



Diskurs

Отраслевые публикации
pro clima

Плоские кровли
в деревянном
строительстве
с утеплением
между
стропилами



Выпуск № 3



Повреждения конструкции плоской кровли, у которой и верхний и нижний слой паронепроницаемые. Повреждения проявились через короткий отрезок времени, потому что скопившаяся влага не могла высохнуть и настил по стропилам и несущая конструкция полностью намокли. При внимательном проектировании и монтаже, а также принимая во внимание резервы для обратного высыхания конструкции, структурных повреждений в плоских кровлях можно избежать.

Плоские кровли в деревянном строительстве с утеплением между стропилами требуют надежных и долговечных решений!

Невентилируемые плоские кровли с полным утеплением в зоне стропил преследует репутация менее устойчивых к повреждениям и, следовательно, имеющих высокую степень риска. Этот опыт уходит корнями во времена, когда каждая кровельная конструкция такого типа внутри и снаружи снабжалась блокирующим прохождение пара слоем, верно следуя девизу: «Паронепроницаемость — это хорошо: чем слой более непроницаемый, тем лучше». На сегодняшний день при выполнении соответствующих влажностно-технических расчетов можно проектировать и создавать конструкции с большим запасом

прочности и тем самым позволять строителям реализовывать более надежные конструкции.

Почему плоская кровля?

Плоская кровля по-прежнему остается излюбленной формой среди заказчиков и архитекторов. Помимо моды в архитектуре, весомые аргументы в пользу плоских кровель — преимущества с точки зрения энергосбережения и использования пространства. Деревянное строительство из-за малого собственного веса элементов конструкции позволяет осуществить монтаж в короткие сроки — особенно элементов

заводской сборки, а также обладает рядом других больших преимуществ. Что касается защиты от влаги, поступающей со стороны помещения, в деревянном строительстве следует учитывать некоторые аспекты, так как конструкция ввиду особенностей материала чутко реагирует на непредвиденное проникновение влаги.

Какой путь верный?

Относительно не вызывающими проблем считаются конструкции с утеплением, располагающимся преимущественно или полностью

поверх стропил. Однако не всегда есть возможность вынести большую часть утепления в надстропильную зону — например, при наличии ограничений при проектировании или со стороны строительных норм. К тому же дополнительные слои ведут к увеличению затрат, и толщина конструкции при этом значительно увеличивается. Как правило, конструкции с утеплением по стропилам собираются по месту, что вводит ограничения на степень предварительной готовности ее элементов. По этой причине в настоящее время многие плоские кровли выполняются с полным заполнением утеплителем несущих элементов конструкции. Здесь высота несущей конструкции эффективно используется для утепления, а теплоизоляционный материал и воздухо-/пароизоляция устанавливаются либо на заводе, либо на месте после монтажа покрытия кровли для защиты от непогоды.

Вентканалы работают... Иногда

Как правило, влага, попадающая в плоскую кровлю, должна иметь возможность выхода, по крайней мере, с одной стороны конструкции. Основных возможностей две: либо устроить над теплоизоляционным слоем вентиляционный канал, либо на внутренней стороне за счет выбора соответствующей пароизоляции активировать процесс обратного высыхания. В первом варианте надежность конструкции и, соответственно, защита от повреждений, вызванных конденсатом внутри плоской кровли, зависят от работы вентиляционного слоя. Из-за отсутствия или очень незначительного перепада высот вентиляция очень пологих конструкций в основном работает только за счет давления



Плоские кровли в деревянном строительстве с полным утеплением очень требовательны с точки зрения строительной физики: соответствующие нормы и доказано долговечные решения дают строителям уверенность при монтаже.

и подсоса ветра, а также за счет так называемых конвекционных вихрей (теплый воздух охлаждается на холодном настиле по стропилам, снова падает вниз и создает турбулентность воздуха). По этой причине для безопасной вентиляции плоских кровель требуются большие сечения вентканалов с адекватными по размерам, непрерывными и располагающимися друг напротив друга отверстиями для приточного

и выпускного воздуха. Многие считают, что небольшой вентканал не повредит или принесет дополнительную безопасность. Однако это заблуждение. Следует любой ценой избегать недостаточно вентилируемых воздушных слоев на холодной стороне. Если вентиляция не обеспечивает адекватного отвода образующейся влаги, существует реальный риск образования на нижней стороне



Надежность благодаря умным пароизоляционным мембранам: у плоских кровель в деревянном строительстве процесс обратного высыхания с внутренней стороны можно активировать с помощью вариативных пароизоляционных мембран. Это значит, что за летний период даже непредвиденно попавшая в конструкцию влага может высохнуть внутрь помещения.

