12:00–12:25 18:00–18:25	21 °C	Вкл
Лето	3 x по 1,5 ч, 30 м ³ /ч 06:00–07:30 22:00–23:30 02:00–03:30	3 x 110 г (= 3 x 25 мин, 263 г/ч) 08:00–08:25 12:00–12:25 18:00–18:25	В зависимости от наружной температуры	Выкл

Список эксплуатационных параметров в зимний и летний период

Партнеры по научному сотрудничеству

Для тщательного проведения и обработки всех измерений в исследовательском парке Viva потребовалось совместное участие партнеров по проекту из различных областей науки. Только так удалось основательно исследовать взаимодействие различных строительных материалов. На протяжении трех лет десять выдающихся ученых одной сплоченной командой работали над реализацией проекта Viva. По словам Юргена Лоренца, руководителя НИОКР компании Baumit, «успех проекта заключался в том, что различные научные направления, в частности высотное строительство, измерительная техника, строительная физика и медицина, объединились для совместной работы на междисциплинарном уровне. Такого раньше никогда не было».

IBO

Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie



**INNEN
RAUM
ANALYTIK**

IBO Innenraumanalytik — эксперт качества воздуха в помещениях

Австрийский институт строительной биологии и строительной экологии (IBO), занимающийся аналитикой внутренних помещений, признанный авторитет в вопросах качества воздуха квартир и домов. В исследовательском парке Viva Институт отвечал за микроклимат внутренних помещений. Петер Тапpler, управляющий директор IBO Innenraumanalytik OG, рассказывает: «Впервые в рамках большого проекта мы смогли собрать сравнимые достоверные данные относительно выброса токсичных веществ, запахов, звука и электромагнитных полей. Благодаря этому удалось сделать кардинально новые открытия в отношении различных строительных конструкций». Более трех лет специалисты IBO Innenraumanalytik OG многократно измеряли и оценивали концентрацию летучих органических соединений и испарений формальдегида в домах, проводили трудоемкие исследования запахов, электромагнитных полей, а также масштабные измерения звука и акустики.

Институт Бургенланд — эксперт в области инженерных систем зданий и сооружений

На протяжении многих лет Институт успешно занимается вопросом инженерных систем зданий и сооружений; он известен своей компетентностью в моделировании зданий и установок. «В исследовательском парке Viva мы изучали влияние гигротермических характеристик строительных материалов на микроклимат и температурный комфорт помещений, — поясняет Кристиан Хешль, руководитель магистратуры «Инженерные системы и административно-хозяйственное управление» Института Бургенланд. — Для этого в опытных домах мы измеряли климатические условия снаружи, микроклимат помещений, а также микроклимат материалов и интерпретировали результаты измерений с помощью имитационного моделирования Computational Fluid Dynamics».



AGES — эксперт в области здоровья и безопасности продуктов питания

Австрийское Агентство по вопросам здоровья и безопасности пищевых продуктов (AGES) — компетентный эксперт во всем, что касается защиты человека, животных и растений. В опытных домах парка Viva компания AGES проводила измерения радона.



Венский медицинский университет — эксперт в вопросах жилья и здоровья

Уже много лет для Венского медицинского университета актуальна тема «Жилье и здоровье». В опытных домах парка Viva специалисты университета исследовали комбинации факторов воздействия каждой «жилой единицы». В рамках так называемого сравнительного анализа Indoor-Air-Quality (IAQ) оценены отдельные «составляющие факторов» каждого типа строения (факторы микроклимата, аэроионы, ЛОС, элементарные частицы, звук и запах) с точки зрения их влияния на здоровье и самочувствие людей в медицинском аспекте.





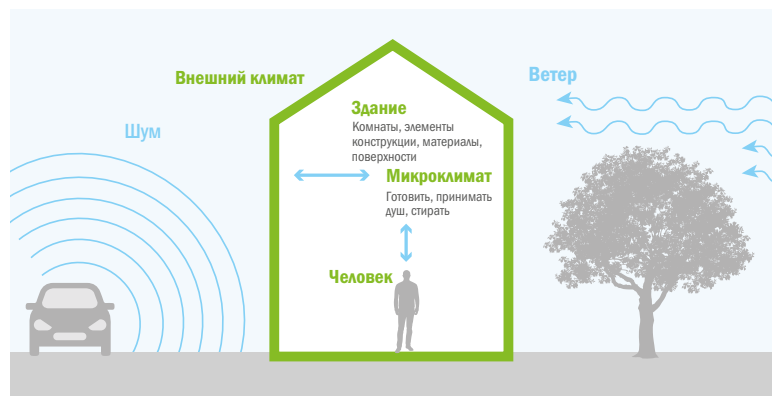
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ VIVA

СТРОИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА, СТРОИТЕЛЬНАЯ ХИМИЯ И ВАЛЕОЛОГИЯ

Строительная физика определяет технические требования к зданиям в плане их тепло-, влаго- и звукоизоляции, ветрозащиты и светотехнических условий. В ее компетенции, в частности, такие вопросы, как микроклимат помещений, освещение, звук и акустика.

В последние десятилетия аспекты строительной физики всё больше влияют на проектирование и конструктивное исполнение строительных объектов. Это связано с тем, что проектирование зданий сопряжено с постоянным противоречием между архитектурными, функциональными и эстетическими требованиями, а также ограничено свойствами материалов и основными законами физики. Этим законам подчинены любые взаимодействия между архитектурным сооружением и внутренним /наружным пространством.

Взаимодействие наружного и внутреннего пространств



Воздействия на здания многообразны. Снаружи на них воздействуют уличный шум и внешние погодноклиматические факторы, а изнутри – люди, оснащение и микроклимат.

Обработав в ходе первого этапа проекта Viva более 5 миллионов данных, ученые сделали множество открытий в сфере строительной физики, строительной химии и медицинской валеологии (науки о здоровье), прежде всего в следующих аспектах:

- микроклимат помещений,
- качество воздуха в помещениях,
- звукоизоляция и акустика помещений,
- высокочастотные электромагнитные поля,
- комфортность помещений и здоровье людей.

3.1. МИКРОКЛИМАТ

Микроклимат помещения непосредственно влияет на здоровье находящихся там людей. Важнейшими составляющими здорового микроклимата жилого помещения являются температура и относительная влажность воздуха. В зависимости от активности, физического состояния и одежды наиболее комфортно люди чувствуют себя в помещении при температуре 20–22 °С и относительной влажности воздуха 40–60%.

Оперативная температура

Насколько нам тепло или холодно в помещении, зависит от оперативной (ощущаемой) температуры, которую определяют два фактора — температура воздуха и температура поверхностей (теплоотдача излучением).

■ Температура воздуха и температура поверхностей

Под температурой воздуха понимают тепловое состояние воздуха, окружающего людей в помещении. Она измеряется по центру комнаты в метре от пола. Температура поверхностей (стен, пола, потолка, мебели и пр.) зависит, с одной стороны, от преобладающей наружной температуры, а с другой — от теплопроводности строительных материалов. Чем меньше значение теплопроводности λ , тем лучше теплоизоляционные характеристики стройматериала.

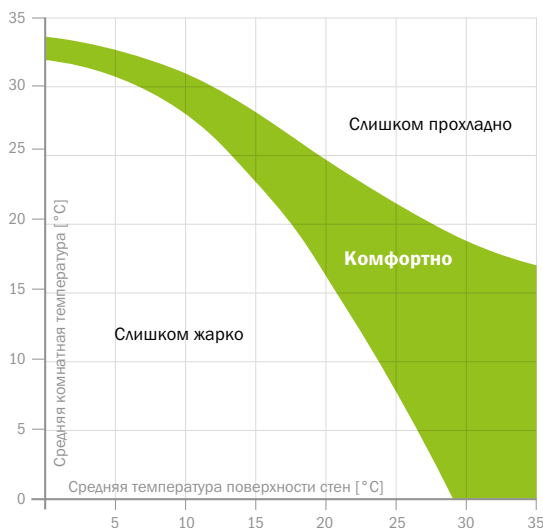
Критерии комфортности жилого помещения

Не слишком холодно и не слишком жарко.
Не слишком сухо и не слишком влажно. Для здорового микроклимата идеальная комнатная температура в холодное время года — 20–22 °С.

При этом, с точки зрения строительной физики, верхняя граница относительной влажности воздуха, во избежание образования конденсата и появления плесени, в холодное время года не должна превышать 45–50%.



При хороших теплоизоляционных характеристиках достижимая поверхностная температура наружных стен в холодное время года близка к комнатной температуре. Если же теплоизоляция плохая, поверхностная температура зимой, напротив, ниже комнатной температуры даже после длительного отапливания помещения. Это значительно влияет на ощущение комфорта. Охлаждение поверхностей наружных стен вследствие понижения наружной температуры на 1 °С ощущается как понижение комнатной температуры. Чтобы компенсировать это, усиливают отопление.



Что значит комфортно?

Диапазон комфортности не широк. При повышении температуры поверхности стен комнатная температура может быть снижена.

Большинство людей чувствуют себя комфортно, когда среднее значение комнатной температуры и температуры поверхностей составляет 20–22 °С. При этом разница между этими температурами, равно как и между температурами пола и потолка, не должна превышать 4 °С.

Если поверхностная температура здания повышается за счет теплоизоляции, теплоотдача тела при постоянной температуре снижается за счет теплового излучения. Охлаждение комнатного воздуха на поверхностях уменьшается, сдерживается возникновение слоев холодного воздуха на полу. Ощущение комфорта усиливается без необходимости дополнительного обогрева.

Оптимальная температура для разных помещений дома	
Помещения	Оптимальная температура
Гостиная и рабочий кабинет	20–22 °С
Спальня	17–18 °С
Детская комната	20–22 °С
Кухня	18 °С
Ванная	23 °С
Подвал	10–15 °С

Идеальная комнатная температура — в пределах 20–22 °С. Летом она может быть значительно выше из-за наружной жары.

ЧТО ТАКОЕ «КОЭФФИЦИЕНТ U»?

Коэффициент U (также коэффициент теплоотдачи) — это величина теплопотери стены. Показывает, какое количество тепла в $\text{с} / \text{м}^2$ теряет стена, если комнатная температура превышает наружную на 1°C .



■ Колебание температуры поверхностей

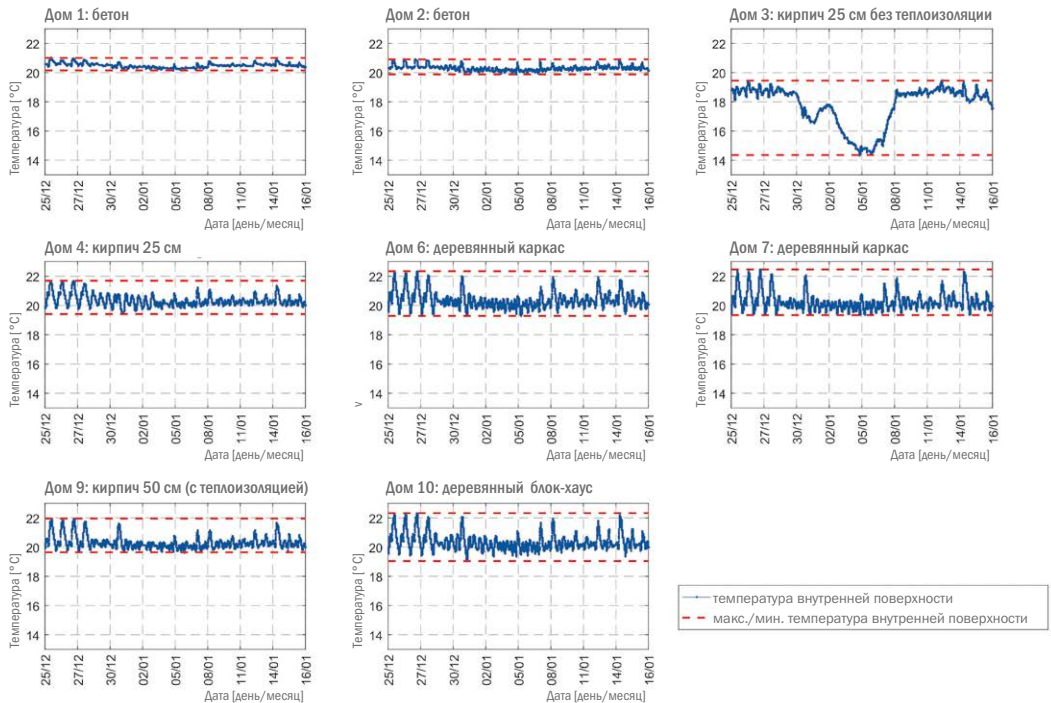
В бетонных домах и зимой и летом отмечаются наименьшие колебания температуры внутренней поверхности наружных стен. Это означает, что в таких домах комнатная температура наиболее сбалансирована. Тогда как в неутепленных домах это колебание максимально, а значит, и комнатная температура в них крайне неустойчива.

Влияние поверхностной температуры стен на оперативную комнатную температуру весьма значительно. И всё же: как на колебания температуры поверхностей в разное время года влияет тип строительной конструкции и какова при этом роль теплоизоляции? Ответы на эти вопросы искали ученые в исследовательском парке Viva, анализируя данные измерений во всех опытных домах в течение одного зимнего и двух летних периодов.

Колебания температуры внутренней поверхности наружных стен зимой

Измерения в зимний период: наибольшие колебания температуры внутренней поверхности наружных стен отмечены в неутепленном кирпичном доме (дом 3, несанированная постройка старого типа), а наименьшие — в утепленных бетонных домах (дома 1 и 2).

Источник: Институт Бургенланд

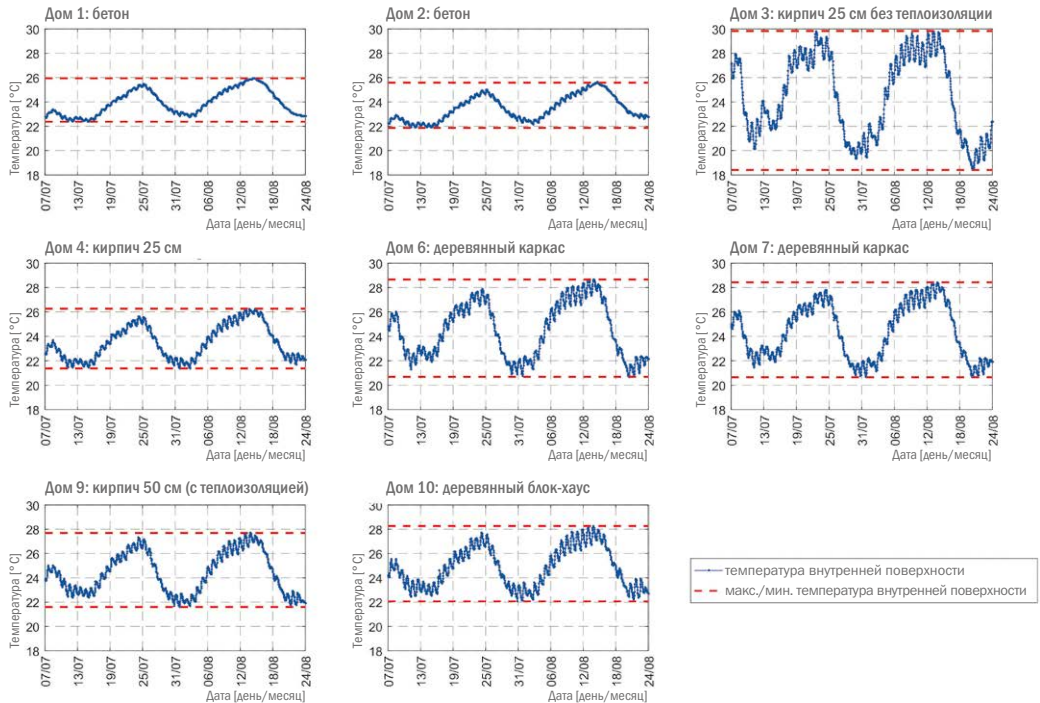


Зимой кривые графика температуры внутренней поверхности наружных стен явно показали, что наименьшее колебание температуры (1 °С) зафиксировано в утепленных домах из бетона. Температурное колебание в деревянном доме и обоих деревянных панельно-каркасных домах составило 3 °С.

Кривые поверхностных температур в летние периоды показали результаты, сходные с зимними. Здесь также в бетонных домах отмечены наименьшие температурные колебания — 4 °С, тогда как в в деревянных панельно-каркасных домах колебания поверхностных температур составили 8 °С. Поскольку у всех домов (за исключением неутепленного) коэффициент U одинаков ($U = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$), большее колебание поверхностных температур напрямую связано с меньшей теплоемкостью домов из деревянного каркаса по сравнению с бетонными домами.

Колебания температуры внутренней поверхности наружных стен летом

Измерения в летний период: в неутепленном кирпичном доме (дом 3, несанированная постройка старого типа) отмечены наибольшие колебания поверхностных температур, а наименьшие зафиксированы в бетонных домах (дом 1 и 2).
Источник: Институт Бургенланд



Колебания температуры внутренней поверхности наружных стен в зависимости от типа дома		
Дом	Структура стен	Колебание температуры внутренней поверхности наружных стен
1	Бетон + водно-дисперсионная шпаклевка + водно-дисперсионная краска	Незначительное
2	Бетон + известковая штукатурка + специальная краска Ionit	Незначительное
3	Кирпич 25 см без утеплителя + гипсовая штукатурка + водно-дисперсионная краска	Очень высокое
4	Кирпич 25 см + известковая штукатурка + минеральная краска	Среднее
6	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона + гипсокартонные панели, без внутренней штукатурки + водно-дисперсионная краска	Высокое
7	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона + шпаклевка Ionit + специальная краска Ionit	Высокое
9	Кирпич 50 W.i Objekt Plan (с наполнением из минеральной ваты) + известковая штукатурка + минеральная краска	Среднее
10	Деревянный блок-хаус, стены без внутренней штукатурки и краски	Среднее

Наименьшие колебания температуры внутренней поверхности наружных стен зафиксированы в бетонных домах, наибольшие — в домах из деревянного каркаса (помимо неутепленного дома).
Источник: Институт Бургенланд

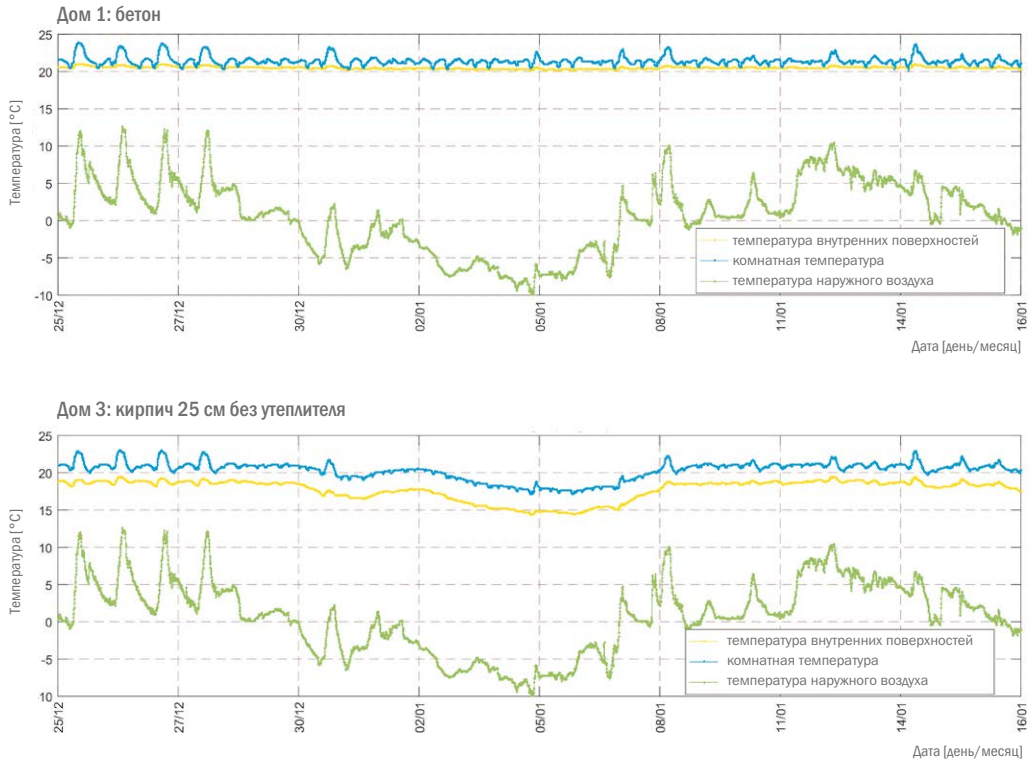
Анализ температур внутренней поверхности наружных стен явно показывает, что в теплоизолированных домах колебания поверхностных температур незначительны. Помимо утепления зданий, большую роль играет тип строения. Как видно, монолитные сооружения (особенно из бетона) демонстрируют наилучшие результаты в любое время года.

■ Причины быстрого остывания неутепленных домов

Исследователи сопоставили динамику температур внутренней поверхности наружных стен неутепленного кирпичного дома (3) и бетонного дома (1), дополнив сравнение показателями температуры воздуха снаружи и внутри помещения.

Сравнение температуры внутренней поверхности наружных стен

Изменения поверхностных и наружных температур в неутепленном доме и в утепленном бетонном доме.
Источник: Институт Бургенланд



На графиках наглядно видно, что в неутепленном доме поверхностная температура на протяжении всего периода измерений была значительно ниже комнатной. И напротив, разница между поверхностной и комнатной температурами в бетонном доме заметно меньше. Отсюда следует, что поверхностная температура неутепленного дома зависит от наружной температуры. Когда наружная температура значительно снизилась, комнатная температура в доме 3 несколько дней не могла достичь заданной отопительной системой отметки 21 °С. Причина — в отсутствии теплоизоляции здания, что приводит к существенному остыванию поверхностей.

■ Изменение комнатной температуры в зависимости от времени года

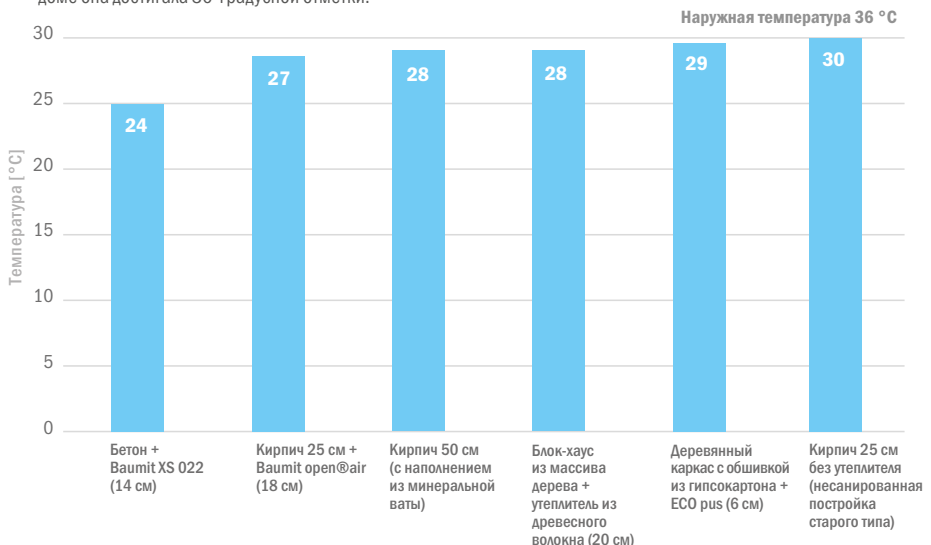
Как изменяется комнатная температура в отдельных опытных домах летом, зимой и в межсезонье? Какой эффект дает теплоизоляция? Чтобы ответить на эти вопросы, ученые более двух лет анализировали температурные изменения во всех домах исследовательского парка Viva. И вот результаты их наблюдений:

Динамика температуры в летнее время

В условиях тропической жары утепленные дома сохраняют приемлемую комнатную температуру. Монолитные строения обладают охлаждающим эффектом, и комнатная температура в них более стабильна. Долгосрочные замеры в исследовательском парке Viva показали: теплоизоляция защищает от летнего перегрева. Так, даже в жаркие периоды с наружной температурой до 36 °С в утепленных монолитных строениях из 25-сантиметрового кирпича или бетона комнатная температура сохранялась в пределах 24–27 °С. При этом в неутепленном доме (25-сантиметровый кирпич без теплоизоляции, постройка старого типа) температура достигала отметки 30 °С — там были настоящие тропики. Наряду с утеплением, на комнатную температуру существенно влияет аккумулирующая емкость стеновых конструкций. Монолитные стены обеспечивают большую стабильность комнатной температуры, а летом — приятный прохладный микроклимат.

Динамика температур в опытных домах во время сильной жары (36 °С)

При наружной температуре до 36 °С внутренняя температура утепленных монолитных домов из бетона и 25-сантиметрового кирпича с наружной теплоизоляцией сохранялась на уровне 24–27 °С, тогда как в неутепленном доме она достигала 30-градусной отметки.



