



АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЗАПИСКА

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХТОНКИХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ СЕРИИ "КОРУНД"

*на объектах ЖКХ, как средства ликвидации конденсата в чердачных
помещениях, льдообразования на карнизах и стенах зданий,
и реализации положений*

Федерального закона РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ

"Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности"

**к.т.н. Башуев Ю.В.
Санкт-Петербург, 2011 год.**

Проблемы и предлагаемые решения:

Введение.

Великие зодчие прошлых веков, создавая свои шедевры градостроительной архитектуры в Санкт-Петербурге, исходили из реалий своего времени и все здания исторической части города возводились со скатными крышами, различного типа, с **обязательным** устройством *холодных, вентилируемых чердаков*.

Печи и камины, применяемые в то время, располагались по центральной оси зданий, в удалении от фасадных стен. Не смотря на суровый климат, проектные решения по вентиляции чердачных помещений, при *минимальных тепловыделений от фасадов*, были достаточны и обеспечивали надежную защиту от образования наледи и сосулек на крышах. Но они не могли предположить, что их потомки изменят только принципы отопления зданий и забудут модернизировать вентиляцию.

Отопительные приборы расположились прямо на фасадных стенах, под окнами. Такое решение привело к не только к появлению тепловых деформаций фасадов (трещины под окнами), но к резкому увеличению тепловых потерь через фасады и восходящие *тепловые потоки*, от фасадов, *увеличились во много крат!*

На чердаках появились трубопроводы и арматура отопительных систем (имеющие отвратительную теплоизоляцию, а большей частью и вовсе без нее), неизолированные выгородки машинных отделений лифтов, систем конденционирования и вентиляции.

Причем, большей частью, чердачные помещения (благодаря действиям коммунальщиков и жильцов) вовсе лишилась вентиляции.

Таким образом это и, многое другое, породило *проблему* сегодняшнего дня -

наледь на крышах, сосульки на карнизах и стенах зданий.

Проблема - Образование наледи и сосулек на крышах и стенах зданий.

I. Переходные процессы льдообразования с точки зрения физики

Рассмотрим какие физические процессы происходят в чердачном пространстве и на поверхностях кровли обычного Петербургского здания.

В чердачное пространство, зимой, через перекрытия, из помещений верхнего этажа и трубопроводов ЦО проникает тепло и влага. *Восходящие тепловые потоки* от открытых форточек и перегретых фасадов *несут тепло и влагу к холодным карнизным свесам* (при этом материал свесов значения не имеет).

При суточных и сезонных колебаниях температуры на внутренней поверхности кровли чердака и наружных карнизных свесах образуется конденсат (иней), особенно активно это происходит в холодное время года, когда разность (*градиент*) температур, между температурой в середине постройки и снаружи очень большая.

Чем *ниже* температура наружного воздуха, и *выше* температура воздуха внутри чердака, тем больше давление водяного пара из помещений в подкровельное пространство, а так, как холодный воздух поглощает меньше пара, то *появление конденсата (инея)* на внутренних поверхностях кровли *неизбежно*. (фото 1)

При повышении температуры наружного воздуха иней тает (фото 2), вызывая загнивание деревянных конструкций и коррозию металлических элементов.

Вода, стекая по наклонной плоскости, попадает на холодные поверхности карнизных свесов и начинается *лавинообразное образование сосулек*. (рис.1)



фото 1.

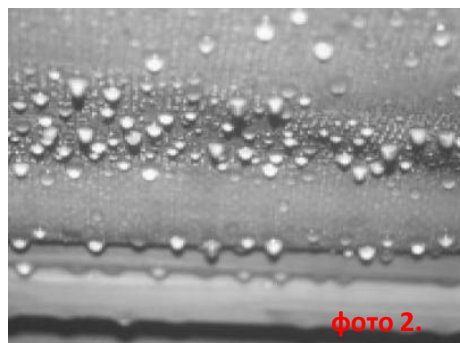
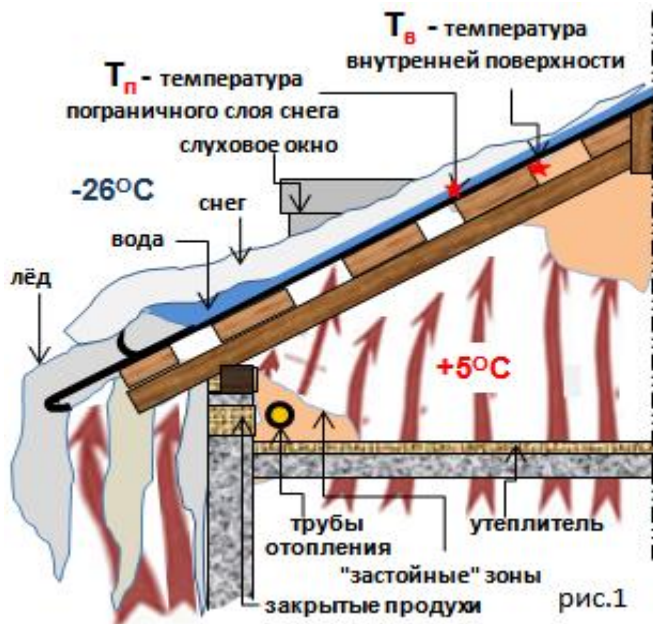


фото 2.

