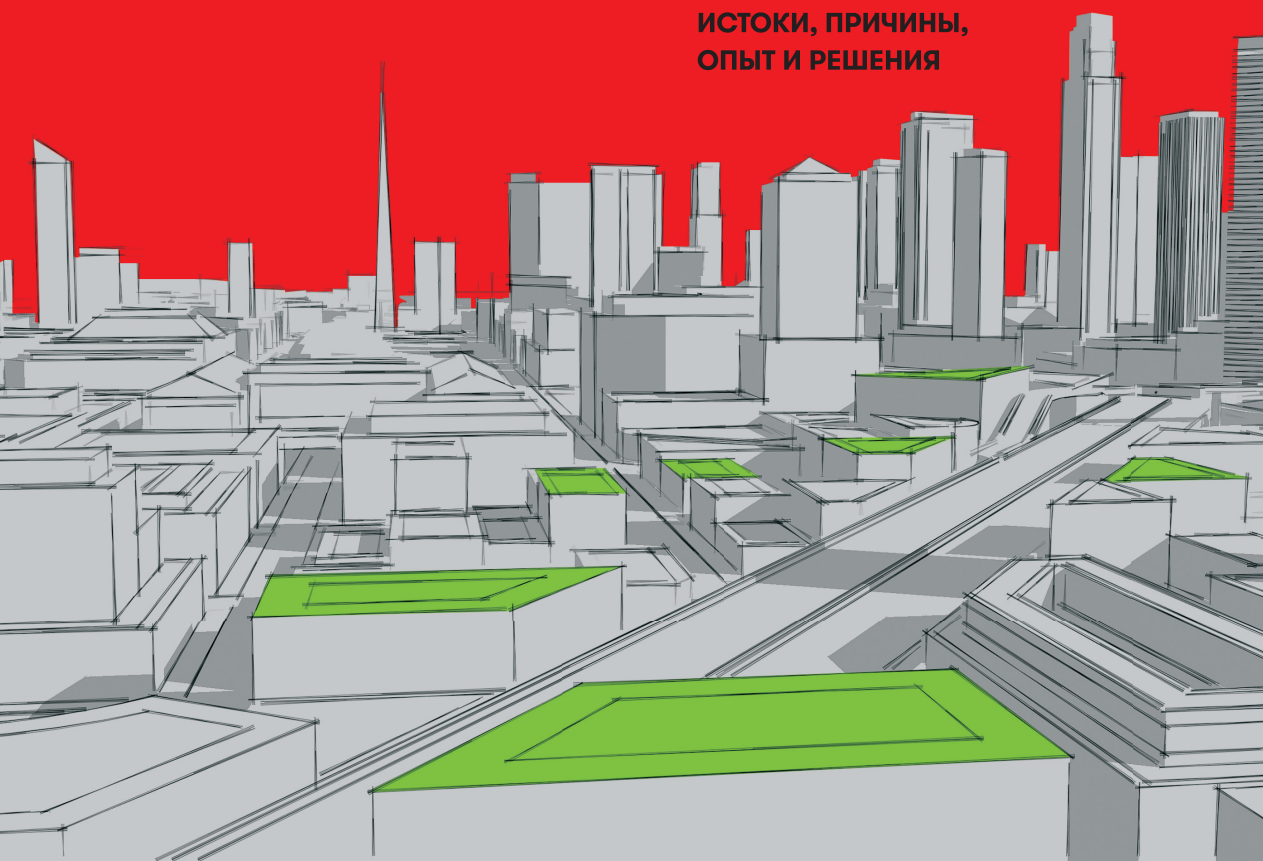
ВОЛЬФГАНГ ЭРНСТ
П. Фишер, П. Фюлер, М. Йаух,
Й. Крингс, В. Шмидт, В. Спаниол

ТЕХНОНИКОЛЬ

КРОВЕЛЬНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ
КРОВЕЛЬНОЕ ОЗЕЛЕНЕНИЕ
ПРОБЛЕМЫ

ИСТОКИ, ПРИЧИНЫ,
ОПЫТ И РЕШЕНИЯ



КРОВЕЛЬНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ
КРОВЕЛЬНОЕ ОЗЕЛЕНЕНИЕ

WOLFGANG ERNST
P. Fischer, P. Flüeler, M. Jauch,
J. Krings, W. Schmidt, W. Spaniol

DACHAB DICHT UNG
DACHBE GRÜN UNG
PROBLEME

GRUNDLAGEN, URSACHEN,
ERKENNTNISSE UND LÖSUNGEN

ВОЛЬФГАНГ ЭРНСТ
П. Фишер, П. Фюлер, М. Йаух,
Й. Крингс, В. Шмидт, В. Спаниол

КРОВЕЛЬНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ
КРОВЕЛЬНОЕ ОЗЕЛЕНЕНИЕ
ПРОБЛЕМЫ

ИСТОКИ, ПРИЧИНЫ,
ОПЫТ И РЕШЕНИЯ

Специальное издание
Перевод с немецкого
языка Р. Ростиславова

альпина
ПАБЛИШЕР

МОСКВА

2019

УДК 692.4
ББК 38.654.3
Э 81

Переводчик *Р. Ростиславов*
Редактор *В. Мылов*

Эрнст В.
Э 81 Кровельная изоляция. Кровельное озеленение. Проблемы : Истоки, причины, опыт и решения / Вольфганг Эрнст [и др.] ; Пер. с нем. — М.: Альпина Паблишер, 2019. — 288 с.

ISBN 978-5-9614-2305-1

Даже в Западной Европе, где опыт в области устройства кровель преодолел полувековой рубеж, не получается избежать ошибок. Серия специализированных книг «Dachabdichtung. Dachbegrünung» («Кровельная Изоляция. Кровельное озеленение») содержит исчерпывающую информацию об их причинах, последствиях и способах предотвращения. Автор, Вольфанг Эрнст, — известный немецкий исследователь и практик в области кровельного дела.

Данное издание «Проблемы: Истоки, причины, опыт и решения» — первая книга из этой серии, вышедшая на русском языке. Этот уникальный технический справочник будет интересен и полезен как архитекторам и строителям, так и владельцам зданий: в своих выводах и рекомендациях автор опирается на широкую фактологическую базу, в том числе и на испытания почти всех видов кровельных материалов, а также на решения судов по спорам на объектах, представленных на рынке Германии. Специалисты найдут в книге подтверждение многим собственным наблюдениям и выводам, а иллюстрации и фотографии наглядно продемонстрируют проблемы и повреждения, возникающие на кровлях.

Особую ценность данной книге придает тот факт, что современной литературы по кровлям на русском языке очень мало.

УДК 692.41
ББК 38.654.3

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети интернет и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ, для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу mylib@alpina.ru

© Wolfgang Ernst, P. Fischer, P. Flüeler, M. Jauch, J. Krings, W. Schmidt, W. Spaniol
© Перевод на русский язык ООО «ТехноНиколь Строительные Системы», 2019
© Оформление ООО «Интеллектуальная Литература», 2019

ISBN 978-5-9614-2305-1 (рус.)
ISBN 3-00-017011-1 (нем.)

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ 8

К ЧИТАТЕЛЮ 9

О ПРОБЛЕМАХ 13

...ПО СУЩЕСТВУ 16

ЗНАНИЕ — ЭТО ОСНОВА РАЗУМНОГО ДЕЙСТВИЯ 19

ГЛАВА 1. КЛИМАТ И ПОГОДА

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА 22
1.1 | Ветер, буря, ураган 24
1.1.1 | Фён 24
1.1.2 | Ветровая нагрузка 25
1.1.3 | Штормовые риски 28
1.2 | Град 38
1.2.1 | Опасность выпадения града 38
1.2.2 | Размер, форма и скорость падения града 40
1.2.3 | Скорость падения града 42
1.2.4 | Оборудование для имитации выпадения града 43
1.2.5 | Критерии требований 44
1.2.6 | Научные выводы о полимерных изоляционных материалах 49
1.2.7 | Рекомендации для классификации устойчивости материалов к воздействию града 52
1.2.8 | Требования 52
1.3 | Грозы 55
1.3.1 | Молния 55
1.3.2 | Молниеотвод 56
1.4 | Осадки 58
1.4.1 | Количество осадков 58
1.4.2 | Сильные дожди 60
1.4.3 | Водоотвод 62
1.4.4 | Предотвращение наводнений/затоплений 64
1.5 | Удержание дождевой воды 69
1.5.1 | Кровельное озеленение 69
1.6 | Опыт 70

ГЛАВА 2. ВНЕШНЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ И ПРОЦЕСС СТАРЕНИЯ

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ 72
2.1 | Процессы старения под воздействием климатических факторов 73
2.1.1 | Температура 75
2.1.2 | Измерение температур 78
2.1.3 | Атмосферные осадки 84
2.1.4 | Излучение 90
2.1.5 | Загрязнение воздуха 94
2.1.6 | Биологическое воздействие 99
2.2 | Усадка 106
2.2.1 | Возникновение/причины 106
2.2.2 | Последствия практического применения 108
2.2.3 | Сжатие под воздействием температур и холода 111
2.2.4 | Рекомендации 112

