

УДК 692.4

БОРЬБА С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ КРЫШ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

С.В. Никитич

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург (Российская Федерация)*

Аннотация. Обледенение крыш – одна из главных проблем, проходящих в зимний период стран умеренного климата. Обледенение может выражаться в виде самого льда, избыточного подтаявшего снега. На первый взгляд, ничем не представляющие опасность сосульки и наледь несут огромную угрозу как для находящихся рядом строительных объектов, так и для людей. Существует множество способов борьбы с обледенением крыш: механические (ручной труд), тепловые (электроподогрев или вода и пар), физико-химические (реагенты), профилактические (изменение конструкции крыши в начале строительства или в реставрации). Каждый перечисленный способ актуален, но отличается по степени удобства и величине затрат. В статье описаны основные причины появления наледи, а также основные способы борьбы с обледенением крыш. В ходе работы выявлено, что наиболее удобным и относительно мало затратным способом защиты от обледенения является использование электроподогрева. Остальные перечисленные выше способы также используются, так как в некоторых случаях это может быть намного выгоднее и удобнее.

Ключевые слова: сосульки, кровля, наледь, защита от наледи, обледенение крыш, крыша, здание, обледенение, снег, электрообогрев.

Ссылка для цитирования: Никитич С.В. Борьба с обледенением крыш: проблемы и перспективы // Инженерные исследования. 2021. № 5(5). С. 10-14. URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/5/10-14.pdf>

ROOF ICE CONTROL: PROBLEMS AND PROSPECTS

S.V. Nikitich

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg (Russian Federation)

Abstract. Icing of roofs is one of the main problems in temperate countries in winter. Icing can be expressed in the form of ice itself, excess melted snow. At first glance, icicles and ice, which do not pose any danger, pose a huge threat to both nearby construction sites and to people. There are many ways to combat roof icing: mechanical (manual labor), thermal (electric heating or water and steam), physicochemical (reagents), preventive (changing the roof structure at the beginning of construction or during restoration). Each of these methods is relevant, but differs in the degree of convenience and cost. The article describes the main reasons for the appearance of ice, as well as the main ways to combat icing on roofs. In the course of the work, it was revealed that the most convenient and relatively inexpensive way to protect against icing is the use of electric heating. The rest of the above methods are also used, since in some cases it can be much more profitable and more convenient.

Keywords: icicles, roofing, ice, protection from ice, roof icing, roof, building, icing, snow, electric heating.

For citation: Nikitich S.V. Roof ice control: problems and prospects // Inzhenernyye issledovaniya [Engineering Research]. 2021. No. 5(5). Pp. 10-14. URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/5/10-14.pdf>

ВВЕДЕНИЕ

Смена времен года, изменение температуры в течение суток – обычный процесс, благодаря которому люди приспособились практически к любому климату. Все они разные, но имеют общую способность – меняться.

Для территории России характерен субарктический, умеренный, субтропический климат, но большую часть нашей страны (около 75%) занимает умеренный климат. Умеренному климату характерно теплое сухое лето, дождливая осень, холодная влажная зима, цветущая весна. Однако в осенне-зимний и зимне-весенний период для умеренного климата типичны резкие перепады температуры. Благодаря таким перепадам и большому количеству осадков появляется одна из самых главных проблем зимнего периода – образование наледи на поверхностях.

Каждый год происходят случаи, связанные с обвалом крыш, сходом снега с них, а также с падением сосулек. Множество пострадавших приходят в травмпункты благодаря падениям сосулек. Падение сосулек может повредить рядом стоящие конструкции, автомобили и самое страшное – привести к гибели людей. Если учитывать, что вес полуметровой сосульки – около 3,5 кг, то падение, например, с пятиэтажного дома, разгоняет ее до 60 км/ч. Но не только падение сосулек приводит к проблемам. Образование наледи и сосулек приводит к разрушению кровельного покрытия, водосточных желобов, а в худшем случае – возможен полный обвал крыши. В этой связи, борьба с обледенением крыш каждый год становится чрезвычайно актуальной.

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ НАЛЕДИ

Механизм образования наледи и сосулек на крышах зданий описан в работе [1]. Дружинин П.В. и Юрчик Е.Ю акцентируют внимание на причинах перепада температур природного и техногенного характера, а также рассматривают типы крыш с точки зрения процесса теплопередачи. В качестве основной рекомендации в работе предложено поддерживать положительную температуру в водостоках.