На рис.1. показан типичный пример эксплуатации чердачного помещения:



➤ утепляющий слой теплоизоляции перекрытий, за многие десятилетия эксплуатации, потерял свои изоляционные свойства (разрушение гранул шлака, голубиный помет, пыль и т.д.), и как следствие - **увеличение тепловыделения от перекрытий;**

➤ запорная арматура, фланцы (никогда не подвергались изоляции), трубопроводы ЦО (порой просто без изоляции, или в изоляции не выдерживающей ни какой критики), расположенные вдоль стен, по периметру зданий, в непосредственной близости от кровли (30-50см) -

увеличивают интенсивность таяния пограничного слоя снега на кровле, образования наледи и сосулек;

➤ **отопительные приборы**, располагаясь, непосредственно на фасадных стенах **многократно увеличивают** восходящие тепловые потоки, направленные на холодные карнизные свесы и **способствуют активному образованию сосулек.**

➤ **вентиляция чердачных помещений**, практически, **отсутствует** - вентиляционные продухи в стенах, над мауэрлатом и слуховые окна закрыты, вытяжных каналов в коньковой зоне нет. Под мауэрлатом и коньком образуются "застойные" зоны перегретого воздуха.

Справка:

В Санкт-Петербурге преобладает **влажный**, близкий к морскому климат, с умеренно теплым летом и довольно продолжительной умеренно холодной зимой.

Относительная влажность, во все месяцы, **высокая**, примерно **70– 87 %**.

С ноября по февраль относительная влажность воздуха составляет около **85 %** и это значение почти не меняется в течение суток (суточные колебания не превышают 5 %).

Зимой наибольшую повторяемость (около 60 %) имеет умеренно теплая (0... - 5 °С), влажная погода, сопровождающаяся выпадением обложных осадков.

Существует, так называемый, **период устойчивых морозов** – когда отрицательная температура, во все сроки наблюдения, удерживается непрерывно в течение одного месяца. В среднем, его продолжительность составляет около 94 дней (с 7 декабря по 10 марта), но, как правило, его прерывают кратковременные оттепели. В зимние время они могут длиться от 12 дней в декабре, до 6 дней в феврале. В ноябре и марте их число увеличивается за счет частого чередования периодов положительных и отрицательных температур. (Гидрометеоцентр Санкт-Петербурга, анализ за 1983-2005 годы.) Таблица.1

Минимальная температура воздуха на высоте 10 метров над поверхностью земли (°С)

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
2005 г.	-7.39	-14.73	-13.46	-0.31	авг.98	фев.79	-1.60	-9.19	0.72
1983 - 2005	-10.66	-11.19	-6.76	0.02	июл.21	фев.31	-4.37	-9.53	0.68

Среднемесячная относительная влажность в Санкт-Петербурге в (%)

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
2005 г.	86.29	82.30	74.65	70.20	74.62	80.37	86.58	86.37	75.29
1983 - 2005	85.58	83.70	79.46	69.67	74.63	82.30	84.85	85.85	75.21

Температура точки росы на высоте 10 метров (°С)

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
2005 г.	-6.51	-13.52	-12.65	-1.21	08.январь	фев.41	-1.51	-8.24	0.11
1983 - 2005	-9.26	-9.83	-6.08	-0.92	июн.20	02.авг	-4.14	-8.39	0.16

Физические процессы образования наледи, сосулек на кровле, карнизах и стенах, весьма сложны, поэтому решение проблем, подобного рода, необходимо проводить **только комплексно**, с учетом выводов многолетних наблюдений климатических факторов (таб.1) и **динамики изменения температурных параметров и относительной влажности воздуха.**

Одним из главных факторов образования наледей на кровле является подогрев внутренней поверхности кровли избыточными тепловыделениями в чердачное пространство. При этом *происходит таяние пограничного слоя снега*, даже при низких значениях температур наружного воздуха, которое существенно увеличивает массу наледи по всей площади кровли, массу сосулек на фасадах, и карнизных свесах.

Если снег подтаивает – это свидетельствует о плохой теплоизоляции чердачных перекрытий, кровельного "пирога" и отсутствие вентиляции.

Снег на крышах должен лежать, или свободно сползать.

Примечание: При определённых условиях под слоем снега, лежащего на крыше, появляются талые воды, которые скатываются вниз. В начале замерзает вода на холодной поверхности нижней кромки карнизного свеса. На кровле вода защищена от заморозки слоем снега и стекает вниз по пограничной зоне.

А так, как внизу (на карнизном свесе) вода уже замерзла, на границе замерзания образуется застойная зона, что и является причиной образования наледи.

В рамках простой модели существует граница замерзания, разделяющая жидкость и лед. На поверхности этой границы молекулы жидкости постепенно присоединяются к кристаллической решетке льда, отдают часть своей энергии и теряют подвижность.

Потерянная ими энергия, называемая *теплотой*, переносится в другую область, более холодную, чем поверхность замерзания - в прилегающий слой воздуха.

Этот процесс и ведет к росту сосулек.

Доля солнечной радиации в процессе образования наледи и сосулек ничтожна, зимой практически нет солнечных дней, но весной, при знакопеременных температурах (день/ночь) и отсутствия облачности, она начинает играть довольно существенную роль.