Динамика температуры в межсезонье

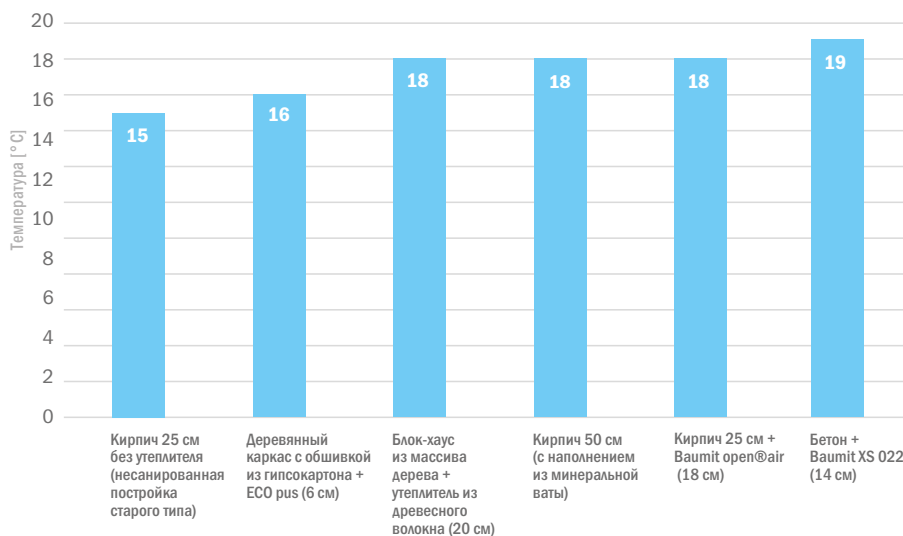
Утепленные монолитные дома лучше накапливают энергию и так же хорошо отдают ее помещению при снижении температуры. Это обеспечивает стабильную комнатную температуру на продолжительное время.

В каких домах дольше сохраняется тепло без отопления в межсезонье? Осенью 2016 г. ученые провели обширные измерения во всех опытных домах парка Viva. По результатам, утепленные монолитные дома из кирпича и бетона, благодаря их массивной конструкции, сохраняют тепло дольше остальных.

Интересен тот факт, что деревянные дома из блок-хауса тоже хорошо сохраняют внутреннюю температуру. Причина — высокие показатели относительной плотности и удельной теплоемкости древесины как строительного материала. В неутепленном кирпичном доме (25-сантиметровый кирпич, постройка старого типа) уже после нескольких холодных ночей комнатная температура снизилась до 15 °С, тогда как в утепленных домах из бетона и кирпича она сохранялась на отметке 18–19 °С.

Динамика температур в опытных домах в период межсезонья

В периоды межсезонья монолитные дома из кирпича и бетона, а также деревянный дом из блок-хауса дольше всех сохраняли тепло. Быстрее всего остывали панельно-каркасные дома и неутепленный дом.



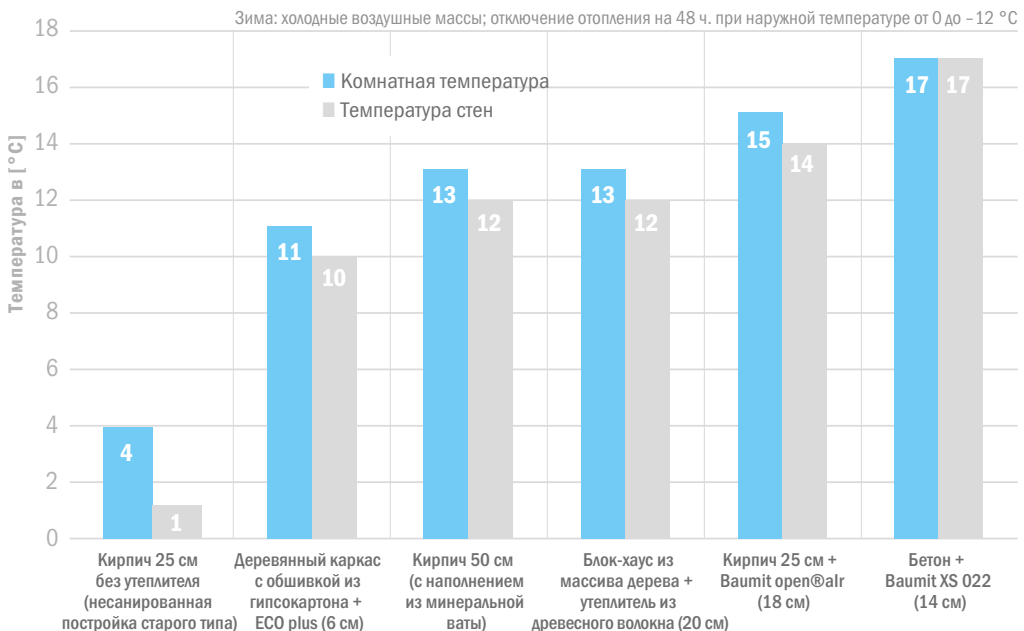
Динамика температуры зимой

В зимний период при отключении отопления на 48 ч внутри утепленного монолитного дома сохраняется приемлемая температура, тогда как в неутепленном доме (постройка старого типа) внутренняя температура опускается до очень низких значений.

Как быстро остывают стеновые конструкции опытных домов при минусовой температуре? Чтобы ответить на этот вопрос, исследователи имитировали отключение отопления и электричества на 48 ч. Результаты эксперимента удивили экспертов своей очевидностью, поскольку разница в теплоаккумулирующей способности различных стеновых конструкций оказалась впечатляющей. Так, через двое суток в неутепленном кирпичном доме (25-сантиметровый кирпич, постройка старого типа) комнатная температура опустилась до 4 °С, а температура стен составляла всего 1 °С. В утепленных монолитных домах (25-сантиметровый кирпич / бетон) через 48 ч без отопления комнатная температура и температура стен сохранялась на отметках между 14 и 17 °С.

Динамика температуры в опытных домах при холодных воздушных массах

Когда при наружной температуре от 0 до -12 °С на двое суток отключили отопление, утепленные дома из 25-сантиметрового кирпича и бетона лучше остальных сохраняли комнатную температуру. Худшим в этом отношении оказался неутепленный кирпичный дом (постройка старого типа, 25-сантиметровый кирпич).



■ Охлаждение и нагревание стенообразующих материалов

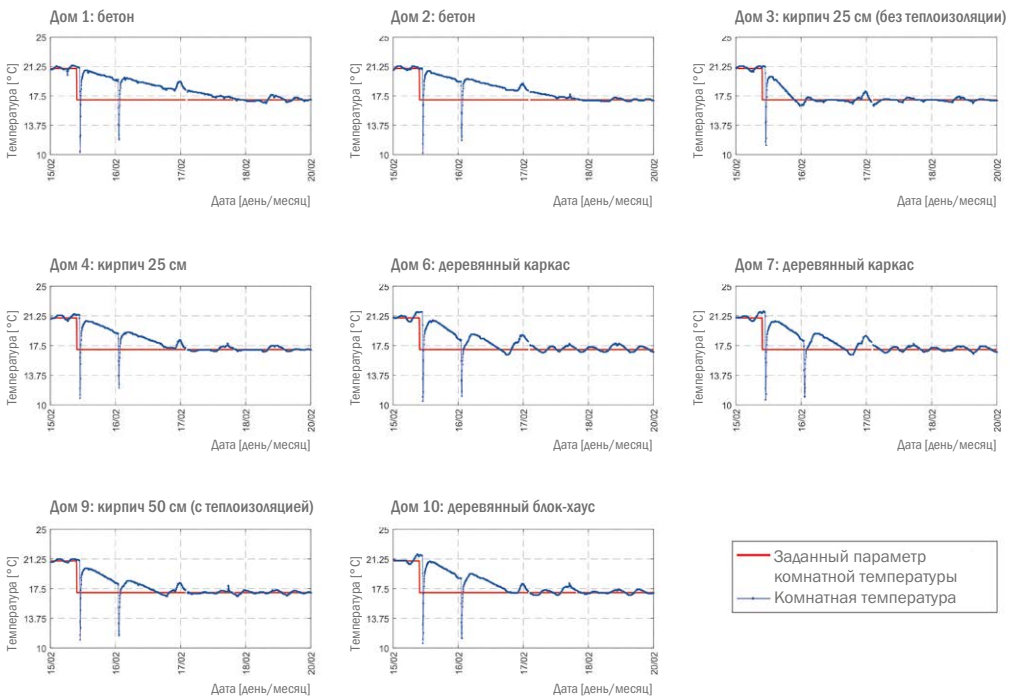
Аккумулирующий слой существенно влияет на способность стенообразующего материала охлаждаться и нагреваться. Стенообразующие материалы с более высокой аккумулирующей способностью, такие как кирпич и бетон, остывают и нагреваются медленно. Тогда как деревянные панельно-каркасные дома с обшивкой из гипсокартона, в силу их небольшой массы, быстро остывают и так же быстро нагреваются.

Для получения убедительных выводов о способности различных стенообразующих материалов остывать и нагреваться эксперты реализовали несколько тестовых сценариев. Так, весной 2016 г. во всех опытных домах в течение 13 дней понижали комнатную температуру с 21 °С (заданный параметр) до 17 °С. Как же это происходило в постройках разного типа?

Какой дом остывает быстрее остальных?

Динамика комнатных температур: как быстро изменяется комнатная температура в отдельных домах при снижении заданной температуры отопления с 21 до 17 °С.

Источник: Институт Бургенланд



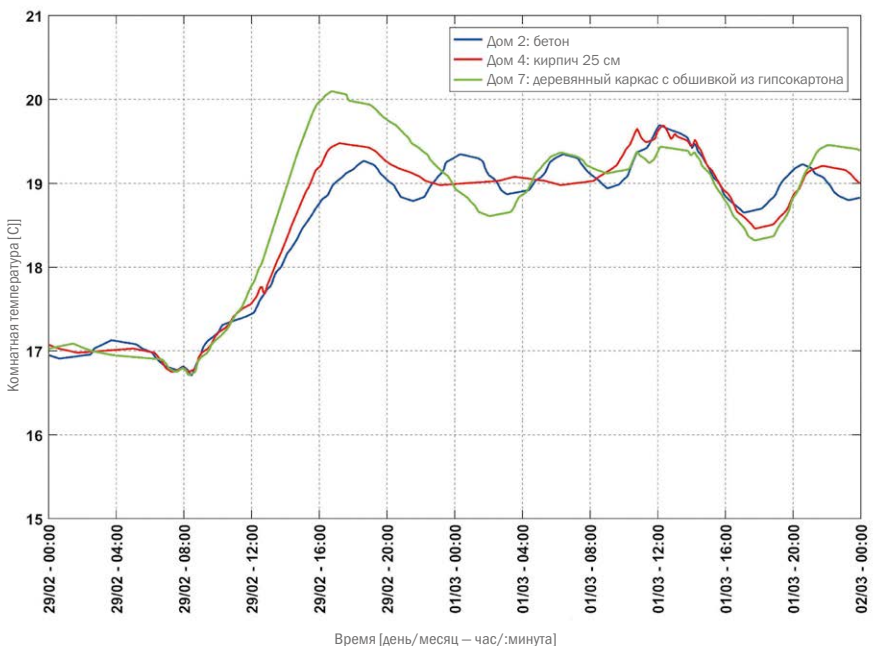
Утепленные дома из кирпича и бетона остывали медленнее остальных. В неутепленном доме (25-сантиметровый кирпич, постройка старого типа), напротив, уже через день комнатная температура опустилась до 17 °С.

В отношении **нагрева стенообразующих материалов** всё происходило с точностью до наоборот. Предположили такую ситуацию: жильцы всех домов зимой уехали в недельный отпуск, выставив заданный параметр температуры в помещении 17 °С. Какие дома быстрее нагреются после возвращения жильцов? Ученые сопоставили результаты измерений комнатной температуры в бетонном доме (2), кирпичном доме (4) и доме из деревянного каркаса с обшивкой из гипсокартона (7).

Согласно динамике температуры, бетонный дом нагревался медленнее остальных, за ним — кирпичный дом. Быстрее всего комнатная температура поднялась в панельно-каркасном доме с обшивкой из гипсокартона.

Какой дом нагревается быстрее остальных?

Бетонный дом (2) нагревался медленнее остальных. Быстрее всего комнатная температура поднялась в доме из деревянного каркаса с отделкой из гипсокартона (7). Источник: Институт Бургенланд



Влажность воздуха в помещении и здоровье людей

Для комфортного микроклимата в помещении важны правильные с точки зрения валеологии температура и влажность воздуха. Микроклимат считается приятным при относительной влажности воздуха от 40 до 60%. Низкая влажность воздуха (менее 30%) приводит к пересыханию слизистых носа и горла, а также конъюнктивы. Кроме того, в сухом воздухе интенсивно образуется пыль, дольше задерживаются бактерии и вирусы, что повышает риск инфекционных заболеваний.

С бытовой точки зрения чрезмерная сухость воздуха является причиной усиленного рассыхания деревянных полов и мебели.

Излишняя влажность воздуха в помещении также делает микроклимат дискомфортным. В холодное время года влага оседает в виде конденсата на стенах и в прохладных углах помещения. Это приводит к заплесневению дома и повреждению строительных элементов. Поэтому зимой относительная влажность воздуха в помещении не должна длительно превышать 45–50% (в зависимости от типа строения и возраста постройки).

Больше половины всего объема влаги в жилых помещениях производят сами люди. Так, на каждый опытный дом Viva рассчитали по 3,65 л воды на 4-х жильцов (дыхание и потоотделение, гигиенические процедуры, стирка и сушка белья, влажная уборка, приготовление пищи, полив растений и др.).

Слишком высокая влажность воздуха в помещении негативно влияет на здоровье людей. Немецкие ученые, исследовав 5530 квартир, почти в четверти из них обнаружили сырость. Также они установили, что между сыростью в жилых помещениях и проблемами со здоровьем существует множество причинно-следственных связей¹. В частности, бытовая сырость на 50% повышает риск заболевания астмой и на 30% риск возникновения аллергии.

¹ Браше и др.: Происхождение, причины и санитарные аспекты сырости в квартирах. Федеральный вестник здравоохранения – Исследование здоровья – Охрана здоровья. 46, 2003

■ Относительная влажность воздуха

Воздух не может наполняться влагой бесконечно. **Абсолютная влажность** воздуха показывает, сколько граммов водяного пара содержится в 1 м³ воздуха. **Относительная влажность** воздуха — это фактическое содержание водяного пара относительно физического максимума. Например, если максимум равен 20 г/м³, а фактически содержится только 10 г/м³, значит, относительная влажность воздуха в данном месте (помещении) составляет 50%.

Основное правило: чем выше температура, тем больше влаги может впитать воздух. В любом случае, зависимость не является линейной. С повышением температуры значительно увеличивается максимально возможное количество водяного пара в воздухе. Если значение абсолютной влажности при 0 °С составляет почти 5 г/м³, то при 30 °С это уже 30 г/м³.

Водяной пар, как любое другое газообразное вещество, создает давление на свое окружение. Давление пара зависит от количества пара и температуры. Пока парциальное давление водяного пара ниже давления насыщенного пара, вода остается в газообразном состоянии. Растет количество пара и вместе с ним давление — реактивное давление больше не может сдерживать образование крупных капель из крошечных капелек пара. Излишняя жидкость выделяется и конденсируется.



ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА

Соотношение между фактическим парциальным давлением пара в воздухе и максимально возможным давлением пара.

Рассчитывается по формуле:

$$\Phi[\%] = \frac{\text{Парциальное давление водяного пара} \times 100\%}{\text{Давление насыщенных паров воды}}$$

■ Влияние штукатурки для внутренней отделки стен на влажность воздуха и микроклимат помещения

Штукатурки для внутренней отделки создают ощутимый эффект буферизации влаги. В помещениях с известковой / цементно-известковой штукатуркой колебания температуры меньше, следовательно, и микроклимат лучше.

Насколько хорошо различные стеновые конструкции впитывают влагу и каково при этом влияние штукатурки для внутренней отделки и краски для стен? Для поиска ответов на эти вопросы ученые из исследовательского парка Viva две недели делали специальные замеры влажности воздуха в помещениях опытных домов. При этом трижды в сутки (в зависимости от времени года) воздух в домах увлажняли (по 110 г воды), два-три раза в день помещения проветривали (по 30 м³ воздуха за полтора часа). Результаты измерений показали: паропроницаемые внутренние покрытия на минеральной основе имеют высокий уровень влагопоглощения, благодаря чему улучшается микроклимат помещения. Так, колебания влажности воздуха в домах со штукатуркой Vaumit KlimaPutz, независимо от типа строительной конструкции, минимальны. Следует отметить также отличную буферизирующую способность домов из массива дерева.

Какие дома лучше сохраняют влажность воздуха?				
Дом	Стенообразующий материал	Штукатурная / отделочная система	Краска для стен	Буферизация влаги. Стабильность влажности воздуха
2	Бетон	Известковая штукатурка Vaumit KlimaPutz S	Специальная краска Vaumit Ionit	Высокая
4	Кирпич Wienerberger Porotherm 25 N + F	Известковая штукатурка Vaumit KlimaPutz S	Краска на минеральной основе Vaumit KlimaColor	Высокая
9	Кирпич Wienerberger Porotherm 50 W.i Objekt Plan (с наполнением из минеральной ваты)	Известковая штукатурка Vaumit KlimaPutz S	Краска на минеральной основе Vaumit KlimaColor	Высокая
10	Деревянный блок-хаус (моноконтный дом)	Без внутренней штукатурки только стена из блок-хауса	Без краски для стен	Высокая
7	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона Vario-Bau	Гипсокартонные листы + специальная шпаклевка Vaumit Ionit Spachtel	Специальная краска Vaumit Ionit	Средняя
1	Бетон	Водно-дисперсионная шпаклевка Vaumit FinoFinish	Водно-дисперсионная краска Vaumit Divina Classic	Низкая
6	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона Vario-Bau	Без внутренней штукатурки только гипсокартонные листы	Водно-дисперсионная краска Vaumit Divina Classic	Низкая
3	Кирпич без утеплителя Wienerberger Porotherm 25 N+F	Гипсовая штукатурка Vaumit GlättPutz	Водно-дисперсионная краска Vaumit Divina Classic	Низкая

Внутренняя штукатурка накапливает влагу: Vaumit KlimaPutz S хорошо удерживает влагу, тем самым поддерживая стабильный уровень влажности воздуха в домах. Источник: Институт Бургенланд

■ Сорбция и накопление влаги штукатуркой и бетоном

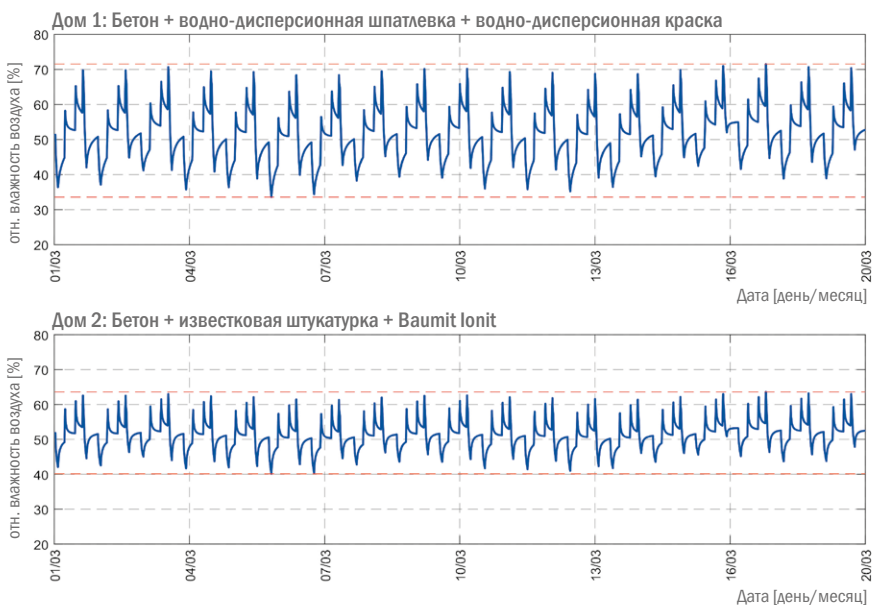
Бетон — один из самых распространенных материалов в жилищном строительстве. При этом его влагопоглощение по сравнению с другими строительными материалами очень низкое. Даже тонкий слой (1,5–2 см) известковой штукатурки для внутренней отделки значительно улучшает микроклимат помещения: паропроницаемые штукатурки на минеральной основе поглощают влагу. Это относится ко всем популярным типам стен, в том числе бетонным.

Может ли применение штукатурки для внутренней отделки улучшить буферизирующую способность бетонных стен, а вместе с тем повысить комфортность микроклимата в таких домах? Научные изыскания в исследовательском парке Viva привели к удивительным открытиям. Так, в бетонном доме, с отделкой интерьера материалами Vaumit KlimaPutz и Vaumit Ionit, отмечена стабильная относительная влажность воздуха в пределах 40–60%, что точно соответствует зоне комфорта. При этом в бетонном доме с отделкой толь-

Сравнение буферизации влаги с применением и без применения штукатурки Vaumit KlimaPutz S

Влажность воздуха в помещении и штукатурка Vaumit KlimaPutz S: в опытном доме 2 с применением Vaumit KlimaPutz S и Vaumit Ionit отмечалась стабильная относительная влажность воздуха 40–60%, что соответствует зоне комфорта. Напротив, опытный дом 1 с отделкой из материалов на водно-дисперсионной основе каждый раз не достигал до диапазона комфорта или, наоборот, выходил за его пределы. Воздух в этом доме был либо слишком сухим, либо избыточно влажным.

Источник: Институт Бургенланд



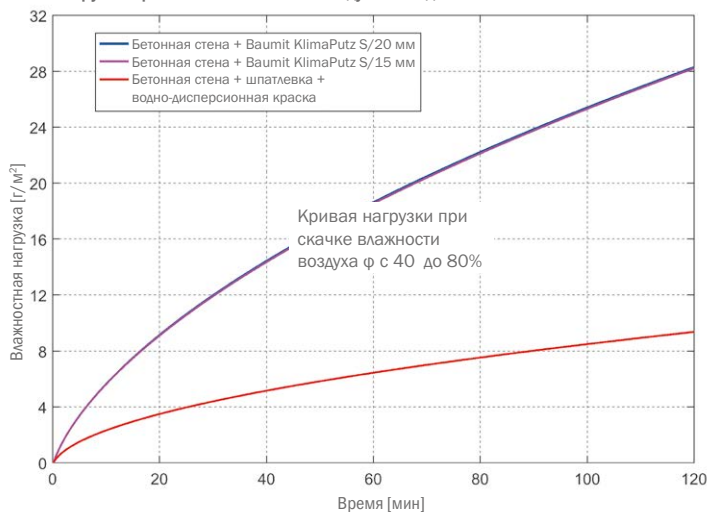
ко из тонкого слоя водно-дисперсионной шпаклевки каждый раз фиксировали коэффициенты ниже или выше зоны комфорта. Другими словами, влажность воздуха в этом здании была больше подвержена колебаниям и каждый раз оказывалась либо слишком низкой, либо слишком высокой.

Проанализировать влагопоглощающие свойства различных покрытий при разной толщине слоев удалось в ходе специальных исследований, проведенных в парке Viva.

Сколько влаги может впитаться и как быстро это произойдет?

При резком повышении относительной влажности воздуха с 40 до 80% (например, вследствие использования душа или приготовления пищи) бетонная стена, обработанная штукатуркой Baumit KlimaPutz S, в последующие 2 ч впитывает вдвое больше влаги, чем такая же стена, просто зашпатлеванная и окрашенная водно-дисперсионной краской. За контрольное время не выявлено различий относительно влажностной нагрузки между слоями штукатурки толщиной 15 и 20 мм (рис.)
Источник: Институт Бургенланд

Нагрузки при скачке влажности воздуха с 40 до 80%



При высокой влажности воздуха на критических участках¹ поверхности нештукатуренных бетонных стен появляется конденсат, что способствует образованию плесени. Штукатурка же создает стабилизирующий эффект и может противостоять критической влажности воздуха в помещении. В периоды повышенной влажности воздуха влага впитывается, а в периоды низкой влажности — наоборот, выделяется. Тот факт, что даже тонкие (1,5–2 см) слои явно отличаются степенью поглощения влаги, удивил и ученых исследовательского парка Viva.

¹ То есть участках, температура которых ниже комнатной

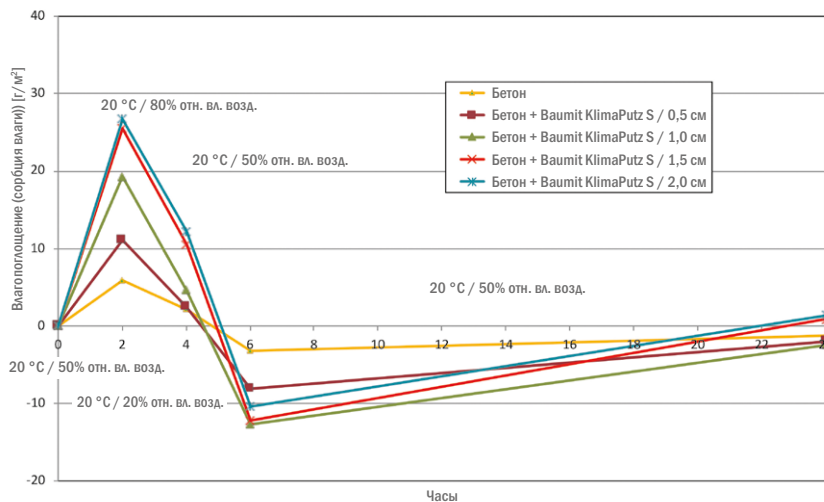
■ Влияние толщины слоя штукатурки на буферизацию влаги

В рамках дальнейших лабораторных экспериментов по изучению аккумулирующих характеристик Baumit KlimaPutz на бетонной поверхности ученые исследовали сорбцию влаги в зависимости от толщины слоя штукатурки.

