

Физика крыши

Как ограждающая конструкция, крыша подвергается воздействиям целого ряда факторов, тесно связанных с процессами, происходящими как вне здания, так и внутри него. К числу этих факторов, в частности, относятся:

- атмосферные осадки;
- ветер;
- солнечная радиация;
- температурные вариации;
- водяной пар, содержащийся во внутреннем воздухе здания;
- химически агрессивные вещества, содержащиеся в воздухе;
- жизнедеятельность насекомых и микроорганизмов;
- механические нагрузки.

Атмосферные осадки

Функция предохранения здания от атмосферных осадков возлагается на самый верхний элемент крыши - кровлю. Для стока дождевой воды поверхности кровли придают уклон. Задача кровли - не пропускать воду в нижележащие слои.

Мягкие кровельные материалы, образующие на поверхности крыши сплошной герметичный ковер (рулонные и мастичные материалы, полимерные мембраны), хорошо справляются с этой задачей. При использовании других материалов атмосферные осадки при небольших уклонах крыши, особенно при неблагоприятных погодных условиях (дождь или снег, сопровождаемые сильным ветром) могут проникать под кровельное покрытие. В таких случаях под кровлей устраивают дополнительный гидроизоляционный слой, являющийся вторым рубежом защиты от атмосферных осадков.

Важной задачей является организация системы водоотвода - внутреннего или внешнего.

Снег оказывает на крышу дополнительную статическую нагрузку (снеговая нагрузка). Она может быть достаточно велика, поэтому ее обязательно учитывают при расчете общей нагрузки на конструкцию крыши. Эта нагрузка зависит от уклона крыши. В снежных районах уклон, как правило, делают больше, чтобы снег не задерживался на крыше. В тоже время на скатных крышах, желательно устанавливать снегозадерживающие элементы, которые не позволяют сходить снегу лавинообразно, угрожая тем самым здоровью прохожих, часто деформируя фасад здания и выводя из строя систему наружного водоотвода.



рис.1

Одной из значительных проблем в снежных районах является образование на крышах наледей и сосулек. Часто наледи становятся барьером, не позволяющим воде попасть в желоб, водяную воронку или просто стечь вниз. При использовании негерметичных кровельных покрытий (металлические кровли, все виды черепиц) вода может проникать сквозь кровлю, образуя протечки. Подробно механизм образования наледей и способы борьбы с этим явлением рассмотрены в разделе Системы антиобледенения для кровель.

Ветер

Потоки ветра, встречая на пути препятствие в виде здания, обходят его, в результате, вокруг постройки образуются области положительного и отрицательного давления (рис. 2).

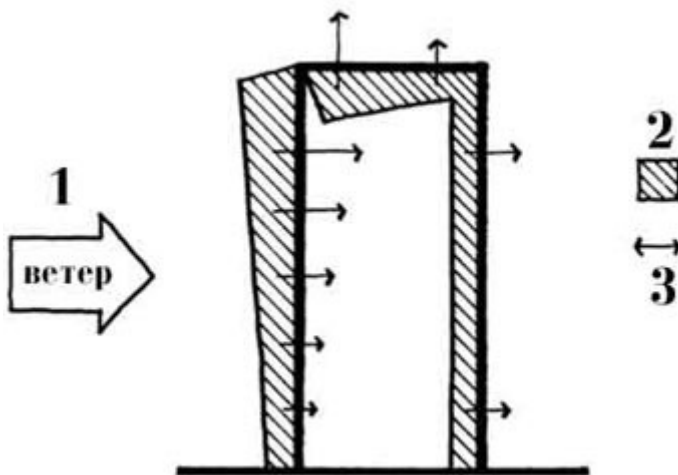


рис.2

Величина возникающего отрицательного давления, оказывающего на крышу отрывающее действие, зависит от многих факторов. Наиболее неблагоприятен в этом плане ветер, дующий на здание под углом 45° . План крыши здания, на котором показано распределение отрицательного давления при направлении ветра 45° , изображен на рис. 3.