Как признают ученые, первым шагом в борьбе с сосульками являются элементарная модернизация конструкции крыши и утепление кровли.

Вывод- необходимо делать нормальные крыши и хорошую теплоизоляцию кровли.

Предлагаемые "традиционные" теплоизоляционные материалы недолговечны, трудоемкость монтажных работ велика, стоимость высокая, экологически опасны.

Ни один из предлагаемых теплоизоляционных материалов не обеспечивает ликвидацию воздушного зазора, между поверхностью и изолятором, поэтому не устраняют конденсата, а следовательно, не годятся для утепления кровли и просто давно морально устарели

В настоящее время появился новый ряд современных материалов.

Сверхтонкие теплоизоляционные покрытия (далее СТП).

СТП - это универсальная изоляция в жидкой форме.

Данные покрытия широко применяются для теплоизоляции, защиты от образования коррозии, конденсата и ликвидации обледенения на объектах любого вида.

СТП пошагово решают две задачи:

1. При нанесении СТП на карнизные свесы и другие части кровли они образуют сплошную, теплоизоляционную, бесшовную, водонепроницаемую мембрану и поэтому *ликвидируются причины образования конденсата, наледей и сосулек.*
2. При нанесении СТП на всю поверхность кровли, они *теплоизолируют её.*

При использовании сверхтонких теплоизоляционных покрытий *будет решаться не только проблема борьбы с сосульками, но и проблема эффективного энергосбережения.*

СТП– тонкие покрытия, легко и просто наносятся на трубопроводы, воздушной, тепловой системы отопления и вентиляции, канализации, трубопроводы холодной и горячей воды, паропроводы, стены, кровлю зданий и сооружений, а так же везде, где существуют проблемы теплоизоляции.

СТП - альтернатива дорогих "традиционных" методов изоляции.

Уникально низкая теплопроводность и отличная адгезия к любым материалам, не только ликвидирует образования конденсата и коррозию на их поверхности (отсутствие воздушного зазора между поверхностью и покрытием), но и решает проблемы энергосбережения.

СТП - это сочетание различных микросфер, вакуумированных до $0,000013 \text{ кг/см}^2$, погруженных в высококачественную акриловую основу с латексными связующими.

Такая комбинация материалов делает покрытие плотным, но легким и гибким, поэтому, оно растягивается и сжимается вместе с обработанной поверхностью.

После отверждения материала на изолированной поверхности *образуется квазивакуумное покрытие* (как известно вакуум лучший блокатор тепловых потоков), *обладающее сверх низкой теплопроводностью ($0,001 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$).*

СТП - экологически безопасны, относятся к классу водорастворимых.

СТП - имеют белый цвет и может окрашиваться, по желанию заказчика, до любого оттенка.

СТП наносятся как краска, на поверхности любых геометрических форм, действуют как тепловой барьер!

Преимущества сверхтонких теплоизоляционных покрытий:

- защита от образования конденсата и обледенения на любых поверхностях;
- защита от коррозии на наносимой поверхности;
- имеют мизерную толщину изоляционного слоя, по сравнению с обычной изоляцией и, значит, не создают дополнительных нагрузок на конструкции ;
- легко восстанавливаемые, при ремонтных работах;
- облегчают контроль за состоянием покрытых поверхностей;
- наносятся на поверхности с температурой до 180°C , рабочий диапазон температур ($-60+260^{\circ}\text{C}$), обладают функцией "автоматической защиты от ожогов" ;
- не пропускают влагу;
- не являются сферой обитания для бактерий, грызунов и насекомых;
- не образуют отходы;
- просты в применении, не подвержены разграблению - антивандальны.

СТП - наносятся на любые чистые, сухие поверхности, свободные от нефти, масла, и грязи. Рекомендуется наносить грунтовку на все поверхности, склонные к появлению ржавчины.

Для решения проблемы намерзания льда на кровле, достаточно нанести **СТП** шириной 0,5-1,0 м.п. на карнизные свесы и другие поверхности кровли толщиной -1,2 мм.

Срок службы покрытий соизмерим со сроком службы защищаемых поверхностей.

II. Решение проблемы

Проведя анализ процесса образования наледи и сосулек можно выделить **3 причины**, вызывающих их появление:

- 1 причина - конденсат на внутренних поверхностях кровли;**
(недостаточная теплоизоляция чердачных перекрытий и трубопроводов ЦО)
- 2 причина - таяние пограничного слоя снега;**
(высокая температура воздуха внутри чердачного помещения)
- 3 причина - отсутствие вентиляции чердачного пространства.**
(безграмотность и безалаберность коммунальных служб)

Отсюда следует **Постулат №1:**

Бороться необходимо не с наледью и сосульками, а с причинами, вызывающими их появление!

Для реализации этого положения существует возможность, *применяя только один вид СТП*, решить абсолютно все проблемы (конденсат, наледи, сосульки, энергосбережения) в ЖКХ, *и значительно уменьшить тепловые потери в энергетической отрасли.*

Лучшим материалом, на сегодняшний день, является сверхтонкие теплоизоляционные покрытия серии "КОРУНД", производимые ООО "НПО ФУЛЛЕРЕН", г. Волгоград, на основе собственных разработок.

Материалы этой серии имеют полную сертификацию в РФ, странах ближнего и дальнего зарубежья.

