



ДОЛГОСРОЧНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ ФАСАДНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ (СФТК)

Гельмут КЮНЦЕЛЬ, Хартвиг М. КЮНЦЕЛЬ, Клаус ЗЕДЛЬБАУЕР
Институт строительной физики Фраунгофера, Хольцкирхен, Германия

Системы Фасадные Теплоизоляционные Композиционные с наружными штукатурными слоями (далее СФТК), так же называемые *External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) или External Wall Insulation Systems (EWIS) в Ирландии и Соединенном Королевстве, или Exterior Insulation and Finish Systems (EIFS) в Канаде или США, широко используются в качестве внешней теплоизоляции фасадов в Центральной Европе.*

В последние десятилетия применение СФТК стало популярной мерой, позволяющей улучшить теплоизоляционные свойства, а также устойчивость к погодным условиям фасадов жилищного фонда. При этом неизбежно встают вопросы относительно прочности и долговечности СФТК по сравнению с другими типами теплоизоляции. С целью ответа на них значительное количество многоэтажных домов с использованием СФТК были подвергнуты неоднократным обследованиям, проведенным Институтом строительной физики Фраунгофера (ИСФ) с 1975 года.

Результаты этих обследований свидетельствуют, что повреждения или износ фасадов с применением СФТК встречаются не чаще, чем на строениях, где использовалась обычная каменная кладка стен со штукатуркой. Отмечена несколько большая подверженность СФТК росту микроорганизмов в связи воздействием на стены дождя и образованием конденсата. Затраты и частота проведения работ, направленных на поддержания состояния фасадов, сравнимы с ана-

логичными характеристиками традиционных стеновых конструкций. То же справедливо и в отношении других аспектов долговечности СФТК.

Введение

С начала 1960х годов, более 500 миллионов квадратных метров Систем Фасадных Теплоизоляционных Композиционных с наружными штукатурными слоями (далее СФТК) было использовано для теплоизоляции зданий в Германии. По причине инновационного характера данных теплоизоляционных систем, которые первоначально выполнялись только в форме пенополистирольных панелей и синтетической смолосодержащей штукатурки, Институт строительной физики Фраунгофера (далее по тексту ИСФ) начал их научное изучение в начале 1970-х годов [Кюнцель 1975]. В связи с постепенно возрастающей важностью систем внешней теплоизоляции стен в Германии многочисленные исследования в ИСФ продолжались в течение следующих десятилетий [см., например, Бём и Кюнцель, 1987; Кюнцель, 1998; Циркельбах и др., 2004].

ИСФ, основанный в 1929 году в Штутгарте, занимается всеми аспектами строительной физики, включая сохранение тепла, влагостойкость и звукоизоляцию зданий. Однако большинство исследований, касающихся СФТК и их эффективности, были осуществлены на испытательной площадке ИСФ в Хольцкирхене, расположенной вблизи Баварских Альп. В 1951 году, благодаря довольно су-

ровому климату, изобилующему перепадами температуры и обилием приносимых ветром дождей, это место было выбрано в качестве площадки, позволяющей изучить воздействие на строения погодных условий.

Предполагалось, что постройки, продемонстрировавшие удовлетворительные гидротермальные свойства и прочность под воздействием природных погодных условий на данном испытательном полигоне, будут демонстрировать те же свойства и в других областях Германии. Это предположение доказало свою обоснованность на протяжении последних 50 лет [Кюнцель, 2003].

Именно поэтому испытательная площадка в Хольцкирхене, которую первоначально планировали использовать только в качестве временной, до сих пор существует. Сегодня здесь работает почти столько же научного и технического персонала (почти 80 человек), как и в головном институте в Штутгарте.