На бетонные образцы нанесли слои штукатурки Baumit KlimaPutz толщиной от 0,5 до 2,0 см. В течение двух часов пробные образцы, содержащиеся в эксплуатационных условиях при температуре воздуха 20 °С и относительной влажности 50%, подвергли воздействию относительной влажности воздуха 80% при температуре 20 °С. Затем их выдержали в условиях «сушки»: сначала при 20 °С и относительной влажности 50%, далее — при относительной влажности 20%. Таким образом измерили влагопоглощение и влагоотдачу. Через 6 ч образцы снова поместили в эксплуатационные условия с температурой воздуха 20 °С и относительной влажностью 50%.

Вывод ученых: более толстый слой штукатурки улучшает влагопоглощение.

Сорбция и десорбция влаги бетоном в зависимости от толщины слоя штукатурки



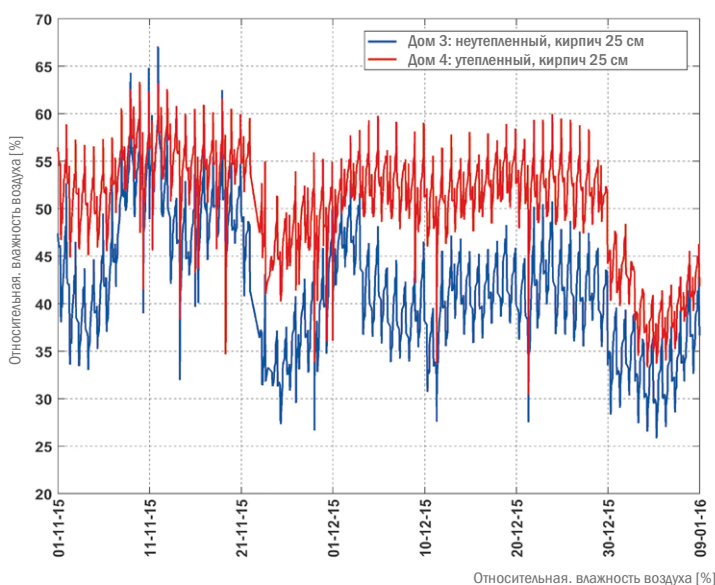
Примечательно, что за временной промежуток 2 ч при слое в 1,5 см влагопоглощающая емкость достигла своего оптимального значения, а при более толстых слоях (например, 2 см) значительных улучшений сорбции влаги не наблюдалось.

Влияние теплоизоляции на влажность воздуха

Теплоизоляция однозначно положительно влияет на относительную влажность воздуха и, как следствие, на микроклимат помещения. Как же проявляется это влияние? Измерения, проведенные в опытных домах во время отопительного периода, показали, что в утепленном доме из 25-сантиметрового кирпича относительная влажность воздуха на 10% выше по сравнению с неутепленным домом из того же материала.

Зимой наружные стены неутепленного дома остывают сильнее, вследствие чего падает температура внутренних поверхностей. Чтобы все же добиться приемлемой температуры во всем помещении, температура по центру должна быть, как правило, значительно выше, чем вблизи стен. Это снижает комфортность микроклимата, а кроме того, требует постоянных больших затрат на отопление, чтобы компенсировать теплообмен с холодными стенами.

Теплый воздух может впитать больше влаги, чем холодный. Воздух, нагретый посредством отопления, воспринимается как сухой, так как относительная влажность в помещении снижается. Если при проветривании зимним днем в помещение попадет наружный воздух с температурой 1 °С и высокой относительной влажностью — он нагреется и его изначально высокая влажность снизится. Вывод: воздух в помещении резко станет сухим.



Сравнение относительной влажности воздуха в утепленном и неутепленном домах

Сравнение относительной влажности воздуха проводилось во время отопительного периода с ноября 2015 г. по январь 2016 г. Объектами наблюдений стали утепленный дом из 25-сантиметрового кирпича (красный) и неутепленный кирпичный дом, созданный по образцу несанированной постройки старого типа (синий). Средний показатель относительной влажности воздуха в утепленном кирпичном доме — ок. 51%, в неутепленном — 42%. Источник: Институт Бургенланд

3.2. КАЧЕСТВО ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ

В исследовательском парке Viva ученые тщательно изучили и проанализировали не только температуру и относительную влажность воздуха в помещении, но и другие характеристики, определяющие его качество. А именно:

- запахи,
- токсичные вещества,
- радон,
- аэроионы

Запахи

Хорошо или плохо пахнет в новом доме, зависит, среди прочего, от типа строения. Согласно результатам исследований, по интенсивности нежелательных запахов утепленные монолитные дома из кирпича и бетона оказались намного лучше домов других типов.

Существует ли взаимосвязь между интенсивностью запахов и типом строения? На этот вопрос предстояло ответить экспертам в ходе масштабных исследований.

Нежелательные запахи, источаемые строительными материалами, не только раздражают обоняние людей, но и часто сигнализируют о содержании в воздухе помещения вредных для здоровья веществ. Совместно с компетентными экспертами-запаховедами ученые провели в опытных домах Viva две серии исследований качества запахов — соответственно через 7 и 14 месяцев после завершения строительства.

Результаты исследований были однозначны: в оштукатуренных домах из бетона и кирпича запахи гораздо менее интенсивны, к тому же они нейтральны и отчасти даже приятны. Напротив, в домах из деревянного каркаса с обшивкой из гипсокартона и деревянном доме из блок-хауса даже по прошествии года запахи были отчетливо выражены. Однако, по мнению большинства экспертов, только запахи в деревянных панельно-каркасных домах можно охарактеризовать как неприятные.

По параметру лояльности дома из деревянного каркаса были оценены ниже среднего и по шкале оценки оказались на отметке «едва приемлемый». Причиной могли служить собственные запахи строительных элементов и слой пароизоляции.

Вывод экспертов: существует четкая взаимосвязь между запахом и типом строения.



■ Как исследуют запахи

В большинстве случаев источником запахов служит «букет» различных субстанций. Даже если они ощутимы, концентрация отдельных запаховых субстанций, как правило, ниже аналитической границы обнаружения, так что их непросто или совсем невозможно обнаружить измерительными приборами. Поэтому при таких низких концентрациях соединений органолептические исследования запахов проводят сертифицированные эксперты — специалисты, прошедшие специальное обучение органолептическому анализу согласно стандарту ÖNORM S 5701. Они обнаруживают, различают и оценивают запаховые вещества.

■ Что оценивают

Оценивание запахов включает следующие параметры:

- интенсивность запаха,
- индивидуальные запаховые предпочтения (так называемый гедонизм),
- лояльность и качество запаха.

При повышении концентрации запаховых веществ интенсивность запаха нарастает, что отражается на балльной шкале — от 0 («нет запаха») до 5 («очень сильный запах»). Гедонизм оценивают по девятибалльной шкале — от «очень приятный» до «очень неприятный» (во многом он обусловлен субъективным восприятием). Лояльность показывает степень удовлетворенности каким-либо запахом в эксплуатируемом помещении; ее оценивают по соответствующей шкале — от «явно неприемлемый» до «явно приемлемый». Качество запаха описывают словесно.

Измерение гедонизма								
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
Очень неприятный				Ни приятный, ни неприятный				Очень приятный

Индивидуальные запаховые предпочтения (гедонизм) определяют сразу же при входе в помещение. Результат – средняя оценка из полученных от нескольких исследователей. Источник: IBO Innenraumanalytik OG

Измерение лояльности								
-1								+1
Явно неприемлемый				Еще приемлемый				Явно приемлемый

Лояльность к запаху также оценивают сразу же при входе в помещение. При этом на оценку влияет эксплуатация помещения. Источник: IBO Innenraumanalytik OG.

Результаты оценки запахов в опытных домах через 7 месяцев после завершения строительства								
Параметр	дом 1	дом 2	дом 3	дом 4	дом 6	дом 7	дом 9	дом 10
Структура стен	Бетон + водно-дисперсионная шпаклевка + водно-дисперсионная краска	Бетон + известковая штукатурка + краска Ionit	Кирпич без утеплителя + гипсовая штукатурка + водно-дисперсионная краска	Кирпич 25 см + известковая штукатурка + краска на минеральной основе	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона + гипсокартонные плиты без внутренней штукатурки + водно-дисперсионная краска	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона + шпаклевка Ionit + краска Ionit	Кирпич 50 см W.i Objekt Plan (с наполнением из минеральной ваты) + известковая штукатурка + краска на минеральной основе	Деревянный блок-хаус, без штукатурки и краски
Интенсивность [0...5]	1,5	1,6	0,6	1,8	2,3	2,1	1,6	2,8
Гедонизм [-4...4]	0,8	0,3	1,5	0,3	-1,8	-1,5	0,6	0
Лояльность [-1...1]	0,4	0,1	0,5	0,3	-0,4	-0,5	0,4	0,2
Качество запахов	Бетон, известь, краска для стен, строительные материалы на минеральной основе	Краска для стен, известь, синтетический материал, строительные материалы на минеральной основе; сладковатый запах	Краска для стен; слегка сладковатый запах	Краска для стен, бетон, штукатурка, известь; влажный запах строительных материалов на минеральной основе	Краска для стен, синтетический материал, латекс	Влажная древесина, влажная штукатурка, влажная бумага; затхлый запах	Краска для стен, бетон, известь, строительные материалы на минеральной основе	Дерево, терпены; смолянистый запах

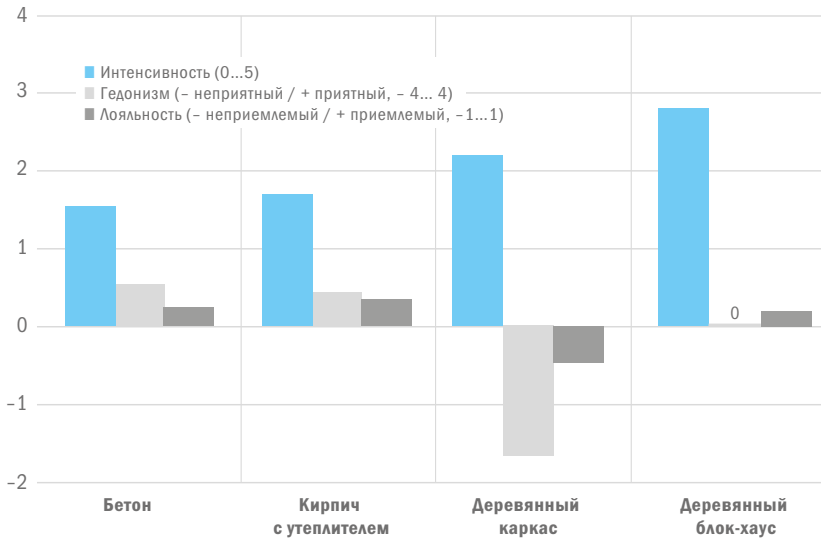
Запахи в опытных домах были оценены по следующим критериям: интенсивность запаха, гедонизм (индивидуальные запаховые предпочтения), лояльность и качество запаха. Источник: IBO Innenraumanalytik OG

По шкале интенсивности запахов дома из оштукатуренного кирпича и бетона получили оценку «2» (= «слабые запахи»). В домах из деревянного каркаса с обшивкой из гипсокартона, как и в деревянном доме из блок-хауса, даже через 7 месяцев после завершения строительства интенсивность запахов превышала два пункта по шкале. Однако интенсивный не значит по умолчанию неприятный. Только в домах из деревянного каркаса с обшивкой из гипсокартона запах воспринимался как неприятный, даже по шкале лояльности эти дома были оценены ниже среднего. В интенсивно пахнущем деревянном доме из блок-хауса запах был приемлемым, и с точки зрения гедонизма он был оценен в среднем как нейтральный.

Результаты оценки запахов через 7 месяцев после завершения строительства

Согласно результатам оценки запахов стенообразующих материалов (средние значения по каждому типу строения), дома из оштукатуренного кирпича и бетона по лояльности и гедонизму лучше других. Особый случай — деревянный дом из блок-хауса: интенсивный запах дерева некоторые охарактеризовали как очень приятный, другим же он показался слишком интенсивным.

Источник: IBO Innenraumanalytik OG



Повторное оценивание запахов в опытных домах проводили спустя 14 месяцев после завершения строительства. Интересно, что за столько времени каждый из домов сохранил свой «характерный» запах. В жилых помещениях этот запах чувствуется редко, поскольку он перекрывается другими бытовыми запахами (пищи, парфюмерии, стиральных средств, табака и т. п.).

Результаты оценки запахов в опытных домах через 14 месяцев после завершения строительства

Параметр	Дом 1	Дом 2	Дом 3	Дом 4	Дом 6	Дом 7	Дом 9	Дом 10
Структура стен	Бетон + водно-дисперсионная шпаклевка + водно-дисперсионная краска для стен	Бетон + известковая штукатурка + краска Ionit	Кирпич 25 см без утеплителя + гипсовая штукатурка + водно-дисперсионная краска	Кирпич 25 см + известковая штукатурка + краска на минеральной основе	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона + гипсокартонные плиты без внутренней штукатурки + водно-дисперсионная краска	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона + шпаклевка Ionit + краска Ionit	Кирпич 50 см Wi Objekt Plan (с наполнителем из минеральной ваты) + известковая штукатурка + краска на минеральной основе	Деревянный блок-хаус без штукатурки и краски для стен
Интенсивность [0...5]	1,7	1,9	1,9	1,9	2,2	2,5	1,5	3,2
Гедонизм [-4...4]	-0,1	0,4	-0,3	0,3	-0,9	-1,8	0	1,1
Лояльность [-1...1]	0,1	0,3	0,2	0,2	-0,3	-0,3	0,3	-0,1
Качество запахов	Бетон, известь, краска для стен, гипс, минеральная вата	Бетон, штукатурка, краска для стен, известь, гипс	Синтетический материал, краска для стен, картон; сладковатый запах	Краска для стен, штукатурка, бетон, известь, гипс	Синтетический материал, краска для стен, штукатурка, гипс; ароматный, резковатый запах	Известь, краска для стен; затхлый, влажный, древесный, пыльный запах	Бетон, штукатурка, краска для стен, известь	Дерево, хвойное дерево, терпены

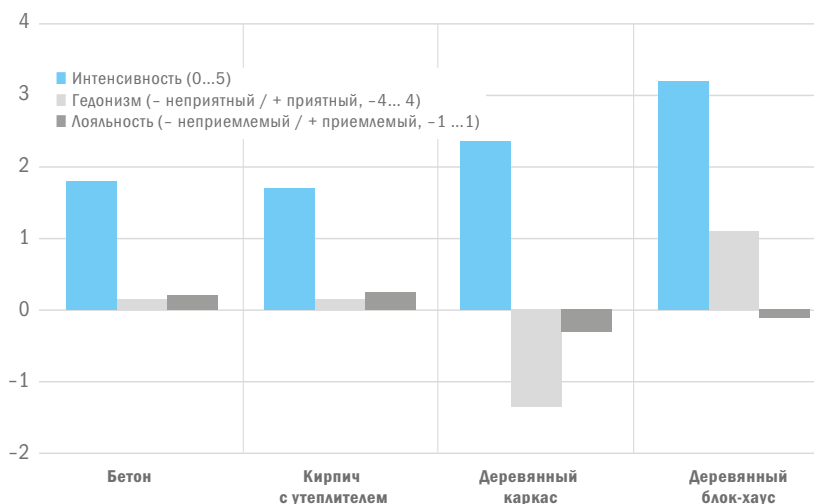
Результаты оценки запахов в опытных домах через 14 месяцев после окончания строительства были сходны с предыдущими результатами (через 7 месяцев).

Источник: IBO Innenraumanalytik OG

Результаты оценки запахов в опытных домах через 14 месяцев после завершения строительства

В панельно-каркасных домах с обшивкой из гипсокартона и деревянном доме из блок-хауса даже через год запахи были по-прежнему интенсивными, но только в домах из деревянного каркаса исследователи оценили запахи как неприятный.

Источник: IBO Innenraumanalytik OG



■ Здоровые стройматериалы в центре внимания

Нежелательные запахи, исходящие от строительных материалов, не редкость в новых постройках. И речь идет не только о неприятных запахах. Само наличие какого-либо запаха может свидетельствовать об использовании в составе материалов вредных для здоровья веществ.

К счастью, от природы люди наделены очень чуткой системой оповещения — обонянием. В общих словах, на уровне обоняния мы различаем вещества (даже если они содержатся в небольших количествах) часто еще до того, как их концентрация становится опасной для здоровья.

В большинстве случаев избавиться от нежелательного запаха в новом доме помогает частое проветривание. Проблема возникает тогда, когда, несмотря на проветривания, посторонний запах по-прежнему ощущается, вызывая у жильцов дома головную боль, усталость или раздражение. В этом случае нужно искать причину его появления. Те, кто хочет в будущем избежать такой проблемы, выбирают строительные материалы с низкой степенью эмиссии и нейтральным запахом.



ЛЕТУЧИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ (ЛОС)

Активаторы и ароматические вещества, которые содержатся во многих продуктах, в том числе и строительных материалах, легко испаряются и выделяют даже при низких температурах.

К ЛОС, кроме прочего, относятся алифатические и ароматические соединения, хлорирующие вещества, сложные эфиры, альдегиды, кетоны, терпены. Большинство из них используются для производства синтетических материалов, растворителей, красителей, дубильных веществ, парфюмерных продуктов и медикаментов. Высокая концентрация ЛОС может спровоцировать проблемы со здоровьем.

Токсичные вещества

Сегодня здоровое жилье в центре внимания, поэтому проблема качества воздуха в жилых помещениях и его загрязнения токсичными веществами обретает всё большее значение.

Наука располагает обширными познаниями в области токсикологии и подтвержденными данными о пагубном влиянии токсических веществ на человеческий организм.

В новых или недавно отремонтированных домах (квартирах) довольно часто отмечается высокая концентрация вредных веществ, которые могут вызвать у жильцов обонятельный дискомфорт и проблемы со здоровьем. Негативному воздействию токсинов в наибольшей степени подвержены беременные женщины, дети и люди с повышенной физиологической чувствительностью (аллергики, астматики и др.). Как реакция на токсическое загрязнение воздуха у людей возникает раздражение верхних дыхательных путей и слизистой оболочки глаз, нарушается эмоциональное состояние (ощущаются усталость, подавленность, головная боль), появляются различные аллергические проявления. Определение понятий, основные положения и нормативы по теме «Токсическое загрязнение в жилых помещениях» можно найти в «Директиве об оценке качества воздуха в помещениях»¹, которую Федеральное министерство по вопросам устойчивого развития и туризма публикует с 2003 г. (информационные бюллетени).

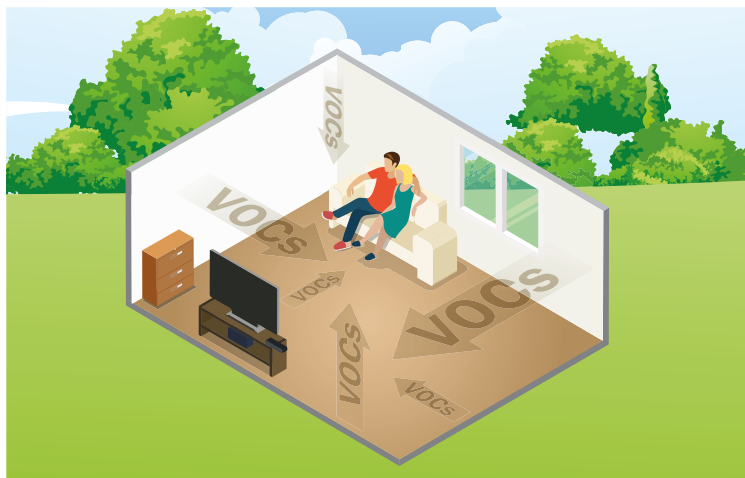
Какие строительные материалы и в каком количестве выделяют в воздух токсичные вещества? Ученые исследовательского парка Viva тщательно изучали эти вопросы, проводя замеры концентрации летучих органических соединений (ЛОС) и формальдегида во внутренних помещениях опытных домов.

■ Летучие органические соединения

Высокая концентрация ЛОС в воздухе жилого помещения опасна для здоровья.

Ученые исследовательского парка Viva измеряли концентрацию ЛОС во всех опытных домах. В первые два года после завершения строительства они провели три серии измерений и смогли основательно проанализировать данные о концентрации ЛОС в воздухе разнотипных помещений. Результаты были однозначны: в утепленных домах из бетона и кирпича концентрация ЛОС изначально незначительная (< 500 мкг/м³). Гораздо более высокая концентрация зафиксирована в домах из деревянного каркаса (свыше 1000 мкг/м³), а наивысшая — в деревянном доме из блок-хауса (8000 мкг/м³).

¹ www.bmnt.gv.at/umwelt/luft-laerm-verkehr/luft/innenraumluft/richtlinie_innenraum.html



Летучие органические соединения могут вызвать недомогание и спровоцировать серьезные проблемы со здоровьем.

Снижение показателей ЛОС

По результатам измерений, проведенным через 15 месяцев после завершения строительства, концентрация ЛОС во всех опытных домах снизилась. Однако в деревянном доме из блок-хауса содержание терпенов в воздухе по-прежнему было слишком высоким.

На основе измерений и их анализа были сделаны следующие заключения:

- В бетонных и кирпичных домах с внутренней отделкой на минеральной основе содержание ЛОС относительно невелико — как сразу по завершении строительства, так и при дальнейшей эксплуатации.
- В новых домах из деревянного каркаса повышенное содержание ЛОС отмечается, как правило, в первые месяцы. А в домах из блок-хауса древесина, в зависимости от породы и свойств, длительное время выделяет в воздух специфические вещества (терпены).

Выводы:

1. В дома монолитного типа постройки можно без опасений заселяться сразу же после завершения строительства.
2. При наличии чувствительности к запахам переезд в новый дом из деревянного каркаса нужно, по возможности, отложить на несколько месяцев.
3. Выбирая для жизни деревянный дом, люди должны понимать, что при определенных условиях в воздухе их жилища могут очень долго присутствовать характерные для дерева вещества (в частности, терпены).

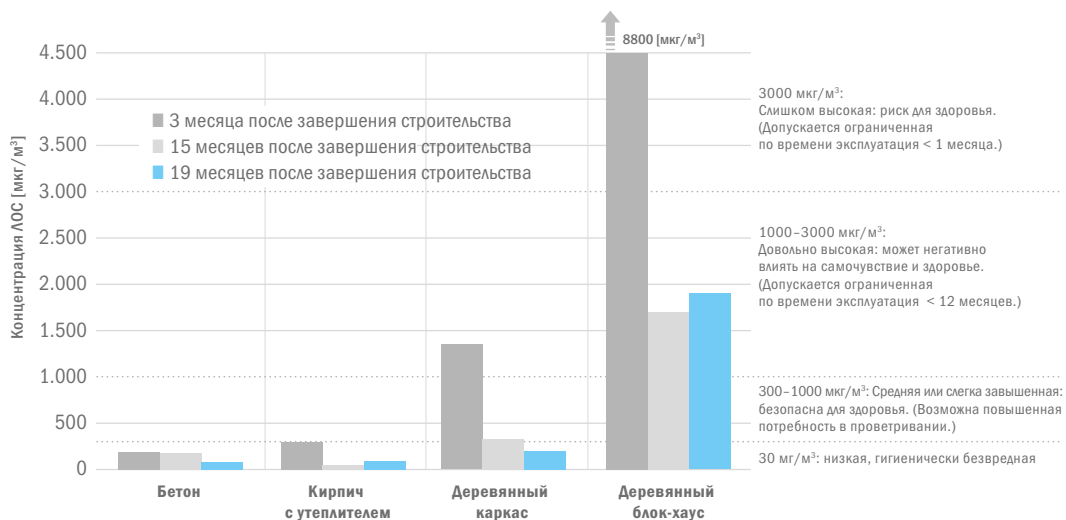
Краски и штукатурки на минеральной основе для внутренней отделки

Экспертов порадовали результаты анализа красок и штукатурок, использованных для внутренней облицовки в опытных домах, — от Baumit Ionit и Baumit Klimarputz до интерьерной краски Divina. При измерении концентрации ЛОС они не показали никаких значимых выбросов вредных веществ. Причина — минеральная основа и низкий уровень токсичности этих продуктов.

Результаты измерений ЛОС через 3, 15 и 19 месяцев

Результаты измерений (средние показатели отдельных типов строений) в исследовательском парке Viva: в домах из кирпича и бетона с внутренней отделкой на минеральной основе показатели концентрации ЛОС уже через 3 месяца были намного ниже среднего уровня.

Источник: IBO Innenraumanalytik OG



ИНТЕРВЬЮ

«У бетонных и кирпичных домов очень низкие показатели ЛОС»



© IBO Innenraumanalytik OG

Бернхард Дамбергер, эксперт по токсическим веществам компании IBO Innenraumanalytik OG, проводивший замеры вредных веществ в опытных домах исследовательского парка Viva, — об измерениях ЛОС и их результатах.