холодного настила по стропилам конденсата непредсказуемых масштабов. Неработающая вентиляция делает конструкцию небезопасной.

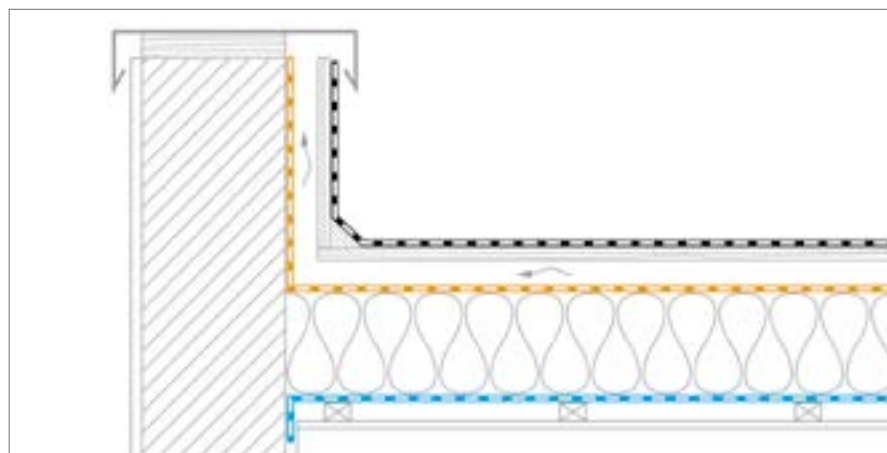
Плоским кровлям необходимо обратное высыхание

В прошлом проектировщики и рабочие инстинктивно выбирали для внутреннего воздухопроницаемого слоя конструкции плоской кровли с полным утеплением пароизоляционную мембрану, блокирующую прохождение пара (пароблок). Как правило, это мембрана имеет значение s_d более 100 м. Так как это позволяло в соответствии со стандартом DIN 4108-3:07-2001 создавать конструкции без подтверждения надежности, — требуемую в противном случае проверку по методу Глазера можно было упустить.

То, что казавшийся простым подход не всегда был оправдан, становилось очевидным тогда, когда на внутренней отделке появлялись пятна влаги: из-за сочетания из пароблока изнутри и герметичного покрытия снаружи влага практически не высыхала. Результатом непредвиденного попадания влаги в конструкцию становились влажностные повреждения.

Поэтому эксперты многие годы были едины в том, что такие конструкции не соответствуют ни «современному уровню развития технических знаний», ни «общепризнанным техническим нормам». Так что лучше их не применять.

С момента публикации в 2014 году переработанной версии стандарта не подлежащие подтверждению конструкции с $s_d = 100$ м с внутренней стороны больше в него не входят.



Внимание при устройстве вентилируемых конструкций плоских кровель: здесь защита от влаги зависит от работы вентиляционного канала. Этот рисунок показывает типичную ситуацию: из-за извилистых вентиляционных каналов возникают сомнения, что для удаления влаги будет обеспечен достаточный приток воздуха.