Одобрены "Управлением делами Президента", "Ростехнадзором", имеют разрешение на применение от Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, включены в реестр новых технологий и материалов в сфере ЖКХ (Министерство регионального развития РФ).

Предложение:

Учитывая все выше сказанное, можно представить на рассмотрение комплекс мер и предложений, разработанных специально для ликвидации причин образования наледи и сосуллек на кровлях зданий в Санкт-Петербурге.

Внимание:

Крыши зданий имеют конструктивные различия, требуют отдельного, тщательного анализа и индивидуальных решений, поэтому в описание метода могут отсутствовать ряд важных факторов.

Покрытие "КОРУНД" уникально по составу и требует специального оборудования и подготовленных специалистов.

Предлагаемый метод является интеллектуальной собственностью автора.

Не рекомендуется применять без ведома автора и авторского надзора.

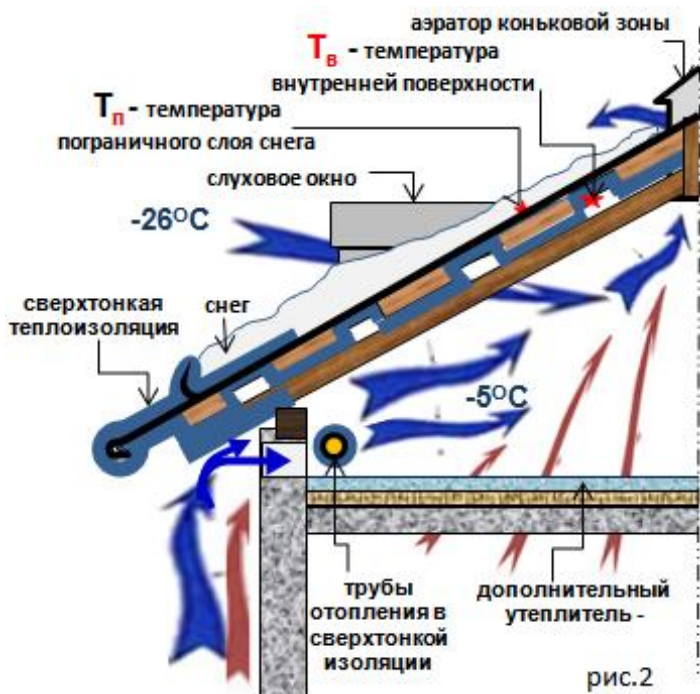
Метод ликвидации причин образования наледи на кровлях, стенах и образования сосуллек на карнизных свесах зданий и сооружений Санкт-Петербурга

Суть метода заключается в приведение сопротивления теплопередачи чердачных перекрытий, технологического оборудования ЦО, кровельного настила до норм, СНиП.

Другими словами, провести дополнительное утепление элементов ограждающих конструкций и оборудования сверхтонким теплоизоляционным покрытие **"КОРУНД"**.

Для расчетов и анализа был взят жилой 3-х этажный, кирпичный дом (постройка 1953 год), с 2-х скатной крышей, вентилируемым чердаком, обрешетка крыши -доска, кровля - оцинкованное железо. Адрес: г.Колпино, ул. Вокзальная, д.9.

На рис.2 представлена принципиальная схема реализации метода (подобное решение было частично применено в ноябре 2011 г. на кровле Научной библиотеки Эрмитажа)



Условно можно выделить *несколько этапов* проведения работ ^{*}.

1 этап - (желательно) провести дополнительное утепление чердачного перекрытия. Оптимальный вариант - вспученный перлит ("ПетроПерлит"). Низкая теплопроводность, возможность заполнения трудно доступных мест, простота нанесения надежно и эффективно выполняют теплоизоляцию перекрытий (теплотехнический расчет).

2 этап - (обязательно) теплоизоляция трубопроводов ЦО и технологического оборудования

3 этап - (обязательно) теплоизоляция внутренней поверхности кровельного настила, выгородок вентиляционных каналов, машинных отделений лифтов, рефрижераторных и вентиляционных устройств - (теплотехнический расчет).

4 этап - (обязательно) восстановление (модернизация) естественной вентиляции под кровельного пространства чердачных помещений - (теплотехнический расчет).

1. Ликвидация причин образования конденсата.

Причин возникновения конденсата множество, но из них можно выделить 2 главных

и отсюда следует **Постулат №2:**

Для образования конденсата необходимо наличие двух неизменных условий -

- I. влажность воздуха;
- II. градиент температур.

При ликвидации одного из этих условий, образование конденсата невозможно!

В нашем случае мы не можем изменить влажность воздуха, но возможно изменить градиент температур, т.е. *необходимо осуществить ряд мероприятий, для того, чтобы температура внутренней поверхности кровли была близка температуре воздуха внутри чердака.*

Для этого необходимо нанести **СТП "КОРУНД"**, слоем 1,2 мм (теплотехнический расчет) на внутреннюю поверхность кровельного настила, обрешетку, элементы конструкций карнизных свесов.

Наружная поверхность кровли, от края карниза покрывается таким же слоем **СТП "КОРУНД"** шириной 1-1,5 м (важно чтобы покрытие перекрывало линию мауэрлата), с захватом лотков водосбора и горловин водосточных устройств.