Что именно Вы исследовали, проводя замеры ЛОС?

Бернхард Дамбергер: Мы исследовали испаряющиеся вещества, которые представляют потенциальную угрозу для здоровья людей. Они известны также как ЛОС (летучие органические соединения). Чтобы сделать основательное заявление об источниках токсичных веществ среди стройматериалов, наряду с общим содержанием ЛОС, мы исследовали отдельные вещества, такие как алифатические, алициклические, ароматические соединения, хлорированные вещества, альдегиды и терпены. Высокая концентрация алифатических и алициклических соединений может, например, указывать на наличие растворителей.

Как измеряли ЛОС в исследовательском парке Viva?

Бернхард Дамбергер: Пробы мы брали по стандарту ÖNORM M 5700-2 путем забо-

ра воздуха из центра комнаты. С помощью адсорбента очистили воздух от измеряемых токсичных веществ. Оценку проводили с помощью газовой хроматографии и масс-спектрометрии.

Каковы итоги измерений ЛОС в домах исследовательского парка Viva?

Бернхард Дамбергер: По результатам замеров ЛОС, у бетонных и кирпичных домов самые низкие показатели. В деревянном доме из блок-хауса выделение ЛОС происходит длительное время. Однако важно понимать, что токсические вещества могут появиться и при дальнейшем благоустройстве помещения (например, из напольного покрытия, мебели и т. п.). Поэтому нужно тщательно выбирать ремонтно-строительные материалы и предметы декора с низким уровнем токсичности.

ИНТЕРВЬЮ



ФОРМАЛЬДЕГИД

Ввиду его испаряемости, формальдегид не относят к ЛОС. Это бесцветный раздражающий газ, который даже в низких концентрациях может привести к проблемам со здоровьем. Сегодня формальдегид используется в основном в производстве синтетических смол, которые содержатся в ДСП, адгезивах и изоляционной пене. Медленное разложение этих смол обуславливают долгосрочный выброс формальдегида в воздух. Не таким длительным, но при этом более интенсивным испарением отличаются паркетные лаки кислотного отверждения. Формальдегид содержится также в табачном дыме. Он сильно раздражает слизистую оболочку верхних дыхательных путей, вызывая кашель (при длительном раздражении может развиться бронхит или астма), вызывает покалывания в носу и горле, жжение в глазах. Содержание формальдегида в воздухе можно относительно легко и достоверно измерить. Первый признак раздражения, прежде всего глаз, проявляется при концентрации от 100 мкг/м^3 , а у чувствительных людей даже меньше.

Слишком мало времени на высыхание

Источников ЛОС среди строительных материалов очень много. Наряду с красками и лаками такими источниками часто являются клеи и полимерные покрытия. Как правило, ЛОС испаряются относительно быстро (конечно, в зависимости от интенсивности испарения). Новый дом, при условии хорошей вентиляции, через год уже практически чист от ЛОС. Критично, однако, когда потенциальный источник ЛОС, например гидроизоляция, в ходе строительства не успевает как следует высохнуть. Тогда этот источник оказывается фактически «запертым» — и токсичные вещества испаряются годами! Еще одна «мина замедленного действия» — противопожарные покрытия, к примеру, на стальных балках. Они содержат ароматические углеводороды, которые также не лучшим образом влияют на здоровье людей. Если такие противопожарные покрытия нанесены не по инструкции — несколькими тонкими слоями, то их испарения будут загрязнять воздух еще много лет.

■ Формальдегид

Согласно результатам измерений в исследовательском парке Viva, в домах из кирпича, бетона и деревянного каркаса концентрация формальдегида изначально не превышала норму. Только в деревянном доме из блок-хауса зафиксировано повышенное содержание в воздухе этого канцерогена.

Формальдегид — один из самых известных и хорошо изученных загрязнителей воздуха внутренних помещений. В 1980-х гг. он оказался в центре внимания специалистов из-за высоких и длительных испарений из опорных плит и древесно-композитных материалов. В 1990 г. в Австрии принято Постановление о формальдегидах, согласно которому к продаже допускаются древесные материалы только с классом эмиссии E1. Утвержденная в Австрии норма содержания формальдегида в воздухе помещений — 100 мкг/м^3 .

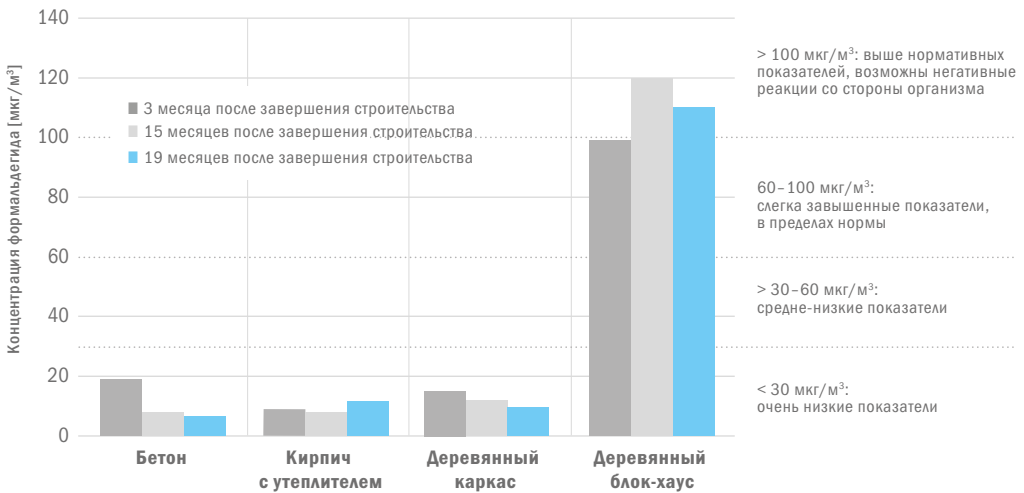
Ученым исследовательского парка Viva нужно было определить количество формальдегида, выделяемого стеновыми конструкциями того или иного типа. Поскольку формальдегид — газ и выделяется он длительно, специалисты произвели три замера в период с 3-го по 19-й месяц после окончания строительства.

Уже первый замер (через 3 месяца после окончания строительства) показал, что в домах из бетона, кирпича и деревянного каркаса концентрация формальдегида была в пределах 9–19 мкг/м³, то есть очень низкой. По результатам дальнейших измерений, эти показатели снижались. Только в деревянном доме из блок-хауса выявлено прогрессирующее загрязнение воздуха формальдегидами. Так, по результатам замера через 3 месяца после завершения строительства, показатель равнялся 99 мкг/м³ — в пределах нормы 100 мкг/м³, свыше которой можно говорить о риске отравления формальдегидом. По результатам двух последующих измерений — спустя 15 и 19 месяцев после завершения строительства, концентрация формальдегида составляла 120 и 110 мкг/м³ соответственно, что значительно выше нормы.

Результаты замеров формальдегида через 3, 15 и 19 месяцев

Согласно результатам замеров (средние величины по отдельным домам), в домах из кирпича, бетона и деревянного каркаса содержание формальдегида в воздухе изначально было низким и в дальнейшем чаще всего снижалось. Только в деревянном доме из блок-хауса, по результатам всех замеров, концентрация формальдегида превышала допустимую норму.

Источник: IBO Innenraumanalytik OG





РАДОН

Природный радиоактивный инертный газ без цвета, запаха и вкуса. Является промежуточным продуктом распада радиоактивного ряда присутствующего в почве и горных породах радиоактивного тяжелого метала урана-238, причем образуется непосредственно из радия-226. Довольно легко выделяется из почвы и горных пород и распространяется в почвенном воздухе или растворяется в воде. При этом он может также попадать в воздух внутренних помещений.

Контрольное значение концентрации радона, принятое на территории ЕС, составляет 300 Бк/м³. В новых постройках средняя концентрация радона не должна превышать 200 Бк/м³ (проектная норма). Среднее значение для квартир — 60 Бк/м³.



БЕККЕРЕЛЬ (БК)

Международная единица измерения радиоактивности, названная в честь французского физика Антуана Анри Беккереля (который в 1930 г. вместе с Марией Кюри получил Нобелевскую премию за открытие радиоактивности). Показывает число элементарных радиоактивных распадов в единицу времени.

Радон

В домах исследовательского парка Viva концентрация радона была в целом очень низкой. Наименьшие концентрации зафиксированы в домах из бетона и деревянном доме. Газ радон составляет наибольшую часть среднего радиоактивного облучения человека и является второй, после курения, распространенной причиной рака легких. Концентрация радона в воздухе помещения может быть намного выше, чем в атмосферном воздухе.

Важнейшие источники радона:

- почвенный воздух в грунтовом основании здания,
- материалы, использованные в строительстве и отделке здания.

Наибольшая доля радона поступает из почвенного воздуха в грунтовом основании здания. Напротив, доля радона, выделяемого в комнатный воздух строительными материалами и водой, гораздо меньше и в большинстве случаев незначительна. Строительные материалы из бетона и разных сортов кирпича, как правило, выделяют совсем небольшое количество радия. Особое внимание стоит обращать на природные камни с повышенной концентрацией радия или на строительные материалы с применением горнопромышленных или промышленных отходов с высоким содержанием радия.

Содержание радона в строительных материалах, радий-226

Материал	Радий-226 [Бк/кг]	
	Среднее значение	Диапазон
Гранулит	10	4-16
Природный гипс, ангидрит	10	2-70
Силикатный кирпич, пенобетон	15	6-80
Гравий, песок, гравийно-песчаная смесь	15	1-39
Диабаз	16	10-25
Гипс, полученный при десульфитации дымовых газов	20	< 20-70
Базальт	26	6-36
Бетон	30	7-92
Глина, суглинок	< 40	< 20-90
Кирпич, клинкер	48	10-200
Гнейс	75	50-157
Буроугольная зола	82	4-200
Гранит	100	30-500
Тuff, пемза	100	< 20-200

Содержание радия-226 в выбранных строительных материалах.

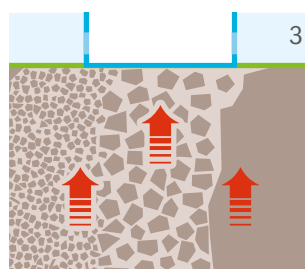
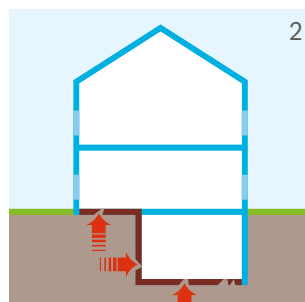
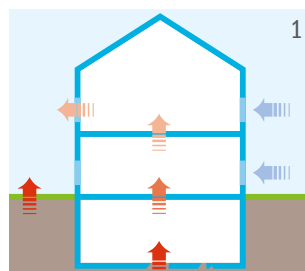
Источник: Федеральное ведомство по радиационной безопасности; информационный лист 03/02

■ Факторы, влияющие на концентрацию радона в помещениях.

Обмен воздуха в здании (1). Негерметичные окна и двери способствуют лучшему воздухообмену. Его ухудшение, например при плотно закрывающихся окнах / дверях и отсутствии механического проветривания, обуславливает повышение концентрации радона в комнатном воздухе.

Состояние здания (2). Решающим фактором является способность здания пропускать почвенный воздух в области фундамента и контакта кладки с землей. Радон может проникать в помещение через зазоры и трещины, а также вдоль кабелей и трубопроводов. Почвенный воздух, содержащий радон, всасывается в здание из-за образующегося в строении пониженного давления. Так называемый «эффект камин» возникает вследствие а) разницы между комнатной и наружной температурами, б) давления ветрового потока. Если подвал или другие помещения дома, контактирующие с землей, открыты, радон может беспрепятственно распространиться по всем этажам здания.

Структура основания фундамента¹ (3). Наряду с сочетанием почвы и горных пород (содержание урана, радия) важную роль играют, прежде всего, величина зерна горных пород (выделение радона в почвенный воздух) и пропускная способность основания фундамента (транспортировка почвенного воздуха, содержащего радон). С особой осторожностью следует относиться к конусам осыпи и склонам, выветренному граниту, карсту и щебнистой почве. И наоборот, массивная и глинистая почва считается безопасной.



¹ Карта радонового потенциала, Австрия: https://geogis.ages.at/GEOGIS_RADON.html

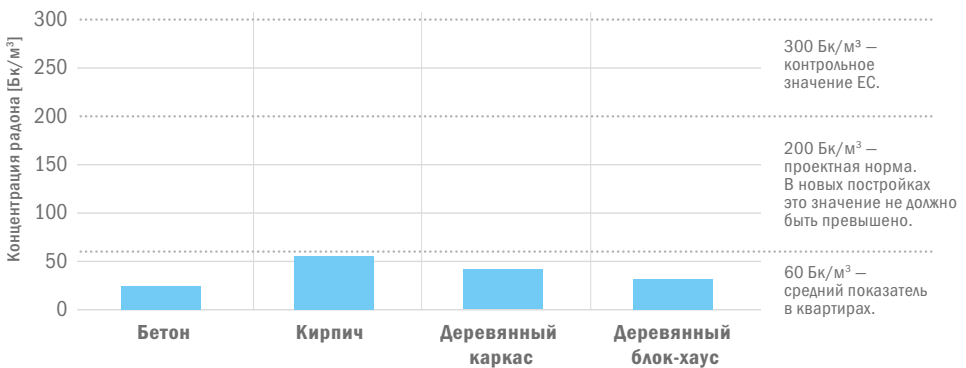
■ Замер радона в исследовательском парке Viva

Исследовательский парк Viva расположен в безопасной относительно содержания радона зоне, у домов герметичная фундаментная плита.

Тем не менее ученые хотели отследить возможное наличие радона в воздухе помещений, поэтому провели в опытных домах тщательные измерения, одновременно исследовав использованные строительные материалы. Результаты очень порадовали: во всех опытных домах концентрация радона ниже 60 Бк/м^3 . Самые низкие показатели зафиксированы в бетонных домах и деревянном доме.

Результаты замеров радона в опытных домах

Замеры показали: загрязнение радона во всех опытных домах незначительное – ниже 60 Бк/м^3 . Источник: AGES



Аэроионы

По данным исследований, аэроионы улучшают качество воздуха в помещении. Это проявляется, кроме прочего, в том, что при высокой концентрации аэроионов сокращается количество пыльцы и мелкодисперсной пыли. Эксперименты показали улучшение умственной работоспособности людей в такой среде¹.

Как можно увеличить содержание аэроионов в комнатном воздухе и насколько эффективны специальные функциональные покрытия, такие как Baumit Ionit? В поиске ответов на эти вопросы специалисты исследовательского парка Viva применили в отделке стен двух опытных домов покрытие Baumit Ionit и провели сравнительные замеры концентрации аэроионов.

¹ Хуттер и др.: Воздействие аэроионов на воздух внутренних помещений: экспериментальное исследование с участием здоровых взрослых, Международный журнал исследований окружающей среды и здоровья населения, 2015 г.

Сравнение концентрации аэроионов в опытных домах					
	Дом 1	Дом 2	Дом 6	Дом 7	
Стенообразующий материал	Бетон	Бетон	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона	
Штукатурная / отделочная система	Водно-дисперсионная шпаклевка Vaumit FinoFinish	Известковая штукатурка Vaumit KlimaPutz S	Без внутренней штукатурки, только гипсокартонные листы	Гипсокартонные листы + специальная шпаклевка Vaumit Ionit Spachtel	
Краска для стен	Водно-дисперсионная краска Vaumit Divina Classic	Специальная краска Vaumit Ionit	Водно-дисперсионная краска Vaumit Divina Classic	Специальная краска Vaumit Ionit	Атмосферный воздух
Средняя концентрация аэроионов = сумма положительных и отрицательных аэроионов	2800	4200	2300	4700	1200

В течение года — с сентября 2016 –го по сентябрь 2017-го — в опытных домах исследовательского парка Viva проводились замеры концентрации аэроионов. Результат: средняя концентрация аэроионов в домах с отделкой Vaumit Ionit (дома 2 и 7) вдвое выше, чем в остальных домах без Vaumit Ionit.

Выяснилось, что средняя концентрация аэроионов в домах с покрытием Vaumit Ionit почти вдвое выше, чем в остальных домах

■ Эффект от применения Ionit

Содержащиеся в шпаклевке и краске для стен Vaumit Ionit минералы насыщают комнатный воздух аэроионами. Притягивая молекулы воздуха, минералы Ionit превращают их в аэроионы. На смену заряженным частицам, покинувшим поверхность стен, поступают новые молекулы воздуха. Процесс протекает естественным образом и не требует внешних энергетических затрат. Но как долго эффективен Vaumit Ionit? Еще в 2011 г., на этапе выпуска продукта на рынок, ученые установили в инновационном центре Vaumit несколько тестовых контейнеров, изнутри покрытых Ionit, и с тех пор регулярно замеряли плотность потока аэроионов. В результате длительных тестов установлено, что даже через 7 лет покрытие для стен Ionit ионизирует воздух с прежней интенсивностью. Вывод: активный слой аэроионов действует длительно и не изнашивается. При этом речь идет о физическом эффекте, сравнимом с магнитом на поверхности.



АЭРОИОНЫ

Электрически заряженные молекулярные частицы с положительным или отрицательным зарядом. Представляют собой кластер из молекул H_2O , O_2 , N_2 и CO_2 , средний размер которого составляет от 1 до 50 нм. В природе аэроионы образуются в результате возникновения высоких поляризационных полей вследствие смещения заряда. Это происходит при электрическом разряде (молния, пьезоэффект), а также вблизи водопадов. Кроме того, аэроионы возникают вследствие радиоактивного космического излучения, а также вблизи открытого огня (плазма). Технически аэроионы производят следующим образом: на ионизирующие иголки подают ток высокого напряжения — под его влиянием на остриях иголок образуется плотный разряд.

3.3. ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ И АКУСТИКА ПОМЕЩЕНИЯ



В монолитных зданиях с теплоизоляцией шумовая нагрузка извне значительно ниже.

Звукоизоляция и акустика помещений — одни из важнейших качественных характеристик домов, особенно когда речь идет о самочувствии и здоровье живущих там людей. Задача звукоизоляции — противостоять шумам снаружи и из соседних помещений. Акустика предусматривает создание оптимальных для человеческого слуха условий слышимости и восприятия полезных звуков — речи, музыки и т. п.

Звукоизоляция

Звуковые измерения в опытных домах парка Viva показали: монолитные строительные элементы и теплоизоляция снижают внешний шум в два раза.

Шум — одно из самых неприятных для людей внешних воздействий, а также сильнейший стресс-фактор. По статистике¹, около 39% австрийцев в той или иной мере страдают от шума в своих квартирах днем и/или ночью. Вот почему эффективной звукоизоляции отводится такая большая роль, когда речь идет о комфортности помещений и здоровье людей.

¹ Статистика Австрии, микроцenz 2015, Условия окружающей среды, экологические параметры

■ Шум как причина заболеваний

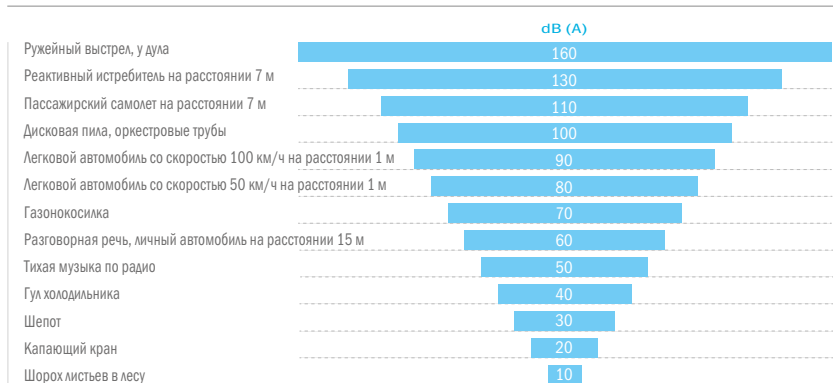
Под шумом понимают нежелательный, мешающий, надоедливый или вредоносный звук. Шум — понятие не физическое, а субъективное, т. е. воспринимается ли некий звук как шум, зависит от ощущений человека.

Шум можно опредметить с помощью измеряемых величин только частично (например, громкость, характер сигнала, высота тона). Длительное воздействие шума может вызвать, как обычное раздражение (от легкого до очень сильного), так и серьезные проблемы со здоровьем.

К негативным реакциям организма на длительное воздействие шума относят, прежде всего, нарушения в работе сердечно-сосудистой системы с такими тяжелыми сопутствующими заболеваниями, как, например, инфаркт миокарда. Настолько острая реакция организма объясняется следующим: стресс-фактор шум приводит к повышению мышечного напряжения, сужению периферических сосудов, повышению частоты сердечных сокращений и пульса, а также к усиленному выбросу гормонов стресса, прежде всего кортизола. Одновременно уменьшается электрическая проводимость кожи, снижается ее температура, ухудшается кровоснабжение. Значит, организм долгое время находится в состоянии «боевой готовности», что, конечно же, ненормально.

Эпидемиологические исследования показали, что, например, шум дорожного движения свыше 60 дБ(А), ощущаемый на протяжении всего дня, повышает риск инфаркта. Такого уровня «дорожный» шум достигает, как правило, в городах. По данным ВОЗ, максимальная доза ночного шума, не вызывающая очевидно вредного воздействия на здоровье человека, составляет 40 дБ.

Источники звука в децибелах



ЗВУК

Звук, воспринимаемый нашим ухом, с точки зрения физики — вибрации молекул воздуха, приводящие к небольшим колебаниям давления.

Таким образом, сила звука характеризуется колебаниями давления. Так как колебания лежат в большом диапазоне от единицы до одного миллиарда, общепринятой единицей измерения уровня звука в логарифмической системе считается децибел (дБ). Увеличение или уменьшение уровня звука на 10 дБ означает, что громкость увеличивается или снижается вдвое.



ЧАСТОТА

Число колебаний в секунду.
Единица измерения — Герц (Гц).
1 Гц — одно колебание в секунду.

Для архитектурной акустики значимым является диапазон колебаний от 50 до 5000 Гц, а для акустики помещений — от 63 до 8000 Гц. Абсолютно не воспринимаемый человеческим ухом ультразвук имеет частоту 20 000 Гц и выше.

■ Что мы слышим

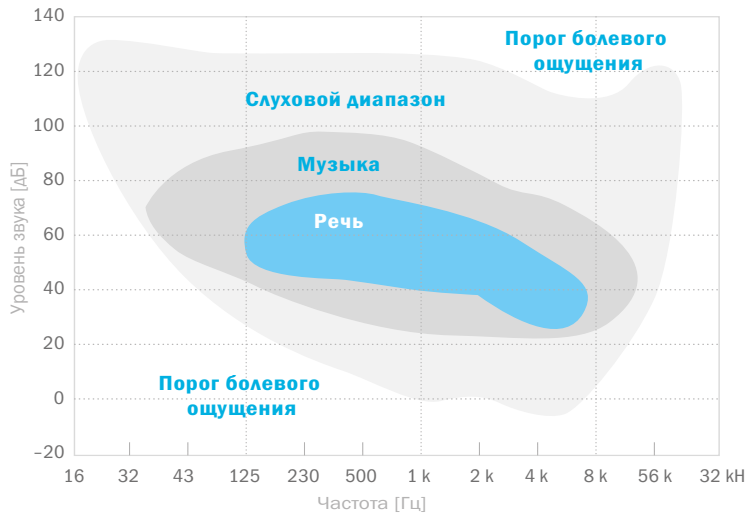
Слышим ли мы звук, зависит от звукового давления и частоты. Минимальное звуковое давление, воспринимаемое человеческим ухом, определяет слуховой порог. Если звуковое давление настолько высоко, что причиняет боль слуховому аппарату, то речь идет о пороге болевого ощущения.

Минимальная частота звуков, которые воспринимает наше ухо, равна примерно 16 Гц. Молодые люди с нормальным слухом воспринимают звуки частотой до 16 000 Гц, с возрастом этот показатель снижается до 8000–6000 Гц.

Диапазон наиболее приятных для человеческого слуха частот — от 500 до 4000 Гц. Это относится, в том числе, и к восприятию речи и музыки.

Слуховой диапазон человека

Слуховой диапазон охватывает диапазон частот, воспринимаемых человеческим ухом. При этом минимальной воспринимаемой считается частота 16 Гц, максимальной — 16000 Гц.



■ Факторы, влияющие на возникновение шума

Основным фактором, влияющим на возникновение внешнего шума, является расположение земельного участка, на котором построен дом. Шумовая нагрузка днем не должна превышать проектные нормативы, приведенные в таблице ÖNORM B 8115–2. Ночные проектные нормативы ниже на 10 дБ.