ГЛАВА 3. РАСТЕНИЯ И КОРНИ

ПРИРОДА ПОВСЮДУ 114
3.1 | Метод FLL 114
3.2 | Альтернативные варианты 117
3.2.1 | EN 14416 (DIN 4062) 117
3.2.2 | Метод LDA 119
3.2.3 | Европейский стандарт EN 13948 123

ГЛАВА 4. МАТЕРИАЛЫ И СПОСОБЫ ИХ УКЛАДКИ

ЕВРОПЕЙСКИЕ СТАНДАРТЫ 127
4.1 | Материалы для кровельных покрытий 128
4.1.1 | Инструкция для строительных материалов 128
4.1.2 | Европейские стандарты 132
4.1.3 | Маркировка 135
4.1.4 | Отбор продукции 141
4.2 | Определение качества 143
4.2.1 | Требования к жидким гидроизоляционным материалам 143
4.2.2 | Профиль требований, предъявляемых к жидким кровельным материалам (AfP-Fa) 149

4.2.3 | Профиль требований, предъявляемых ко всем кровлям 153
4.3 | Устройство кровель 165
4.3.1 | Правила устройства кровель 165
4.3.2 | Правила применения 165
4.4 | Озеленение крыш 168
4.4.1 | Инструкция по озеленению крыш FLL 168
4.4.2 | Европейский свод правил 168

ГЛАВА 5. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ОБЯЗАННОСТИ 171
5.1 | Пробелы в проектировании 172
5.1.1 | Удобство доступа к кровельному покрытию 172
5.1.2 | Защитные устройства 174
5.1.3 | Молниезащита 176
5.1.4 | Отверстия в кровельном покрытии 177
5.2 | Спонтанное проектирование 178
5.2.1 | Они предпочитают копировать вместо того, чтобы разбираться 178
5.2.2 | Обязательная контрольная проверка 180
5.3 | Специальное проектирование 182
5.3.1 | Дверные примыкания 182
5.3.2 | Беспрепятственные выходы 184
5.4 | Координация стыков 185
5.4.1 | Обязанности по координированию 185
5.4.2 | Организационные обязанности 186
5.5 | Предотвращение проблем 186
5.5.1 | Понятие дефекта 188
5.5.2 | Договор подряда на проведение строительных работ 188
5.5.3 | Это касается всех участников строительства 190

ГЛАВА 6. ПОДРЯДЧИКИ И ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ

КОМПЕТЕНЦИИ 191
6.1 | Подрядчики 192
6.1.1 | Специализированные кровельные предприятия 192
6.1.2 | Сотрудники 194
6.1.3 | Какой должна быть серьезная хозяйственная политика предприятия 194
6.2 | Шовное соединение на кровле из эластомерных и синтетических материалов 195
6.2.1 | Требования 195
6.2.2 | Факторы влияния 197
6.2.3 | Технология выполнения сварных швов 199
6.2.4 | Типы сварных соединений 202
6.2.5 | Сварочные автоматы 206
6.2.6 | Ручные сварочные аппараты и полуавтоматы 208
6.2.7 | Условия соединения и технические условия 209
6.2.8 | Качество и проверка шва 214
6.3 | Просто ли работать с многослойными покрытиями? 219
6.3.1 | Главный источник брака — погодные условия 220
6.3.2 | Источник брака — процесс наплавления 222
6.3.3 | Работы по огневой очистке 223
6.3.4 | Резюме 223
6.4 | Битумная изоляция 225
6.4.1 | Многослойная укладка 225
6.4.2 | Метод литья 226
6.4.3 | Метод зачистки щеткой 228
6.4.4 | Композиционная гидроизоляция 228
6.4.5 | Сварка для получения двухслойной гидроизоляции 231
6.4.6 | Сварка для получения однослойной гидроизоляции 232
6.4.7 | Сварка горячим воздухом 232
6.4.8 | Метод холодного самосклеивания 232
6.4.9 | Механическое крепление 234
6.4.10 | Различия в техниках укладки синтетических кровельных покрытий 234
6.4.11 | Резюме 234
6.5 | Бессварное соединение — это проблема? 237
6.5.1 | Грунтовочное покрытие как источник дефектов 238
6.5.2 | Простои как источники дефектов 238
6.5.3 | Перепад температуры как источник дефектов 239
6.5.4 | Несовместимость материалов как источник дефектов 239
6.5.5 | Резюме 239
6.6 | Жидкие кровельные материалы 240
6.6.1 | Жидкие кровельные материалы 241
6.6.2 | Обучение 243
6.6.3 | Опыт работы 243
6.6.4 | Обработка 246

6.6.5 | Резюме 249
6.7 | Кровельные системы 251
6.7.1 | Дешевое обходится дороже, чем правильное (Probst) 251
6.7.2 | Качество исполнения 252
6.7.3 | Успех исполнения 258
6.7.4 | Резюме 258

ГЛАВА 7. ГАРАНТИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГАРАНТИЙНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ
ПРОБЛЕМАТИКА ДОГОВОРА 259
7.1 | Составление договора строительного подряда 260
7.1.1 | Обеспечение гарантийных обязательств / рекламации по качеству 261
7.1.2 | Обеспечение гарантийных обязательств при покупке вещи 265
7.1.3 | Предоставление поручительства 266
7.1.4 | Гарантия на материалы 267
7.2 | Страхование строительных узлов 272
7.2.1 | Системная гарантия 272
7.2.2 | Страхование плоских кровель 273
7.2.3 | Ответственность производителя за безопасность продукции 275
7.2.4 | Требования безопасности 279
7.3 | Страхование зданий 279
7.3.1 | Отказ от ответственности 280
7.3.2 | Материальная ответственность владельца здания 282
7.3.3 | Уход и техническое обслуживание 282
7.4 | Экономические рассуждения 283

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

a.a.R.d.T.	Общепринятые правила техники
AG, AN	Заказчик, подрядчик
AKB	Объединение производителей каучуковых рулонных изделий в WDK — Экономическом союзе немецкой каучуковой промышленности (зарегистрированное объединение)
AFNOR	Association Francaise de Normalisation
BAM	Федеральное ведомство по исследованию и испытанию материалов
BauPG	Закон о сбыте и свободном товарном обращении строительных материалов
BGB	Гражданский кодекс законов
BGBl	Бюллетень «Бундесгезетцблатт»
BGH	Верховный федеральный суд
CEN	Европейский комитет по нормированию
D-A-CH	Германия-Австрия-Швейцария
ddD	Европейское объединение предприятий по изготовлению долговечной кровельной изоляции (зарегистрированное) — ddD e.V.
DIBt	Немецкий институт строительной техники
DIN	Немецкий институт нормирования и стандартизации (зарегистрированный)
DUD	Промышленное объединение производителей синтетических, кровельных и гидроизоляционных материалов (зарегистрированный)
DWD	Немецкая метеорологическая служба
EAWAG	Швейцарское ведомство по водоснабжению, очистке сточных вод и охране водоемов
EOTA	European Organisation for Technical Approvals
ETA	European Technical Approvals
ETAG	European Technical Approval Guidl.
ETZ	Европейская техническая лицензия
EMPA	Швейцарское ведомство по исследованию и испытанию материалов
EN	Европейская норма
-hEN	Гармонизированная Европейская норма
EU	Европейский союз
GVG	Закон о судоустройстве
GVL	Страхование зданий в кантоне Люцерн
GVV	Постановление к Закону о страховании зданий
IfB	Институт строительных исследований
LBO	Строительные нормы и правила федеральной земли
LG, OLG	Земельный суд, Верховный земельный суд
MBO	Положение об экспериментальном строительстве
OIB	Австрийский институт строительной техники
SIA	Швейцарский союз инженеров и архитекторов
VDD	Промышленное объединение производителей битумных, кровельных и гидроизоляционных материалов (зарегистрированный)
VDI	Объединение германских инженеров
ZPO	Гражданский процессуальный кодекс
ZVDH	Центральное объединение Немецких кровельщиков

К ЧИТАТЕЛЮ

Книга, которую вы держите в руках, — первое русскоязычное издание серии книг Вольфганга Эрнста, посвященных причинам, последствиям и способам предотвращения ошибок, возникающих при устройстве кровель. Вольфганг Эрнст — известный немецкий исследователь, признанный ученый и практик в области кровельного дела. Книга, предлагаемая вашему вниманию, уникальна во многих отношениях. Она представляет интерес как для архитекторов и строителей, так и владельцев зданий. Специалисты найдут в книге подтверждение многим собственным наблюдениям и выводам, к которым они пришли в практической работе. Особую ценность книгам придает тот факт, что современной литературы по кровлям на русском языке очень мало.