Данная статья посвящена главным образом результатам периодических обследований зданий с использованием СФТК в Центральной Европе. В 1975 году состоялась первое обследование 93 зданий в Германии, Австрии и Швейцарии [Кюнцель, 1976]. В 1983 обследование было проведено повторно в отношении 87 зданий [Майер, 1984]. В 1989 аналогичные обследования были осуществлены в отношении СФТК с использованием минеральных изоляционных материалов [Кюнцель, 1991]. Дальнейшие обследования были проведены в 1995 году [Кюнцель, 1997],



а так же на многоэтажных зданиях в 2004 году с целью оценки долгосрочного поведения систем и разработки необходимых мероприятий по реконструкции зданий. В конце 2004 г. последние обследования, результаты которых изложены ниже, проводились в отношении 12-ти многоэтажных зданий с применением СФТК от различных производителей.

Модальность оценки

После детального осмотра объектов, состояние их фасадов было классифицировано в соответствии с тремя оценочными группами, причем области цокольных этажей подверглись тщательному исследованию, а верхние этажи были осмотрены с помощью бинокля:

- **Группа 1** – практически без дефектов.

Отсутствуют какие-либо видимые дефекты. В данную категорию включены небольшие радиальные трещины, едва видимые с обычного расстояния.

- **Группа 2** – незначительные дефекты.

Незначительное число трещин, например, трещины, берущие начало в углах оконных проемов, удлиненные радиальные трещины или единичные трещины вдоль мест соединения изоляционных плит, мало заметные, видимые только при близком рассмотрении.

- **Группа 3** – значительные дефекты.

Короткие или длинные трещины, по большей части вдоль мест соединения теплоизоляционных плит, образование пузырей или расслаивание покрытия. Четко различимые дефекты.

Небольшие трещины, обнаруженные в углах оконных и дверных проемов, не являются характерными для системы и могут также появиться при использовании других типов конструкций, но, как правило, они не влекут за собой дальнейших повреждений. Однако трещины вдоль соединения изоляционных плит должны рассматриваться как характерные. Согласно проведенному анализу,

такие трещины не оказывают какого-либо влияния на содержание влаги или на теплоизоляционный эффект системы. Следовательно, не следует опасаться каких-либо серьезных повреждений фасадов [Кюнцель, 1995].

Развитие морских водорослей не оценивается как технический дефект, а только как «видимый неблагоприятный эффект». Далее в статье термин «водоросли» означает разнообразную микробную растительность без более точного определения, и не уточнялся в контексте наших исследований.

Объекты исследования и результаты

Объекты исследования вместе с информацией, касающейся их местонахождения, типа используемых СФТК, данные о строениях и принятых мерах по ремонту фасадов указаны в таблице 1. На рис. 1 указаны года, когда СФТК были установлены, когда была проведена проверка и оценка состояния фасадов.

Результаты могут быть изложены следующим образом:

- Сроки проверки СФТК варьируются от 18 до 35 лет.

- Некоторые здания были спроецированы и построенные изначально с использованием СФТК, в большинстве случаев, однако, СФТК представляет собой дополнение, улучшение уже имеющегося типа теплоизоляции. По этой причине, а также из-за более низких температурных требований в прошлом, толщина изоляционных слоев относительно невелика по сравнению с устанавливаемыми в настоящее время системами (минимальная толщина 20 мм).

- Все СФТК, возраст которых более 20 лет, были отремонтированы посредством нанесения одного или двух новых слоев внешнего покрытия.

- Как показано на рис. 1, после проведенного в 1975 году осмотра половина зданий была классифицирована по двум группам – 2 и 3 (незначительные или значительные дефекты). Но если оценивать все обследованные в то время здания [Кюн-

цель и Майер, 1976], то количество строений, попавших в группы 2 и 3, будет значительно больше.

- Однако обследование, выполненное в конце 2004 после проведения ремонтных работ, показало, что все здания могут быть оценены как «не имеющие дефектов» (группа 1). Ремонтные работы в основном заключались в наложении новых слоев покрытия, только в одном случае был установлен дополнительный слой изоляции. Следовательно, можно сделать вывод, что состояние фасадов улучшилось за прошедшие годы. Это может быть результатом того, что в начале 1970-х годов методы применения СФТК еще нуждались в оптимизации, и вытекающие из этого факта дефекты были устранены в ходе ремонтных работ.

