

# ВЕНТИЛЯЦИЯ

## СКАТНЫХ КРЫШ

*Постоянное проветривание конструкции утепленной крыши является необходимым условием долговременной и надежной службы всего здания. Значение вентиляции трудно переоценить – благодаря конвективному воздушному потоку из конструкции крыши удаляется избыточная влага, проникшая из теплого помещения. Кроме этого, утеплитель и стропильная конструкция могут постепенно насыщаться атмосферной влагой в летний период или иметь остаточную влажность, образовавшуюся в ходе строительства дома.*

При отсутствии или недостаточной вентиляции происходит увлажнение всех элементов крыши конденсатом, особенно опасные последствия имеет намокание теплоизоляции и деревянных деталей крыши – стропил, мауэрлата, колонн и ригелей. К основным негативным результатам неэффективной вентиляции крыши можно отнести следующие:

- Накопление влаги, приводящее к образованию на стропилах и подконструкции конденсата, а впоследствии плесени и грибка, разрушающих деревянные элементы (рис. 1);
- Коррозия металлических конструкций, разрушение кирпичных и бетонных деталей;
- Образование наледи на кровельном материале и, как следствие, повреждение кровли и водосточной системы, проникновение талой воды под кровельное покрытие во время оттепелей;
- Увлажнение теплоизоляции, приводящее к резкому снижению ее термического сопротивления и увеличению затрат на отопление жилища;
- Перегрев кровельного материала в летний период (особенно это пагубно влияет на битумные плитки) и внутренних помещений мансарды;
- Повышение расходов на кондиционирование внутренних помещений.



Рис. 1. Ошибка монтажа: намерзание конденсата на фанерном основании битумной кровли и подкровельной пленке, повреждение стропил плесенью

Наиболее просто обеспечить достаточную вентиляцию на холодных (чердачных) крышах благодаря большому воздушному объему и отсутствию преград для циркуляции воздуха. Необходимый воздухообмен обеспечивается через отверстия на карнизе, коньке и хребте крыши, а также через фронтонные решетки. Основные проблемы возникают на мансардных крышах и решаются они в зависимости от конструктивных схем утепленных крыш, которые можно разделить на вентилируемые (с двумя или одним вентиляционным зазором) и невентилируемые. Последний вариант сравнительно недавно начал использоваться в Европе, и большой опыт по его применению в России просто отсутствует, поэтому подробно останавливаться на нем преждевременно.

Крыши с двумя вентиляционными зазорами, традиционно используемые с середины прошлого века в строительстве мансард, хорошо известны и российским кровельщикам. Принцип вентиляции следующий (рис. 2): через верхний зазор между кровлей и гидроизоляцией удаляется внешняя влага, проникшая под кровлю. Это могут быть капли дождя или снег, задуваемые при сильном ветре, талая вода или атмосферная влага, выпавшая на кровле и гидроизоляции в виде конденсата.



Конструктивно верхний зазор в большинстве случаев обеспечивается контробрешеткой толщиной 40–60 мм, которая монтируется поверх гидроизоляции и служит основанием для сплошного настила (кровли из битумной плитки или сланца) или шаговой обрешетки черепицы, металлочерепицы и волнистых листов. Кроме этого, контробрешетка снижает риск повреждения гидроизоляции во время проведения кровельных работ. Отсутствие контробрешетки между подкровельной гидроизоляцией и кровельным материалом либо ее недостаточная высота практически всегда приводят к образованию конденсата и другим опасным последствиям для крыши и всего здания.

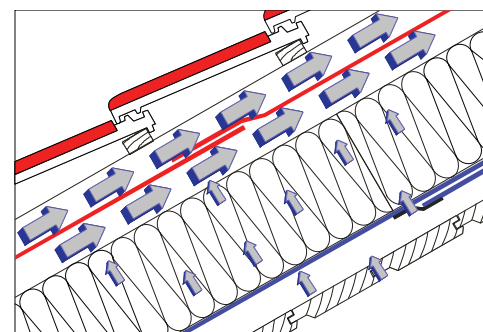


Рис. 2. Конструкция крыши с двумя вентилируемыми зазорами

Через нижний вентилируемый зазор между гидроизоляцией и утеплителем удаляется водяной пар, который проник в крышу из внутренних помещений мансарды через пароизоляцию. Причинами транспортировки пара могут быть низкое качество материала или дефекты при устройстве изоляционного слоя – например, нахлесты рулонов пароизоляционной пленки не проклеены или примыкания пленки к стенам, мансардным окнам, мауэрлатам и другим элементам конструкции выполнены не герметичными. В качестве подкровельной гидроизоляции для конструкции с двумя

вентилируемыми зазорами можно использовать очень широкий спектр материалов: микроперфорированные и антиконденсатные пленки, рулонные битумные материалы по сплошному настилу и даже некоторые пароизоляционные пленки. В случае правильного монтажа такая схема будет надежно работать на протяжении длительного срока, и стоимость гидроизоляционных материалов для ее устройства будет меньше, чем для современных конструкций с диффузионными пленками.