В 2008 г. компания ТЕХНОНИКОЛЬ запустила первое в России предприятие полного цикла по производству полимерных мембран нового поколения, оснащенное полностью автоматизированными линиями и собственным научным центром, внедряющим самые передовые достижения и технологии в области создания кровельных материалов из ПВХ (PVC). Также в 2014 г. в состав ТЕХНОНИКОЛЬ вошел итальянский завод «Импер», на котором производится ПВХ (PVC) и ТПО (TPO) мембраны.

На конец 2017 г. свыше 60 млн м^2 в полимерных мембран нашли свое применение в широком перечне кровельных решений. ПВХ (PVC) мембранами компании покрыты крупнейшие торговые и логистические центры, промышленные здания и спортивные сооружения России и стран СНГ, среди которых ключевые олимпийские объекты в Сочи, спорткомплекс «Олимпийский», ледовые арены в Уфе, Казани, Магнитогорске; автозаводы «Тойота», «Ниссан», «Фольксваген», «Вольво», «Пежо», ГАЗ; транспортные объекты — Рокский тоннель, Джебский тоннель, терминал С аэропорта Шереметьево, Байкальский тоннель; торговые центры IKEA, «Ашан», «Метро», «Касторама»; объекты с повышенными требованиями к надежности — Белоярская, Нововоронежская и Курская АЭС, Адлерская, Владимирская и Астраханская ТЭЦ, Якутская ГРЭС, грузовой терминал аэропорта Домодедово, аэропорт Кольцово в Екатеринбурге, стадионы к чемпионату

мира по футболу в России и пр. В последние годы корпорация ТЕХНОНИКОЛЬ осуществляет активную экспансию мембран на рынки более чем 30 стран мира, среди них Италия, Румыния, Польша, Словакия, Швеция, Эстония, Мексика, Таиланд и др.

При этом стоит отметить, что рынок полимерных кровельных материалов в России все еще нельзя назвать зрелым: для большинства потребителей это по-прежнему новый, мало знакомый вид изоляции. Отсутствие современной нормативной базы, регламентирующей требования к качеству полимерных мембран, вызывает дополнительные затруднения в вопросе правильного выбора материала для кровли. Понимание особенностей монтажа и эксплуатации кровель, недопущение ошибок при их проектировании, принципы, позволяющие выбрать материал надлежащего качества — это только ряд проблем и задач, встающих перед проектировщиками и строителями.

В России полимерные кровельные материалы впервые стали использоваться в середине 1990-х гг. в составе типовых кровельных решений, регламентированных к использованию при строительстве объектов крупных европейских торговых сетей и производственных компаний. В Европе же первые полимерные кровли из ПВХ (PVC) начали появляться существенно раньше, практически полвека назад. За прошедшее время доля полимерных мембран на рынке плоских кровель, например, в Австрии достигла 65%, в Швейцарии — 50%, в Германии — 35%. В среднем по Европе — 30%. Стоит ли говорить, что такие высокие показатели не могут быть объяснены чем-либо, кроме высокого качества материала, его надежности в процессе эксплуатации и длительного срока службы.

Многолетний опыт применения, наличие широкого перечня документов, регламентирующих нормы и стандарты, а также требования к качеству материалов, казалось бы, снимают все вопросы, связанные с проектированием, монтажом и эксплуатацией полимерных кровельных материалов на рынке Европы. Безусловно, европейские архитекторы осведомлены о том, какие виды мембран оптимальны для использования в тех или иных проектах, строители знакомы с технологией укладки и строго ее придерживаются, а эксплуатирующие организации не чистят снег железными лопатами. Однако и на стабильном европейском кровельном рынке до сих пор неизбежны проблемы и ошибки, столь популярные в российской действительности. Так, по данным, которые приводит В. Эрнст, причины возникновения проблем на плоских кровлях в Германии в 34% случаев связаны с ошибками при проектировании, в 45% — с нарушениями правил монтажа, в 7% — с неправильной эксплуатацией и только в 14% случаев проблемы связаны с ненадлежащим качеством используемых материалов.

Означает ли это, что, даже добившись 100%-ного качества продукта и исключив попадание брака к потребителю, можно не достигнуть конечной цели — создания долговечной и надежной кровли? Мы, как производитель, надеемся, что

экстенсивное развитие рынка полимерных кровельных мембран и повышение осведомленности участников процесса об особенностях этих материалов позволит в среднесрочной перспективе добиться их грамотного использования.

Именно поэтому компания ТЕХНОНИКОЛЬ активно работает с архитекторами: создает готовые системные решения, где подобраны оптимальные комбинации гидроизоляционных и теплоизоляционных материалов, крепежных элементов и комплектующих, готовит подробные рекомендации по проектированию, разрабатывает узлы и решения, проводит обучающие семинары по проектированию. В 18 Учебных центрах ТЕХНОНИКОЛЬ, расположенных в России и странах СНГ, кровельщики могут пройти не только базовое теоретическое и практическое обучение правилам монтажа полимерных мембран, но и освоить расширенный курс, призванный обеспечить полное понимание процесса укладки, нюансов и сложностей, возникающих при выборе оптимального типа материала и кровельной системы, особенностей укладки и эксплуатации полимерных мембран в нестандартных условиях.

Стремясь познакомить наших клиентов и коллег с европейским опытом и понимая, что даже на западном рынке, где опыт использования подобных решений преодолел полувековой рубеж, не получается избежать ста процентов ошибок и до сих пор остаются вопросы, требующие подробного освещения, мы решили опубликовать книги В. Эрнста на русском языке. В своих выводах и рекомендациях исследователь опирается на широкую фактологическую базу, в том числе и на испытания почти всех видов кровельных материалов, а также на решения судов по спорам на объектах, представленных на рынке Германии. Он приводит множество иллюстраций и фотографий, наглядно показывающих проблемы, возникающие на кровлях, и повреждения кровельных материалов.

В своих работах автор не останавливается исключительно на европейских (EN) и немецких (DIN) стандартах, он также приводит свои собственные научные разработки и методы. Так, он использует длину скручивания, которая косвенно характеризует удобство укладки рулонных материалов на объекте, стойкость к воздействию жиров, к тлению сигарет, к перфорации и множество других факторов.

В. Эрнст убедительно обосновывает преимущество ПВХ (PVC) мембраны толщиной 1,5 мм над точно таким же материалом толщиной 1,2 мм. Мембрана 1,5 мм демонстрирует преимущества по долговечности, стойкости к граду и практически по всем другим показателям. Этим и объясняется тот факт, что в большинстве случаев в странах Западной Европы применяются мембраны толщиной 1,5 мм.

Этот опыт транслирован и на российский рынок кровельных полимерных мембран. Статистически все чаще на российских объектах используются ПВХ (PVC) мембраны увеличенной толщины: не только 1,5 мм, но зачастую даже 1,8 и 2,0 мм. Небольшая, в доле всех расходов на крышу, переплата многократно окупается за счет увеличения надежности и долговечности кровли.

Мы не можем с уверенностью утверждать, что российский рынок кровель повторит все этапы развития европейского рынка. Этот вопрос остается дискуссионным и лежит в плоскости решения огромного количества вопросов, начиная от макроэкономических показателей и сырьевой составляющей и заканчивая возможностями нормативно-методической документации и других законодательных актов адаптироваться под потребности рынка. Как бы то ни было, понятно, что рынок полимерных кровельных мембран России, ежегодно прирастающий на 6–8%, требует переосмысления подходов и знаний к выбору решений, четкого понимания особенностей монтажа и эксплуатации, вдумчивого отношения к выбору материала, идеально подходящего в каждом конкретном случае.

Сложно не согласиться со Стивом Джобсом, который говорил, что не допустить ошибок — значит прожить неполноценную жизнь, но мы хотим, чтобы ошибки, если и возникали, были неотъемлемой частью поиска нового, бесконечной жажды жизни и поиска лучших решений. В вопросах выбора лучших кровельных решений мы все же рекомендуем обратиться к опыту профессионалов, проверенному десятилетиями активной деятельности, исследований, испытаний и внедрений.

С уважением,
Евгений Спиряков,
операционный директор подразделения
«Полимерные мембраны и PIR»
Корпорации ТЕХНОНИКОЛЬ

О ПРОБЛЕМАХ

Проблемы, возникающие в процессе строительства, появляются прежде всего из-за незнания, из-за отсутствия профессиональных знаний.

Профессиональные знания приобретаются путем изучения соответственно новейших специальных правил и современной специальной литературы. Нужно признать, что в настоящее время процесс гармонизации европейских строительных норм обходится весьма дорого. Только на одни стандарты, проекты стандартов, их национальные дополнения, специальные правила, предписания и нормы для крышных конструкций, положенные в основу данной книги, было потрачено более €3000.

С учетом таких сумм (которые увеличиваются в 50 раз, если взять соответственно 50 строительных бригад) неудивительно, что, с одной стороны, многие архитекторы лишены актуальной информации, а с другой — не только общественность, но и заказчики жалуются на высокие цены на специальные правила в связи с небольшим финансированием. Это привело к тому, что даже в парламенте земли Баден-Вюртемберг заявка на приобретение специальной литературы вызывает следующие вопросы: «Нельзя ли скачать новые немецкие стандарты в интернете?» и «Получается, что одно-единственное издательство имеет монопольное право на издание стандартов и дорого их продает?».