Нижеследующая фотографическая документация показывает и объясняет фактические визуальные изменения на фасадах.

Загрязнение – рост водорослей

В предыдущие десятилетия загрязнение фасадов было основной причиной ремонтов, которые заключались в наложении новых слоев внешнего покрытия. Уровень загрязнения воздуха был в то время значительно выше, чем сегодня. Это особенно справедливо в отношении промышленных центров и областей, через которые проходят основные транспортные магистрали.

Загрязнение фасадов наблюдалось, главным образом, на участках стен, подвергающихся различной степени воздействия дождя. Области, в большей степени подвергающиеся воздействию дождя, были намного чище, чем защищенные от дождя, такие как, например, находящиеся под защитными крышами или оконными подоконниками.

Благодаря применению в последние десятилетия систем глубокой газо- и воздухоочистки на промышленных предприятиях, загрязнение воздуха было уменьшено. В результате снизилась концентрация газообразных загрязняющих веществ в возду-



хе, особенно концентрация диоксида серы SO_2 . Поскольку SO_2 является сильным биоцидом, то следствием снижения его концентрации (исчезновения) стала стимуляция роста микроорганизмов на фасадах, таких как

водоросли, грибки и бактерии [Кюнцель, 2000]. Это является причиной того, что участки фасадов, которые часто подвергаются воздействию дождя, оказались подвержены заражению водорослями, для которых

влага является необходимым условием развития.

Конденсат на фасадах с использованием систем внешней изоляции стен, образующийся в ночное время, так же может быть дополнительной причиной скопления влаги, что опять же приводит к развитию водорослей [Кюнцель и Зедльбауер, 2001].

Изменения на поверхности фасадов, вызванные загрязнениями от растущих на них микроорганизмов, обычно рассматривается как «патина» («налет»), поскольку они распространяются равномерно, в то время как локальные концентрации загрязнений или водорослей часто оцениваются как «видимый неблагоприятный эффект».

На поверхностях обследованных зданий, часто подвергавшихся воздействию дождя, вместе с развитием водорослей наблюдался так же «очищающий эффект». Его проявление может быть обусловлено качеством местного воздуха или типом добавляемого в штукатурку или защитные слои фунгицида. Такой контекст, однако, не принимался во внимание во время анализа результатов.

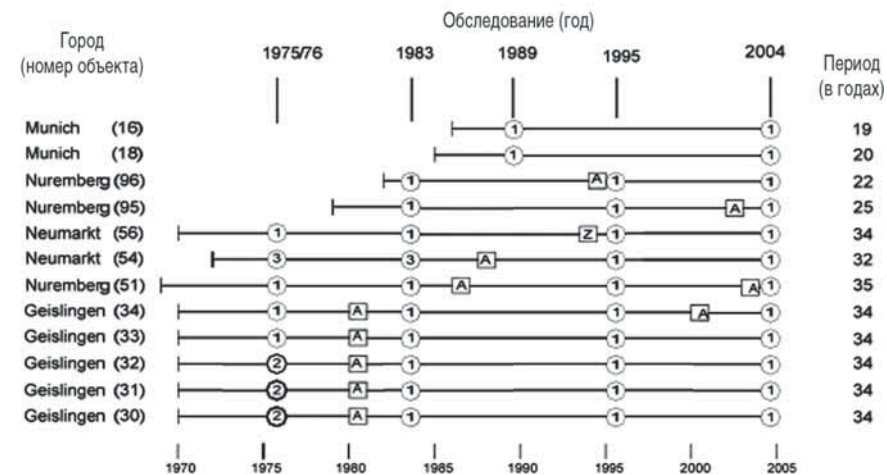
Следующие примеры объясняют некоторые результаты, полученные в ходе изучения состояния фасадов. На рис. 2 показан северный фасад жилого дома в Гайслингене (объект 52) через 2, 14 и 23 года после ремонтных работ, выполненных в 1981 году. Несмотря на различия в качестве сделанных фотографий, никаких важных или вредных изменений состояния фасада данного объекта за период в 23 года не наблюдалось. Однако на западных стенах расположенных параллельно с данным объектом жилых домов (объекты 30 и 33) имело место частичное распространение водорослей. Примечательно, что темп роста данных микроорганизмов не изменялся в период между двумя обследованиями (рис. 3).