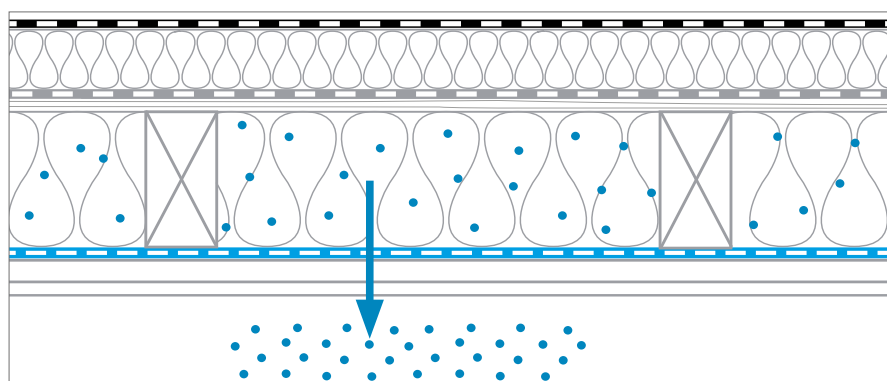
Надежные в эксплуатации конструкции

Надежные конструкции обладают способностью к обратному высыханию как минимум в одном направлении. В случае невентилируемых плоских кровель остается только внутренняя сторона, так как внешняя обычно покрыта гидроизоляционными и сильно препятствующими диффузии слоями. Хорошо известно, что пароизоляционные мембраны с вариативным коэффициентом сопротивления паропроонианию активируют с внутренней стороны поверхность для обратного высыхания и могут при помощи расчетов обеспечить конструкции надежность. Решающим фактором здесь является учет других внешних

воздействий, таких как дополнительные слои конструкции над гидроизоляцией (например, озеленение или покрытие террасы) или затенение, вызванное, например, выступами зданий.

Дополнительное утепление обеспечивает безопасность в сложных условиях

Движущей силой обратной диффузии летом и, следовательно, обратного высыхания внутри является нагрев кровельного покрытия. Сильное затенение таких дополнительных слоев, как, например, гравий, озеленение, деревянная решетка или светлые рулонные материалы (белого или светло-серого цвета), снижают степень поглощения тепла кровлей



Плоская кровля в деревянном строительстве с утепленной несущей конструкцией, диффузно-закрытая снаружи. Влага должна иметь возможность высохнуть внутри помещения! Дополнительное утепление настила по стропилам обеспечивает дополнительную надежность, особенно в неблагоприятных условиях, например при наличии озеленения, гравия или затенения.

и тем самым ограничивают способность к обратному высыханию. Снижение способности к обратному высыханию можно компенсировать за счет дополнительного утепления кровли поверх несущей конструкции. В зависимости от толщины утепления и материала утеплителя в ячейке, материала настила по стропилам и местных условий (затенение / покрытие и климат), дополнительное утепление измеряется с помощью гидротермического моделирования. Дополнительное утепление приводит к тому, что критический слой, т.е. настил по стропилам, в зимний период остается в теплой зоне. В результате чего там удастся достичь более низкого содержания влаги

и снижения риска повреждений, связанных с влажностью. Под дополнительным утеплением следует уложить пароблок (значение s_d не менее 100 м). Так как здесь часто используют пароизоляционные пенопластовые утеплители, то без пароблока влага, проникающая в надстропильную зону зимой, не сможет беспрепятственно высохнуть летом. Возникнет риск того, что скопление влаги там будет постепенно нарастать. Пароблок, выступающий в роли отсечной гидроизоляции, полностью предотвращает проникновение влаги в дополнительный слой утеплителя. Также выгодно, если пароблок

служит кровельным покрытием во время строительства и вторым изоляционным слоем на заключительном этапе. Это обеспечивает дополнительную безопасность, если внешняя гидроизоляция плоской кровли со временем начнет протекать. В сочетании с правильно подобранным дополнительным утеплением поверх несущей конструкции и соответствующей пароизоляцией с вариативным коэффициентом сопротивления паропроонианию достигается максимальная защита от повреждения конденсатом для плоских кровель с утеплением между стропилами.

Воздухонепроницаемость по DIN 4108-7, сертифицировано Институтом пассивного дома.

Интеллектуальные мембраны pro clima способны изменять паропроницаемость более чем в 100 раз в зависимости от уровня влажности воздуха.

Работа мембран INTELLO и INTELLO PLUS напрямую связана с климатическими условиями. Мембрана меняет молекулярную структуру в зависимости от средней влажности окружающей среды и подстраивает коэффициент сопротивления диффузии водяного пара под соответствующие условия. **Функциональность мембран INTELLO в INTELLO PLUS протестирована, подтверждена и сертифицирована независимым институтом (ETA-18/1146).**

Утеплитель надежно: защищен от влаги и плесени зимой и летом.

Зима. Закрытая молекулярная структура. Интеллектуальная мембрана более диффузно-закрытая. Теплоизоляция защищена от проникновения влаги.

Лето. Открытая молекулярная структура. Интеллектуальная мембрана диффузно-открытая. Значение коэффициента s_d равно 0,25 м. Влага, случайно проникшая внутрь конструкции, может беспрепятственно высохнуть.