В научных публикациях [1-6] описаны следующие причины появления наледи:

– **Изменение температуры** (рис.1). При повторном замерзании снега, находящегося на крыше, из-за ската образуется наледь. Благодаря цикличности замерзания также образуются ледяные наросты, и следом можно видеть полноценные свисающие с желобов сосульки.

– **Загрязнение стоков крыши** (рис.2). Это является преградой для слива воды, что приводит к замерзанию воды и образованию ледяных заторов.

– **Неплотное прилегание кровли** (рис.3). При негерметичном примыкании кровли происходит выброс тепла, образованного в помещении, что способствует таянию снега, а при повторном замерзании происходит образование наледи. Также вода просачивается в крышу, что может привести к ее ослаблению и, как следствие, последующему обрушению.

– **Сложная конструкция крыши** (рис.4) сильно усложняет отток подтаявшего снега. Кроме того, непродуманное проектирование крыши может отразиться на ее теплоизоляционных свойствах.



Рис. 1. Наледь и сосульки на скатах крыш¹
Fig. 1. Ice and icicles on roof slopes



Рис. 2. Наледь и сосульки на водостоках²
Fig. 2. Ice and icicles on the gutters

¹ Еще два человека пострадали в Петербурге от сосулек, в том числе 10-летний ребенок [Электронный ресурс]. - URL: <https://megapolisonline.ru/eshhe-dva-cheloveka-postradali-v-peterburge-ot-sosulek-v-tom-chisle-10-letnij-rebenok/> (дата обращения: 17.12.2021)

² Два жителя Петербурга пострадали из-за падения льда с крыши [Электронный ресурс]. - URL: <https://news.ru/incidents/dva-zhitelya-peterburga-postradali-iz-za-padeniya-lda-s-kryshi/> (дата обращения: 16.12.2021)



Рис. 3. Неплотное прилегание кровли³
Fig. 3. Loose adhesion of the roof



Рис. 4. Сложная конструкция крыши⁴
Fig. 4. Complex roof structure

Некоторые исследования показали, что на процесс образования наледей и сосулек оказывает влияние температурно-влажностный режим чердачных помещений [7, 8]. Протасов В.П., Калинин В.М., Аверин Б.Н. пришли к выводу, что при любом способе управления температурно-влажностным режимом чердачного помещения всегда остается риск образования наледей и сосулек, поэтому требуется разработка дополнительных технических решений, обеспечивающих безопасную эксплуатацию крыш [8].

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ КРЫШ

Для предотвращения угроз, связанных с обледенением, нужно знать, как бороться с данной проблемой. Существует несколько наиболее распространенных методов:

– **Механический** (рис.5). Для данного вида используется ручная сила, отбойные инструменты (лопата, лом), а также используются ультразвуковые и электроимпульсные воздействия. Механическое удаление наледи может в последствии повредить кровлю. Кроме этого, для сброса наледи перекрывают улицы, что очень неудобно для горожан, а иногда и просто опасно.

– **Тепловой** (рис.6) предполагает использование горячего пара (воды) или электроподогрева. Говоря про воду и пар, это действенный способ, но достаточно энергозатратный, ведь, нужно огромное количество воды для удаления наледи. Электроподогрев можно устанавливать при строительстве либо при реставрации крыш, что также весьма трудоемко.



Рис. 5. Механический способ борьбы с обледенением⁵
Fig. 5. Mechanical method for dealing with icing

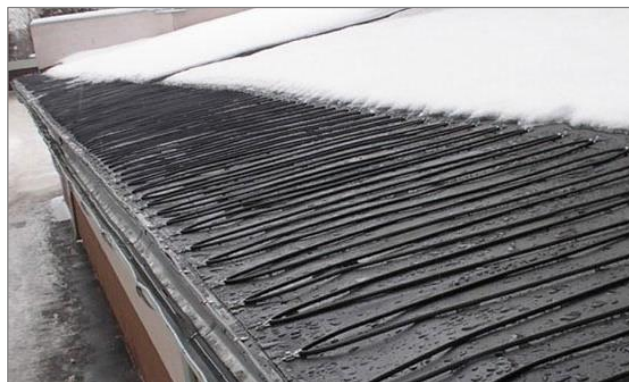


Рис. 6. Тепловой способ борьбы с обледенением крыш⁶
Fig. 6. Thermal Roof De-icing