Расположенный по соседству объект 34, который, очевидно, подвергался ремонту в 1982 году путем нанесения дополнительного слоя вне-

Таблица 1.

Данные об обследованных объектах

Но- мер объ- екта	Город	Адрес и назначе- ние здания	Тип изоля- ционного материала и его тол- щина	Год построй- ки, год приме- нения СФТК		Год проведе- ния ремонт- ных работ и выполненные мероприятия
				зда- ние	СФТК	
16	Мюнхен	Burgmaerstr.9 Дом престарелых	Минеральная вата 60мм	1960	1986	Нет
18		Schleisheimerstr. 393 Магазин-склад	Минеральная вата 60 мм	1945	1985	Нет
96	Нюрнберг	Thumenberger Weg 11 Жилой дом	Пенополи- стирол 60мм	1982	1982	1995 – покрытие (силиконовая смолодержа- щая краска)
95		Feinitzer Platz Жилой дом	Пенополи- стирол 60мм	1979	1979	2002 – новое по- крытие в связи с загрязнением
51		Krugstr. 17 – 23 Жилой дом	Пенополи- стирол 50мм	?	1969	1987 – полно- стью новое по- крытие 2001 – только первый этаж, прилегающий к дороге (северный фасад) 2004 – только стены, выходя- щие в сад (юж- ный фасад)
56	Ноймаркт/Опф.	Efastr. 2 Жилой дом	Пенополи- стирол 60мм + 40 мм	1970	1970	1993 – второй слой изоляцион- ного материала со штукатуркой
54		Mьhlstr. 1 – 3 Жилые и промыш- ленные здания	Пенополи- стирол 20мм	1972	1972	1988 – внешнее покрытие
34	Гайслинген/Штайге	Bolzstr. 6 – 8 Жилое здание	Пенополи- стирол 30мм	1961	1970	1981 – внешнее покрытие
33		Bolzstr. 9 – 12 Жилое здание	Пенополи- стирол 30мм	1961	1970	1981 – внешнее покрытие
32		Eberstr. 1 – 7 Жилое здание	Пенополи- стирол 30мм	1961	1970	1981 – внешнее покрытие
31		Brьningstr. 2 – 8 Жилое здание	Пенополи- стирол 30мм	1961	1970	1981 – внешнее покрытие
30		Stresemannstr. 2 – 6 Жилое здание	Пенополи- стирол 30мм	1961	1970	1981 – внешнее покрытие



Оценочные группы:

- 1 – практически без дефектов
- 2 – незначительные дефекты: трещины в местах соединения изоляционных плит или радиальные трещины у оконных проемов
- 3 – значительные, отчетливо различимые дефекты: частые длинные трещины, образование пузырей, расслаивание покрытия

Мероприятия, выполненные в ходе ремонта:

- A – новое покрытие фасада
- Z – установка дополнительного изоляционного слоя (40 мм)

Рис. 1. Диаграмма, показывающая время, когда были установлены, обследованы и реконструированы системы внешней изоляции стен. Цифрами 1, 2 и 3 указано состояния фасада в соответствии с описанной выше классификацией по оценочным группам.



1983



1995



2004

Рис. 2. Северный фасад здания в Гейслингене в 3 разных временных периода: 2, 14 и 23 года после ремонтных работ, выполненных в 1981 г., снятый под разным углом. Медленно растущее хвойное дерево можно увидеть на всех фотографиях; лиственное дерево было срублено до 2004 года.

шнего покрытия, как и все соседние жилые дома, пришлось вновь подвергнуть обновлению в связи с интенсивным развитием водорослей уже в 2000 году (табл. 1).