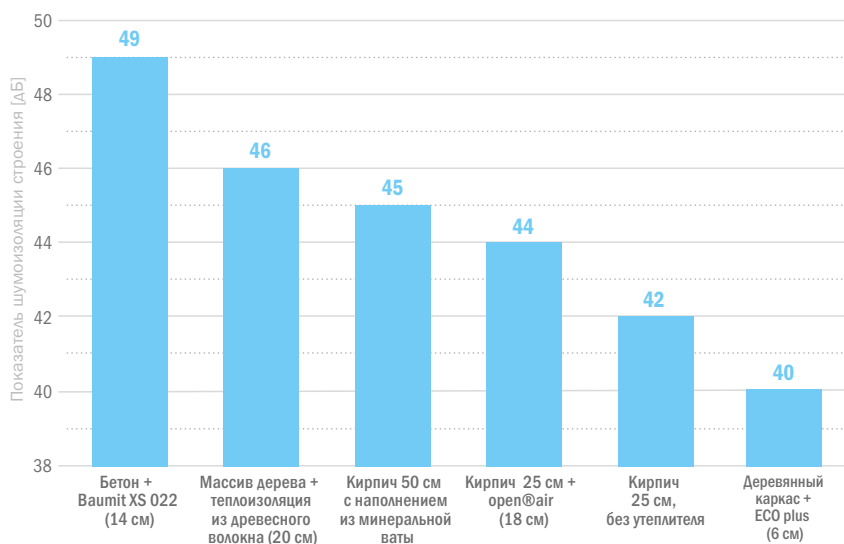
Категории шума по типам земельных участков		
Категория	Участок	Шум в дБ днем
1	Зона отдыха	45
2	Жилая зона, пригород	50
3	Жилая зона, город	55
4	Торговый район города	60
5	Промышленный район	65

Источник: ÖNORM B 81:15-2

Если здание возводится на участке с повышенной шумовой нагрузкой, важно, чтобы «зоны отдыха» (спальня, детская комната, гостиная) по возможности располагались с тыльной стороны. Хорошая звукоизоляция наружной конструкции здания снижает шум в помещениях.

■ Акустические измерения в исследовательском парке Viva

Какой же строительный материал лучше всего защищает от внешнего шума и обеспечивает тишину в помещениях? По результатам испытаний в исследовательском парке Viva, лучшие показатели звукоизоляции — у монолитных бетонных домов. Выяснилось, что в монолитных домах внешний шум воспринимается вдвое слабее, чем в деревянных. Ученые исследовали диапазоны частот наиболее распространенных в повседневной жизни шумов (уличное движение, игры детей и т. п.).



Замеры звукоизоляции различных типов стенообразующих материалов и теплоизоляционных плит

По результатам измерений в исследовательском парке Viva, лучшей звукоизоляцией обладает монолитный бетонный дом (49 дБ).
Источник: IBO



ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ И ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЕ

Звукоизоляция определяется тем, сколько акустической энергии может проникнуть через стену в соседнее помещение. Поглощение звука (звукопоглощение) через стену или потолок, напротив, происходит в процессе рефлекса путем преобразования части акустической энергии в тепло. Степень звукопоглощения зависит от структуры поверхности. Стена может быть хорошим звукоизолятором и при этом обладать низкой звукопоглощающей способностью, и наоборот. Единица измерения звукоизоляции — децибел (дБ). В отношении звукоизоляции действует правило: чем выше показатель, тем лучше звукоизоляция.

■ Теплоизоляция снижает шум

Специальные теплоизоляционные материалы минимизируют внешний шум. Так, результаты измерений в исследовательском парке показали, что теплоизоляция (в особенности фенольный пенопласт) снижает уровень шума. Это объясняется высокой эластичностью изоляционных плит, которые амортизируют шум, как батут. Полезная информация для застройщиков: при хороших звукоизоляционных характеристиках стен можно встраивать окна с большей поверхностью, при этом шумовая нагрузка в помещении не возрастет. Для современных зданий с большими окнами это отличное решение.

В проектировании домов вопросам шумоизоляции и акустики по-прежнему уделяется мало внимания. При этом в районах застройки с интенсивным трафиком шумовая нагрузка может быть ощутимо снижена за счет выбора правильных строительных материалов, конструкций и геометрии.

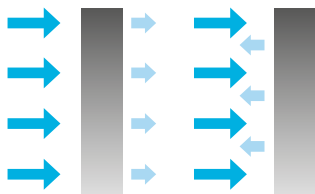
Акустика помещений

При звуках средней и высокой частоты в акустике помещений разнотипных домов не обнаружили никаких различий. В низком диапазоне деревянный дом и деревянный панельно-каркасный дом продемонстрировали самое короткое время реверберации, а дома из бетона — самое длительное. В низкочастотном диапазоне предметы интерьера уменьшают реверберацию.

Акустика существенно влияет на комфортность помещения. Так, в помещениях с плохой акустикой — длительное время реверберации. Из-за возникающего «эффекта эха» в них появляются мешающие шумы и речь говорящих кажется неразборчивой, плохо воспринимается.

Сколько звука проникает в соседнюю комнату?

Сколько звука отражается?



Звукоизоляция

Звукопоглощение

ИНТЕРВЬЮ

«Шум

лишен благозвучия»



Бернхард Липп, эксперт по звуку и акустике Австрийского института строительной биологии и экологии (IBO), проводивший звуковые измерения в исследовательском парке Viva, — о влиянии шума на здоровье людей и важной роли звукоизоляции:

Каково значение звукоизоляции для качества жизни?

Бернхард Липп: Звукоизоляция — значимый фактор акустического качества помещения. Недостаточная звукоизоляция в доме создает постоянный дискомфорт для живущих там людей и может стать причиной плохого самочувствия и даже серьезных заболеваний. Главное, решить проблему звука еще на этапе проектирования здания, так как впоследствии исправление недостатков звукоизоляции обойдется очень дорого. Наряду со звукоизоляцией стенообразующих материалов важна изоляция шагового шума.

Как шум влияет на жизнь людей?

Бернхард Липп: Шум нарушает личный комфорт человека и, в зависимости от уровня и продолжительности, может даже навредить здоровью. К самым распространенным источникам шума относятся уличное движение, стройки, промышленные предприятия, а на бытовом уровне — шум соседей. Таким образом, шум вредит не только здоровью, но и межчеловеческим отношениям, явля-

ясь самым частым поводом для соседских конфликтов.

Как строить «со снижением шума»?

Бернхард Липп: Чтобы защитить людей в жилых помещениях от постороннего шума, следует выбирать строительные материалы с наилучшими звукоизоляционными характеристиками. Проведенные в исследовательском парке Viva звуковые измерения показывают, что оштукатуренные стены из бетона и кирпича с соответствующей наружной теплоизоляцией (Baumit Resolution), а также цельная древесина обладают самой высокой изоляционной способностью. Чем лучше звукоизоляция в доме, тем прочнее ощущение комфорта и удовлетворенности у его жильцов. Так, снижение шума на 10 дБ воспринимается как снижение громкости вдвое.

ИНТЕРВЬЮ



ВРЕМЯ РЕВЕРБЕРАЦИИ

Самый известный параметр акустики помещений. Обозначает временной промежуток после резкого замолкания источника звука, в течение которого уровень шума в помещении снижается на 60 дБ. Время реверберации в каждом конкретном помещении зависит от площади помещения, внутренней поверхности, предметов интерьера, а также от частоты звука, так как при разных частотах камень, дерево, ковры или текстильные покрытия поглощают шум по-разному.

Оптимальное время реверберации зависит от назначения помещения с точки зрения акустики. Так, в помещениях, где исполняют и/или слушают музыку, вокализируют (концертные и репетиционные залы, музыкальные салоны и т. п.) необходима более длительная реверберация, нежели в учебных классах и аудиториях, где много говорят (речь говорящих будет четкой, разборчивой при короткой реверберации). На время реверберации, наряду с объемом помещения, влияет поглощающая способность стен, потолка, пола, предметов интерьера. Степень звукопоглощения зависит от частотности и достигает значений от 0 (полностью отражающие поверхности) до 1 (полностью поглощающие поверхности). Имеет значение и площадь помещения. Чем помещение больше, а отражающие поверхности жестче с точки зрения акустики, тем длительнее реверберация.

■ Акустические измерения в исследовательском парке Viva

Насколько зависит акустика внутренних помещений от типа строения? Ученые измерили время реверберации в десяти различных точках каждого дома при различных частотах в диапазоне от 50 до 10 000 Гц. Три частотных диапазона они исследовали особенно тщательно: диапазон 500 Гц, с которого начинается восприятие человеческой речи (понимается сказанное), средний диапазон восприятия речи — от 500 до 1000 Гц и ультранизкий диапазон частот — от 80 Гц, с которого начинается восприятие голоса (слышится звук).

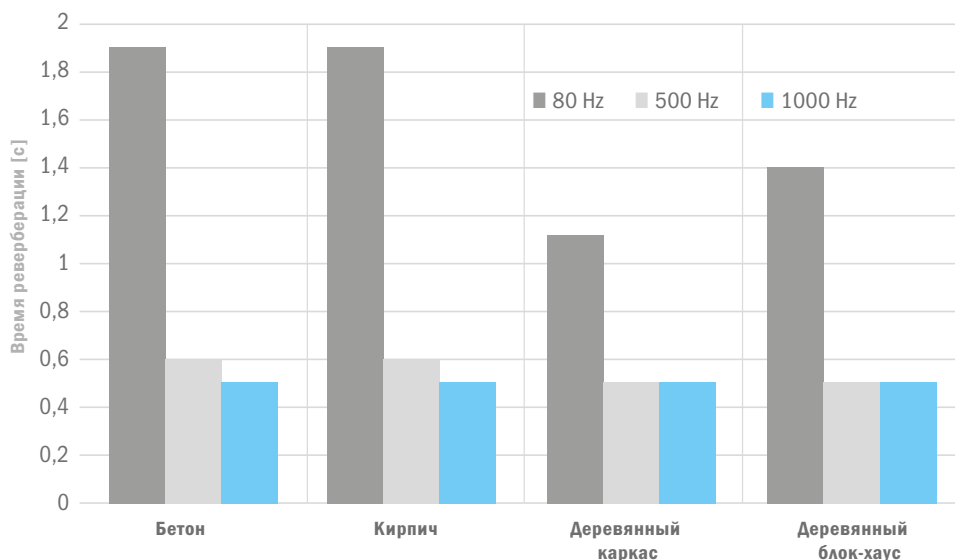
Интересными оказались результаты акустических измерений: если при средних и высоких частотах (разговор, музыка) время реверберации в разнотипных домах было примерно одинаковым, то в диапазоне низких частот (мужской голос) различия были явными.

Средние показатели времени реверберации при частоте от 500 до 1000 Гц находились в пределах 0,5–0,6 с. В этом диапазоне конструкция стен с точки зрения акустики помещения явно не принципиальна.

Иначе обстоит дело с низкими частотами: самая длительная реверберация (1,9 с) зафиксирована в бетонных и кирпичных домах, самая короткая — в домах из деревянного ригеля (1,1 с). Промежуточное значение — у деревянного дома (1,4 с).

Время реверберации по типам стен при различных частотах

Измерения в домах исследовательского парка Viva показали акустические различия только в ультразвуковом диапазоне частот. При частоте 80 Гц дома из деревянного каркаса и деревянный дом показали самое короткое время реверберации (средние показатели отдельных типов домов). Источник: IBO



Результаты строительно-акустических измерений четко совпадают с субъективным восприятием времени реверберации на месте. Оценить его индивидуально предлагали разным участникам эксперимента. По общему заключению, самая длительная реверберация — в монолитных домах из бетона.

■ Длительная реверберация в низкочастотном диапазоне как источник дискомфорта?

Ультранизкие частоты в жилых помещениях оцениваются как некритические, поскольку длительная реверберация обычно нейтрализуется за счет предметов интерьера (напольных покрытий, штор, мягкой мебели и др.). Однако в офисных помещениях, где много открытого пространства, «эффект эха» может создавать определенный дискомфорт. В таких случаях помогают специальные акустические штукатурки или комнатные панели для стен и потолка.

3.4. ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ПОЛЯ






Электромагнитные поля лучше всего экранируются бетоном и цельной древесиной.

Электромагнитные поля — излучение с частотой от 100 кГц до 300 ГГц. В этом диапазоне электрические и магнитные поля меняют направление от многих тысяч до миллиардов раз в секунду.

Высокочастотное излучение исходит от антенн и используется преимущественно в коммуникационной технике. Различные радио- и ТВ-сигналы, вся радиотехника, мобильная связь (GSM, UMTS, LTE), беспроводные телефоны, Wireless LAN и Bluetooth работают в высокочастотном диапазоне и охватывают широкий диапазон частот — от нескольких МГц (коротковолновое радиовещание) и УКВ-радиодиапазона около 100 МГц до диапазона сетей мобильной связи, который находится примерно между 800 МГц и несколькими ГГц.

Электромагнитные поля в окружающей среде

Высокочастотные поля находятся в диапазоне от 100 кГц до 300 ГГц.
Источник: НО Информационный центр мобильной связи

Пример источника иммиссии					
Частота	3 кГц	3 МГц	3 ГГц	3 ТГц	
Частота сети	Длина волн Средние волны Короткие волны Ультракороткие волны Мобильная связь (UMTS, GSM и т.п.) Микроволны Радар			Инфракрасное излучение Видимый свет УФ-излучение	Рентгеновское излучение Гамма-излучение
Низкочастотные поля	Высокочастотные поля		Оптическое излучение		
	Неионизирующее излучение				Ионизирующее излучение

Сейчас активно исследуются долгосрочные воздействия высокочастотных электромагнитных полей на организм человека. Нагревание ткани сегодня считается устойчивым воздействием микроволн. Однако наблюдения доказывают, что наряду с нагревающим воздействием имеются и другие биологические эффекты в так называемом диапазоне малых доз.

В этом плане не стоит недооценивать классификацию высокочастотных полей мобильной связи, составленную Всемирной организацией здравоохранения (IARC, Международное агентство по изучению рака), согласно которой мобильная связь относится к группе 2B, т. е. с возможным канцерогенным влиянием на человеческий организм. В своих заключениях ВОЗ советует с осторожностью относиться к электромагнитным полям в диапазоне мобильной связи.

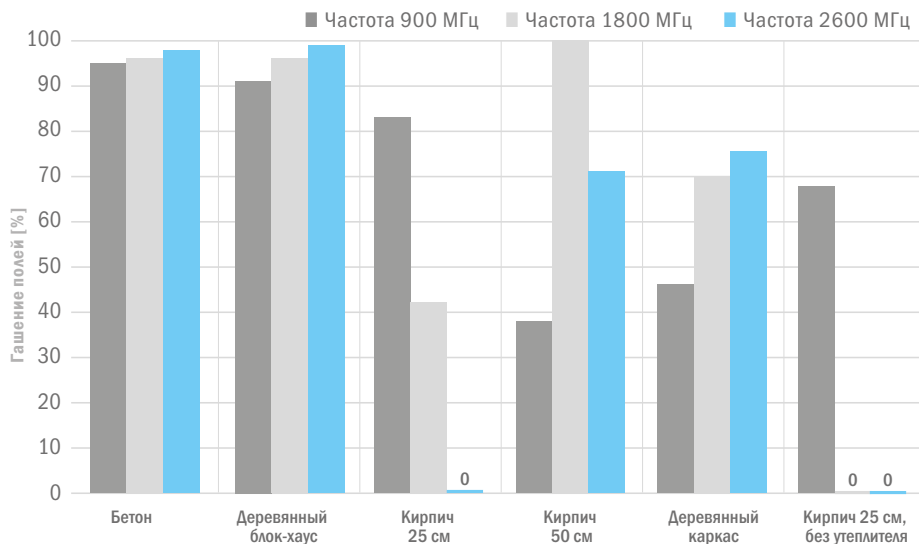
Высокочастотные электромагнитные поля в исследовательском парке Viva

Насколько хорошо разнотипные строения отражают (проф. гасят) высокочастотные поля?

В исследовательском парке Viva ученые исследовали опытные дома на предмет их экранирующих свойств в отношении трех самых распространенных частотных диапазонов мобильной связи — 900 МГц, 1800 МГц и 2600 МГц. Для этого снаружи каждого дома, на определенном расстоянии от стены и в метре над полом, они установили передающую антенну. Приемную антенну расположили в доме, на определенном расстоянии от передающей антенны и на одной с ней высоте.

Гашение высокочастотных полей различными стеновыми материалами

Бетон и цельная древесина практически полностью гасят различные высокочастотные поля. Худшие результаты — у неутепленного кирпичного дома (средние показатели отдельных типов домов).
Источник: IBO Innenraumanalytik OG



Результаты измерений дали ясную картину: бетонные дома отражали все три типа частот почти на 100%, на втором месте оказался деревянный дом. В отношении частот 1800 МГц и 2600 МГц неутепленный дом (25-сантиметровый кирпич, постройка старого типа) показал себя хуже всех. У домов других типов наблюдались интересные различия в реакции на различные частоты. Так, дом из полуметрового кирпича полностью экранировал частоту 1800 МГц, высокую частоту 2600 МГц — всего на 71%, а частоту 900 МГц — лишь на 38%. В принципе, можно сказать, что утепленные дома из деревянного каркаса и утепленные кирпичные дома продемонстрировали средние показатели в отношении экранирования высокочастотных полей. Следует учитывать тот факт, что в хорошо изолированных домах с высокой экранирующей способностью излучение от мобильных телефонов выше.

3.5. ХОРОШЕЕ САМОЧУВСТВИЕ И КОМФОРТ

Теплоизоляция и тип строения влияют на комфортность дома и благоприятную для здоровья людей атмосферу в нем. Самыми комфортными признаны утепленные дома из 25-сантиметрового кирпича, и утепленные бетонные дома с применением интерьерной штукатурки Baumit KlimaPutz.

Как дома разных типов постройки влияют на здоровье людей, проживающих в них? Этим вопросом интенсивно занимался Венский медицинский университет как партнер по сотрудничеству в исследовательском парке Viva. Все результаты измерений, собранные и проанализированные Институтом Бургенланд и компанией IBO Innenraumanalytik OG, были обезличены (во избежание предвзятости в оценках и выводах) и переданы в Венский медицинский университет для их анализа в медико-валеологическом аспекте (с точки зрения соответствия стройматериалов требованиям здорового жилья). При этом ученые сосредоточивались на конечных показателях — **хорошее самочувствие и комфорт**, которые являются основой здоровой жизни.

Анализ Indoor-Air-Quality

С помощью Indoor-Air-Quality (IAQ) ученые Венского медуниверситета оценивали отдельные микроклиматические и физико-технические группы факторов каждого типа зданий относительно их влияния на самочувствие людей и их комфорт.

При этом в отдельных домах проверяли, при каких параметрах наблюдаются существенные различия в уровне комфорта. Параллельно с этим в отношении каждого дома проводилась оценка параметров комфорта с помощью специально разработанного индекса дискомфорта. Эта система оценивания базируется на основополагающих физико-технических условиях по Фангеру (так называемое уравнение Фангера) и на ISO 7730 (2005).

За основу взяли температуру 21 °C и относительную влажность воздуха 50%. Все отклонения от этой основы либо от этого оптимального значения были рассчитаны. Если микроклимат точно соответствует заданным величинам, то индекс дискомфорта равен нулю и соответствует оптимальным условиям для ощущения комфорта. Чем больше отклонения от этих значений, тем больше отклонения от оптимальной величины.



ИНДЕКС ДИСКОМФОРТА

На основе параметров комнатной температуры, влажности воздуха и температуры ограждающих поверхностей ежечасно выводили индекс дискомфорта, а, исходя из этих значений, рассчитывали среднедневную величину. Отправной точкой для индекса дискомфорта послужили ISO 7730 и критерии комфорта по Фангеру. На основе этих данных ученые вывели собственную формулу, которую использовали в расчетах.

Формула индекса дискомфорта

$$\text{Индекс дискомфорта} = \left| \frac{\Delta \text{ верт}}{5} \right| + \left| \frac{\Delta \text{ стена, воздух}}{4} \right| + \left| \frac{\Delta \text{ стена}}{5} \right| + \left| \frac{T-21}{4} \right| + \left| \frac{F-50}{10} \right|$$

- Δ верт.:** числовое значение вертикального градиента (пол, потолок) в кельвинах (K);
- Δ стена, воздух:** числовое значение температурной разницы между температурой воздуха в центре комнаты (T) и средней температурой ограждающих поверхностей;
- Δ стена:** числовое значение максимального перепада температур стен;
- T – 21 =>** числовое значение температуры минус 21; 21 °C соответствует величине, принятой за оптимальную комнатную температуру;
- F – 50 =>** числовое значение относительной влажности воздуха минус 50; 50% относительной влажности воздуха соответствует величине, принятой за оптимальную относительную влажность воздуха.
- Источник: Венский медуниверситет

Результаты оценки

Заключение по результатам санитарно-гигиенического обследования жилых помещений было однозначным: тип строения и выбор строительных материалов существенно влияют на комфортность жилья.

Так, при равных теплоизоляционных характеристиках монолитные постройки показывают себя лучше, чем облегченные конструкции. При разных теплоизоляционных характеристиках, но при одинаковых типах постройки дом с утеплением значительно выигрывает.

В утепленном доме из 25-сантиметрового кирпича с коэффициентом $U=0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ отмечен очень высокий уровень комфорта, а дом такого же типа постройки, но без утепления получил самую низкую оценку.

Общая оценка опытных домов исследовательского парка Viva				
Опытные дома	Дом 4	Дом 1	Дом 2	Дом 10
Стенообразующий материал	Кирпич 25 см	Бетон	Бетон	Деревянный дом из блок-хауса
Теплоизоляция	СФТК Baunit open@air KlimaschutzFassade с фасадными плитами Baunit FassadenPlatte open@air	СФТК Baunit XS 022 с изоляционными плитами Baunit Fassaden Dämmplatte XS 022	СФТК Baunit open@air KlimaschutzFassade с фасадными плитами Baunit FassadenPlatte open@air	СФТК Baunit Nature с МДВП Baunit Holzweichfaser Platte Massiv
Штукатурная / отделочная система	Известковая штукатурка Baunit KlimaPutz S	Водно-дисперсионная шпателька Baunit FinoFinish	Известковая штукатурка Baunit KlimaPutz S	без штукатурки, только стена из блок-хауса
Краска для стен	Краска на минеральной основе Baunit KlimaColor	Водно-дисперсионная краска Baunit Divina Classic	Специальная краска Baunit Ionit	без внутренней отделки
Хорошее самочувствие и комфорт				
Оценка	высокая			
Индекс	1,4	1,4	1,5	1,7

Исследуя дома с точки зрения их комфортности и благоприятности для самочувствия людей, ориентировались прежде всего на температуру и влажность воздуха. Все дома с индексом до 1,75 продемонстрировали высокий уровень комфорта. Источник: Венский медицинский университет

Поскольку все опытные дома, за исключением неутепленного кирпичного дома (старый тип постройки), соответствуют очень высоким австрийским строительным стандартам, образца, который продемонстрировал бы несопоставимо низкий уровень комфорта, среди них не было. Поэтому между показателями комфортности всех домов нет огромного разрыва. Дома с индексом 1,75 отнесены к высшей категории комфортности, дома с индексами от 1,76 до 2,0 — к средней, а с индексом более 2,0 — к низшей категории.

Общая оценка опытных домов исследовательского парка Viva				
Опытные дома	Дом 9	Дом 6	Дом 7	Дом 3
Стенообразующий материал	Кирпич 50 см	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона	Кирпич 25 см
Теплоизоляция	Внутри кирпича — наполнение из минеральной ваты Легкая штукатурка Vaumit GrundPutz Leicht	СФТК Vaumit ECO с изоляционными плитами Vaumit Fassaden Dämmplatte ECO plus	СФТК Vaumit ECO с изоляционными плитами Vaumit Fassaden Dämmplatte ECO plus	Без утеплителя Vaumit MPA 35
Штукатурная / отделочная система	Известковая штукатурка Vaumit KlimaPutz S	Без внутренней штукатурки, только гипсокартонные листы	Гипсокартонные листы + специальная шпатлевка Vaumit Ionit Spachtel	Гипсовая штукатурка Vaumit GlättPutz
Краска для стен	Краска на минеральной основе Vaumit KlimaColor	Водно-дисперсионная краска Vaumit Divina Classic	Специальная краска Vaumit Ionit	Водно-дисперсионная краска Vaumit Divina Classic
Хорошее самочувствие и комфорт				
Оценка		средняя		низкая
Индекс	1,9	1,9	1,9	2,1



4. ДОМА VIVA

ПОДРОБНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ТИПЫ ДОМОВ

4.1. ОБЩАЯ МАТРИЦА ОЦЕНКИ ДОМОВ

Как опытные дома показывают себя в сравнении? Чтобы сделать наглядный и убедительный обзор разнотипных домов, ученые объединили все результаты измерений в общую оценочную матрицу. Такого раньше никто не делал.

При этом эксперты столкнулись с проблемой выбора очевидных критериев оценки для частично разных параметров. Так появилось четыре оценочных категории:

- физико-технические параметры,
- физические параметры,
- химические параметры,
- медико-валеологические параметры (хорошее самочувствие и комфорт).

Параметры оценки и их классификация

В оценочной матрице для строительной физики, физики и химии опытные дома оценивались по существенным критериям, таким как теплоаккумулирующие свойства, летний перегрев, температура внутренних поверхностей, буферизация влаги, звук и акустика, гашение высокочастотных полей, радон, запах, ЛОС и формальдегид. При этом физико-технические параметры были разделены на классы: «низкий», «средний», «высокий» и «очень высокий». Похожая классификация была создана и по измерению радона. Для оценивания концентрации формальдегида и летучих органических соединений классификация производилась на основе национальных и международных нормативных показателей и получила 5 классов качества. Здесь класс 1 означает лучшее качество комнатного воздуха, а класс 5 — худшее. В свою очередь, результаты сенсорных исследований запахов классифицировались как «в пределах нормы» и «за пределами нормы». Параметры звукоизоляции, акустики помещений и поглощения высокочастотных электромагнитных полей классифицировались как «высокий», «средний» и «низкий». Похожая классификация у медико-валеологических параметров из области «Хорошее самочувствие и комфорт», которые оценивались по индексу дискомфорта (глава 3.5).