Результат - теперь восходящие тепловые потоки от внутреннего воздуха чердака и фасадов попадают на "теплую" поверхность кровельного настила (внутренняя поверхность кровли "отсечена" от холодного наружного воздуха), другими словами

перепад температур заключен внутри тонкого слоя СТП "КОРУНД".

Температура внутренней поверхности кровли близка к температуре воздуха внутри чердака (исчезло II непереносимое условие) и **конденсация невозможна**.

Теперь **главной целью атаки атмосферных воздействий выступает сверхтонкое теплоизоляционное покрытие**, когда его верхние и нижние поверхности «ощущают» температуры, которые отличаются десятками градусов.

Такая, «энергосберегающая» крыша имеет много преимуществ.

Зимой такая кровля позволяет оптимизировать затраты на отопление помещений, предупреждает теплопотери, **защищает от конденсата, льдообразования и разрушения кровли**.

Летом кровельная конструкция прекрасно **противостоит солнечной радиации**, его тепловые потоки блокируются покрытием, а свежий воздух, поступающий в вентилируемое пространство, поднимается вверх и выходит, унося с собой избыточное тепло и влагу.

Прекрасно справляется с вышеперечисленными негативными явлениями **вентилируемая кровля, внутренние поверхности которой, обработаны сверхтонким теплоизоляционным покрытием**.

2. Ликвидация причин вызывающих таяние пограничного слоя снега.

Именно таяние пограничного слоя снега (даже при низких температурах наружного воздуха) вызывает образование наледи и сосулек.

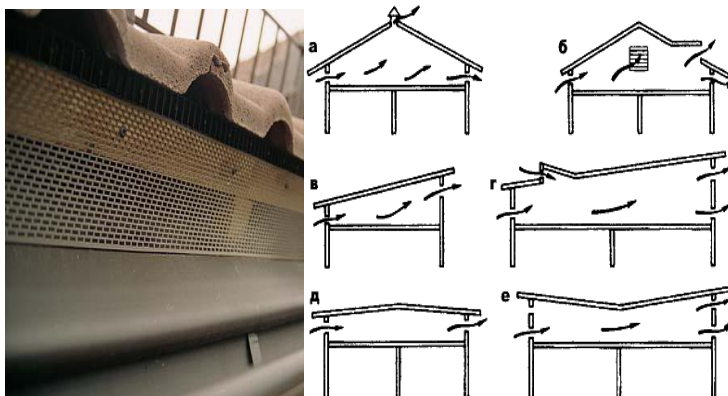
При достаточном утеплении внутренней поверхностей кровельного пирога, чердачного перекрытия, трубопроводов и арматуры, встроенных помещений, вентиляционных каналов, **мы не только избавляемся от конденсата, ликвидируем подогрев пограничного слоя снега на кровли, но и увеличиваем энергосбережение**.

Условия подтаивания пограничного слоя снега ликвидированы - **снег не тает!**

Система вентиляции подкровельного пространства **является радикальным методом борьбы с сыростью и конденсатом**. С помощью вентиляции чердачного пространства, влажный, теплый воздух легко удаляется наружу.

Приток воздуха **необходимо** обеспечить через подшивку карнизного свеса (между мауэрлатом и обрешеткой, по всему периметру здания), продухи в стенах (**ликвидация застойных зон**) и через слуховые окна. (рис. 2).

3. Вентиляция чердачного пространства.

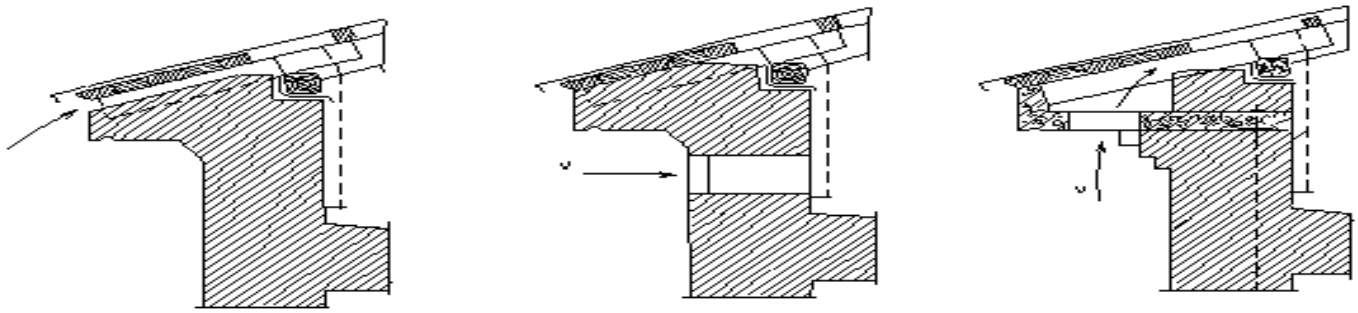


А выход воздуха вместе с парами влаги **необходимо организовать в районе верхней точки кровли - конька**. Это может быть обеспечено либо **“вентиляционным коньком”**, либо точечными вентиляционными элементами - **азраторами**. Все вентиляционные отверстия целесообразно защитить крупными сетками и жалюзи.

Площадь сечения слуховых окон и продухов на крыше должна составлять не менее 1/300-площади чердачного перекрытия для I и II климатических районов.

Специальная система вентиляции чердачных помещений **обязательна** в крышах зданий с холодным чердаком любого назначения и любой конфигурации.