На рис. 4 показаны восточные и южные фасады объекта 54 в Ноймаркте. Равномерное распространение загрязнения за 16 лет привело к образованию своего рода патины.

С другой стороны, на прилегающем к дороге северном фасаде объекта 51 в Нюрнберге после первого ремонта (новое внешнее покрытие), проведенного 17 лет назад, не возникло никакого микробного роста. В этом случае превалирует очищающий эффект, связанный со стоком дождевой воды на участках фасада между окнами (рис. 5).

Состояние западного фасада объекта 16 (Дом престарелых в Мюнхене) в 1989 году, спустя 3 года после использования СФТК, показано на рис. 6 (слева). Какие-либо видимые дефекты на данном снимке отсутствуют. Однако во время обследования в 2004 году, спустя 15 лет, обнаружены очаги водорослей (рис 6, справа). Образование водорослей особенно заметно на участках, под-

вергающихся интенсивному воздействию дождя (рис 7).



1995



2004

Рис. 3. Западная фронтовая часть объекта 31 в Гейслингене спустя 14 (снимок слева) и 23 (снимок справа) года после ремонтных работ с очагом водорослей на цокольном участке и в виде нескольких горизонтальных полос, образовавшихся на участках, где структура штукатурки была нарушена, совпадающих с рабочими уровнями строительных лесов. На рисунке видно, что с течением времени дерево выросло, в то время как инвазия водорослей осталась неизменной, с легким усилением в верхней части фасада.



Рис. 4 Восточный и южный фасады (справа налево) объекта 54 в Ноймаркте в декабре 2004 г., спустя 16 лет после ремонтных работ, заключавшихся в нанесении нового покрытия. В левом нижнем углу – увеличенный фрагмент штукатурки над маленьким окном.



Рис. 5. Фрагмент северного фасада объекта 51 в Нюрнберге через 17 лет после проведения ремонтных работ, заключавшихся в наложении нового слоя покрытия в 1987 г. Участки между окнами, которые подвергались сильному воздействию дождя, более светлые. Это свидетельствует о том, что воздействие дождя на эти участки не привело к образованию водорослей, а носило очищающий характер.

Износостойкость и прочность

Часто полагается, что небольшая толщина внешней штукатурки и гладкость изоляционного материала в качестве субстрата могут являться причиной легкого возникновения повреждений вследствие механических

воздействий. Но даже после неоднократных обследований не было обнаружено никаких признаков особой подверженности каким-либо реальным повреждениям.

Напротив, на зданиях, построенных по традиционным технологиям, расположенным в непосредственной близости к обследовавшимся объ-

ектам, часто наблюдались повреждения штукатурки, вызванные деформацией каменной кладки. Таких деформаций нельзя полностью избежать при кладке блоков большого размера или комбинировании каменной кладки и строительных бетонных элементов. В качестве примера можно привести жилой дом в Гайслингене, имеющий ту же конструкцию, что и объекты 30 – 34, но без применения СФТК. Это здание единственное во всем жилом комплексе имеет повреждение кладки и штукатурки (рис. 8).

В результате механического «разделения» заключительного слоя штукатурки и структурной каменной кладки посредством гладкого изоляционного материала, СФТК в меньшей степени подвержены данному виду повреждения, чем традиционно выполненные фасады.

Поддержание надлежащего состояния фасадов зданий

Надлежащее состояние фасадов зданий необходимо постоянно поддерживать. Следует не только обновлять время от времени покрытие в связи с загрязнением и атмосферными воздействиями, но также проверять и устранять «слабые места» фасадов там, где это необходимо. Такие «слабые места» могут иметь место вокруг оконных проемов или в примыканиях, как показано на рис. 9.