ОБЩАЯ ОЦЕНКА ОПЫТНЫХ ДОМОВ

Оценочная матрица охватывает все исследованные опытные дома с их различными стеновыми конструкциями и использованными строительными материалами. Отдельные группы оценок частично были разработаны специально для этого исследовательского проекта.

Итоговая оценка опытных домов исследовательского парка Viva					
Опытные дома	Дом 1	Дом 2	Дом 3	Дом 4	
Стенообразующий материал	Бетон	Бетон	Кирпич 25 см	Кирпич 25 см	
Теплоизоляция	Утеплен	Утеплен	Не утеплен	Утеплен	
Штукатурная / отделочная система	Водно-дисперсионная шпаклевка Baumit FinoFinish	Известковая штукатурка Baumit KlimaPutz S	Гипсовая штукатурка Baumit GlättPutz	Известковая штукатурка Baumit KlimaPutz S	
Краска для стен	Водно-дисперсионная краска Baumit Divina Classic	Специальная краска Baumit Ionit	Водно-дисперсионная краска Baumit Divina Classic	Краска на минеральной основе Baumit KlimaColor	
Физико-технические параметры					
Теплоаккумулирующие свойства	Высокие	Высокие	Низкие	Средние	
Защита от летнего перегрева	Высокая	Высокая	Низкая	Средняя	
Колебания температуры внутренних поверхностей	Низкие	Низкие	Очень высокие	Средние	
Буферизация влаги	Средняя	Высокая	Низкая	Высокая	
Физические параметры					
Звукоизоляция	Высокая	Высокая	Низкая	Средняя	
Акустика помещений	Средняя	Средняя	Средняя	Средняя	
Поглощение ВЧ-полей	Высокое	Высокое	Низкое	Низкое	
Радон	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	
Химические параметры					
Запах	после 7 месяцев	В пределах нормы	В пределах нормы	В пределах нормы	В пределах нормы
	после 14 месяцев	В пределах нормы	В пределах нормы	В пределах нормы	В пределах нормы
ЛОС	после 3 месяцев	Класс 1	Класс 1	Класс 5	Класс 4
	после 15 месяцев	Класс 2	Класс 2	Класс 3	Класс 1
	после 19 месяцев	Класс 1	Класс 1	Класс 1	Класс 1
Формальдегид	после 3 месяцев	Класс 1	Класс 1	Класс 1	Класс 1
	после 15 месяцев	Класс 1	Класс 1	Класс 1	Класс 1
	после 19 месяцев	Класс 1	Класс 1	Класс 1	Класс 1
Хорошее самочувствие и комфорт					
Оценка	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	

Необходимо отметить, что отдельные результаты относятся к гигиене воздуха в помещении, радиационной технике и акустическим характеристикам при использовании соответствующих продуктов, однако не во всех случаях являются показательными для стеновой конструкции или материалов.



В общую оценку включены 8 домов. Опытные дома 5 и 8 не представлены в оценочной матрице, поскольку им была отведена другая роль и исследования в них не проводились.

Итоговая оценка опытных домов исследовательского парка Viva					
Опытные дома	Дом 6	Дом 7	Дом 9	Дом 10	
Стенообразующий материал	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона	Кирпич 50 см с наполнением из минеральной ваты	Деревянный блок-хаус	
Теплоизоляция	Утеплен	Утеплен	Утеплен	Утеплен	
Штукатурная / отделочная система	Без внутренней штукатурки, только гипсокартонные листы	Гипсокартонные листы + специальная шпаклевка Baumit Ionit Spachtel	Известковая штукатурка Baumit KlimaPutz S	Без внутренней штукатурки, только стена из блок-хауса	
Краска для стен	Водно-дисперсионная краска Baumit Divina Classic	Специальная краска Baumit Ionit	Краска на минеральной основе Baumit KlimaColor	Без внутренней отделки	
Физико-технические параметры					
Теплоаккумулирующие свойства	Низкие	Низкие	Средние	Средние	
Защита от летнего перегрева	Низкая	Низкая	Средняя	Низкая	
Колебания температуры внутренних поверхностей	Высокие	Высокие	Средние	Средние	
Буферизация влаги	Низкая	Средняя	Высокая	Высокая	
Физические параметры					
Звукоизоляция	Низкая	Низкая	Средняя	Средняя	
Акустика помещений	Высокая	Высокая	Средняя	Высокая	
Поглощение ВЧ-полей	Среднее	Среднее	Среднее	Высокое	
Радон	Низкое	Низкое	Низкое	Низкое	
Химические параметры					
Запах	после 7 месяцев	За пределами нормы	За пределами нормы	В пределах нормы	За пределами нормы
	после 14 месяцев	За пределами нормы	За пределами нормы	В пределах нормы	За пределами нормы
ЛОС	после 3 месяцев	Класс 4	Класс 4	Класс 2	Класс 5
	после 15 месяцев	Класс 4	Класс 2	Класс 1	Класс 4
	после 19 месяцев	Класс 2	Класс 1	Класс 1	Класс 4
Формальдегид	после 3 месяцев	Класс 1	Класс 1	Класс 1	Класс 3
	после 15 месяцев	Класс 1	Класс 1	Класс 1	Класс 4
	после 19 месяцев	Класс 1	Класс 1	Класс 1	Класс 4
Хорошее самочувствие и комфорт					
Оценка	Средняя	Средняя	Средняя	Высокая	

Обобщение результатов

■ Физико-технические параметры

По физико-техническим параметрам утепленные монолитные дома превосходили все остальные. Монолитная постройка из кирпича или бетона с теплоизоляцией — идеальный тип строения с точки зрения теплоаккумулирующей способности, защиты от летних перегревов, а также низких расходов на отопление и охлаждение.

Деревянный дом хорошо показал себя с точки зрения строительной физики. Утепленные дома из деревянного каркаса с отделкой из гипсокартона не продемонстрировали хороших результатов ввиду своей низкой теплоемкости. И, наконец, худшим в рейтинге оказался неутепленный кирпичный дом, который имитировал несанированную постройку старого типа.

Уровень влагопоглощения стенообразующих материалов существенно зависит от внутренней отделки. Дома, в которых были применены Baumit KlimaPutz и Baumit Ionit, показали намного лучшую способность к буферизации влаги, чем дома, где использовались только водно-дисперсионная шпаклевка и краска. Особый случай — деревянный дом из блок-хауса: стены из натурального дерева обладают отличными влагопоглощающими свойствами.



■ Физические параметры

В отношении звукоизоляции и поглощения высокочастотных электромагнитных полей бесспорными лидерами стали бетонные дома. Несколько уступают им по этим параметрам деревянный дом и дома из кирпича. Относительно акустики помещений деревянный дом и деревянные панельно-каркасные дома показали себя особенно хорошо. Содержание радона во всех опытных домах было низким.

■ Химические параметры

По результатам исследования запаха дома из бетона и кирпича оценены как нейтральные. Напротив, интенсивный запах присущ обоим домам из деревянного каркаса (влажный, затхлый запах) и деревянному дому (сильный, стойкий запах дерева).

По содержанию формальдегида всем домам, за исключением деревянного, присвоен класс 1, что является очень хорошим показателем. Деревянному дому, в котором зафиксировано интенсивное испарение формальдегида, присвоен класс 4. Источником высокой концентрации формальдегида, скорее всего, было клеящее вещество, применяемое в производстве фанеры для отделки стен.

Через два года после завершения строительства все дома были практически свободны от ЛОС, за исключением того же деревянного дома. В нем даже спустя такое время зафиксирована очень высокая концентрация ЛОС (класс 4) из-за характерного для дерева выделения терпенов.

■ Параметры комфорта

В плане комфортности отлично зарекомендовали себя бетонные и кирпичные дома с наружной теплоизоляцией, а также деревянный дом из блок-хауса. Худшие показатели, как и ожидалось, были у неутепленного дома (25-сантиметровый кирпич, постройка старого типа).

4.2. ДОМА В ДЕТАЛЯХ

Дома из бетона

Бетон — самый распространенный материал, используемой в домостроении: многоэтажные жилые дома строят в основном из бетона. Индивидуальные дома из бетона в наших широтах пока скорее редкость, хотя в последнее время архитекторы все чаще прибегают к использованию бетона ввиду его широких дизайнерских возможностей.

БЕТОН

Функциональный строительный материал, получаемый в результате формования и затвердевания рационально подобранной и уплотненной смеси, состоящей из вяжущего вещества (цемент или др.), крупных и мелких заполнителей, воды.

В ряде случаев может содержать специальные добавки, а также отсутствовать вода (например в асфальтобетоне). Бетон производится путем смешиванием цемента, песка, щебня и воды (соотношение их зависит от марки цемента, фракции и влажности песка и щебня), а также небольших количеств добавок (пластификаторы, гидрофобизаторы и т. д.). Цемент и вода являются главными связующими компонентами при производстве бетона.

■ Бетон как строительный материал

Для оптимального использования небольших земельных участков намечается тенденция к плотной застройке. Цель — расположить как можно больше жилых площадей на минимальном количестве квадратных метров. В идеале нужно снизить потери жилой площади из-за толщины стен и дополнительной тепловой, огнезащитной и звуковой изоляции. Таким образом, бетон — идеальный строительный материал, так как он обладает хорошими огне- и звукозащитными свойствами, что позволяет возводить более тонкие стены по сравнению с традиционными. При строительстве бетонного дома площадью 100 м² можно выиграть до 6 м² дополнительной площади.

Достоинства и недостатки бетона

Достоинства	Недостатки
Долговечность и износостойкость	Низкая способность к буферизации влаги — следовательно, без штукатурки микроклимат помещения будет несбалансированным
Хорошая аккумулирующая способность относительно тепла и холода	Никакой особенной акустики для жилых помещений — большое время реверберации
Хорошая звукоизоляция	Высокий вес относительно прочности на сжатие
Превосходная противопожарная защита	Риск образования трещин из-за усадки бетона
Высокая плотность (можно возводить тонкие стены)	Снос бетонных зданий — затратный процесс
Большая дизайнерская свобода (структура, прочность, цвет)	
Точечно настраиваемые свойства в соответствии с требованиями и запросами	
Подлежит переработке	

В бетонных домах обычно комбинируют системный тип строительства (предварительно изготовленные на заводе компоненты стен, лестниц, потолочные элементы и т. п.) и монолитный бетон для заливки в опалубку (бетон, уложенный на месте проведения работ, для настила пола и т. п.). Это экономит время и деньги.

Обзор бетонных домов

В исследовательском парке Viva два бетонных дома (1 и 2) построены из сборных блоков. Они отличаются между собой только теплоизоляцией, внутренней штукатуркой и краской для стен.

Структура стен бетонных домов						
Дом	Стенообразующий материал	Толщина стены [см]	Теплоизоляция	Толщина утеплителя [см]	Штукатурная / отделочная система	Краска для стен
1	Бетон	18	Изоляционная фасадная плита Vaumit Fassaden Dämmplatte XS 022	14	Водно-дисперсионная шпаклевка Vaumit FinoFinish	Водно-дисперсионная краска Vaumit Divina Classic
2	Бетон	18	Фасадная плита Vaumit open@air Klimaschutz Fassade	20	Известковая шпаклевка Vaumit KlimaPutz S	Специальная краска Vaumit Ionit

Опытные дома 1 и 2 из бетона: обзор использованных строительных материалов и толщина утеплителя

Преимущества бетонных домов

Анализы, проведенные в исследовательском парке Viva, показали: благодаря высокой аккумулирующей способности бетонные дома обладают высокой теплоемкостью и в комбинации с теплоизоляцией хорошо защищают, как от перегрева, так и от быстрого выхолаживания.

У бетонных домов отличные звукоизоляционные характеристики, хорошие показатели поглощения высокочастотных электромагнитных полей. Результаты исследования запахов и выделения токсических веществ — в пределах нормы.

Недостатки бетонных домов

Оба бетонных дома продемонстрировали разный уровень влагопоглощения. В этом проявилась слабая сторона бетона как строительного материала — низкая способность к буферизации влаги. Внутренняя стена, обработанная только шпаклевкой и водно-дисперсионной краской, могла промежуточно накапливать намного меньше влаги, чем стена с отделкой из Vaumit KlimaPutz и Vaumit Ionit. Интересно, что даже тонкий слой штукатурки Vaumit KlimaPutz (1,5–2 см) значительно улучшал буферизацию влаги во внутреннем помещении. Акустика в бетонных домах, по причине длительной реверберации, посредственная.

Оценочная матрица бетонных домов			
Опытные дома	Дом 1	Дом 2	
Стенообразующий материал	Бетон	Бетон	
Теплоизоляция	Утеплен	Утеплен	
Штукатурная / отделочная система	Водно-дисперсионная шпаклевка	Известковая штукатурка	
Краска для стен	Водно-дисперсионная краска	Baumit Ionit	
Физико-технические параметры			
Теплоаккумулирующие свойства	Высокие	Высокие	
Защита от летнего перегрева	Высокая	Высокая	
Колебания температуры внутренней поверхности	Низкие	Низкие	
Буферизация влаги	Низкая	Высокая	
Физические параметры			
Звукоизоляция	Высокая	Высокая	
Акустика помещений	Средняя	Средняя	
Поглощение ВЧ-полей	Высокое	Высокое	
Радон	Низкий	Низкий	
Химические параметры			
Запах	после 7 месяцев	В пределах нормы	В пределах нормы
	после 14 месяцев	В пределах нормы	В пределах нормы
ЛОС	после 3 месяцев	Класс 1	Класс 1
	после 15 месяцев	Класс 2	Класс 2
	после 19 месяцев	Класс 1	Класс 1
Формальдегид	после 3 месяцев	Класс 1	Класс 1
	после 15 месяцев	Класс 1	Класс 1
	после 19 месяцев	Класс 1	Класс 1
Хорошее самочувствие и комфорт			
Оценка	Высокая	Высокая	

Бетонные дома очень хорошо показали себя в плане теплоемкости, звукоизоляции, гашения высокочастотных полей, испарения ЛОС и формальдегидов.

Источники: Институт Бургенланд, IBO Innenraumanalytik OG, Венский медуниверситет

■ **Безопасность для здоровья и комфортность бетонных домов**

Бетонные дома с паропроницаемой и влаговпитывающей внутренней отделкой (в частности, Baumit Ionit и Baumit KlimaPutz) комфортнее, чем дома без внутренней штукатурки. Это показал анализ данных в исследовательском парке Viva. Продукты серии Klima для внутренней отделки обеспечивают лучшую буферизацию влаги и, как следствие, сбалансированный и здоровый микроклимат помещений. При оценивании комфортности бетонный дом с отделкой Baumit KlimaPutz и Baumit Ionit показал хорошие результаты. По итогам оценивания ЛОС и формальдегида бетонным домам присвоен класс 1 (подробности — в оценочной матрице опытных домов).

Кирпичные дома

Индивидуальные жилые дома из кирпича — самый распространенный тип строительства в наших широтах. Почти 70% всех односемейных домов в Австрии — кирпичные. Они считаются стабильными по стоимости, экономичными и благоприятными с точки зрения микроклимата помещений.

■ Кирпич как строительный материал

Кирпич относится к древнейшим строительным материалам. Возраст самых старых из найденных образцов необожженного глиняного кирпича — 6000 лет. Обожженный глиняный кирпич появился около 3000 лет до н. э.

До середины прошлого века кирпичные дома строили исключительно из полнотелого кирпича. Однако с появлением на рынке в 1970-е годы первого поризованного кирпича Porotherm строительная индустрия стремительно изменилась.

Сегодня монолитный кирпич используется в основном для облицовки при возведении двойных стен. Фактически стены кирпичных построек состоят из поризованного или пустотелого кирпича. Благодаря пустотности снижается вес и теплопроводность, что способствует лучшей теплоизоляции.

Разработка последних лет — теплоизоляционный кирпич, у которого пустоты заполнены изоляционным материалом (например, минеральной ватой). С его появлением стало возможным строить энергоэффективные кирпичные дома без дополнительной изоляции вплоть до соответствия стандарту пассивного дома.

Для лучшей укладки кирпича его опорные поверхности шлифуются. Поэтому, как правило, речь идет о кирпиче с гладкой лицевой поверхностью. Благодаря такой гладкости при возведении кирпичных стен расходуется небольшое количество цементного раствора.

В современном строительстве, особенно многоэтажном, активно используются большемерные кирпичные панели, что позволяет максимально оптимизировать работу. Кроме упомянутых, есть еще специальные типы кирпича — например, для отделки стен в подвалах или внутренних стен.

Достоинства и недостатки кирпича	
Достоинства	Недостатки
Хорошая изоляция и теплоизоляция	Более длительное время строительства
Превосходная противопожарная защита	Не очень высокая предельно допустимая нагрузка на стену
Особая прочность и стабильность	
Долгий срок службы	
Натуральность и экологичность	
Удобство в обработке	
Хорошее соотношение цена-качество	
Хорошая способность буферизации влаги	
Хорошая звукоизоляция	

Обзор утепленных кирпичных домов

В исследовательском парке Viva всесторонне изучены кирпичные дома трех типов:

- классический дом из 25-сантиметрового кирпича с наружной теплоизоляцией,
- дом из полуметрового кирпича с наполнением из минеральной ваты, не требующий дополнительного утепления,
- дом из 25-сантиметрового кирпича без теплоизоляции.

Структура стен утепленных кирпичных домов						
Дом	Стенообразующий материал	Толщина стены [см]	Теплоизоляция	Толщина утеплителя [см]	Штукатурная / отделочная система	Краска для стен
4	Кирпич Wienerberger Porotherm 25 N+F	25	СФТК Baumit open@air Klimaschutz Fassade и фасадная плита Baumit Fassaden Platte open@air	18	Известковая штукатурка Baumit KlimaPutz S	Краска на минеральной основе Baumit KlimaColor
9	Кирпич Wienerberger Porotherm 50 W.i Objekt Plan (с наполнением из минеральной ваты)	50	Внутренняя — наполнение из минеральной ваты, легкая штукатурка Baumit GrundPutz Leicht	0	Известковая штукатурка Baumit KlimaPutz S	Краска на минеральной основе Baumit KlimaColor

Опытный дом 4 из кирпича 25 см и дом 9 из кирпича 50 см: обзор использованных строительных материалов и толщины утеплителя

В доме из 25-сантиметрового кирпича применена наружная теплоизоляция ППС 18 см. Комбинация 25-сантиметровый кирпич + наружная теплоизоляция ППС — самый распространенный тип строительства односемейных домов в Австрии.

Отдавая должное новейшим разработкам в производстве кирпича, специалисты исследовательского парка Viva построили и тщательно изучили дом из полуметрового кирпича с наполнением из минеральной ваты.

Внутренние помещения обоих домов отделаны штукатуркой Vaumit KlimaPutz и минеральной краской Vaumit KlimaColor.

■ **Преимущества и недостатки утепленных кирпичных домов**

В плане теплоемкости и защиты от летних перегревов утепленные кирпичные дома показали средние значения, как и в отношении температуры внутренней поверхности наружных стен. Причина тому — масса кирпича. Квадратный метр стены из 25-сантиметрового кирпича (включая внутреннюю штукатурку, наружную теплоизоляцию и наружную отделку) весит примерно 248 кг, стены из полуметрового кирпича с наполнением из минеральной ваты — около 370 кг, а квадратный метр бетонной стены (включая внутреннюю штукатурку, наружную изоляцию и наружную отделку) — около 487 кг.

Способность к буферизации влаги обоих домов очень высокая — благодаря влагорегулирующей способности кирпича, а также применению штукатурки Vaumit KlimaPutz и краски на минеральной основе Vaumit KlimaColor, которые усиливают эффект буферизации и улучшают паропроницаемость. Звукоизоляция и акустика помещения в утепленных кирпичных домах оценена как средняя. Запах и выделение токсичных веществ — в пределах нормы.

Не было ни одного параметра оценки, по которому утепленные кирпичные дома показали бы результаты за пределами нормы. Лишь поглощение высокочастотных электромагнитных полей у 25-сантиметрового кирпича оказалось низким, а у полуметрового — средним.

Оценочная матрица утепленных кирпичных домов			
Опытные дома		Дом 4	Дом 9
Стенообразующий материал		Кирпич 25 см	Кирпич 50 см с наполнением из минеральной ваты
Теплоизоляция		Утеплен	Утеплен
Штукатурная / отделочная система		Известковая штукатурка	Известковая штукатурка
Краска для стен		Краска на минеральной основе	Краска на минеральной основе
Физико-технические параметры			
Теплоаккумулирующие свойства		Средние	Средние
Защита от летних перегревов		Средняя	Средняя
Колебания температуры внутренней поверхности		Средние	Средние
Буферизация влаги		Высокая	Высокая
Физический параметры			
Звукоизоляция		Средняя	Средняя
Акустика помещений		Низкая	Низкая
Поглощение ВЧ-полей		Низкое	Среднее
Радон		Низкий	Низкий
Химические параметры			
Запах	после 7 месяцев	В пределах нормы	В пределах нормы
	после 14 месяцев	В пределах нормы	В пределах нормы
ЛОС	после 3 месяцев	Класс 4	Класс 2
	после 15 месяцев	Класс 1	Класс 1
	после 19 месяцев	Класс 1	Класс 1
Формальдегид	после 3 месяцев	Класс 1	Класс 1
	после 15 месяцев	Класс 1	Класс 1
	после 19 месяцев	Класс 1	Класс 1
Хорошее самочувствие и комфорт			
Оценка		Высокая	Средняя

Оба дома отлично показали себя в плане буферизации влаги, по всем остальным параметрам они получили средние оценки.

Источники: Институт Бургенланд, IBO Innenraumanalytik, Венский медуниверситет.

Безопасность для здоровья и комфортность утепленных кирпичных домов

Интересным оказался результат исследования комфортности: утепленный кирпичный дом из 25-сантиметрового кирпича и бетонный дом с отделкой Baumit KlimaSpachtel и Baumit Ionit признаны лидерами среди всех опытных домов. Причина тому — монолитный тип постройки и использование внутренней отделки с эффектом буфера влаги, способствующей поддержанию благоприятного микроклимата в помещении.

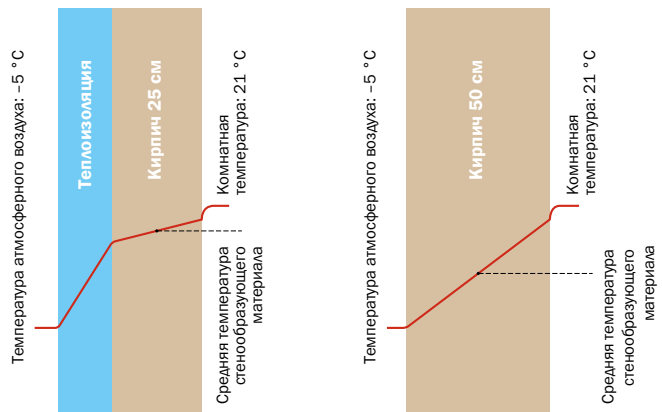
Этот результат также совпадает с субъективной оценкой 200 посетителей исследовательского парка Viva. Большинство посетителей чувствовали себя наиболее комфортно в утепленных домах из 25-сантиметрового кирпича.

В плане комфортности дом из полуметрового кирпича с наполнением из минеральной ваты оказался на одном уровне с домами из деревянного каркаса, однако получил не такие высокие оценки, как дом из 25-сантиметрового кирпича. Причина — в усредненной температуре аккумулирующей массы. Наружная теплоизоляция обеспечивает гораздо более высокую усредненную температуру аккумулирующей массы, чем наполнение из минеральной ваты в полуметровом кирпиче. Кроме того, при использовании монолитных материалов с высокой плотностью, удельной теплоемкостью и теплопроводностью тепловая энергия лучше накапливается и быстрее отдается помещению. Благодаря этому зимой при внезапном отключении отопления здание остывает не так быстро.

Сравнение усредненной температуры 25-сантиметрового кирпича с наружной теплоизоляцией и полуметрового кирпича с наполнением из минеральной ваты.

Усредненная температура аккумулирующей массы у 25-сантиметрового кирпича с наружной теплоизоляцией выше, чем у полуметрового кирпича с наполнением из минеральной ваты.

Источник: Институт Бургенланд



Показатели выделения формальдегида сразу же после завершения строительства у обоих кирпичных домов были низкими. Концентрация ЛОС в комнатном воздухе, за исключением замера сразу после завершения строительства, тоже была незначительной. Повышенная токсичность, зафиксированная при первом замере, объясняется тем, что

на этапе строительства для герметизации измерительных датчиков ошибочно использовали клей, содержащий ароматические углеводороды. Обычно такой клей не применяется в кирпичных домах. Через 15 месяцев обоим домам был присвоен класс 1 — лучшее качество воздуха в помещении.