Принцип работы вариативной мембраны: зимой мембрана имеет закрытую молекулярную структуру. Это создает высокое сопротивление диффузии и защиту от влаги. Летом, наоборот, молекулярная структура раскрывается — тогда мембрана открыта для диффузии и влага может снова высохнуть внутри.

Знак CE в сочетании с символом ETA и соответствующим номером ETA указывает строителю, что основные технические характеристики продукта были официально проверены и подтверждены независимым институтом. В случае с вариативной пароизоляцией это касается, прежде всего, вариативного сопротивления паропроонианию и механической прочности, а также их устойчивости к старению.



Важное значение для использования вариативной пароизоляции в неветилируемых конструкциях плоских кровель в деревянном строительстве имеет гарантия, что при монтаже с соблюдением DIN 68800-2 диффузионные свойства мембраны останутся неизменными.



Вариативность и подтвержденная испытаниями стойкость к старению

Вариативная пароизоляция используется уже более 20 лет и при квалифицированном проектировании и монтаже хорошо зарекомендовала себя на многих миллионах квадратных метров площади крыш. Действующий в настоящее время стандарт защиты древесины DIN 68800-2 позволяет реализовывать конструкции плоских кровель с полным утеплением стропил, не имеющих вентканала на уровне утеплителя, без дополнительной защиты древесины. Обязательным условием является использование с внутренней стороны вариативной воздухонепроницаемой

пароизоляционной мембраны с определенными и доказано долговечными диффузионными свойствами. Доказательство пригодности к использованию продукт может получить, например, в рамках так называемой Европейской технической оценки (ETA), если он успешно прошел тест в испытательном институте на ускоренное старение и такие показатели, как сопротивление диффузии, прочность на разрыв до и после независимого теста существенно не отличаются друг от друга. ETA подтверждает, что описанная в нем воздухонепроницаемая пароизоляционная мембрана обладает достаточной устойчивостью к старению. Вариативная защитная

функция предотвращает при квалифицированном создании воздухонепроницаемости конструкции увлажнение ее элементов из-за влажности, обусловленной жизнедеятельностью, на протяжении периода эксплуатации здания. В результате все это повышает степень безопасности деревянных конструкций. Хороший путь к надежной конструкции плоской кровли с полным утеплением — активация для обратного высыхания внутреннего слоя, выполненного из независимо протестированной вариативной воздухонепроницаемой пароизоляционной мембраны.

Авторы



Михаэль Фёрстер, дипломированный инженер-строитель, возглавляет технический отдел в компании pro clima и является членом различных национальных и международных комитетов по стандартам.

www.proclima.de/seminare



Штефан Хюкштадт, дипломированный инженер (FH) в деревянном строительстве, эксперт по гидротермической строительной физике, консультирует проектировщиков и строителей по горячей линии техподдержки pro clima и читает лекции по воздухонепроницаемости и защите от конденсата. Он также передает свои знания на семинарах в клубе знаний pro clima.

Система INTELLO: максимальная надежность до мельчайших деталей — комплексное решение для создания идеальной воздухонепроницаемости конструкции



Европейская техническая оценка (ETA) для создания конструкций с внешним диффузно-закрытым слоем в соответствии с DIN 68800-2

Победитель теста Stiftung Warentest («Штифтунг Варентест») в апреле 2012



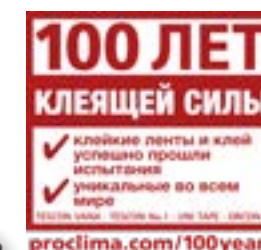
100X
вариативный
 s_d 0,25 - >25 м
коэффициент Hydrosafe 2 м



INTELLO / INTELLO PLUS
инновационная пароизоляционная мембрана для максимальной защиты конструкции от повреждений



ORCON F
для соединения с прилегающими основаниям



TESCON VANA
для склеивания нахлестов мембран





ООО «50 Паскаль»
420012 · г. Казань · ул. Достоевского, д. 4 · Тел.: 8 800 600-54-55 ·
E-mail: info@50pascal.ru, www.50pascal.ru

Производитель:

MOLL

bauökologische Produkte GmbH · Rheintalstraße 35 - 43 · D-68723 Schwetzingen · Germany
Tel.: +49 (0) 62 02 - 27 82.0 · eMail: info@proclima.de · www.proclima.de

Горячая линия: 8 800 600 54-55

Больше специализированных статей в блоге
50pascal.ru/blog и

blog.proclima.com