С учетом описанного выше можно предположить, что первичный ремонт покрытий обследованных объектов выполнялся, по крайней мере, частично, с целью исправления возникающих «начальных дефектов». Однако период между нанесением первого и второго слоев покрытия, если оно осуществлялось, дает информацию о том, насколько часто необходимо проводить работы по сохранению желаемого вида фасадов. Рассматривая объекты 16 и 18, которым срочно нужен ремонт, и объекты 30 – 33, где ремонтные работы планируются, получим среднее значение наблюдаемой частоты обновления систем внешней изоляции стен – примерно 20 лет.



Рис. 6. Западный фасад объекта 16 (Дом престарелых в Мюнхене) в сентябре 1989 г., через 3 года после применения СФТК, и в ноябре 2004 г., спустя 15 лет.

Различие в цвете фасада не означает, что здание было перекрашено, а связано с качеством цифровой фотографии.

Образование водорослей особенно четко видно на участках, подвергающихся интенсивному воздействию дождя (см. рис. 7).



Рис. 7. Локальное образование водорослей вдоль участка с концентрацией стока дождевой воды, вызванного боковым ограничением балконом и ветром.

Рост водорослей явно менее интенсивен непосредственно в области под балконной плитой, чем на открытых (незащищенных) участках.



Рис. 8. Трещина на стене и повреждение штукатурки на фасаде здания без применения СФТК, расположенного по соседству с объектом 32 (Eberstrasse, 2).

Трещина на стене под окном образовалась в слое штукатурки. Завершающий слой штукатурки частично отошел от слоя грунтовки. Таких повреждений можно избежать, применяя СФТК, с помощью эффекта «разделения» мягким изоляционным слоем, а так же использованием пластифицирующих добавок и укрепления штукатурки.



Рис. 9. Пример повреждения нижней части фасада на западной стороне объекта 31, вызванного прониканием влаги в соединительный профиль (возможно, из-за неисправной водосточной трубы).

Такой вид повреждения необходимо устранять на ранней стадии и отдельно от ремонтных работ на основном фасаде.

Таблица 2.

Эталонные значения периода (в годах) до проведения проверки состояния фасада и работ по ремонту защищающих от дождя слоев фасада после консультации с экспертами в области строительства (согласно [Кюнцель, 1980]).

Тип внешнего слоя	Период перед реконструкцией (в годах)	
	Предельное значение	Среднее значение
Внешняя минеральная штукатурка	15 – 50	35
Фасадное покрытие	5 – 20	10
Синтетическая смолосодержащая штукатурка на каменной кладке или изоляционный слой	10 – 25	18
Облицовка волокнистым цементом	10 – 30	20

В совокупности с данными предыдущих обследований это среднее значение попадает в диапазон верхнего предельного значения для периодов реконструкции фасадных покрытий и синтетической смолосодержащей штукатурки (табл. 2, см. [Кюнцель, 1980]).

Выводы

Результаты обследований, выполнявшихся в течение длительного периода и предпринятых в отношении многоэтажных домов с использованием СФТК, чей срок службы на настоящий момент составляет до 35 лет, показали следующее:

1. Повреждения фасадов СФТК возникают значительно реже, по сравнению с традиционными штукатурными фасадами по каменной кладке, в результате эффекта «разделения» мягкого изоляционного слоя. Повреждения, вызванные атмосферными воздействиями, обычно незначительны.

2. Большая предрасположенность СФТК к образованию очагов развития водорослей в связи с дождями и образующимся на поверхности в ночное время конденсатом, очевидно, может быть компенсирована путем соответствующих добавок в штукатурку или внешнее покрытие. В некоторых случаях образование водорослей было очевидным, тем не менее в других случаях очищающий эффект дождя превалировал. Важно обеспечить достаточный и равномерный сток дождевой воды по плоскостям.



ти фасада с целью предотвращения локальной концентрации стока. Длительное увлажнение поверхности может привести к росту водорослей, который может быть расценен как визуально неприемлемый дефект.

3. Расходы и частота поддержания состояния СФТК эквивалентны расходам и частоте поддержания состояния обычных фасадов из оштукатуренной каменной кладки. То же справедливо в отношении прочности и ожидаемого срока службы, который обычно оценивается, по крайней мере, в 60 лет для стен с использованием каменной кладки.