Министерство экономики дало на это следующий ответ:

«Немецкие стандарты защищены авторским правом. Право пользования, распространения и реализации, а вместе с тем и полномочия на принятие решения относительно способа сбыта принадлежат Немецкому институту стандартизации. Он распространяет стандарты исключительно через издательство Beuth. Институт стандартизации, как гражданско-правовое учреждение, вправе устанавливать цены, исходя из экономических принципов» (Деринг, 2003). Это относится и к Швейцарскому обществу инженеров и архитекторов (SIA), Институту стандартизации Австрии (ÖN) и европейским органам стандартизации.

Чтобы в дальнейшем избежать возникновения проблем, ошибок и причинения ущерба, необходимо познакомиться с актуальными специальными правилами. Это означает, что их необходимо купить и изучить. Однако выделяемые для этого средства у архитекторов, инженеров, экспертов и ремесленных фирм незначительны, поэтому они зачастую пользуются неактуальными документами.

Вопрос о том, как можно проектировать, вести строительные работы и оценивать ситуацию, не зная о последних изменениях специальных правил, появляется только тогда, когда возникают ошибки, дефекты или причиняется ущерб, и, как следствие, приходится решать эти проблемы судебным путем. В таких ситуациях расходы будут в 10 или даже в 100 раз выше, чем денежные расходы на приобретение актуальной специальной литературы и временны́е — на ее штудирование. Об этом следует задуматься.

Данное издание «**ПРОБЛЕМЫ**» из серии книг «Кровельная изоляция. Кровельное озеленение» дополняет издание «**ОШИБКИ**» и призвано помочь всем участникам строительства справиться с задачами, поставленными заказчиком. Различные эксперты, имеющие опыт в своей области, компетентные и признанные на международном уровне, описывают проблемы, на которые следует обратить внимание при проектировании и выполнении строительных работ с конструкцией «крыша с уплотнением». Мнения авторов дополняются указаниями на действующие специальные правила.

«Строительная конструкция должна соответствовать к моменту ее приемки новейшему уровню технологий». Это само собой разумеющееся правило, и в соответствии с последним решением Верховного суда ФРГ оно не требует особых договоренностей и заверений.

Авторы книги исходят из последних знаний, исследований и своего многолетнего опыта. Таким образом, данное издание поможет соблюдать актуальное состояние технологий при проектировании и выполнении строительных работ, а также его можно использовать в качестве аргумента при возникновении дефекта.

Вольфганг Эрнст

«Архитекторы неподкупны. Некоторые из них даже безрассудны» (Пробст, 1987).

«Кровельщики начинают читать литературу только тогда, когда оказываются со сломанной ногой в больнице» (Хаусхофер, 1998).

«Рабочие целый день находятся на объекте. Они ужинают левой рукой, а правой выписывают счета. На повышение квалификации времени совсем не остается» (Ответ кровельщика на вопрос суда, почему работы были выполнены не по последним специальным правилам).

ВОЗМОЖНО ВСЕ, НЕТ НИЧЕГО НЕВОЗМОЖНОГО

Фото 1
Неудача субподрядчика:
безнадежный поиск места протекания
на озелененной кровельной поверхности.

Фото 2
Небрежность кровельщика:
битумные полосы под мембраной из ПВХ
(PVC) приведут к преждевременной
частичной порче материала.

Фото 3
«Любезность» со стороны рабочих:
кровельное покрытие дополнительно
защищено от поднятия ветром с помощью
планки, прикрученной слесарем напрямую
сквозь кровлю.

...ПО СУЩЕСТВУ

Три пути ведут к знанию: путь размышления — это путь самый благородный, путь подражания — это путь самый легкий и путь опыта — это путь самый горький.
Конфуций, 479 г. до н. э.

То, что было верным в 479 г. до н. э., верно и по сей день. Кажется, что благородных мужчин и женщин становится все меньше, потому что мало кто учится на строительных ошибках или задумывается об их последствиях. Это неудивительно, так как благодаря огромному выбору новых книг и программных продуктов (практически каждый производитель предлагает CD) можно легко скопировать какой-либо проект. И не одни только молодые специалисты необдуманно используют готовые типовые узлы, а затем пожинают горькие плоды, когда приходится отвечать за свои ошибки…

В положении о подрядно-строительных работах (VOB/C) приводятся 55 видов работ: от земляных до возведения каркаса. Все эти работы должен четко и досконально продумывать архитектор или инженер-проектировщик. Зачастую он не справляется со слишком большим объемом, отчего уже изначально закладываются ошибки как при проектировании, так и при выполнении работ. Уже много лет подряд в специальных журналах публикуются описания строительных дефектов. В век информационных технологий таких описаний становится все больше.

В рамках своей работы в качестве судебного эксперта я должен выявлять причины возникновения дефектов. При этом я все время делаю похожие, повторяющиеся выводы:

- Молодые руководители проекта думают только о назначенных встречах и слишком мало знают или вообще не знают, например, о покрытии для остаточной влажности, сроках распалубки и пр.
- Многим коллегам-архитекторам, по всей вероятности, больше нравится рисовать красочные картинки и часами обсуждать цвета кровли, чем предоставить подрядным организациям детальные описания.
- Выигравшие конкурс архитекторы, в основном так называемые фасадные архитекторы, не обращают внимания на конструкцию здания. Им невдомек, что технические требования к выполнению строительных работ важнее художественных аспектов и растительного покрова.
- Детали, если они вообще имеются, бездумно копируются с оригинала. При этом не учитывается, что фирмы детально и правильным образом

представляют только свою продукцию, а смежные виды строительных работ изображают схематично и в большинстве случаев неправильно.
- Из-за относительно небольшого времени, выделенного на проектирование, ход выполнения работ зачастую детально не прорабатывается, а перекладывается на прораба, который и без того безнадежно перегружен.
- Стандарты DIN, инструкции, сертификаты воспринимаются как должное. Тем не менее при их бездумном использовании остается риск появления дефектов.

Договор подряда обеспечивает уверенность в успехе. Архитектор не может отговориться при возникновении строительных дефектов, что «фирма должна была выразить опасения…» Какие опасения должна была выразить фирма в отсутствие каких-либо деталей?

Если в рамках обязательного применения в проектировании крайне важные детали не будут представлены, как, например, в случае нулевого проектирования, то при выявлении ущерба можно будет исходить из ошибки проектирования, находящейся в прямой зависимости от отсутствия детализированного решения.

Проектная документация и спецификация работ, где встречаются недостатки и ошибки, — обычное явление. Ошибочное проектирование становится неотъемлемым элементом договора с подрядчиком. Для предотвращения в будущем возможного дефекта при выполнении работ необходимо получить от подрядчика извещение о потенциальных опасениях и письменное приложение.

Семинары, на которых культивируется размышление, а не подражание, посещают незначительное количество специалистов — в основном те, кому это не нужно. Согласно статистике, лишь 20% архитекторов или инженеров посещают семинары по строительным дефектам. Остальные — это сотрудники ведомств и администраций, которые просто отгуливают рабочий день.

Всё как в спорте: высшие результаты достигаются благодаря интенсивным и постоянным тренировкам. Чтобы избежать случаев возникновения ущерба, знания о строительных дефектах также необходимо набирать на тренингах. Вот только тренинги требуют времени.

Честные договоренности между заказчиком и подрядчиком случаются все реже и реже. Все чаще подрядные организации не получают свои финальные выплаты. Строительные дефекты оспариваются не сразу, а только при сдаче-приемке объекта, и тогда начинаются мучения. О том, что прораб обязан вносить свой вклад в сокращение дефектов, часто забывается.

Для поиска дефектов привлекаются самоназванные эксперты, которые, в зависимости от интересов заказчика, подтверждают наличие или отсутствие дефектов. Как можно им доверять, если они выступают в качестве «наемников»! В таком случае необходима оценка профессионального, опытного и официально вызванного эксперта.

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СИТУАЦИИ, «ОСОБЕННЫЕ» КОНСТРУКЦИИ

Фото 4
Ввиду отсутствия крепления используется «постоянная нагрузка».

Фото 5
Дизайн архитектора в столкновении с реальностью.

Фото 6
Система экстренного отвода воды — изобретение находчивого старшего по дому.

ЗНАНИЕ — ЭТО ОСНОВА РАЗУМНОГО ДЕЙСТВИЯ

Застройщики и заказчики частично виноваты сами. Практически для всех изделий существуют проспекты, инструкции, справочники. Только будущий владелец дома не получает никаких «инструкций по эксплуатации». Кто ему, например, объяснит, что нужно проводить техническое обслуживание плоской крыши или террасы? Кто скажет ему о необходимости частого проветривания во избежание плесени?

Свобода выражения мнений или непредвзятость экспертов все чаще подавляется производителями строительных материалов или их союзами. Здесь можно привести следующий пример.