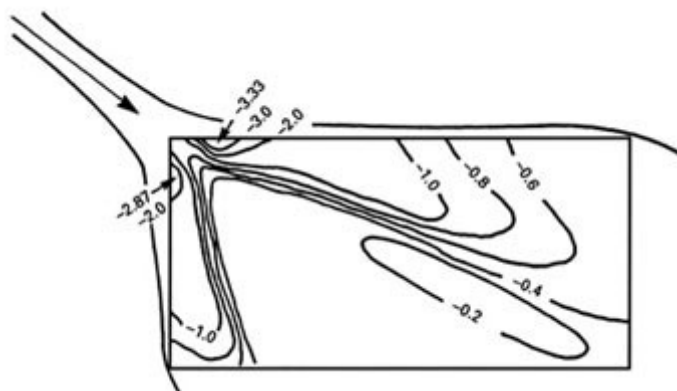


рис.3

Отрывающая сила ветра может оказаться достаточной для повреждения кровли (образования вздутий, отрыва части покрытий и т.п.). Особенно она возрастает, когда усиливается давление внутри здания (под основанием кровли) из-за проникновения воздуха через открытые двери и окна с подветренной стороны или через щели в конструкции. В этом случае отрывающая сила ветра обуславливается двумя составляющими: как отрицательным давлением над крышей, так и положительным давлением внутри здания. Поэтому, чтобы исключить риск повреждения крыши, ее основание делают как можно более герметичным (рис. 4). Часто делают дополнительное механическое крепление кровельного материала к основанию.

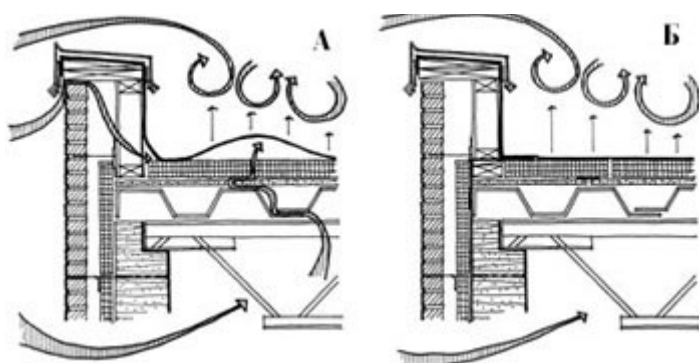


рис.4

Для уменьшения отрицательного давления устраивают парапеты. Однако следует иметь в виду, что они могут не только уменьшать, но и увеличивать отрицательное давление. При слишком низких парапетах отрицательное давление может быть даже выше, чем при их отсутствии.

Солнечная радиация

Различные кровельные материалы обладают разной чувствительностью к солнечной радиации. Так, например, солнечное излучение практически не оказывает влияние на керамическую и цементно-песчаную черепицу, а также на кровли из металлов без нанесенных на них полимерных покрытий.

Весьма чувствительны к солнечной радиации материалы на основе битума: от воздействия ультрафиолетового излучения у них ускоряется процесс старения. Поэтому, как правило, они имеют верхний защитный слой из минеральных посыпок. Для защиты современных материалов от старения в состав битума вводят специальные добавки (модификаторы).

Ряд материалов под действием ультрафиолетового излучения со временем теряют первоначальный цвет (выцветают). Особенно чувствительны к этому излучению металлические кровли с некоторыми типами полимерных покрытий.

Солнечная лучистая энергия, попадая на крышу, частично поглощается материалами кровли. При этом верхние слои кровли могут значительно нагреваться (иногда до 100 0С), что также влияет на их поведение. Так, например, материалы на основе битума при достаточно высоких температурах размягчаются и в ряде случаев могут сползать с наклонных поверхностей крыши. Чувствительны к высокой температуре и металлические кровельные материалы с некоторыми видами покрытий. Поэтому, выбирая кровельный материал для применения в южных районах, следует удостовериться, что он обладает достаточной теплостойкостью.

Температурные вариации

Как ограждающая конструкция, крыша функционирует в довольно жестком температурном режиме, испытывая как пространственные, так и временные температурные вариации. Как правило, ее нижняя поверхность (потолок) имеет температуру, близкую к температуре в помещении. В то же время температура наружной поверхности меняется в достаточно широких пределах - от весьма значительных отрицательных величин (в зимнюю, морозную ночь) до величин, близких к 100 0С (в летний, солнечный день). Температура наружной поверхности крыши в то же время может быть неоднородной из-за неодинаковой освещенности солнцем разных ее участков.

Но, как известно, все материалы в той или иной степени подвержены термическому растяжению и сжатию. Поэтому во избежание деформаций и разрушения очень важно, чтобы материалы, работающие в единой конструкции, имели близкие коэффициенты температурного расширения. Для повышения сопротивляемости крыши термическим нагрузкам применяют также целый ряд технических решений. В частности, в плоские крыши, для ограничения эффекта горизонтальных подвижек и излишних внутренних напряжений, закладывают специальные деформационные узлы.

Серьезную опасность практически всем кровельным материалам (кроме металлических покрытий) представляют частые, иногда ежесуточные перепады температуры от плюса к минусу. Это, как правило, происходит в районах с мягкой и влажной зимой. Поэтому в подобных климатических зонах необходимо обращать самое пристальное внимание на такую важную характеристику для кровельных материалов как водопоглощение. При высоком водопоглощении влага при положительных температурах проникает и накапливается в порах материала, а при отрицательных - замерзает и, расширяясь, деформирует саму структуру материала. В результате происходит прогрессирующее разрушение материала, приводящее к образованию трещин.