Особенно важно осуществлять ее в крышах, где в чердачных помещениях расположены трубопроводы центрального отопления, горячего водоснабжения, выгородки машинных



Следует отметить *особую роль карнизных щелевых продухов* в обеспечении сохранности настенных частей крыши (концов стропильных ног, мауэрлата, обрешетки, свесов кровли), находящихся в наиболее неблагоприятных условиях эксплуатации.

Постоянное поступление наружного воздуха *проветривает конструкции* и облегчает контроль за состоянием кровли в наиболее повреждаемых местах.

Устройство в чердачных крышах специальной системы вентиляции оправдывает себя простотой конструкции и экономичностью.

Стоимость этих систем вместе с установкой составляет всего несколько процентов от стоимости всей кровли, и в десятки раз меньше ремонта, который может скоро понадобиться, если их не установить.

Поэтому системы вентиляции кровли являются одновременно необходимым и самым выгодным вложением в ремонт дома, которое надежно сохранит

III. Математическое моделирование метода ликвидации процесса льдообразования

Для нахождения правильных подходов и методов решения проблем подобного рода, была разработана математическая модель динамических процессов образования конденсата, наледи и сосулек.

Рассмотрен *статический режим* при максимальной температуре наружного воздуха и различных температурах воздуха внутри чердака (различные степени тепловыделений от

При минимальной температуре наружного воздуха в -26°C , температура воздуха внутри чердака, для расчетов, принималась в диапазоне $+20^{\circ}\text{C}$ - 26°C , но как показал анализ, максимально, допустимая, температура воздуха чердачного пространства не должна превышать $+2^{\circ}\text{C}$, (появление положительной температуры **Тв**, столбец III).

Поэтому, для удобства построения таблицы и графика, была принята верхняя граница температуры воздуха внутри чердака $+5^{\circ}\text{C}$, а нижняя граница принята -5°C , т.к. при понижении температуры внутреннего воздуха, значения **Тв** и относительной влажности все более отдаляются от своих деструктивных границ (столбцы II - III).

На внутренней поверхности кровли без изоляции температура (столбец I - **Тв**) имеет отрицательные значения до температуры внутреннего воздуха чердака $+14,5^{\circ}\text{C}$.

Во всем диапазоне температур будет образовываться конденсат (иней), с которым даже налаженная вентиляция не будет справляться.

При повышении температуры наружного воздуха иней будет таять, стекать вниз на холодные карнизные свесы, плюс таяние пограничного слоя снега и *начнется лавинообразное образование наледи и сосулек.*

Вывод - необходимо провести теплоизоляцию кровельного настила.

Можно рассмотреть два, наиболее характерных, варианта, "работы" крыши.

Утепленная кровля без снега (столбец II) и кровля со слоем снега 0,2 м. (столбец III).

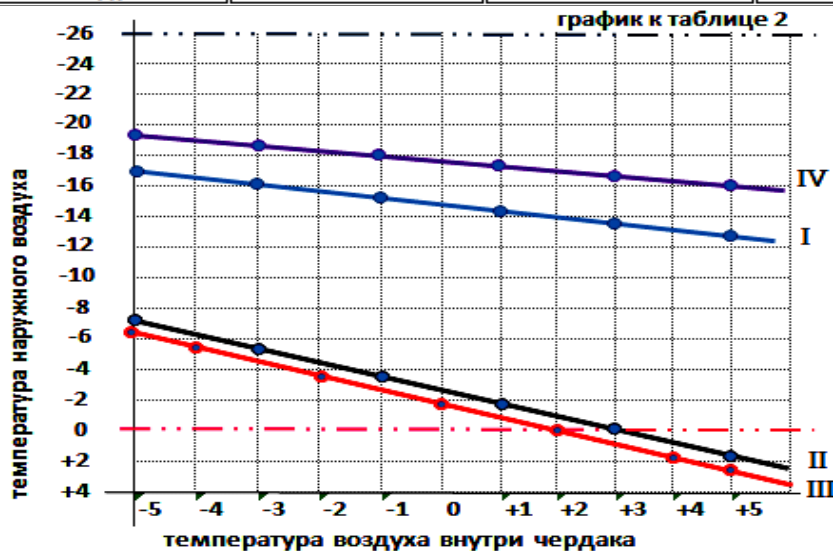
После нанесения 1,2 мм (3 слоя) **СТП "Корунд"** на внутренние поверхности кровельного настила, крыша получает дополнительное утепление и теперь

температура внутренней поверхности кровли становится "более теплой"