Для одного заключения я хотел получить информацию от Союза сантехников, и мне ответили: «Наша задача как центрального союза заключается в том, чтобы защищать интересы предприятий, выполняющих жестяные работы».

Гильдия техников по укладке пола ответила так:

«…Мы не можем переслать Вам необходимые документы».

И в основном они ссылаются на экспертов. Можно перечислять такие примеры бесконечно. Это означает, что фирму, выполняющую подрядные работы с дефектами, защищает еще и союз.

Раньше «заблудших овец» отсортировывали. Сегодня ни один союз не рискнет делать предупреждения из-за опасения потерять членов союза, делающих взносы.

«Халтура начинается на стройке», — кратко и точно сказано. — Ошибки могут возникать на каждом этапе выполнения строительных работ. Только четкое и детальное проектирование и проведение конкурса обеспечивает уверенность в качестве — но не бесплатно. Уверенность в качестве должна быть изначально заложена в голове, а не в контрольном списке, как, например, это происходит в организации, проводящей технический осмотр и предлагающей сделать то же самое застройщику.

Кто, как не заказчик, обычно отдает заказ подрядчику, предлагающему самые дешевые услуги, без проверки его квалификации, будь то проектирование или выполнение работ? В появлении дальнейших дефектов он будет виновен не в меньшей степени.

Йоахим Шульц,
выступление на «Дне эксперта» ТПП,
Берлин, май 2002

АРХИТЕКТОР — МАСТЕР СТРОИТЕЛЬНОГО ДЕЛА

Римский архитектор, инженер и писатель Маркус Витрувиус Поллио, также известный как Витрувий (80–10 гг. до н. э.), уже более 2000 лет назад требовал обширного и многостороннего образования:

«Поэтому архитекторы, пытавшиеся набить руку без научной подготовки, не могли добиться признания, соответствующего их трудам; опиравшиеся же только на теоретические рассуждения и научную подготовку преследуют, очевидно, тень, а не сущность. Тогда как изучившие и то и другое, и потому оказавшиеся во всеоружии, скорее добились своей цели, а вместе с тем и признания.

Как во всем прочем, так главным образом в архитектуре заключаются две вещи: выражаемое и то, что его выражает. Выражается предмет, о котором идет речь; выражает же его пояснение, сделанное на основании научных рассуждений. Поэтому ясно, что тот, кто считает себя архитектором, должен быть силен и в том и в другом. Таким образом, ему надо быть и одаренным, и прилежным к науке: ибо ни дарование без науки, ни наука без дарования не в состоянии создать совершенного художника. Он должен быть человеком грамотным, умелым рисовальщиком, изучить геометрию, всесторонне знать историю, внимательно слушать философов, быть знакомым с музыкой, иметь понятие о медицине, знать решения юристов и обладать сведениями в астрономии и в небесных законах».

Строительные дефекты существуют столько, сколько существует строительство. Поэтому требование, чтобы все лица, участвующие в процессе строительства, обладали многосторонними обширными знаниями, применимо и по сей день, чтобы строительство и в особенности возведение конструкции, защищающей здание, — крыши — не стало делом удачи и не повлекло за собой риски.

Скатные крыши с уплотнениями уже давно не относятся к проблемным конструкциям. Благодаря современным строительным материалам, знаниям строительной физики и накопленному опыту обращения со стройматериалами можно устраивать долговечные и надежные крыши. На практике же снова и снова приходится видеть, что проблемы с устройством уплотненной (и озелененной) крыши скорее увеличиваются, нежели уменьшаются.

УРАГАН ЛОТАР — СКОРОСТЬ ВЕТРА ПРЕВЫШАЛА 120 КМ/ЧАС

Фото 7
Ураган «Лотар» (26.12.1999) с порывами ветра до 240 км/ч.

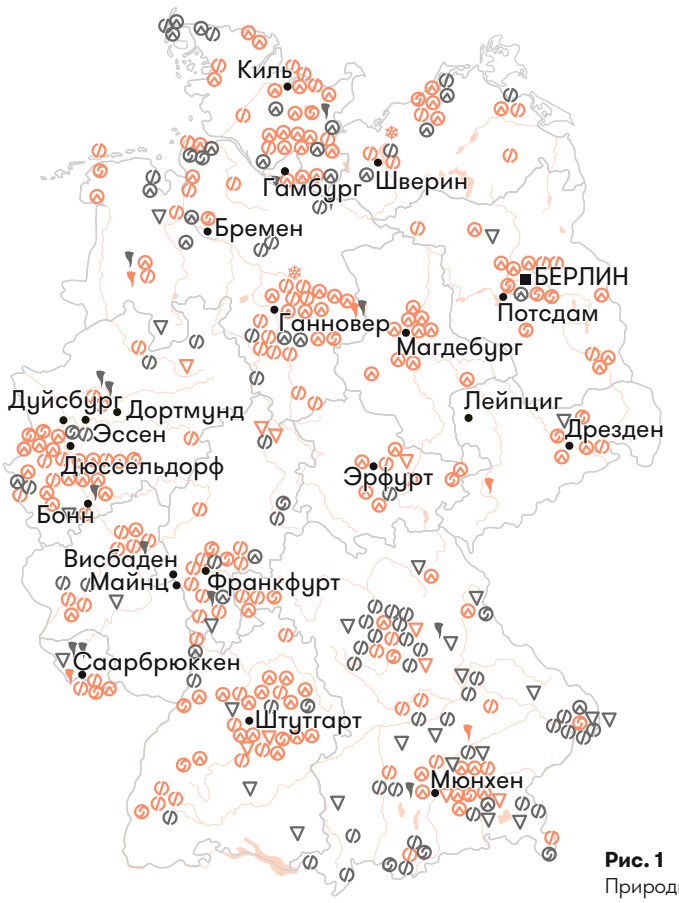


Рис. 1
Природные катастрофы в Германии (1970–1998): штормы, бури, град, торнадо (1998).
Источник: Мюнхенское страховое общество.

ГЛАВА 1. КЛИМАТ И ПОГОДА

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Стандарты и специальные правила составляются в прошлом. Строительство же ведется для будущего. Ответственные специалисты, связанные со строительством, знают об этом противоречии (Эрнст, 2002) и действуют соответствующим образом.

Кто в наши дни выполняет строительные работы ответственно, тот обращает особое внимание на бесспорно нарастающие вследствие изменения климата и постоянно обсуждаемые опасные явления погоды. Уже на протяжении многих лет в специальной литературе утверждается: **«Климат изменяется, поэтому и крыши тоже должны изменяться».** По словам Хаусхофера (2001, 2002), нет других известных путей, кроме как уплотнять плоские кровли согласно знаниям прошлых столетий. Построенные сегодня крыши должны долгосрочно функционировать и при измененных климатических условиях.

Периодичность и интенсивность зимних бурь, сильных дождей и выпадения града значительно изменилась. Это означает, что минимальные требования, указанные в нынешних специальных правилах, уже недостаточны, и поэтому при проектировании и выполнении строительных работ необходимо опираться на верхнюю границу таких предписаний.

В особо незащищенных местах и областях с большим количеством природных катастроф (см. рис. 1) необходимо в каждом отдельном случае использовать особые оценки/расчеты. Проведение такой оценки выявляет профессионализм специалиста.

«Сегодня строительные сооружения проектируются и строятся архитекторами на основе знаний и опыта последних 20–30 лет, хотя сейчас необходимо, как никогда прежде, учитывать всем известные проявления изменения климата» (Хаусхофер, 2002).

«Снова и снова обнаруживается, что в непогоду подверженность сооружений повреждениям, несмотря на соблюдение всех строительных норм и расчетных значений, скорее увеличивается, чем уменьшается» (Берц, 1999).

«Проектировщики знают об изменениях климата, — это общеизвестно. Тот, кто их не учитывает, допускает халатность» (Эрнст, 2003).

РАСПОЛОЖЕНИЕ ВЕТРОВЫХ ЗОН В СООТВЕТСТВИИ С НОВЫМИ ДАННЫМИ

Рис. 2
Ветровые зоны, согласно стандарту DIN V EN V 1999-2-4 (взяты из стандартов DIN 4131), где действуют специальные правила для кровель с уплотнителем (2001).

В зоне 1 значения зависят еще и от высоты над нормальным нулем, то есть:
больше 600 м — ветровая зона 1;
больше 800 м — ветровая зона 2.

Рис. 3
Карта ветровых зон, составленная для проекта E DIN 1055-4 (апрель, 2002).

Ветровая зона	Скорость ветра	Давление ветра
ВЗ 1	22,5 м/с	0,32 кН/м²
ВЗ 2	25,0 м/с	0,39 кН/м²
ВЗ 3	27,5 м/с	0,47 кН/м²
ВЗ 4	30,0 м/с	0,56 кН/м²

ПРОЕКТИРОВАНИЕ/КОНСТРУИРОВАНИЕ С УЧЕТОМ ВЕТРА

1.1 ВЕТЕР, БУРЯ, УРАГАН

Уже на протяжении нескольких лет зимние бури являются следствием изменений климата. Они вызываются интенсивными циклонами в районах с большими горизонтальными температурными колебаниями, то есть в переходных областях между теплыми субтропиками и холодным полярным воздухом.