Крыша должна не только быть устойчивой к значительным температурным вариациям, но и надежно ограждать от них внутренние помещения здания, защищая зимой от холода, а летом от жары. Роль теплового барьера в конструкции крыши принадлежит слою теплоизолятора. Чтобы теплоизоляционный материал выполнял свою функцию, он должен быть как можно более сухим. При увеличении влажности всего на 5% теплоизоляционная способность материала уменьшается почти в два раза.

Водяной пар

Водяной пар постоянно образуется во внутренних помещениях здания в результате жизнедеятельности людей (приготовления пищи, стирки, купания, мытья полов и т.д.). Особенно высокая влажность наблюдается в недавно построенных или отремонтированных зданиях. В процессе диффузии и конвективного переноса водяной пар

поднимается вверх, и, охлаждаясь до температуры ниже точки росы, конденсируется в подкровельном пространстве (рис. 5). Количество образующейся влаги тем выше, чем больше разница температур снаружи и во внутренних помещениях здания, поэтому в зимнее время влага довольно интенсивно накапливается в подкровельном пространстве.

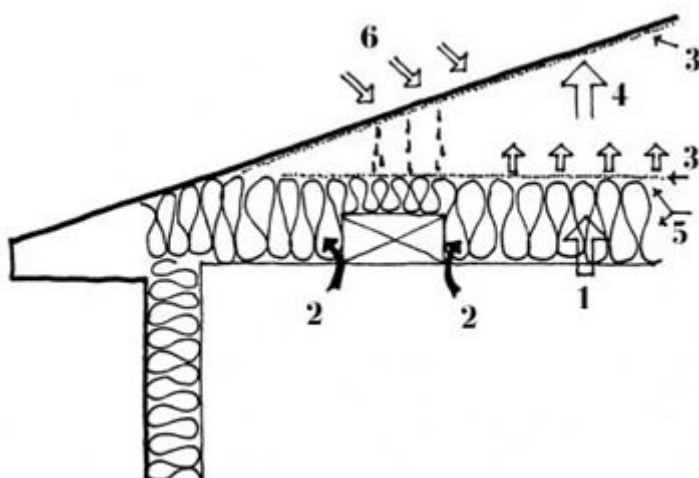


рис.5

Влага отрицательно воздействует как на деревянные, так и на металлические элементы конструкции крыши. При переизбытке она начинает стекать во внутренние помещения, образуя протечки на потолке. К наиболее неприятным последствиям приводит накопление влаги в теплоизоляционном материале, что, как уже говорилось, резко снижает его теплоизоляционные свойства.

Существенным барьером на пути проникновения пара в подкровельное пространство является специальная пленка с низкой паропроницаемостью, которую в конструкции крыши помещают непосредственно под теплоизоляцией. Однако никакой пароизоляционный материал не в состоянии полностью исключить поток пара изнутри здания в подкровельное пространство. Поэтому, для того чтобы крыша год от года не теряла свою теплоизолирующую способность, необходимо чтобы вся влага, накапливающаяся в теплоизоляционном материале зимой, летом выходила наружу.

Эта задача решается конструктивными мерами. В частности, для плоских крыш рекомендуется не сплошная, а частичная приклейка кровельных материалов к основанию.

В скатных крышах устраивают специальные вентиляционные зазоры (рис. 6). Как правило, их два - верхний зазор и нижний. Через верхний зазор (между кровельным покрытием и гидроизоляцией) удаляется атмосферная влага, попавшая под кровельное покрытие. Благодаря вентиляции деревянные конструкции (контробрешетка и обрешетка) постоянно проветриваются, что обеспечивает их долговечность. Через нижний вентиляционный зазор удаляется влага, проникающая в утеплитель из внутреннего помещения. Качественное обустройство пароизоляции со стороны внутреннего помещения и наличие достаточного нижнего вентиляционного зазора, исключают переувлажнение конструкции крыши.

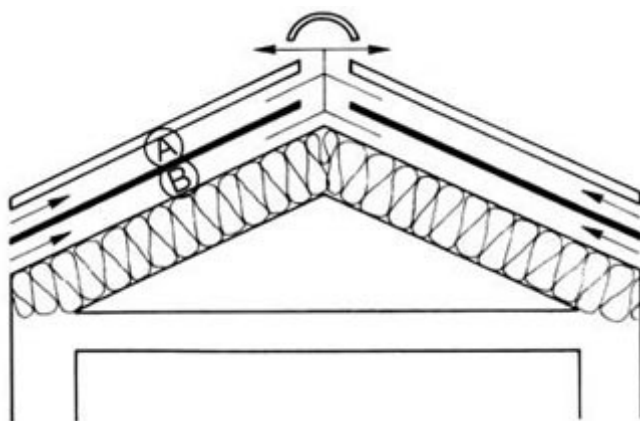


рис.6

Отметим, что при применении в качестве гидроизоляционных материалов дышащих мембран необходимость в нижнем вентиляционном зазоре отпадает.