приближаясь к температуре внутреннего воздуха (столбец II) и *точка образования*

Таблица 2

температура воздуха внутри чердака	ТЕМПЕРАТУРА НАРУЖНОГО ВОЗДУХА -26°C (температура внутренней поверхности кровли -Тв / точка росы в %); температура пограничного слоя снега -Тп			
	I	II	III	IV
	кровля без изоляции и снега R = 0,2 м²°C/Вт Тв / т.р.	кровля+1,2 мм. сверхтонкой изоляции R = 1,2 м²°C/Вт Тв / т.р.	кровля+1,2 мм. сверхтонкой изоляции + снег 0,2м R = 2,0 м²°C/Вт Тв / т.р.	темп.пограничного слоя снега (Тп) - при 1,2 мм. сверхт. изоляции + снег 0,2 м R = 2,0 м²°C/Вт
5	- 12,81 / т.р. 23%	2,03 / т.р. 83%	3,21 / т.р.88%	-16,05
4	- 13,24 / т.р. 24%	1,12 / т.р. 83%	2,27 / т.р. 88%	-16,37
3	- 13,66 / т.р. 25%	0,22 / т.р. 83%	1,33 / т.р. 88%	-16,69
2	- 14,10 / т.р. 26%	-0,68 / т.р. 83%	0,39 / т.р. 88%	-17,01
1	- 14,52 / т.р. 27%	-1,58 / т.р. 83%	- 0,55 / т.р. 89%	-17,34
0	- 14,94 / т.р. 28%	-2,49 / т.р. 83%	- 1,49 / т.р. 89%	-17,65
-1	- 15,36 / т.р. 29%	-3,39 / т.р. 84%	- 2,43 / т.р. 90%	-17,98
-2	-15,80 / т.р. 30%	-4,29 / т.р. 84%	- 3,38 / т.р.90%	-18,30
-3	- 16,21 / т.р. 31%	-5,20 / т.р. 84%	- 4,32 / т.р.91%	-18,62
-4	- 16,64 / т.р. 32%	-6,01 / т.р. 84%	- 5,26 / т.р. 91%	-18,94
-5	- 17,07 / т.р. 33%	-7,01 / т.р. 84%	- 6,20 / т.р. 91%	-19,26
1 + тем-ры	конденсат (иней) во всем диапазоне температур внутреннего воздуха	возможность конденсата при относительной влажности выше 83-84%	возможность конденсата при относительной влажности выше 88-91%	таяния снега нет во всем диапазоне температур внутреннего воздуха
-1 - тем-ры				



В соответствии с многолетним наблюдениями Гидрометеоцентра (таб.1) видно, что "точка росы" близка к среднегодовым значениям и образование незначительного конденсата (иней) возможно, но наличие отлаженной вентиляции довольно успешно справится с выносом излишков тепла и паров наружу.

Температура пограничного слоя снега имеет отрицательную температуру во всем диапазоне температур воздуха внутри чердака (столбец IV) -

таяния снежного покрова нет.

Из графика видно, что после утепление кровельного настила температурно-влажностный режим (столбец I - II) резко изменяется и оптимальное утепление получаем при слое СТП 1,2мм. (столбец II). Дальнейшее увеличение сопротивления теплопередачи (толщина слоя СТП) экономически неоправдано, т.к. изменения температурно-влажностного режима незначительны. Снег выступает в качестве дополнительного утеплителя и реально это показывает(столбец III), температура внутренней поверхности кровли повышается на $\approx 1^{\circ}\text{C}$, (градиент температур $\approx 1^{\circ}\text{C}$),

точка конденсации увеличивается на 5-7% (столбцы II - III), естественная вентиляция отлажена - *созданы все условия для*

ликвидации всех 3 причин возникновения конденсата, наледи и сосулек.

Проведенные расчеты и анализ показывают, что *можно идти двумя путями:*

1. Не выполнять работы по 1 этапу - *упрощенный вариант* (см. * под рис.2), т.е. пренебречь требованиям энергосбережения.

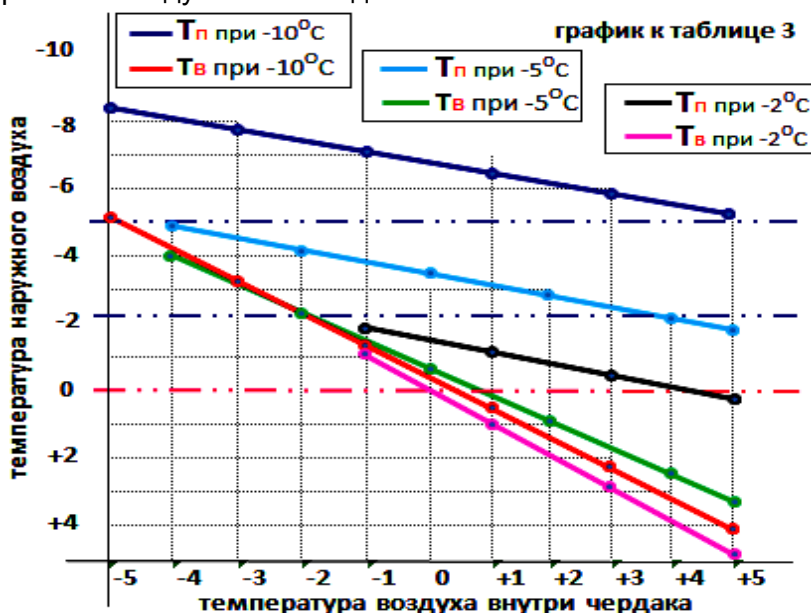
В этом случае, выполненные работы по этапам 2; 3; 4. должны обеспечить надежную теплоизоляцию кровли и отличную вентиляцию. Температура воздуха внутри чердака не должна превышать +2°C, при самых экстремальных погодных условиях (*упрощенный вариант, выполнен на кровле Научной библиотеки Эрмитажа в ноябре 2011г.*);

2. Выполнить *полный комплекс работ* по всем 4 этапам (вариант дополнительно решающий проблему энергосбережений) - *наиболее предпочтителен*.