4. Положительные долгосрочные эксплуатационные характеристики вместе с превосходной защитой от проливного дождя, а так же высокими теплоизоляционными качествами стали причинами такой большой популярности СФТК в центральной Европе. В настоящее время более 30 миллионов квадратных метров СФТК устанавливаются в Германии каждый год.

Литература

Böhm H., Künzel H., 1987. Wie sind Putzrisse bei außenseitiger Wärmedämmung

zu bewerten (Evaluation of cracks in the rendering of external insulation systems). IBP-Mitteilung 14, No 147.

Künzel H., 1975. Außenseitige Wärmedämmung und Witterungsschutz (External Thermal Insulation and Weathering Protection). Gesundheits-Ingenieur 96, 5, 132 – 139.

Künzel H., 1980. Funktionssicherheit und Lebensdauer wärmedämmender Maßnahmen (Service Life and Durability of Thermal Insulation Measures). VDI-Berichte No 365.

Künzel H., 1995. Die Bewertung von Putzrisse bei Wärmedämmverbundsystemen (Assessing the Effects of Cracks in the Rendering of External Wall Insulation Systems). Bautenschutz und Bausanierung 18, 6, 42 – 48.

Künzel H., 1998. Zur Frage der Überbrückung von Bewegungsfugen durch Wärmedämmverbundsysteme (Moving Gap Bridging Capacity of External Wall Insulation Systems). Bauphysik 20, 5, 140 – 144.

Künzel H., 2000. Algenbewuchs an Fassaden: Eine Folge reiner Luft! (Algae Growth on Facades, a consequence of clean air!) Arconis 5, 3, 12 – 14.

Künzel H., 2003. A Retrospective Look at 50 Years of the Outdoor Testing Field in Holzkirchen. Journal of Thermal Envelope and Building Science 27, 1, 5 – 14.

Künzel H., Leonhardt H., 1991: Praxisbewährung von mineralischen Wärmedämmverbundsystemen (Performance of Mineral Fiber External Wall Insulation Systems in Practice). Die Mappe, 7, 20 – 22.

Künzel H., Mayer E., 1976. Überprüfung von Außendämmsystemen mit Styropor-Hartschaumplatten (Inspection of External Insulation Systems with Polystyrene Foam Boards). DBZ 6, 763 – 764.

Künzel H. M., Sedlbauer K., 2001. Biological Growth on Stucco. Buildings VIII- Proceedings Clearwater Beach Dec. 2001, ASHRAE Publication.

Künzel H., Riedl G., KieЯI K., 1997. Praxisbewährung von Wärmedämmverbundsystemen (Practice Performance of External Wall Insulation Systems). Deutsche Bauzeitung 131, 9, 97 – 100.

Mayer E., Künzel H., 1984. Bewährung von Wärmedämmverbundsystemen mit Kunstharzputzen in der Praxis (Performance of External Wall Insulation Systems with Synthetic Renderings in Practice). Der Architekt 6.

Zirkelbach D., Künzel H.M., Sedlbauer K. 2004. Einsatz von Wärmedämm-Verbundsystemen in anderen Klimazonen (Application of External Wall Insulation Systems in Different Climate Zones). Bauphysik 26, 6, 335 – 339.

16-Я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

СТРОИТЕЛЬСТВО.

ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. ДИЗАЙН. 2012

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ МИНИСТЕРСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

18 - 21 апреля

Флагман
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР ВЫСТАВКИ

- СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ.
- ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. ДИЗАЙН. ИНТЕРЬЕР.
- ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.
- ИНДИВИДУАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО. КОТТЕДЖИ.
- ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.
- СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ ВЫСТАВКИ «СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ».
- СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ ВЫСТАВКИ «УМНЫЙ ДОМ. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ».

САРАТОВ

Саратовская группа газет
ДОМОЙ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР СОФИТ-ЭКСПО
ТЕЛ.: (8452) 205-470, 206-926
http://expo.sofit.ru