Однако ограниченные достоинства такой схемы вентиляции теряются на фоне ее принципиальных недостатков:

- Повышенные потери тепла из-за отсутствия ветрозащиты и беспрепятственного уноса тепла из верхних слоев волокнистого утеплителя – чем сильнее проветривание, тем больше теряется энергии и, следовательно, увеличиваются затраты домовладельца на отопление;

- Наибольший риск конвективного переноса влаги из теплого помещения в теплоизоляцию через любые повреждения пароизоляции, так как движущийся по нижнему вентиляционному зазору воздух провоцирует эксфильтрацию насыщенного влагой воздуха из мансарды;

- Увлажнение утеплителя в летний период влагой, содержащейся в атмосферном воздухе (например, при температуре 28 °C и относительной влажности 80 % в воздухе может содержаться до 24 г/м<sup>3</sup> влаги, которая непременно попадет в теплоизоляцию);

- Трудно решаемые проблемы вентиляции утеплителя на крышах сложной формы и пологих скатах;

- Открытые зазоры в подкровельном гидроизоляционном слое на коньках и хребтах снижают надежность крыши от проникновения внешних осадков и вынуждают использовать вентиляционные рулоны с плотными сетками или лентами из нетканого материала – они хорошо защищают от протечек, но значительно ухудшают проветривание конструкции крыши;

- Постепенное снижение характеристик утеплителя из-за механического уноса волокон минеральной ваты;

- Задуваемая через нижний воздушный зазор пыль достаточно гигроскопична – она скапливается на теплоизоляции и может стать причиной ее увлажнения.

Тот факт, что в европейских странах крыши с двумя вентиляруемыми зазорами используются все реже и реже (например, в Германии это не более 3 % от всех новых крыш), подтверждает стремление инвесторов, архитекторов и кровельщиков снизить потери энергии и повысить надежность зданий.

Конструкция только с одним вентиляционным зазором между кровлей и утеплителем, защищенным диффузионной (паропроницаемой) пленкой, лишена перечисленных выше недостатков. Поскольку ветрозащитное покрытие, выполняющее также функцию гидроизоляционного слоя, укладывается с перехлестом через коньки и хребты, можно применять аэроэлементы и рулоны с относительно большими отверстиями – это позволит очень эффективно проветривать крышу без риска протечки (рис. 3).

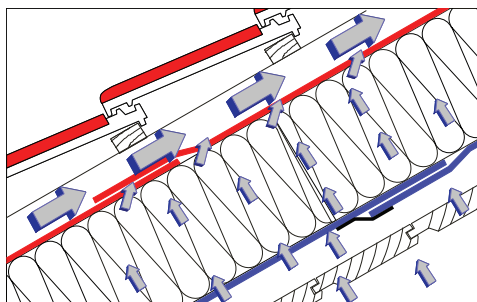


Рис. 3. Конструкция крыши с однослойной вентиляцией

Площадь и поперечное сечение вентиляционных каналов зависят от длины покрытия (длины скатов), угла наклона и сложности формы крыши, а также от климатических особенностей региона. Общие рекомендации содержатся в справочной литературе [1–3], поэтому я остановлюсь на лишь некоторых рекомендациях для условий европейской части России:

- Практика подтверждает, что площадь сечения вентилируемого канала на любом

участке крыши должна быть 400–500 см<sup>2</sup>/м, что соответствует высоте зазора в 4–5 см;

- Сильное увеличение высоты зазора не приведет к усилению проветривания. Наоборот, это может стать причиной значительного снижения воздухообмена под кровлей из-за возникающей турбулентности и растущего сопротивления для воздушного потока;

- Если длина покрытия превышает 10 м, то рекомендуется использовать дополнительные элементы для усиления вентиляции;

- Вентиляционные отверстия на коньках, хребтах, карнизах и ендовах необходимо защищать от попадания листьев, веток, проникновения птиц и насекомых с помощью специальных вентиляционных элементов, которые предлагают производители кровельных систем;

- Любые сужения вентиляционных каналов или конструктивные препятствия могут привести к ухудшению проветривания и выпадению конденсата;

- Большие воздушные полости в утепленной крыше обладают значительной инерцией с точки зрения воздухообмена, что также может стать причиной конденсации влаги.