³ Технология ремонта мягкой кровли [Электронный ресурс]. - URL: <https://kakpostroit.su/remont-myagkoy-krovli/> (дата обращения: 12.12.2021)

⁴ Защита дома от снега и обледенения: методы и их особенности [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.topdom.info/article/catarticle2/articlenews449.php> (дата обращения: 12.12.2021)

⁵ Уборка снега с крыш [Электронный ресурс]. - URL: <https://m2keep.ru/soderzhanie-mkd/uborka-snega-s-krysh> (дата обращения: 12.12.2021)

⁶ Обогрев крыши своими руками [Электронный ресурс]. - URL: <http://gid-str.ru/obogrev-kryshi-svoimi-rukami> (дата обращения: 12.12.2021)

– **Физико-химический.** Использование специальных веществ, растворяющих лед. Данная методика способствует произвольному схождению снега, что также приносит угрозу.

– **Профилактические** предусматривают, например, изменение формы крыши и увеличение наклона, чтобы предотвратить сход снега с большой скоростью (может повредить водосточный желоб или находящиеся рядом постройки). Также сюда можно отнести использование теплоизоляционного материала, который уменьшает теплопотери здания, однако применение утеплителей возможно только при строительстве либо реставрации здания.

Также в литературе можно найти и другие способы борьбы с обледенением крыш. Так, например, в работе [9] авторы предлагают проект реконструкции крыш Санкт-Петербурга на основе легких стальных тонкостенных конструкций и антиобледенительной системы. В работах [6, 10, 11] представлены устройства для предотвращения образования сосулек.

При выборе способа борьбы с обледенением крыш, помимо ручного труда, часто выбирают электрообогрев, в частности, обогрев кровли резистивным греющим кабелем (рис.6). Основное преимущество данного метода – система имеет метеодатчики, которые мгновенно реагируют на осадки и превращает снег в воду. Кроме того, этот способ может использоваться для любых видов крыш, от самых простых до крыш невообразимых форм. Однако реализация данного метода связана с дополнительным расходом электроэнергии, что противоречит обозначенной в федеральном законе РФ от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ концепции энергосбережения [5].

ЗАТРАТЫ НА БОРЬБУ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ КРЫШ

Безусловно, проблема обледенения крыш никуда не исчезнет, погода будет меняться, а срок службы зданий будет близиться к концу.

При постройке новых зданий нужно сразу в проекте учитывать решение (предотвращение) проблем с обледенением. Что касается реконструкции уже существующих зданий, то необходимо максимально сохранять внешний вид строений, особенно если говорить об исторических центрах городов [12].

Рассчитаем величину затрат на борьбу с обледенением крыш. Для сравнения возьмем уборку снега и льда человеком, удаление обледенения с помощью электроподогрева, а также способ удаления наледи специальными веществами, растворяющими лед (табл.1).

Заработная плата рабочего, убирающего снег и наледь на крыше зависит от размера здания. Возьмем, например, дом с площадью в 300 м². Стоимость за 1 м² варьируется от 25-70 рублей. Возьмем среднее число – 45 рублей. Следовательно, в месяц за уборку снега на крыше рабочий будет получать 13500 рублей; таких работников на здание в среднем 3 человека, а это уже 40 500 рублей. Умножаем на зимний период (5 месяцев) и получаем 202 500 рублей.

Резистивный кабель в среднем стоит 700 рублей за метр. Также учитываем площадь здания в 300 м². Используя простейшие математические расчеты выясняем, что на здание придется потратить примерно 370 м кабеля, что обойдется примерно в 260 000 рублей. Срок эксплуатации таких систем от 5 до 25 лет. Техническое обслуживание системы будет недорогим, однако нужно понимать, что придется тратить больше на оплату электроэнергии – примерно на 15% дороже.

Реагент (вещество, растворяющее лед) продается в мешках по 25 кг, цена одного мешка – 500 рублей. Примерно 70 гр. хватает для того, чтобы обработать 1 м². Обработка реагентом должна проходить регулярно, поэтому в среднем за зимний период придется купить 100 таких мешков. В итоге получается 50 000 рублей. Но этим тоже должен кто-то заниматься, поэтому прибавляем зарплату рабочих и получаем 252 500 рублей.