Сильные зимние бури возникают вследствие взаимодействия многочисленных процессов. Во время урагана «Лотар» компьютерные модели показали, что существенную роль играет конденсация водяного пара при возникновении и интенсификации системы над Атлантическим океаном. Наука предсказывает увеличение содержания водяных паров в атмосфере, что может усилить их влияние на интенсивность и частоту бурь (Вернли, 2001).

В связи с этим не стоит забывать, что в последнее время методы строительства тоже изменились. Стало возможным использовать более легкие и тонкие конструкции. «Это привело к тому, что воздействие ветровой нагрузки на собственный вес конструкции выступает на передний план и в значительной мере определяет расчет параметров. Для проекта несущей конструкции в таком случае необходима приближенная к реальности модель ветровой нагрузки и ее воздействия на несущую конструкцию» (Ниманн, 2002).

1.1.1 ФЁН

Наряду с классическими западными бурями с северной стороны Альп задувает еще и фён. В Германии, Австрии и Швейцарии из-за этого могут возникать экстремальные погодные проявления, особенно в долинах севернее главного горного хребта Альп. Там течение фёна распадается на потоки и ускоряется. Поэтому, как правило, следует исходить из того, что в большинстве долин, где дует фён, порывы могут достигать 100 км/ч и более. В Швейцарии можно рассчитывать и на 140 км/ч (в 10-годичном ритме).

«На сегодняшний день еще не ясно, насколько часто будут возникать фёны, если рассматривать этот вопрос с точки зрения глобального изменения климата. Но что совершенно ясно, так это очень тесная связь фёна с определенными метеорологическими условиями и их региональными характеристиками. Поэтому нужно дождаться надежного прогноза дальнейшего развития метеорологических условий в регионах» (Хахлер, 2001).

1.1.2 ВЕТРОВАЯ НАГРУЗКА

«Стандарты ветровой нагрузки служат для расчета воздействий, которые оказывает нормальный ветер совместно с другими погодными проявлениями на несущие конструкции строительного сооружения. Стандарты являются основой для правильного расчета несущей способности конструкции и свидетельством ее пригодности к эксплуатации» (Ниманн, 2002).

Новая карта ветровых зон, согласно стандарту E DIN 1055-4 (апрель 2002, см. рис. 3), учитывает скорректированные с 1980 г. данные и методы оценки. Карта выполнена на основе метеоданных 183 станций Немецкой метеорологической службы (DWD).

Насколько точно имеющиеся правила учитывают существующие требования, следует оценивать в каждом случае отдельно. Здесь применимы современные знания об изменении климатических условий и указания о возможном ущербе для страховщиков недвижимости.

1.1.2.1 ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ПЛОСКИХ КРОВЕЛЬ

В соответствии со специальными правилами для кровель — «Инструкцией для плоских кровель» — при проектировании следует определить необходимые мероприятия и виды работ для защиты прилегающих слоев от поднятия силами ветра и представить детальное описание в конкурсной документации.

Сегодня исходными данными для расчетов служит изображенная в правилах — «Рекомендациях для расчета нагрузки» — карта ветровых зон (см. рис. 2). Действующие же нормы ветровой нагрузки (выпуск 8.86) «предполагались прежним комитетом как временные, пока окончательно не будут разработаны новые с целью создания основы для приближенного к реальности и общепринятого описания воздействия ветра на любую строительную конструкцию» (Ниманн, 2002). Целью полной переработки стандартов было создание с помощью более точных расчетов приближенных к реальности норм воздействия ветра. Однако это не исключает в каждом отдельном случае проведения испытаний для конкретного объекта.

ПОСТОЯННОЕ УСИЛЕНИЕ СКОРОСТИ ВЕТРА

Фото 8
Механическое крепление при ширине полотен 2,0 м…

Фото 9
…вследствие этого чрезмерная нагрузка на элементы крепления в краевой зоне.

Рис. 4
Средняя скорость ветра и частота дней с максимальными значениями в 8 баллов по шкале Бофорта в аэропорту Дюссельдорфа.
Источник: U.OTTE, DWD, (2000).

БЕЗОПАСНОЕ ПРЕДОХРАНЕНИЕ ОТ РАЗРЕЖЕНИЯ ВСЛЕДСТВИЕ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ

SIA (ШВЕЙЦАРСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ АРХИТЕКТОРОВ И ИНЖЕНЕРОВ)

1.1.2.2

SIA 271 (1986) указывает на расчет ветровой нагрузки в зависимости от объекта и требует постоянного контроля над свободно обдуваемыми кровлями: «…расчет креплений на основе подъемной силы ветра согласно SIA 160 с учетом коэффициента сопротивления 3. Подтверждение расчета получаем в зависимости от объекта». В основе SIA 160 (1989) находятся климатологические карты, которые дают общее представление о средних скоростях и сильных порывах ветра в зависимости от области и высоты над уровнем моря. По карте с помощью физического уравнения можно определить давление ветра в зависимости от его скорости и затем ввести показатель в расчетный метод.

«Кровельные поверхности без защитных слоев следует проверять как минимум каждые два года» (SIA 271). Ссылаясь на пункт 8.2 «Должностные обязанности составителя проекта», в этот процесс эффективно включают проектировщика, так как в его обязанности, среди прочего, входит «подготовка конкретных рекомендаций по техническому обслуживанию» для застройщика.

ДРУГИЕ ПРАВИЛА, ДЕЙСТВУЮЩИЕ В ШВЕЙЦАРИИ

1.1.2.2.1

Наряду с SIA и правилами по технике пожарной безопасности при проектировании, выполнении строительных работ и техническом обслуживании крыш с уплотнителями следует также учитывать:

- законодательство кантонов;
- закон о страховании зданий с прилагаемыми регламентами.

От страховщиков зданий получают различные инструкции и рекомендации с нормативами. Закон о страховании зданий, например, в кантоне Люцерн говорит о том, что «в качестве исключения разрешается использовать свободно обдуваемую кровлю. Соответствующие заявления подаются с обоснованием и детальным описанием конструкции и материалов» (Страхование зданий в кантоне Люцерн, 1999).

АВСТРИЙСКИЕ СТАНДАРТЫ

1.1.2.3

В действующих стандартах для крыш с уплотнением (ÖNORM B 7220) говорится о расчете ветровой нагрузки на основе стандартов ÖNORM B 4014-1. Отсюда можно рассчитать количество крепежных элементов (в зависимости от объекта).

1.1.3 ШТОРМОВЫЕ РИСКИ

Из-за более резкого проявления климатических изменений в будущем следует предполагать учащение интенсивных бурь. В настоящее время еще не представляется возможным узнать, являлись ли события, происходившие за последние годы, случайным совпадением или же началом характерной тенденции. Правильные высказывания на основе отдельного анализа тоже не исключены.

Однако, даже если нет научных доказательств риска возникновения бурь, мы должны, исходя из **принципа предусмотрительности**, предполагать обострение положения в Центральной Европе, то есть увеличение частоты и интенсивности как зимних, так и локальных бурь.

1.1.3.1 ЗАЩИТА ОТ ПОДЪЕМНОЙ СИЛЫ ВЕТРА НА СВОБОДНО ОБДУВАЕМЫХ КРОВЛЯХ

Примерный расчет показал необходимость дополнительного механического крепления для соответствующей ветровой зоны. Основу для расчета составляют следующие предполагаемые значения для L-образного здания:

- кровельная конструкция с трапецией. Расстояние до верхнего пояса: 28 см;
- кровельное изоляционное покрытие, свободно уложенное, свободно обдуваемое, механически закрепленное. Высота: 10,0 м. Уклон крыши: 1,5°.

Расчеты были выполнены с помощью программы MF WINDSOG, версия 3.7. Следует сравнить количество креплений в ветровых зонах I, II и III. Дополнительная потребность в креплениях, если сравнивать зоны I и II, составляет около 5%, а разница между зонами II и III составила около 7%. Это показывает необходимость дополнительных расходов порядка от €0,15 до €0,28/м^2 (от ветровой зоны I к ветровой зоне II) и около €0,30 до €0,55/м^2 (от ветровой зоны II к ветровой зоне III) в зависимости от качества материала креплений.

ПОНИЖЕННОЕ ДАВЛЕНИЕ СРЫВАЕТ КРЫШИ

«Уравнение Бернулли, которое здесь применяется, гласит, что из-за возрастания скорости, то есть динамического давления, статическое давление падает. Возникающее при этом пониженное давление может привести к тяжелым повреждениям здания. Подъемная сила ветра на скатной крыше гораздо больше, чем на плоской» (Слонго, 2000).