### Конек и хребет (ребро)

Для каждого кровельного материала выпускают штатные коньковые вентиляционные элементы. Наиболее широкий выбор предлагают немецкие производители черепицы: это подконьковые черепицы с лабиринтными воздушными каналами, аэроэлементы конька и вентиляционные рулоны (рис. 4), которые



Рис. 4. Вентиляционные элементы для конька

успешно применяют в России и для металлочерепицы. Кровли из битумных плиток оснащают коньковыми планками из металла или пластика либо выполняют вентилируемый конек из основного кровельного материала. Так же поступают при устройстве фальцевых кровель. «Заполнители для конька» металлочерепицы из вспененного полиэтилена могут надежно предохранить от внешней влаги, но обеспечить необходимую вентиляцию не способны.

Основные ошибки при устройстве конька крыши, которые могут привести к снижению вентиляции или ее полной блокировке, следующие:

- Заполнение коньковой планки монтажной пеной или ее герметичная заклейка лентами. Это является распространенным дефектом на крышах из металлочерепицы и полностью исключает проветривание крыши (рис. 5);
- Отсутствие продуха в коньковой части подкровельной пленки, если конструкция крыши выполнена с двумя вентиляционными зазорами (рис. 6). Очень часто проблема конденсата решается после того, когда кровельщик прорежет пленку на коньке, оставив свободный продух шириной примерно 10 см.



Рис. 5. Ошибка монтажа: герметичная заклейка конька и хребта



Рис. 6. Ошибка монтажа: отсутствие продуха в коньковой части пленки

Отдельные аэраторы, установленные вдоль конька, не всегда могут обеспечить хорошее проветривание крыши, поэтому рекомендуется на всех мансардных крышах с любым кровельным материалом использовать полностью вентилируемый конек.

### Карнизный свес

При устройстве карниза необходимо обеспечить достаточную площадь входных отверстий для воздуха, даже несмотря на «противодействие» архитекторов и дизайнеров, у которых не вызывают восторга вентиляционные решетки, планки и софиты. Варианты подшивки свеса могут быть различными, но в любом случае приток воздуха в крышу должен быть выполнен в соответствии с расчетом. Иногда препятствием для этого может стать внешнее утепление стен или устройство «зеленого фасада» из вьюнка или других растений, способных перекрыть продухи.

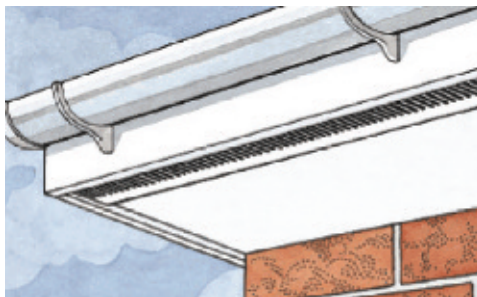


Рис. 7. Варианты вентиляции через подшивку карнизного свеса

Иногда пространство под кровлей занимают пернатые для устройства своих гнезд, что может привести к ухудшению проветривания и порче подкровельной пленки. Но это может произойти только из-за пренебрежения кровельщиками вентиляционными элементами (рис. 8), препятствующими проникновению птиц, или их неправильного монтажа.



Рис. 8. Ошибка монтажа: проблема вентиляции из-за птиц

Надежной защитой воздушных каналов на карнизе являются вентиляционная лента, закрывающая торцы контробрешетки, а также аэрэлемент свеса и решетка свеса. Конструктивной защитой от снега может стать водосточная система – рекомендуется желоба располагать непосредственно под кровельным материалом (над вентиляционным зазором), поэтому даже при образовании сильной наледи или сугроба зазор останется открытым для притока воздуха. А вот низкорасположенные водосточные желоба без системы подогрева не защищают вентиляционный зазор от сползающего со скатов снега и льда. Отсутствие системы снегозадержания и снегоостановки (равномерно распределенных по крыше снегостопоров) приводит к сползанию снега на карнизный свес и перекрытию доступа воздуха в подкровельное пространство.

### Ендова (разжелобок)

Разжелобок можно отнести к наиболее сложному узлу крыши с точки зрения надежного устройства кровли, обеспечения вентиляции и эксплуатации. Серьезной конструктивной ошибкой является использование схемы с двумя вентиляционными зазорами на крышах сложной формы с длинными ендовами и короткими карнизными свесами. В этом случае крайне сложно обеспечить проветривание утеплителя и стропил на тех участках скатов, которые примыкают к ендовам. Кровельщики вынуждены выполнять в подкровельной пленке проемы достаточной площади, причем такие отверстия должны быть в каждом пролете стропил. Можно использовать готовые детали: например, вентиляционный элемент нижней защитной пленки BRAAS (рис. 9) или уплотнитель кровельной проходки SK TUOTE. Другие варианты – выполнение специальных проемов (рис. 10) или устройство сплошного вентиляционного канала вдоль ендовы (рис. 11).