Таблица 3

температура воздуха внутри чердака	ТЕМПЕРАТУРА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КРОВЛИ - T_v , при 1,2 мм. сверхтонкой изоляции + снег 0,2м, R=2,0 м ² °C/Вт (T_v / точка росы / температура погр. слоя снега - T_n)		
	$T_{нар.воздуха} -10^{\circ}C$	$T_{нар.воздуха} -5^{\circ}C$	$T_{нар.воздуха} -2^{\circ}C$
5	4,13 / 95% / -5,19	4,42 / 97% / -1,79	4,60 / 98% / 0,24
4	3,20 / 96% / -5,51	3,48 / 97% / -2,11	3,66 / 98% / -0,08
3	2,25 / 96% / -5,83	2,54 / 97% / -2,43	2,72 / 98% / -0,40
2	1,31 / 96% / -6,15	1,59 / 97% / -2,75	1,77 / 98% / -0,72
1	0,36 / 96% / -6,47	0,65 / 97% / -3,08	0,82 / 98% / -1,04
0	-0,57 / 96% / -6,79	-0,28 / 97% / -3,39	-0,12 / 98% / -1,36
-1	-1,51 / 96% / -7,11	-1,23 / 97% / -3,72	-1,05 / 98% / -1,68
-2	-2,46 / 96% / -7,43	-2,17 / 97% / -4,03	
-3	-3,40 / 96% / -7,75	-3,12 / 98% / -4,35	
-4	-4,34 / 96% / -8,08	-4,05 / 98% / -4,68	
-5	-5,28 / 96% / -8,39		
1 + тем-ры	возможность конденсата при относительной влажности выше 96%	возможность конденсата при относительной влажности выше 97-98%	таяние пограничного слоя снега при + температурах внутреннего воздуха начинается от температуры наружного воздуха -2°C и выше
-1 - тем-ры	таяния пограничного слоя снега НЕТ		

Для анализа были приняты 3 температуры наружного воздуха (-10°C; -5°C; -2°C.) при температуре внутреннего воздуха от +5°C до -5°C.



На графике показано, что температура внутренней поверхности кровельного настила (T_B) повышается с ростом температуры наружного воздуха, но во всем диапазоне всегда близка к температуре воздуха внутри чердака и поэтому *конденсация отсутствует*.

Температура пограничного слоя снега (T_n) отрицательна во всем диапазоне температур наружного воздуха и таяние снега возможно только при температуре воздуха внутри чердака более $+4^{\circ}\text{C}$ (неутепленные чердачные перекрытия).

При этих (и промежуточных) температурах наружного воздуха, точка росы гораздо выше среднегодовых данных - *конденсат ликвидирован, таяния пограничного*

слоя снега нет во всех диапазонах температур.

IV. Экономика.

Экономическая составляющая метода очень проста - работы относятся к разделу малярных, и включают в себя стоимость материала покрытия и самих работ по нанесению.

Стоимость **СТП "КОРУНД"** зависит от количества слоев (зависит от конструкций крыши и кровли), в среднем это 2-3 слоя (0,8-1,2 мм).

Стоимость материала **СТП "КОРУНД"**:

1. два слоя (0,8 мм) ≈ 630 руб/м²;
2. три слоя (1,2 мм) ≈ 945 руб/м².

Стоимость работ по нанесению **СТП "КОРУНД"** зависит от методов производства работ (работа кистями, безвоздушными распылителями на высоте 1-4 м / работа методом промышленного альпинизма) и за один слой (0,4 мм), ориентировочно, составляет $\approx 150 / 200$ руб/м² (два слоя - 0,8 мм $\approx 300 / 400$ руб/м²; три слоя - 1,2 мм $\approx 450 / 600$ руб/м²).

При работе безвоздушными распылителями производительность работ - 100 м²/час.

Итого: стоимость материалов и работ (кровля, вентиляционные шахты, стены машинных отделений лифтов, трубопроводы ЦО, запорная арматура, оборудование и т.д.) составит $930 \div 1545$ руб/м².

Выводы:

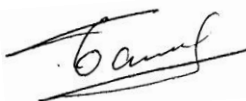
- 1. Не имеет смысла экономить ни на одном из составляющих элементов «кровельного пирога» и на материалах ликвидирующих конденсат и льдообразование!**
- 2. Правильное устройство кровельной конструкции позволит эксплуатировать крышу долгие годы, без дополнительных затрат и отчислений на ремонт.**
- 3. Использование сверхтонких теплоизоляционных покрытий серии "КОРУНД", на сегодняшний день, является самым энергетически эффективным, долговечным и экономически оправданным.**

Разработанная документация соответствует государственным нормам, правилам и стандартам. Отступлений от действующих нормативных документов нет.

Список использованной литературы:

- СНиП 23 - 01 - 99 Строительная климатология
СНиП II - 3 - 79* Строительная теплотехника
СНиП 2.04.14 - 88* Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.
Справочник Тепловая изоляция. СТРОЙИЗДАТ - 1976
ТУ -5760-001-83663241-2008 Жидкие керамические теплоизоляционные покрытия серии Корунд
Хромов С.П., Петросянец М.А. «Метеорология и климатология». М. 1994

Разработал к.т.н. Ю.В.Башуев



т. 8-911-778-1944