Таблица 1. Затраты на использование различных способов по борьбе с обледенением крыш
Table 1. Costs of using different roof de-icing methods

Название	Цена за 1 кв. м., руб.	Цена за 300 кв. м. за зимний период, руб.	Обслуживание за зимний период, руб.	Цена за 5 зимних периодов, руб.
Рабочие, 3 чел.	135	202500	-	1012500
Электроподогрев	700	260000	5000-10000	288500
Химические вещества	500	252500	-	1262500

Таким образом, расчеты показали, что самым выгодным будет использование электроподогрева. Следовательно, каждое вновь построенное здание рекомендуется оснащать резистивным кабелем для обогрева крыш.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблемы с обледенением крыш была, есть и будет в нашем мире. Каждый метод борьбы с обледенением крыш будет использоваться, ведь все зависит от человека и той величины затрат, которая соответствует том или иному методу.

Самый традиционный способ борьбы с обледенением – уборка снега и наледи вручную. Но существует множество других способов борьбы с этой проблемой. Подводя итог, можно отметить то, что одним из лучших способов борьбы с обледенением является тепловой (электроподогрев с использованием резистивного кабеля). Данное способ относительно экономичен – затраты за зимний период будут меньше, чем плата за химические реагенты либо привлечение рабочих. Остальные перечисленные выше способы также используются, ведь, в каких-то случаях это может быть намного выгоднее и удобнее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дружинин П.В., Юрчик Е.Ю. Механизм образования наледей и сосулек на крышах домов // Техно-технологические проблемы сервиса. 2012. № 1 (19). С. 66-71.
2. Овсянникова В.А., Школяр Ф.С. Техно-экономический анализ конструктивного решения утепления кровли // В сборнике: Неделя науки ИСИ. Материалы всероссийской конференции в 3-х частях. Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Санкт-Петербург, 2021. С. 48-50.
3. Varabanshchikov Yu.G., Belkina T.V., Muratova A.S. The influence of the temperature and the structure of snow on the roof covering // Construction of Unique Buildings and Structures. 2018. № 7 (70). С. 60-71.
4. Сулова А.Д., Сивохин А.Д. Нестационарный продух как способ предотвращения наледи на кровле // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 5 (20). С. 54-64.
5. Горшков А.С. Причины образования ледяных дамб на крышах зданий // Кровельные и изоляционные материалы. 2014. № 6. С. 34-37.
6. Сокова С.Д., Демидов А.С. Устранение наледей на карнизах металлических крыш // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2012. № 3 (27). С. 135-141.
7. Моторин В.М., Прямых С.И., Буяков С.Н., Миргородский А.Н., Литвинюк А.В. Проблемы эксплуатации зданий с двускатными кровлями в зимний период // Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. 2013. № 641. С. 175-178.
8. Протасов В.П., Калинин В.М., Аверин Б.Н. Исследования влияния температурно-влажностного режима чердачных помещений со скатными металлическими кровлями на процесс образования наледей и сосулек // Кровельные и изоляционные материалы. 2018. № 6. С. 32-34.
9. Петров К.В., Золотарева Е.А., Володин В.В., Ватин Н.И., Жмарин Е.Н. Реконструкция крыш Санкт-Петербурга на основе легких стальных тонкостенных конструкций и антиобледенительной системы // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 2 (12). С. 59-64.
10. Дружинин П.В., Бараш А.Л., Савчук А.Д., Юрчик Е.Ю. Способы недопущения льдообразования на крышах жилых зданий // Техно-технологические проблемы сервиса. 2010. № 4 (14). С. 6-13.
11. Хлобыстин Н.С. Инновационный подход к решению проблемы борьбы с наледью (сосульками) // В сборнике: Неделя науки СПбПУ. материалы научной конференции с международным участием. Высшая школа техносферной безопасности. 2017. С. 55.
12. Немова Д.В. Реновация чердачных перекрытий как инженерно-техническое мероприятие по предотвращению образования наледей на крышах // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. № 3(3). С. 87-90.

ОБ АВТОРАХ

Степан Вячеславович Никитич – студент. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ). 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29. E-mail: nikitich.sv@edu.spbstu.ru

ABOUT THE AUTHORS

Stepan V. Nikitich – student. Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU). 195251, Russia, St.Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29. E-mail: nikitich.sv@edu.spbstu.ru