ЗАВИХРЕНИЕ ВЕТРА ПО КРАЮ КРЫШИ

Фото 10
Область турбулентности ветра в неудачно расположенном здании на небольшой высоте (менее 8,0 м).

Фото 11
«При приклеивании по всей поверхности друг с другом соединяются только два слоя. В современных условиях предпочтение отдается приклеиванию только части поверхности. Это способствует поглощению нагрузки от движений по поверхности и одновременно образует слой, компенсирующий давление паров. Рассчитать поглощение энергии частично приклеенными системами чаще всего невозможно, так как для этих подверженных отрывающей силе ветра соединений не существует линейной связи между количеством клеящего вещества и силой сцепления» (Фридрих, 2002).

Область применения	Ветровая зона I	Ветровая зона II	Ветровая зона III
	Количество креплений на м² (шт.)		
Угловая область	5,18	8,12	8,12
Внешний край	4,06	4,06	5,18
Внутренний край	2,59	2,59	2,59
	Потребность в креплениях (шт.)		
Угловая область	358	561	561
Внешний край	1 360	1 360	17 340
Внутренний край	2 708	2 708	2 708
Итого	4 426	4 629	5 003
Превышение	100%	~105%	~113%

В расчете на площадь порядка 1450 м² общие расходы на крышу повысятся:

- от €217 до €406 (от ветровой зоны I к ветровой зоне II);
- от €435 до €798 (от ветровой зоны II к ветровой зоне III).

Примерный расчет показал, что за счет относительно небольших дополнительных затрат можно компенсировать повышенные воздействия, вероятные в будущем. Учет повышенных требований к подъемным силам ветра основывается на точных географических и метеорологических знаниях и показывает профессионализм специалиста (Эрнст/Лехлер, 2004).

КРЕПЛЕНИЯ

1.1.3.1.1

Требования к креплениям берутся из действующего по всей Европе с 2003 г. стандарта ETAG 006 — Механически закрепленные кровельные системы (см. с. 107), а также национальных специальных правил, например:

SIA 271/3.41.3: «Механические свойства креплений не должны значительно ухудшаться в течение всего срока эксплуатации плоской кровли из-за коррозии или процесса старения»;

ÖNORM B 7220: «Крепежные элементы должны быть выполнены из коррозионностойкого материала».

Обычно используют такие общие формулировки, как «нержавеющие», «коррозионностойкие» крепления или крепления из «нержавеющей стали». Однако следует заметить, что под такие понятия подпадает более 200 сплавов, у которых эффективность защиты от коррозии существенно различается:

а) нержавеющая сталь с мартенситной структурой обозначается во всех англоговорящих странах как 400-я серия. Сплав содержит мало хрома, необходимого для образования пассивирующего слоя. Изготовленные из него

крепления едва ли могут противостоять коррозии. Они не предназначены для долговечного кровельного и стенового крепления;

б) нержавеющая сталь с ферритовой структурой содержит 12–30% хрома. Такая сталь обладает низкой пластичностью и тяжело отверждается. Из этого следует, что нержавеющая сталь с ферритовой структурой также не подходит для изготовления креплений, применяемых в строительной индустрии;

в) нержавеющая сталь с аустенитной структурой содержит минимум 17% хрома и 8% никеля. Такой сплав широко применяется в строительной индустрии, где необходима хорошая защита от коррозии;

г) крепления из аустенитной нержавеющей стали Grade 304, известной в англоговорящих странах как 300-я серия, должны изготавливаться по специальной технологии. Они содержат 18–20% хрома и 8–10% никеля. Такие крепления обеспечивают оптимальную защиту от коррозии.

В Великобритании такие нержавеющие крепления называют «lifelong» (на всю жизнь) и применяют в зданиях со сроком эксплуатации более 30 лет (британские стандарты BS 7543-1992). К сожалению, нержавеющие крепления везде, за исключением Германии, где уже многие годы существуют соответствующие правила, применяются только на престижных сооружениях, на строениях вблизи побережья или же в очень агрессивной атмосфере. Нержавеющие крепления вышеназванного качества должны включаться в проектирование (рекомендация с форума экспертов http://www.sfs.ch).

НЕРЖАВЕЮЩИЕ КРЕПЛЕНИЯ

Ошибочно думать, что нержавеющие крепления стоят дорого. Известно, что доля расходов на крепления в совокупных затратах строительства довольно низкая.

Экономия на нержавеющих креплениях означает экономию на собственном спокойствии. Нержавеющие крепления обеспечивают безопасность. Все остальное грозит риском, на который не стоит идти.

МЕРЫ ПО ПОГЛОЩЕНИЮ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СИЛ

Фото 12
Отслоившееся из-за ветрового давления двухслойное битумное покрытие в результате дефектной адгезии слоев на основании при использовании свободно уложенной пароизоляции из полиэтиленовой пленки. Дополнительное механическое крепление отсутствовало.

Фото 13
Альтернатива гравию? Известковый щебень. Особая методика строительства, доказывающая устойчивость щебня к внешним атмосферным воздействиям и морозу, а также устойчивость изоляционного покрытия к извести.

Фото 14
Битое зеленое стекло как альтернатива покрытию из гравия.

УПЛОТНЕННЫЕ ОТ ВЕТРА ПОКРЫТИЯ, СНЕСЕННЫЕ ВЕТРОМ

НАДЕЖНОСТЬ, ДОСТИГАЕМАЯ ПРИКЛЕИВАНИЕМ

1.1.3.2

Приклеивание всей поверхности битумных уплотнений является старейшим способом крепления. При этом различают закрепление приваривани-ем, наливом или самоприклеивание «на холоду». При условии, что все слои комплекта уплотнительных материалов выдержат оказываемое на них давление ветра, такие крыши будут защищены от подъемной силы ветра. Особое значение стоит уделить приклеиванию крыш с открытой опорой (например, стальной трапециевидный профиль без герметизации в обла-сти стыков, перекрытий и соединений), поэтому в инструкциях четко ука-зывают на следующее:

«Прочность на отрыв каждого приклеиваемого покрытия или слоя и собственная стойкость соединений клеящего вещества должна быть на-столько высокой, чтобы крыша могла выдержать дополнительные ветровые нагрузки» и «если приклеиваемое покрытие или слой не будут иметь доста-точной прочности на отрыв, необходимо применить другие меры, напри-мер механическое крепление» (Центральный союз немецких кровельщиков, 2003). Пренебрежение данными указаниями может привести к повреж-дениям, причиненным бурей (см. фото 12).

НАДЕЖНОСТЬ, ДОСТИГАЕМАЯ ПОСРЕДСТВОМ ПРИГРУЗКИ

1.1.3.3

Традиционной формой защиты против ветра является гравийная засыпка. В большинстве случаев используют гравий с фракциями 16/32 мм и с тол-щиной укладки 5–6 см, что соответствует приблизительно 90–100 кг/м^2.

Опытные величины закреплены в специальных правилах, где указыва-ется на снос ветром гравия в углах и по краям (см. фото 10). Поэтому в таких местах рекомендуется укладывать на защитные слои плиточные настилы или бетонные фасонные блоки.

ГРАВИЙНАЯ ПРИГРУЗКА

1.1.3.3.1

«Промытый гравий без мелкой фракции» стоит покупать только на строи-тельном рынке, где он запакован в небольшом количестве как «декоратив-ный гравий». Он подходит для укладки по всей поверхности плоской кровли. Со-гласно инструкциям для плоских кровель, следует применять гравий с фрак-циями 16/32; при этом указывается, что повышенная доля гравия подре-шетной или надрешетной фракции, а также доля мельчайшего камня или неморозостойкого гравия допустимы, но при этом поломанного гравия бу-дет не избежать.

При предъявлении более строгих требований можно взять за основу стандарт EN 12620 — «Грануляция заполнителей для бетона» и национальные дополнительные стандарты DIN V 20.000–103, указав их в договоре.

Как в Швейцарии, так и в Германии гравий является невозобновляемым ресурсом и ограничен в количестве (Дилик, 1999; Коллер, 1995), и его приходится импортировать. Возможно, поэтому стали задумываться об альтернативных вариантах пригрузки от ветра и применять их.

1.1.3.3.2 АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПРИГРУЗКИ

Из-за вышеназванных причин на отдельных зданиях можно встретить альтернативные варианты покрытию из гравия (см. фото 13 и 14). Пригодность этих особых технологий строительства в отдельных случаях следует доказывать. При использовании известнякового щебня необходимо, например, доказать его устойчивость к неблагоприятным погодным явлениям и морозостойкость. Затем необходимо учесть возможное дополнительное воздействие на изоляционный материал при растворении извести.

1.1.3.3.3 МОНОЛИТНЫЕ БЕТОННЫЕ ПЛИТЫ, ЗАЩИТНЫЙ СЛОЙ БЕТОНА

В связи с этим в инструкциях для плоских кровель описываются армированные монолитные бетонные плиты максимальным размером 2,50×2,50 м, которые укладываются на защитные слои и скользящие листы. Такое требование также есть в австрийских стандартах ÖNORM B 7220. В швейцарских стандартах SIA 271 четко указывается, что при использовании закрытых защитных слоев, например из бетона, необходимо предусмотреть скользящий лист, который должен быть дополнительно защищен от проникновения цементного молока.