Для обеспечения хорошей циркуляции воздуха многие фирмы, производящие кровельные материалы для скатных крыш, как правило, предлагают в качестве доборных целый ряд вентиляционных элементов: аэраторы для свеса, аэраторы для конька, вентиляционные решетки, а для черепичных кровель - специальные вентиляционные черепицы.

Наиболее надежная защита от водяного пара особенно необходима в крышах над помещениями с большой влажностью: бассейны, музеи, компьютерные залы, больницы, некоторые производственные помещения и т.д. защите от пара необходимо уделить также особое внимание при строительстве в районах с экстремально холодным климатом, даже при нормальной влажности внутри помещений. При анализе условий окружающей среды и температурно-влажностного режима внутри помещений можно сделать предположения о возможности конденсации влаги и ее накопления, и, используя различные комбинации компонентов крыши, попытаться предотвратить эти явления.

Химически агрессивные вещества, содержащиеся в воздухе

Как правило, в больших городах или вблизи крупных предприятий в атмосфере наблюдается достаточно высокая концентрация химически агрессивных веществ, например, сероводорода и углекислого газа. Поэтому для всех элементов конструкции крыш и, особенно, для кровель в таких районах необходимо применять материалы, стойкие к химическим веществам, присутствующим в воздухе.

Жизнедеятельность насекомых и микроорганизмов

Существенный ущерб конструкции крыши, особенно деревянным элементам, способны нанести различные насекомые и микроорганизмы. Особенно благоприятной средой для их жизнедеятельности является повышенная влажность. Для защиты деревянных конструкций используют специальные пропитки, защищающие материал от микроорганизмов.

Механические нагрузки

Конструкция крыши должна сопротивляться механическим нагрузкам, как постоянным (статическим) - от насыпки и элементов монтажа, так и временным - снеговым, от движения людей и техники и т.д. Нагрузки, связанные с возможными подвижками между крышей и узлами здания, также относятся к временным.

Итак, для того, чтобы крыша надежно выполняла свои функции и была устойчивой к различного рода воздействиям (перечисленным выше), необходимо: во-первых, достаточно корректно выполнить расчет несущей части; во-вторых, найти оптимальный вариант конструкции; и, наконец, в-третьих, обеспечить оптимальное сочетание конструкционных материалов.

Из всего сказанного следует, что в конструкции крыши могут присутствовать следующие основные слои (рис. 7):

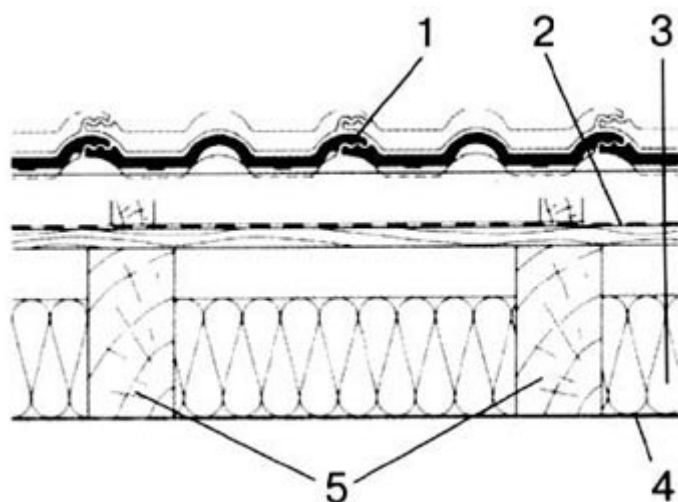


рис.7

- кровельный материал, на который при необходимости наносится дополнительный слой (посыпка, балласт и т.п.);
- гидроизоляционный слой (на пологих крышах) - дополнительно изолирует внутренние слои крыши от проникновения атмосферной влаги;
- теплоизоляция - обеспечивает достаточно стабильную температуру воздуха в помещениях;
- пароизоляция - препятствует проникновению водяного пара изнутри здания в конструкцию крыши;
- основание.

В конструкции крыши должны быть предусмотрены меры для свободной циркуляции воздуха (вентиляция).

Необходимость тех или иных слоев и их расположение зависят от типа здания и тех воздействий, которым оно будет подвергаться. При выборе необходимо также учитывать технические характеристики применяемых материалов: коэффициенты температурного растяжения и сжатия; пределы прочности при растяжении, сжатии и сдвиге; характеристики паропроницаемости и абсорбции влаги; характеристики старения, в т.ч. увеличения хрупкости и потери термического сопротивления; эластичности; огнестойкости. Степень важности всех выше перечисленных технических характеристик определяется каждым конкретным случаем.