Рис. 9. Местное усиление вентиляции нижнего зазора: вентиляционный элемент нижней защитной пленки BRAAS; выполнение специальных проемов.



Рис. 10. Местное усиление вентиляции нижнего зазора: выполнение специальных проемов.



Рис. 11. Сплошной вентиляционный канал вдоль ендовы

Такие меры как просверливание отверстий в стропилах, являются малоэффективными. Разумеется, в кровельном материале также необходимо установить вдоль ендовы аэраторы / вентиляционные черепицы, чтобы воздух мог проникать как в верхний вентиляционный зазор, так и в нижний (рис. 12).

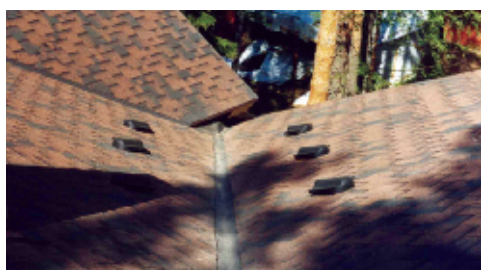


Рис. 12. Размещение вдоль ендовы аэраторов или вентиляционных черепиц

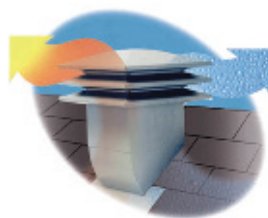


Рис. 13. Элементы принудительной вентиляции крыши для пологих крыш

Однако подобные меры могут быть относительно эффективны только на крышах с большими углами наклона (около 45° и выше). На пологих скатах в ендовах будет скапливаться снег, который закроет вентиляционные элементы и не позволит эффективно проветривать конструкцию крыши. В таких случаях может потребоваться принудительная вентиляция с помощью инерционных турбин, электрических кровельных вентиляторов или высоких насадок, которые не будут засыпаны снегом (рис. 13).

Применение таких элементов может значительно увеличить стоимость комплекта кровли, в результате чего выбор заказчика или его подрядчика в пользу дешевых микроперфорированных пленок не будет оправдан с точки зрения как надежности крыши, так и финансовых затрат на момент строительства и особенно последующей эксплуатации.

На крышах сложной формы или с небольшими углами наклона разумно использовать только современные диффузионные пленки с высокой паропроницаемостью ( $S_d < 0,2 \div 0,4 \text{ м}$ ) в схемах с одним вентиляционным зазором.



Рис. 14. Ошибка монтажа: отсутствие сплошной вентиляции конька, нет аэраторов на ендове

### Примыкание к стенам, окнам и трубам

Дополнительные вентиляционные элементы необходимо устанавливать в тех случаях, когда создаются конструктивные препятствия для свободного движения воздушного потока. Обычно это происходит при установке мансардных окон (особенно комбинированных блоков, полностью перекрывающих вентиляцию вдоль ската), а также при выводе через крышу печной или каминной трубы, вентиляционной шахты.

Ухудшение вентиляции может быть вызвано также дефектами утепления, когда локальное нагревание конструкции из-за повышенных теплопотерь приводит к тому, что тепловой поток препятствует или даже подавляет конвективную тягу в вентиляционном зазоре. Такие проблемы встречаются, как правило, на пологих крышах или при ее сложной геометрии (рис. 14).

В завершении статьи считаю необходимым еще раз акцентировать внимание читателя на том, что надежность, долговечность и экономичность крыши в равной степени зависят от всех составляющих ее элементов – стропильной конструкции, утепления, гидро- и пароизоляции, кровельной системы и вентиляции. Ошибки при устройстве или проектировании любого элемента могут привести к тяжелому повреждению крыши и всего здания.

В.Ю. Нестеров,  
Генеральный директор ООО «ДЕРКЕН»

Список рекомендованной литературы:

1. Dach Atlas. Geneigte D cher. Thomas Finke, Richard Jenisch, Eberhard Schunck. Birkh user Verlag AG.
2. DIN 4108, часть 3. Немецкий институт стандартов, 2002.
3. Справочник по вентиляции кровельных систем. – М.: ООО «БРААС ДСК-1», 1996.
4. Проектирование. Система подкровельной изоляции DELTA. М.: ООО «ДЕРКЕН», 2007.
5. Справочник по скатным крышам. – М.: ООО «БРААС ДСК-1», 1995.
6. TECU Copper. Planning, Designing and Processing. – KME, 2000.