Учитывая выявленное Фишером/Йаухом (1999) растворение извести при использовании монолитного бетона и плит, заложенных в раствор, от такого применения следует отказаться.

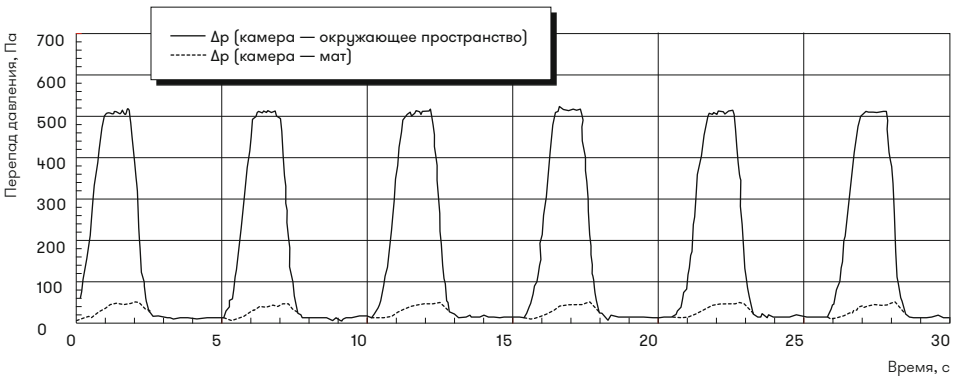
Критическую скорость ветра, при которой возникает движение гравия, можно вычислить по следующему уравнению:

$$U_C = \sqrt{\frac{2A\ P_s\ gd}{PL\ C_f(1 - c_p)}}$$

P_s = удельная плотность гравия,
P_l = удельная плотность воздуха,
d = средний диаметр гравия, коэффициент сопротивления C_f = 0,0055,
константа A = 0,02 (Герхардт, 1999).

ПРЕДОХРАНЕНИЕ ОТ РАЗРЕЖЕНИЯ ВСЛЕДСТВИЕ ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ С ПОМОЩЬЮ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТОВ

← Фото 15
Турбулентность ветра на краю в угловой области. При экстенсивном озеленении «легким субстратом» начинается эрозия.



↑ Рис. 5
Временной промежуток разницы между верхним давлением и давлением окружающей среды и разницы между верхним и нижним давлением для растительного мата с целью определения надежности его положения (отчет об испытании XF301+XF108 до 100 м высотой).
Источник: В. Беренс.

← Фото 16
Использование опытного растительного мата из очитков на высоте 30 м на здании, построенном в Вупертале/Эльберфельде в 1997 г.:
— XF 108, дренажный и фильтровой мат;
— XF 107, мат, сохраняющий воду;
— XF 307, растительный мат из очитка.
Фото: В. Беренс.

ЗЕЛЕНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ НА КРЫШЕ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМЫ

СВОБОДНО УЛОЖЕННЫЕ ПЛИТЫ, БЕТОННЫЕ ФАСОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

1.1.3.3.4

«Надежность положения, например, свободно уложенных бетонных плит или теплоизоляционных плит, покрытых раствором, зависит, помимо собственного веса, и от процесса выравнивания давления между верхней и нижней сторонами.

При оценке надежности свободно уложенных плит следует непременно обратить внимание на безопасность. В соответствии со стандартами DIN 1055–4 общий коэффициент запаса прочности должен составлять минимум v = 1,5» (Герхардт, 1999).

Наполненные гравием или субстратом газонные камни являются простым и эффективным способом обеспечения надежности, так как «вертикальные стойки фасонных деталей берут на себя напряжения сдвига, обусловленные ветром, которые без этих особых мер привели бы к выдуванию» (Герхардт, 1999).

НАДЕЖНОСТЬ, ДОСТИГАЕМАЯ С ПОМОЩЬЮ КРОВЕЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ

1.1.3.4

Экстенсивное кровельное озеленение на сегодняшний день отражено в действующих специальных правилах. Наряду с требованием достаточной дополнительной нагрузки следует упомянуть, что с начала процесса производства и заканчивая готовностью к сдаче объекта существует опасность эрозии, которая может привести к повреждению слоев и уменьшению нагрузки. На это указывают также и специальные правила. Например, австрийские стандарты B 7220 гласят: «Следует предпринимать соответствующие меры, такие как, например, укладка субстрата, покрытие защитной тканью от эрозии таким образом, чтобы препятствовать смещению и переносу ветром растительных слоев».

Период, за который слоистая структура / растительный субстрат укрепится корнями, зависит в основном от процесса озеленения и может длиться несколько месяцев. Поэтому предпочтительнее использовать устойчивые растительные субстраты. Добавляя мульчирующий слой из гравия или щебня, можно дополнительно защитить растительные субстраты мелкой фракцией. В местах, особо подверженных воздействию ветра, следует использовать только заранее пророщенные растительные маты.

1.1.3.4.1 ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ

«При оценке надежности положения кровельных озеленений следует учитывать наряду с устойчивостью к подъемной силе ветра также устойчивость на снос ветром» (Герхардт, 1999).

Для оценки устойчивости на снос нужно сравнить предельные скорости в области углов и по краям с максимально возможными скоростями ветра в зависимости от высоты здания. Таким образом можно определить, что в угловой области максимально возможная скорость ветра для сравнительно невысокого здания значительно больше предельных скоростей. В этом случае сухой слой субстрата не будет устойчивым к сносу ветром. Следует учитывать также и время года. «Метеорологические данные показывают, что скорости ветра, возникающие в летний период, только на 60% от расчетной скорости ветра меньше скоростей, приходящихся на осень/зиму или порывы ветра весной. Поэтому оптимальным временем для укоренения растительности является май/июнь, так как при соответствующем уходе можно добиться устойчивого прорастания в растительном покрытии еще до начала периода осенних бурь» (Герхардт, 1999). Альтернативным вариантом является использование растительных матов.

1.1.3.5 НАДЕЖНОСТЬ, ДОСТИГАЕМАЯ С ПОМОЩЬЮ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТОВ

Предварительно пророщенные растительные маты, по мнению Герхардта, обладают воздухопроницаемостью, поэтому эффективность их сопротивления поднятию ветром меньше, чем при той же нагрузке, препятствующей подъемным силам ветра, когда наружное давление распределяется в зависимости от конструкции здания.

Так как воздухопроницаемость в продаваемых изделиях различна, следует применять только те растительные маты, на которые имеются акты о проведенных соответствующих испытаниях.

РАСТИТЕЛЬНЫЕ МАТЫ

В соответствии с актом испытания комбинированные маты из мха и очитков с прокладкой из нейлоновой вьющейся ткани и аккумулирующим холстом, стежкой из полиамидных нитей, вьющейся тканью из полиамидного филамента, заполненные растительным субстратом толщиной приблизительно 1,5 см и растительностью из сухого мха и различных сортов очитка, на зданиях высотой около 100 м даже в угловых областях считаются устойчивыми к поднятию ветром (Доклад №1/21010/10.99 v. 25.11.99, WSP, Ахен).

Сильно рискует тот, кто по экономическим соображениям проектирует или применяет в качестве альтернативного варианта растительным матам сухой посев на кровельных поверхностях, подверженных порывам ветра (Эрнст, 2002).

Инициатива компании ТЕХНОНИКОЛЬ по переводу данной книги — замечательная возможность ознакомить широкий круг российских специалистов с накопленным опытом наших зарубежных коллег в области озелененных и эксплуатируемых кровель. Конечно, как и любая специальная литература, эта книга для заинтересованного и думающего читателя, который не смог найти ответ на свои вопросы в отечественных источниках. В. Эрнст не ставил своей целью создать детальное методическое пособие по проектированию и монтажу озелененных кровель, однако трудно найти другой аналитический материал, который так полно охватывал бы все важные аспекты.

Н.Л. Енисейский,
генеральный директор
ООО «ЭКС ПП Экологические технологии»,
член правления Национального кровельного союза

Читая книгу, поражаешься тщательности изучения темы и масштабу мышления автора. Ценностью книги является доказательная база утверждений, основанных на многолетних наблюдениях, исследованиях, систематизированных в графиках и номограммах.

Уверен, что читатель, ознакомившись с книгой, вооружится комплексом знаний, увидит, насколько многогранно кровельное дело. В нем нет мелочей, в нем — все значимо.

На сегодняшний день по глубине проработки аналогов данной книге в России нет. Опубликование ее является бесценным даром для проектировщиков, строителей, экспертов, эксплуатационников и будет способствовать улучшению кровельного дела в России.

Ю.П. Шульженко,
д. т. н., разработчик полимерных
кровельных и гидроизоляционных
материалов, технологий их изготовления
и применения в строительстве,
генеральный директор НПО «Гидрол-Руфинг»