■ Обзор неутепленного кирпичного дома

Для объективного сравнения современных утепленных строений и построек старого типа один из опытных домов исследовательского парка Viva оставлен без теплоизоляции. Он построен из 25-сантиметрового кирпича и соответствует классическому несанированному дому старой постройки. Изнутри дом 3 отделан гипсовой штукатуркой и традиционной водно-дисперсионной краской.

Конструкция стен неутепленного кирпичного дома						
Дом	Стенообразующий материал	Толщина стены [см]	Теплоизоляция	Толщина утеплителя [см]	Штукатурная / отделочная система	Краска для стен
3	Кирпич Wienerberger Porotherm 25 N+F	25	Без теплоизоляции	0	Гипсовая штукатурка Baumit GlättPutz	Водно-дисперсионная краска Baumit Divina Classic

Объект сравнения: Опытный дом 3 – единственный дом в исследовательском парке Viva без утепления.

■ Преимущества и недостатки неутепленного кирпичного дома

При исследовании запаха показатели неутепленного кирпичного дома были в пределах нормы. Акустика получила средние оценки.

Из-за отсутствия утеплителя теплоаккумулирующие свойства дома 3 неудовлетворительны, также как и защита от летних перегревов. Колебания температур внутренней поверхности наружных стен — высокие. Следовательно, расходы на отопление и охлаждение такого дома будут во много раз выше, чем утепленного кирпичного дома.

Для поддержания комфортной температуры в помещении (21 °C) во время долгосрочных измерений зимой неутепленный кирпичный дом потребовал на 150% больше энергии, чем утепленный. Низкая способность к буферизации влаги неутепленного кирпичного дома объясняется, с одной стороны, отсутствием теплоизоляции и, как следствие, более низкой температурой внутренней поверхности наружных стен, а с другой — использованием гипсовой штукатурки, которая накапливает меньше влаги, чем известковая (например, Baumit KlimaPutz).

Отсутствием теплоизоляции в этом доме обусловлены также низкие показатели шумозащиты и поглощения высокочастотных электромагнитных полей.

Оценочная матрица неутепленного кирпичного дома		
Опытные дома		Дом 3
Стенообразующий материал		Кирпич 25 см
Теплоизоляция		Не утеплен
Штукатурная / отделочная система		Гипсовая штукатурка
Краска для стен		Водно-дисперсионная краска
Физико-технические параметры		
Теплоаккумулирующие свойства		Низкие
Защита от летних перегревов		Низкая
Колебания температуры внутренних поверхностей		Очень высокие
Буферизация влаги		Низкая
Физические параметры		
Звукоизоляция		Низкая
Акустика помещений		Средняя
Поглощение ВЧ-полей		Низкое
Радон		Низкий
Химические параметры		
Запах	после 7 месяцев	В пределах нормы
	после 14 месяцев	В пределах нормы
ЛОС	после 3 месяцев	Класс 5
	после 15 месяцев	Класс 3
	после 19 месяцев	Класс 1
Формальдегид	после 3 месяцев	Класс 1
	после 15 месяцев	Класс 1
	после 19 месяцев	Класс 1
Хорошее самочувствие и комфорт		
Оценка		Низкая

Неутепленный дом показал плохие результаты по всем физико-техническим параметрам.
 Источники: Институт Бургенланд, IBO Innenraumanalytik OG, Венский медуниверситет

■ **Безопасность для здоровья и комфортность неутепленного кирпичного дома**

По уровню комфорта неутепленный кирпичный дом оказался худшим среди всех опытных домов: в отличие от утепленного дома микроклимат в нем не сбалансирован. В частности, наблюдается большая разница между температурой в центре комнаты и температурой внутренней поверхности наружных стен. Кроме того, в зимние месяцы зафиксированы фазы повышенной сухости воздуха в помещении. Всё это создает определенный дискомфорт.

Концентрация ЛОС по результатам первых двух измерений была высокой (класс 5 и класс 3 соответственно), поскольку для герметизации измерительных датчиков ошибочно использован клей, содержащий ароматические углеводороды, который в кирпичных домах обычно не применяется. Через полтора года после завершения строительства токсичные испарения клея не зафиксированы, концентрация ЛОС намного снизилась, что позволило присвоить дому класс 1. Концентрация формальдегида изначально была низкой (по результатам первого измерения через 3 месяца после завершения строительства).



ПОСТРОЙКИ ИЗ ДЕРЕВЯННОГО РИГЕЛЯ

Каркас дома из деревянного ригеля — несущая конструкция из дерева. Межстоечное пространство заполняется теплоизоляцией, напр., каменной или минеральной ватой. Внутренняя сторона стены состоит из одного слоя жесткой плиты, пароизоляционной прокладки и обшивки из гипсокартона.

Внешняя сторона может быть обшита самыми различными материалами.

В самом простом случае это может быть деревянная опалубка, допускаются также металлическая обшивка.

Обычно стены подготавливаются заранее, поэтому фактическое возведение такой конструкции проходит очень быстро.

Дома из деревянного каркаса

Почти треть односемейных жилых домов в Австрии — это постройки из деревянного каркаса, возведенные из готовых сборных элементов. Причины их неизменной популярности — быстрое строительство и выгодная стоимость.

■ Деревянная фахверковая (каркасная) стена как строительный материал

В жилых постройках из деревянного ригеля для несущих конструкций используются облицовочные деревянные балки. При возведении стен балки располагают на расстоянии примерно 50 см друг от друга и усиливают с помощью установленных по диагонали досок или жестких плит. Потолок создается аналогично: к внешней и внутренней сторонам балок гвоздями прибивают доски или плиты.

Эта строительная технология, придуманная в Северной Америке, по-прежнему остается самой простой и дешевой. Не требуется никаких плотничных соединений — все деревянные элементы прибивают гвоздями. Если стеновые стойки проходят через все этажи — это конструкция balloon frame (деревянный балочно-стоечный каркас). Если же стойки стен расположены в пределах одного этажа и образуют опору для перекрытия следующего — это platform frame (рамная конструкция с перекрытием). Односемейные дома такой конструкции очень популярны в Канаде и Северной Америке — они характеризуются исключительной устойчивостью.

Достоинства и недостатки деревянных фахверковых стен

Достоинства	Недостатки
Быстрое возведение	Плохой микроклимат
Предварительное заводское изготовление точно по размерам	Низкая теплоемкость
Небольшая толщина, за счет чего уменьшается площадь сечения стен	Склонность к летним перегревам
Гарантия фиксированной цены от производителя	Плохая звукоизоляция
Экономичность	Архитектурная ограниченность
	Низкая стоимость при перепродаже

Обзор строений из деревянного каркаса

Два опытных дома из деревянного каркаса (6 и 7), возведенные в парке Viva, различаются между собой лишь внутренней отделкой. В доме 6 стены обработаны только водно-дисперсионной краской Baumit Divina Classic, а в доме 7 — шпаклевкой Baumit Ionit Spachtel и краской Baumit Ionit.

Конструкция стен домов из деревянного ригеля						
Дом	Стенообразующий материал	Толщина стены [см]	Теплоизоляция	Толщина утеплителя [м]	Штукатурная / отделочная система	Краска для стен
6	Vario-Bau Деревянная фахверковая панель с отделкой из гипсокартона	18	СФТК Baunit ECO и фасадные теплоизоляционные плиты Baunit Fassaden Dämmplatte ECO plus	6	Без внутренней штукатурки, только листы из гипсокартона	Водно-дисперсионная краска Baunit Divina Classic
7	Vario-Bau Деревянная фахверковая панель с отделкой из гипсокартона	18	СФТК Baunit ECO и фасадные теплоизоляционные плиты Baunit Fassaden Dämmplatte ECO plus	6	Листы из гипсокартона + специальная шпаклевка Baunit Ionit Spachtel	Специальная краска Baunit Ionit

Опытные дома 6 и 7 из деревянного ригеля с отделкой из гипсокартона: обзор использованных строительных материалов и толщина утеплителя

Преимущества и недостатки домов из деревянного ригеля

Плохо накапливают тепло, низкая защита от летних перегревов. Колебания температуры внутренних поверхностей высокие. Однако микроклимат в таких домах может быть улучшен за счет паропроницаемой и влагопоглощающей отделки стен. Так, в плане буферизации влаги у дома 6, стены которого обработаны только водно-дисперсионной краской, — плохие показатели, а у дома 7, отделанного шпаклевкой Baunit Ionit Spachtel и специальной краской для стен Baunit Ionit, — средние.

Акустика помещений (в силу короткой реверберации) — хорошая; поглощение высокочастотных электромагнитных полей — среднее; звукоизоляция обоих домов (ввиду их небольшой массы) — низкая.

Запах в обоих домах был интенсивным. По результатам органолептической оценки он классифицирован как «неприятный» и охарактеризован как «запах сырости и затхлости». Эти результаты совпадают с субъективной оценкой посетителей: большинству из них запах в этих домах показался необычным и неприятным.

Оценочная матрица домов из деревянного ригеля с отделкой из гипсокартона			
Опытные дома		Дом 6	Дом 7
Стенообразующий материал		Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона
Теплоизоляция		Утеплен	Утеплен
Штукатурная / отделочная система		Без внутренней штукатурки, только гипсокартонные плиты	Гипсокартонные листы +шпаклевка Ionit
Краска для стен		Водно-дисперсионная краска	Baumit Ionit
Физико-технические параметры			
Теплоаккумулирующие свойства		Низкие	Низкие
Защита от летних перегревов		Низкая	Низкая
Колебания температуры внутренних поверхностей		Высокие	Высокие
Буферизация влаги		Низкая	Средняя
Физические параметры			
Звукоизоляция		Низкая	Низкая
Акустика помещения		Высокая	Высокая
Поглощение ВЧ-полей		Среднее	Среднее
Радон		Низкий	Низкий
Химические параметры			
Запах	после 7 месяцев	За пределами нормы	За пределами нормы
	после 14 месяцев	За пределами нормы	За пределами нормы
ЛОС	после 3 месяцев	Класс 4	Класс 4
	после 15 месяцев	Класс 4	Класс 2
	после 19 месяцев	Класс 2	Класс 1
Формальдегид	после 3 месяцев	Класс 1	Класс 1
	после 15 месяцев	Класс 1	Класс 1
	после 19 месяцев	Класс 1	Класс 1
Хорошее самочувствие и комфорт			
Оценка		Средняя	Средняя

Микроклимат в обоих домах из деревянного ригеля не сбалансирован, запах в них охарактеризован как необычный.
 Источники: Институт Бургенланд, IBO Innenraumanalytik OG, Венский медуниверситет

■ Безопасность для здоровья и комфортность домов из деревянного каркаса с обшивкой из гипсокартона

Комфортность обоих домов из деревянного каркаса — на нижнем уровне оценочной шкалы. Это обусловлено несбалансированностью микроклимата в помещениях.

При первом измерении ЛОС весной 2015 г. в обоих домах зафиксирована довольно высокая концентрация токсичных веществ. Как выяснилось, их источником был клей с содержанием ароматических углеводородов, который использовался при проведении ремонтных работ в этих домах. Такой результат удивил экспертов: данный тип клея очень востребован в строительстве деревянных панельно-каркасных домов, он же применяется производителем для фиксации пароизоляции.

При последующих замерах концентрация ЛОС значительно снизилась. Через полтора года после завершения строительства она была уже настолько низкой, что дому 6 присвоили класс качества 2, а дому 7 — класс 1 (за лучшее качество воздуха в помещении). Концентрация формальдегида в обоих домах изначально была низкой и соответствовала классу 1.



ДРЕВЕСИНА

Состоит из целлюлозы и лигнина; содержит смолы, воск, жиры, масла, крахмал, сахар, различные минеральные, дубильные и красящие вещества, а также алкалоиды. Лигнин отвечает за процесс превращения обычной растительной клетки в клетку дерева. 20–40% веса абсолютно сухой древесины состоит из этого вещества, обеспечивающего «одеревенение». У хвойных деревьев его больше, чем у лиственных. Это сложное высокополимерное вещество тесно связано с целлюлозой на химическом и физическом уровнях и делает дерево стабильным и прочным на сжатие.

Деревянные дома с отделкой из блок-хауса

Дерево, наряду с камнем, считается древнейшим строительным материалом и является восполняемым сырьем. В наше время деревянные односемейные дома из блок-хауса стали очень популярны. Чем же так привлекательна для застройщиков древесина как строительный материал? В первую очередь — своей экологичностью. С позиции здорового строительства это безусловное преимущество.

■ Деревянная стена из бруса как строительного материала

Деревянная постройка стабильна, прочна, эластична и обладает огромной несущей способностью при небольшой собственной массе. Кубик из пихтовой древесины с длиной ребра 4 см может выдержать вес 4 т! Следовательно, дерево крепче бетона и отлично подходит для строительства домов.

Стены и потолочные панели для дома из деревянного бруса предварительно изготавливают на заводе по точным размерам, а затем монтируют на строительном участке. При этом деревянные элементы конструкции могут быть как однослойными, так и многослойными, скрепленными дюбелями, гвоздями или крестообразно склеенными. Большинство домов из массива дерева имеют наружную теплоизоляцию. Во внутренних помещениях элементы из цельной древесины оставляют открытыми или облицовывают.

Достоинства и недостатки деревянной стены из блоков

Достоинства	Недостатки
Хорошее влагопоглощение	Усадка и усушка
Здоровый микроклимат	Уязвимость для вредителей
Строительное сырье, восполняемое естественным образом	Высокая цена
Быстрое возведение	Выделение ЛОС и, возможно, формальдегида
Высокая прочность на сжатие и при этом большая несущая способность	

■ Обзор деревянного дома из блок-хауса

Деревянный дом в исследовательском парке Viva построен из клееного 5-слойного елового и соснового бруса с теплоизоляцией из древесных волокон толщиной 20 см. Изнутри деревянная стена осталась в естественном виде.

Конструкция стен в деревянных домах из блок-хауса						
Дом	Стенообразующий материал	Толщина стены [см]	Теплоизоляция	Толщина утеплителя [см]	Штукатурная / отделочная система	Краска для стен
10	Деревянные блоки	20	Утеплитель из древесного волокна Papatex Papatex Bloc	20	Без внутренней штукатурки	Без внутренней отделки

Деревянный дом из блок-хауса изготовлен из массивных деревянных элементов и снабжен наружной теплоизоляцией.

■ Преимущества и недостатки деревянных домов из блок-хауса

Открытая деревянная поверхность в домах из блок-хауса обладает превосходной способностью буферизировать влагу и по этому показателю сравнима с бетонными и кирпичными поверхностями.

Теплоаккумулирующие свойства и колебание температур внутренних поверхностей — на среднем уровне, но защита от летнего перегрева слабая.

Акустика в таких домах (в силу короткого времени реверберации) очень хорошая, звукоизоляция — средняя, поглощение ВЧ-полей — высокое.

Явно выраженный запах дерева в помещении по интенсивности охарактеризован «за пределами нормы». Приятен он или нет — мнение субъективное. Здесь эксперты разошлись в своих оценках. Такая же ситуация с восприятием запаха посетителями дома 10: одни находят древесный запах приятным, другие считают его слишком интенсивным и поэтому неприятным.

■ Безопасность для здоровья и комфортность деревянного дома из блок-хауса

Индекс комфортности опытного дома из блок-хауса — 1,7. Это очень хороший результат. Однако высокая концентрация формальдегида в воздухе помещения сохранялась даже через полтора года после завершения строительства, поэтому дому 10 присвоена предпоследняя категория качества — класс 4. Источником интенсивного испарения формальдегида, вероятнее всего, был древесный клей. При использовании клея, не содержащего формальдегид, показатели наверняка были бы приемлемыми.

Довольно высокой была также концентрация ЛОС, особенно терпенов — природных составляющих хвойной древесины. Для строительства дома наряду с елью использовали сосну, которая известна своей способностью долго и интенсивно испарять терпены.

Оценочная матрица деревянного дома из блок-хауса		
Опытные дома		Дом 10
Стенообразующий материал		Массив дерева
Теплоизоляция		Утеплен
Штукатурная / отделочная система		Без внутренней штукатурки
Краска для стен		Без внутренней отделки
Физико-технические параметры		
Теплоаккумулирующие свойства		Средние
Защита от летнего перегрева		Низкая
Колебания температуры внутренних поверхностей		Средние
Буферизация влаги		Высокая
Физические параметры		
Звукоизоляция		Средняя
Акустика помещения		Высокая
Поглощение ВЧ-полей		Высокое
Радон		Низкий
Химические параметры		
Запах	после 7 месяцев	За пределами нормы
	после 14 месяцев	За пределами нормы
VOC	после 3 М месяцев	Класс 5
	после 15 месяцев	Класс 4
	после 19 месяцев	Класс 4
Формальдегид	после 3 месяцев	Класс 3
	после 15 месяцев	Класс 4
	после 19 месяцев	Класс 4
Хорошее самочувствие и комфорт		
Оценка		Высокая

В плане буферизации влаги у деревянного дома из блок-хауса отличные показатели. Его комфортность также на высоком уровне. В отношении выраженного древесного запаха мнения разделились: кто-то считал его слишком интенсивным, а кому-то он казался приятным.

Источники: Институт Бургенланд, IBO Innenraumanalytik, Венский медуниверситет

4.3. ОЦЕНКА ДОМОВ ПОСЕТИТЕЛЯМИ ПАРКА VIVA

Наряду с анализами и оценками ученых приняты во внимание мнения 200 посетителей парка Viva, оценивших опытные дома на основе субъективных ощущений.

Комфортность опытных домов по субъективному восприятию посетителей								
Опытные дома	Дом 4	Дом 2	Дом 1	Дом 3	Дом 9	Дом 10	Дом 6	Дом 7
Стенообразующий материал	Кирпич 25 см	Бетон	Бетон	Кирпич 25 см	Кирпич 50 см	Массив дерева	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона	Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона
Теплоизоляция	СФТК Vaumit open@air Klimaschutz Fassade и фасадная плита Vaumit Fassaden Platte open@air	СФТК Vaumit open@air Klimaschutz Fassade и фасадная плита Vaumit Fassaden Platte open@air	СФТК Vaumit XS 022 и фасадные плиты Vaumit Fassaden Dämmplatte XS 022	Без утепления, Vaumit MPA 35	Наполнение из минеральной ваты (внутри кирпича), штукатурка Vaumit GrundPutz Leicht	СФТК Vaumit Nature и МДВП Vaumit Holzweichfaser Platte Massiv	СФТК Vaumit ECO и фасадные плиты Vaumit Fassaden Dämmplatte ECO plus	СФТК Vaumit ECO и фасадные плиты Vaumit Fassaden Dämmplatte ECO plus
Штукатурная / отделочная система	Известковая штукатурка Vaumit KlimaPutz S	Известковая штукатурка Vaumit KlimaPutz S	Водно-дисперсионная шпаклевка Vaumit FinoFinish	Гипсовая штукатурка Vaumit GlättPutz	Известковая штукатурка Vaumit KlimaPutz S	Без внутренней штукатурки, только стена из деревянных блоков	Без внутренней штукатурки	Гипсокартонные плиты + специальная шпаклевка Vaumit Ionit Spachtel
Краска для стен	Краска на минеральной основе Vaumit KlimaColor	Специальная краска Vaumit Ionit	Водно-дисперсионная краска Vaumit Divina Classic	Водно-дисперсионная краска Vaumit Divina Classic	Краска на минеральной основе Vaumit KlimaColor	Без внутренней отделки	Водно-дисперсионная краска Vaumit Divina Classic	Специальная краска Vaumit Ionit
Субъективное восприятие и оценка посетителей								
Комфорт	Высокий	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Низкий	Низкий

Субъективные ощущения комфорта в опытных домах по мнению 200 посетителей.

В своих оценках посетители были практически единодушны: «Кто бы мог подумать, что в разных домах такие разные ощущения! По-разному пахнет, по-разному ощущается пространство, и даже акустика везде разная!» Наиболее комфортным, по мнению большинства, является утепленный дом из 25-сантиметрового кирпича с отделкой Vaumit Klimatputz и Vaumit KlimaColor. Субъективные ощущения посетителей в основном совпали с выводами ученых.



5. ЗДОРОВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

СОВЕТЫ И СЕРВИС

5.1. ОСНОВЫ ЗДОРОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Тип постройки и свойства материалов существенно влияют на самочувствие людей и комфортность жилых помещений — таков результат масштабных исследований, проведенных специалистами в парке Viva. Благодаря познаниям ученых в области строительной физики, строительной химии и медицины сегодня мы знаем, какие параметры имеют значение для здорового дома, а какие стабильно улучшают качество жизни людей. Итак, на что нужно обращать внимание, следуя принципам здорового строительства?



Три условия создания здорового жилья

Независимо от того, какое архитектурное решение Вы выберете для постройки своего дома, важно, чтобы в готовом виде он соответствовал критериям здорового жилья. Поэтому изначально следует принять во внимание параметры, непосредственно влияющие на температуру и влажность воздуха в помещении:

Утепление прежде всего



Тепло зимой, прохлада летом — для комфорта и отличного самочувствия.

Хорошая теплоизоляция не только повышает энергоэффективность Вашего дома, но и во многом определяет его комфортность — чтобы зимой стены были теплыми и создавали уют, а летом — приятно прохладными. Так жилая зона становится зоной комфорта, который не сможет нарушить самый сильный сквозняк. Комфортная жизнь — хорошее здоровье!

Массивность конструкции



Экологичный накопитель энергии — для здоровой жизни.

Монолитные стены с наружной теплоизоляцией зимой накапливают тепло, а летом заботятся о приятной прохладе в доме. Чем больше строительная масса, тем эффективнее работает этот накопитель и тем стабильнее, приятнее и здоровее микроклимат в помещении.

Внутренняя отделка



Накопитель влаги — для здорового микроклимата.

Хорошая штукатурная система на минеральной основе уже с первых сантиметров ее нанесения может впитывать возможные капли жидкости, причем излишнюю жидкость она испаряет обратно, обеспечивая при этом постоянную влажность воздуха, а значит, и здоровый микроклимат.

■ Утепление прежде всего

Важнейшее условие для обеспечения здорового жизненного пространства — оптимальная теплоизоляция фасада. Чем лучше теплоизоляция, тем комфортнее и здоровее микроклимат в помещении. Кроме того, благодаря утеплению снижается потребление энергии: зимой стены удерживают накопленное тепло, а летом в помещениях сохраняется приятная прохлада, поскольку наружные стены не нагреваются так сильно. Практически по всем физико-техническим параметрам и оценкам комфорта в исследовательском парке Viva неутепленный дом показывает себя намного хуже утепленных домов. Не стоит забывать и о том, что неутепленный дом потребляет намного больше тепловой энергии, чем утепленный.

Энергопотребление утепленного и неутепленного домов

Неутепленный дом потребляет примерно в 2,5 раза больше энергии, чем утепленный.



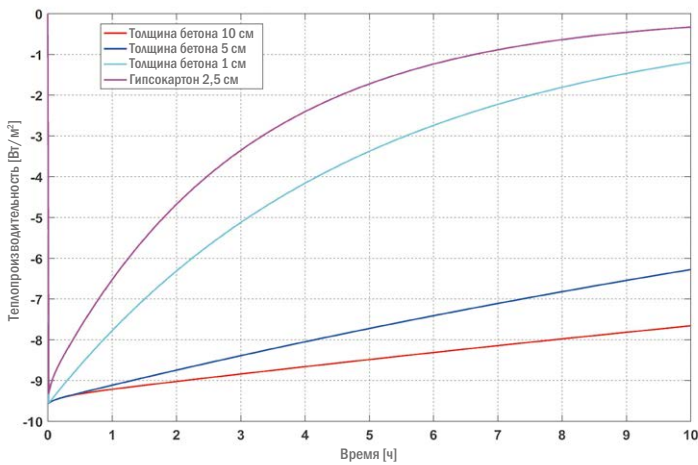
■ Массивность конструкции

В ходе анализа результатов исследований ученые Института Бургенланд выводили физико-технические характеристики различных типов постройки. Как выяснилось, дома с хорошей наружной теплоизоляцией, большой аккумулирующей массой (высокая плотность и удельная теплоемкость) и высокой теплопроводностью стенообразующего материала лучше других накапливают энергию и оптимально выравнивают кратковременные температурные колебания. Энергоемкие строительные конструкции, как, например, монолитные стены, монолитные стяжки и даже штукатурки, легко накапливают тепловую энергию и так же легко отдают ее помещению, когда становится прохладно. Элементы конструкции работают как

встроенный в каркас здания накопитель тепла. И наоборот, летом помещения дольше остаются приятно прохладными. Чем лучше теплоизоляция, тем лучше элементы конструкции используют свою аккумулирующую массу.

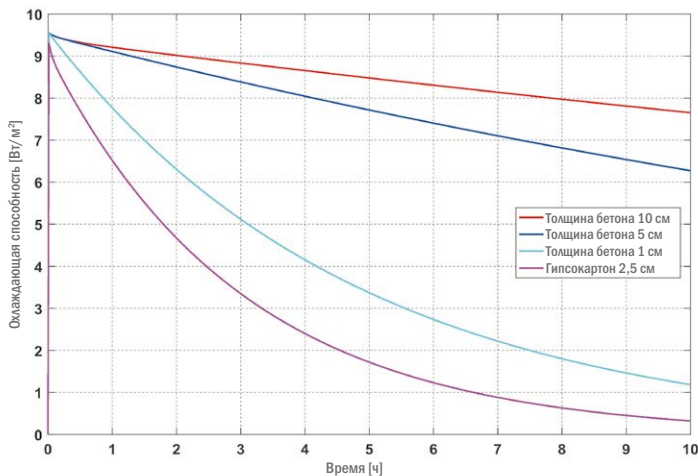
Способность удерживать тепло при снижении температуры с 21 до 15 °С

При падении комнатной температуры монолитные конструкции с выраженной способностью аккумулировать тепло способны долго отдавать его помещению. Чем меньше толщина строительного элемента, тем меньше отдача тепла на квадратный метр.
Источник: Институт Бургенланд



Способность накапливать тепло при повышении температуры с 21 до 27 °С

Аккумулирующая масса и теплопроводность влияют и на охлаждающую способность элементов конструкции. При скачке комнатной температуры видно: чем меньше толщина элемента конструкции, тем ниже охлаждающая способность на квадратный метр.
Источник: Институт Бургенланд



■ **Внутренняя отделка — это важно**

Энергоэффективное строительство предполагает герметичность строительных конструкций. Вследствие этого и при недостаточном проветривании помещений токсичные вещества могут дольше задерживаться в воздухе.

Как показывает практика, в современных зданиях воздухообмен значительно хуже по сравнению с постройками старого типа. Поэтому требования к качеству строительных материалов сегодня намного выше, чем раньше. Они должны быть нетоксичными и паропроницаемыми, а также обладать хорошей способностью к буферизации влаги.

Даже тонкий (1,5–2 см) слой внутренней штукатурки способствует значительному улучшению микроклимата. Результаты исследований в парке Viva наглядно демонстрируют, насколько ощутимо положительное влияние внутренней отделки на микроклимат помещений и, как следствие, на здоровье находящихся там людей (причем неважно, идет ли речь о новом здании, или о санации старой постройки).

Здоровые строительные материалы

Взаимосвязь между здоровыми строительными материалами и хорошим самочувствием / здоровьем людей



Прочие выводы

Наряду с тремя значимыми аспектами — «Утепление прежде всего», «Массивность конструкции» и «Внутренняя отделка», — ученые обнаружили другие важные для здорового строительства взаимосвязи. Планируя строить дом, Вы должны знать о них.

■ Здоровье и комфорт

Отделение гигиены окружающей среды и экологической медицины Венского медуниверситета проанализировало влияние типа строения и строительных материалов на самочувствие и качество жизни людей. Особое внимание, наряду с запахами и химическими параметрами, ученые уделили температуре и влажности воздуха. При этом утепленные дома — прежде всего кирпичные и бетонные с внутренней паропроницаемой отделкой на минеральной основе (внутренние штукатурки и краски для стен) — получили самые высокие оценки.

■ ЛОС, формальдегид и запахи

Выводы экспертов по токсичным веществам компании IBO Innenraumanalytik OG, проводивших многократные замеры ЛОС, формальдегида и запахов в опытных домах исследовательского парка Viva:

- Через 2 года после завершения строительства почти во всех домах концентрация ЛОС не вызывала опасений. Исключение — деревянный дом из блок-хауса, с его высокой концентрацией терпенов (специфика деревянных домов). При постройке этого дома использованы 5-слойные клееные брусья из ели и сосны. Смолистая древесина, особенно сосновая, обильно выделяет терпены, поэтому следует избегать ее при выборе материалов для строительства дома.
- Концентрация формальдегида во всех опытных домах, за исключением деревянного дома из блок-хауса, через несколько месяцев после завершения строительства была абсолютно незначительной. Нетипично высокая концентрация формальдегида, зафиксированная в деревянном доме, обусловлена использованием древесного клея. Следовательно, при строительстве деревянного дома нужно обращать внимание на отсутствие ядовитых веществ в составе клея.
- В отношении запаха в опытных домах наблюдаются ощутимые различия. Так, в домах из деревянного каркаса с отделкой из гипсокартона, несмотря на ежедневные проветривания, даже через 2 года сохранился специфический запах.

■ **Шум остается снаружи**

В бетонных домах внешний шум воспринимается в два раза тише, чем в домах из деревянного каркаса с отделкой из гипсокартона. При этом комбинированные системы теплоизоляции создают дополнительную защиту от шума.

■ **Еще раз об утеплении**

Утеплитель стены снаружи и конструктив здания изнутри позволяет оптимально использовать аккумулирующую массу.

■ **Экранирование излучения**

Среди остальных материалов лучше всего поглощают (гасят) высокочастотные электромагнитные поля извне бетон и массив дерева. Минус: если в доме часто используется мобильный телефон — уровень излучения в помещении повысится (телефон будет работать с большей мощностью).

■ **Внимание, предупреждение!**

О выборе сопутствующих строительных продуктов

Сопутствующие строительные продукты (например, герметики) могут стать источником токсичных веществ. Так, в одном из опытных домов была обнаружена необъяснимо высокая концентрация ЛОС. В результате длительных поисков ученые, к своему удивлению, выяснили, что токсины испаряет клей-герметик. Вывод: при выборе сопутствующих продуктов обращайте внимание на их эмиссионные свойства и отсутствие в составе токсичных веществ.

5.2. ВЫБИРАЕМ ДОМ ПРАВИЛЬНО



Строительство собственного дома для многих становится самым провокационным жизненным проектом. И все же, как выбрать для себя правильный дом? Что нужно продумать и в чем пойти на компромисс?

Выбор типа постройки во многом определяется жизненной ситуацией и требованиями к будущему дому самого застройщика. Нужно тщательно обдумать реальное положение дел и возможные перспективы, рассмотреть разные варианты, взвесив все «за» и «против». Какими средствами для строительства я располагаю? Где находится земельный участок? Насколько важен для меня хороший микроклимат? На что я хотел бы обратить особое внимание при здоровом строительстве? Значимы ли для моего будущего дома хорошая звукоизоляция, акустика и защита от электромагнитных полей? И еще много, много вопросов...

В помощь застройщику при выборе дома

Дома	Преимущества	Недостатки	Кому подходит
Бетон + теплоизоляция	Монолитное строение: отличная теплоаккумулирующая способность, охлаждающий эффект, хорошая звукоизоляция и поглощение ВЧ-полей, без опасных концентраций ЛОС и формальдегида, приятный запах, стабильная стоимость	Высокая стоимость строительных работ, средняя акустика, низкая способность к буферизации влаги → может быть ощутимо улучшена за счет применения внутренних паропроницаемых штукатурок на минеральной основе	Частным застройщикам, которые отдают предпочтение здоровому и стабильному по стоимости способу строительства и ищут свободу в архитектурном оформлении
Кирпич 25 см + теплоизоляция	Традиционный метод строительства в Австрии, хорошая теплоаккумулирующая способность и охлаждающий эффект, в сочетании с паропроницаемыми внутренними штукатурками на минеральной основе с хорошей способностью к буферизации влаги = лучшее регулирование микроклимата, без опасных концентраций ЛОС и формальдегида, приятный запах; отличное соотношение цена — качество, стабильная стоимость	Средние показатели по звукоизоляции и акустике	Частным застройщикам, ориентированным на лучшее соотношение цена — качество для возведения монолитного, здорового дома
Кирпич 50 см с наполнением из минеральной ваты	Простое строительство — не требует дополнительной теплоизоляции; монолитный тип строительства, хорошая теплоаккумулирующая способность в сочетании с внутренней штукатуркой = лучшее регулирование микроклимата; без опасных концентраций ЛОС и формальдегида, приятный запах; стабильная стоимость	Дороже традиционного кирпича, температурный буфер хуже, чем у кирпича 25 см + наружная теплоизоляция	Частным застройщикам, которые ценят сочетание инноваций и традиций и готовы платить за это больше
Деревянный каркас с обшивкой из гипсокартона	Быстрое и бюджетное строительство, хорошая акустика, среднее поглощение ВЧ-полей	Низкая буферизация влаги, слабая теплоаккумулирующая способность и низкий охлаждающий эффект, ЛОС-нагрузка в первые месяцы после завершения строительства, возможен специфичный запах	Частным застройщикам, которые хотят построить дом быстро и экономно, не уделяя при этом повышенного внимания микроклимату
Деревянный блок-хаус	Хорошая регуляция микроклимата, отличные акустика и поглощение ВЧ-полей	Высокие расходы на строительство, стойкий ощутимый запах древесины, характерные для дерева терпены (неблагоприятно для чувствительных людей), возможна высокая концентрация формальдегида	Частным застройщикам, которые любят или хорошо переносят запах древесины; у которых в приоритете натуральность и которые готовы платить за нее больше

5.3. КАК СОЗДАТЬ ЗДОРОВОЕ ЖИЛЬЕ?

В отношении опытных домов, исследованных в парке Viva, можно с уверенностью сказать следующее: все они, за исключением неутепленного кирпичного дома, имитирующего постройку старого типа, — соответствуют актуальным строительным предписаниям и высоким стандартам и нормам. Тем не менее у всех домов есть свои особенности.

Важно знать достоинства и недостатки каждого типа строений, чтобы осознанно сделать правильный выбор, исходя из личной жизненной ситуации. Во многих случаях недостатки конструктива можно уменьшить за счет рационального подбора строительных материалов.

Улучшение микроклимата в новых постройках и при санации старых зданий

Как известно, почти 90% времени мы проводим во внутренних помещениях. Поэтому сбалансированный микроклимат очень важен для нашего здоровья и хорошего самочувствия. Все меры по улучшению микроклимата жилых помещений (как в новых постройках, так и при санации старых зданий) напрямую влияют на качество нашей жизни.



■ Теплоизоляция

Новое строение

Важнейшей предпосылкой для сбалансированного и здорового микроклимата является небольшое колебание температуры внутренней поверхности наружных стен. Это достигается путем хорошей теплоизоляции. Как правило, в новых постройках коэффициент U стремится к значению $U = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, что соответствует минимальному энергетическому стандарту для домов. Таким образом, теплоизоляция необходима в каждом новом доме.

Санация

При санации неутепленных домов, неважно — из бетона, кирпича, дерева или деревянного каркаса, именно теплоизоляция может значительно улучшить микроклимат. Кроме того, она значительно снижает расходы на отопление.

■ Микроклимат

Новое строение

Для здорового и сбалансированного микроклимата в помещении необходима функциональная внутренняя отделка стен (или сочетание способов отделки). Всего несколько сантиметров правильной внутренней отделки способны усилить буферизацию влаги и, как следствие, в целом улучшить микроклимат. На кирпичной стене эту задачу выполняют внутренняя штукатурка на минеральной основе и паропроницаемая минеральная краска для внутренней отделки стен. Хороший результат дают известковая и известково-цементная штукатурки на пористых заполнителях. Их хорошо дополняют краски для стен с высокой паропроницаемостью, например краски на минеральной основе и водно-дисперсионные краски.

К сожалению, бетонные стены зачастую только шпательюют и красят. Такая отделка создает гладкую поверхность, но при этом она малополезна для регулирования влаги. Значительно лучший результат дает применение штукатурки для внутренней отделки.

В отношении построек из деревянного ригеля с отделкой из гипсокартона ситуация такая же, как с бетонными зданиями. При нанесении слоя минеральной шпаклевки толщиной в несколько миллиметров влагопоглощение заметно улучшается. В постройках из массива дерева с задачей буферизации и регулирования влаги отлично справляется древесина.

Санация

В ходе основательной санации дома ему придают большую герметичность за счет применения теплоизоляции и замены старых окон, вследствие чего ухудшается воздухообмен и уменьшается выветривание лишней влаги. Это приводит к сильным колебаниям относительной влажности воздуха во внутренних помещениях, что ухудшает микроклимат, а в холодное время года к тому же повышает риск образования плесени. Исправить ситуацию и улучшить микроклимат помещения помогут, с одной стороны, сквозные проветривания, увлажнитель воздуха или кондиционер, а с другой — дополнительная отделка стен тонкослойными минеральными шпаклевками и штукатурками.

Вывод

При проектировании зданий делается ставка на стандартные материалы и, в большинстве случаев, на быстрые и недорогие строительные решения. Однако, прожив в готовом доме даже совсем недолго, мы легко можем оценить уровень его комфортности и определить, является ли наше жилье здоровым или нет. Если микроклимат в доме нас не устраивает, возникает естественное желание максимально его улучшить. А это обходится дорого! Как показывает практика, трудоемкость и затраты при последующем улучшении жилого пространства значительно выше инвестиционных затрат, поэтому очень важно учесть все параметры здорового жилья еще на этапе проектирования дома.

В этой книге описаны различные типы домов и факторы, определяющие их комфортность и благоприятность для хорошего самочувствия и здоровья людей, на основе масштабного изучения и анализа данных, проведенного в рамках исследовательского проекта Viva.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

АЭРОИОНЫ

Электрически заряженные молекулярные частицы с положительным или отрицательным зарядом. Представляют собой кластер из молекул H_2O , O_2 , N_2 и CO_2 , средний размер которого составляет от 1 до 50 нм.

В природе аэроионы образуются в результате возникновения высоких поляризационных полей вследствие смещения заряда. Это происходит при электрическом разряде (молния, пьезоэффект), а также вблизи водопадов. Кроме того, аэроионы возникают вследствие радиоактивного космического излучения, а также вблизи открытого огня (плазма). Технически аэроионы производят следующим образом: на ионизирующие иголки подают ток высокого напряжения — под его влиянием на остриях иголок образуется плотный разряд.

Глава 3/Страница 89

БЕККЕРЕЛЬ (БК)

Международная единица измерения радиоактивности, названная в честь французского физика Антуана Анри Беккереля (В 1930 г. Беккерель вместе с Марией Кюри получил Нобелевскую премию за открытие радиоактивности.) Показывает число элементарных радиоактивных распадов в единицу времени.

Глава 3/Страница 86

БЕТОН

Функциональный строительный материал, получаемый в результате формования и затвердевания рационально подобранной и уплотненной смеси состоящей из вяжущего вещества (цемент или др.), крупных и мелких заполнителей, воды. В ряде случаев может содержать специальные добавки, а также отсутствовать вода (например в асфальтобетоне). Бетон производится путем смешиванием цемента, песка, щебня и воды (соотношение их зависит от марки цемента, фракции и влажности песка и щебня), а также небольших количеств добавок (пластификаторы, гидрофобизаторы, и т. д.). Цемент и вода являются главными связующими компонентами при производстве бетона.

Глава 4/Страница 110

ВРЕМЯ РЕВЕРБЕРАЦИИ

Самый известный параметр акустики помещений. Обозначает временной промежуток после резкого замолкания источника звука, в течение которого уровень шума в помещении снижается на 60 дБ. Время реверберации в каждом конкретном помещении зависит от площади помещения, внутренней поверхности, предметов интерьера, а также от частоты звука, так как при разных частотах камень, дерево, ковры или текстильные покрытия поглощают шум по-разному.

Глава 3/Страница 96

ДРЕВЕСИНА (ДЕРЕВО)

Состоит из целлюлозы и лигнина; содержит смолы, воск, жиры, масла, крахмал, сахар, различные минеральные, дубильные и красящие вещества, а также алкалоиды. Лигнин отвечает за процесс превращения обычной растительной клетки в клетку дерева. 20–40% веса абсолютно сухой древесины состоит из этого вещества, обеспечивающего «одеревенение». У хвойных деревьев его больше, чем у лиственных. Это сложное высокополимерное вещество тесно связано с целлюлозой на химическом и физическом уровнях и делает дерево стабильным и прочным на сжатие.

Глава 4/Страница 126

ЗВУК

Звук, воспринимаемый нашим ухом, с точки зрения физики — вибрации молекул воздуха, приводящие к небольшим колебаниям давления. Таким образом, сила звука характеризуется колебаниями давления. Так как колебания находятся в большом диапазоне от единицы до одного миллиарда, общепринятой единицей измерения уровня звука в логарифмической системе считается децибел (дБ). Увеличение или уменьшение уровня звука на 10 дБ означает, что громкость увеличивается или снижается вдвое.

Глава 3/Страница 91

ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ И ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЕ

Звукоизоляция определяется тем, сколько акустической энергии может проникнуть через стену в соседнее помещение. Поглощение звука (звукопоглощение) через стену или потолок, напротив, происходит в процессе рефлекса путем преобразования части акустической энергии в тепло. Степень звукопоглощения зависит от структуры поверхности. Стена может быть хорошим звукоизолятором и при этом обладать низкой звукопоглощающей способностью, и наоборот. Единица измерения звукоизоляции — децибел (дБ). В отношении звукоизоляции действует правило: чем выше показатель, тем лучше звукоизоляция.

Глава 3/Страница 94

ЗДОРОВЬЕ

Состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических недостатков. По определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ)

Глава 1/Страница 11

ИЗОТЕРМА СОРБЦИИ

Описывает обусловленную свойствами материала взаимосвязь между относительной влажностью воздуха и содержанием влаги в материале в устойчивом состоянии. Позволяет определить влажность материала на основе относительной влажности воздуха.

На с. 34 приведен график изотермы сорбции для Baumit KlimaPutz S и гипсокартонного листа. График показывает, что при относительной влажности воздуха 50% гипсокартонная панель может впитать около 3,2 г влаги/кг сухого вещества, Baumit KlimaPutz S — около 6,0 г влаги/кг сухого вещества

Глава 2/Страница 34

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

ИНДЕКС ДИСКОМФОРТА

На основе параметров комнатной температуры, влажности воздуха и температуры ограждающих поверхностей ежедневно выводили индекс дискомфорта, а исходя из этих значений, рассчитывали среднесуточную величину. Отправной точкой для индекса дискомфорта послужили ISO 7730 и критерии комфорта по Фангеру. На основе этих данных ученые вывели собственную формулу, которую использовали в расчетах.

Глава 3/Страница 101

КОЭФФИЦИЕНТ U

Коэффициент теплоотдачи — величина теплопотери стены. Показывает, какое количество тепла в с/м^2 теряет стена, если комнатная температура превышает наружную на $1\text{ }^\circ\text{C}$.

Глава 3/Страница 58

ЛЕТУЧИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ (ЛОС)

Активаторы и ароматические вещества, которые содержатся во многих продуктах, в том числе и строительных материалах, легко испаряются и выделяются даже при низких температурах.

К ЛОС, кроме прочего, относятся алифатические и ароматические соединения, хлорирующие вещества, сложные эфиры, альдегиды, кетоны, терпены. Большинство из них используются для производства синтетических материалов, растворителей, красителей, дубильных веществ, парфюмерных продуктов и медикаментов. Высокая концентрация ЛОС может спровоцировать проблемы со здоровьем.

Глава 3/Страница 80

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА

Соотношение между фактическим парциальным давлением пара в воздухе и максимально возможным давлением пара.

Рассчитывается по формуле:

$$\Phi[\%] = \frac{\text{Парциальное давление водяного пара} \times 100\%}{\text{Давление насыщенных паров воды}}$$

Глава 3/Страница 68

ПОСТРОЙКИ ИЗ ДЕРЕВЯННОГО КАРКАСА

Каркас дома из деревянного ригеля — несущая конструкция из дерева. Межстоечное пространство заполняют теплоизоляцией, например каменной или минеральной ватой. Внутренняя сторона стены состоит из одного слоя жесткой плиты, пароизоляционной прокладки и обшивки из гипсокартона. Наружную сторону обшивают различными материалами (в самом простом случае это может быть деревянная опалубка, допускается также металлическая обшивка). Обычно стены подготавливают заранее, поэтому фактическое возведение такой конструкции проходит очень быстро.

Глава 4/Страница 122

РАДОН

Природный радиоактивный инертный газ без цвета, запаха и вкуса. Является промежуточным продуктом распада радиоактивного ряда присутствующего в почве и горных породах радиоактивного тяжелого металла урана-238, причем образуется непосредственно из радия-226. Довольно легко выделяется из почвы и горных пород и распространяется в почвенном воздухе или растворяется в воде. При этом он может также попадать в воздух внутренних помещений. Контрольное значение концентрации радона, принятое на территории ЕС, составляет 300 Бк/м². В новых постройках средняя концентрация радона не должна превышать 200 Бк/м² (проектная норма). Среднее значение для квартир — 60 Бк/м².

Глава 3/Страница 86

СИСТЕМЫ ФАСАДНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КОМПЗИТНЫЕ С НАРУЖНЫМ ШТУКАТУРНЫМ ИЛИ ОБЛИЦОВОЧНЫМ СЛОЯМИ (СФТК)

Система утепления фасадов — это закрепленная на наружной части стен здания клеем и специальными дюбелями комплексная утепляющая система. Фасадная отделка состоит из нанесенных на теплоизоляцию тонкого армированного штукатурного слоя и декоративно-защитного покрытия.

Глава 2/Страница 32

СУММАРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Под суммарным излучением понимают общее солнечное излучение на поверхность Земли, которое попадает на горизонтальную принимающую плоскость. Состоит из прямого солнечного излучения и рассеянного излучения, попадающего на поверхность Земли после рассеивания облаками, водой и частицами пыли.

Глава 2/Страница 47

ТЕПЛОЕМКОСТЬ

Физическая величина, описывающая способность материала накапливать тепловую энергию.

Удельная теплоемкость соответствует количеству энергии, необходимому для нагревания 1 кг материала на 1 °С. Измеряется в Дж/(кг·К).

Глава 2/Страница 34

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

Способность материала проводить тепло. Коэффициент теплопроводности (λ) — величина, равная количеству теплоты, проходящему за 1 с через 1 м² слоя толщиной в 1 м при температурном перепаде в 1 К (1 °С).

Чем меньше λ , тем лучше изоляционная способность строительного материала.

Глава 2/Страница 35

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

УСТОЙЧИВОСТЬ К ДИФФУЗИИ ВОДЯНОГО ПАРА

Описывает диффузионное сопротивление строительных материалов. Коэффициент сопротивления диффузии водяного пара (μ) показывает, насколько данный материал уменьшает диффузию водяного пара относительно равного по толщине статического воздушного слоя. Чем больше μ , тем более паронепроницаем строительный материал.

Глава 2/Страница 35

ФОРМАЛЬДЕГИД

Ввиду его испаряемости, формальдегид не относят к ЛОС. Это бесцветный раздражающий газ, который даже в низких концентрациях может привести к проблемам со здоровьем. Сегодня формальдегид используют в основном в производстве синтетических смол, которые содержатся в ДСП, адгезивах и изоляционной пене. Медленное разложение этих смол обуславливает долгосрочный выброс формальдегида в воздух. Не таким длительным, но при этом более интенсивным испарением отличаются паркетные лаки кислотного отверждения. Формальдегид содержится также в табачном дыме. Он сильно раздражает слизистую оболочку верхних дыхательных путей, вызывая кашель (при длительном раздражении может развиться бронхит или астма), вызывает покалывания в носу и горле, жжение в глазах. Содержание формальдегида в воздухе можно относительно легко и достоверно измерить. Первый признак раздражения, прежде всего глаз, проявляется при концентрации от 100 мкг/м³, а у чувствительных людей даже меньше.

Глава 3/Страница 84

ЧАСТОТА

Число колебаний в секунду. Единица измерения — Герц (Гц). 1 Гц — одно колебание в секунду. Для архитектурной акустики значимым является диапазон колебаний от 50 до 5000 Гц, а для акустики помещений — от 63 до 8000 Гц. Абсолютно не воспринимаемый человеческим ухом ультразвук имеет частоту 20 000 Гц и выше.

Глава 3/Страница 92



Выражаем благодарность всем партнерам по сотрудничеству и вовлеченным лицам, а также Австрийскому обществу содействия научным исследованиям за поддержку в реализации проекта.

Все права защищены. Копирование и частичное воспроизведение допускаются только с разрешения издательства.

Издательство: Viva Forschungspark der Baumit Beteiligungen GmbH.
2754 Вальдэгг, Вольфинг 156, Тел.: +43 (0) 501 888-0, www.baumit.com/viva-forschungspark

Редакция: Маг. Юлия Пош

Эксперты: дипломированный инженер Бернхард Дамбергер; проф. института Кристиан Хешль; главный врач отделения, адъюнкт-профессор, приват-доцент; дипл. инж., доктор медицины Ганс Петер Хуттер; дипл. инж. (институт), бакалавр естественных наук Штефан Лангервиш; дипл. инж. д-р Бернхард Липп; д-р Юрген Лоренц; Ганс Петер Швайгер; лектор университета, дипл. инж. Петер Тапплер; дипл. инж. Феликс Тврдик.

Фото: Baumit, wahrheit.com (если не указано иное)
Copyright: © 2018 by Viva Forschungspark

Отпечатано в России. С сохранением прав на ошибки в наборе и печати.
Издание 1: июнь 2019

ИССЛЕДОВАНИЯ ВО ИМЯ ЗДОРОВЬЯ.

Исследовательский парк VIVA — крупнейший европейский проект по сравнительному изучению различных строительных материалов. На примере опытных разнотипных домов специалисты анализируют взаимодействие строительных материалов и изучают их влияние на здоровье и комфортность жизни людей.

Здесь в течение трех лет специалисты из разных областей науки — многоэтажного строительства, климатологии внутренних помещений, строительной физики, медицины — сотрудничали на междисциплинарном уровне, изучая поведение разнотипных зданий при равных исходных условиях и влияние различных строительных материалов на здоровье и самочувствие людей.

История этого удивительного проекта, с подробным описанием всех проведенных исследований и освещением накопленного научного опыта, представлена в данной книге.

ЗДОРОВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО. ЗДОРОВАЯ ЖИЗНЬ.

