

Ущерб от снеговых нагрузок в Российской Федерации. Причины и последствия

Damage from snow loads in the Russian Federation. Causes and consequences

ЛОБКИНА В.А.

Старший инженер лаборатории лавинных и селевых процессов и аспирант Сахалинского филиала Дальневосточного геологического института ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, valentina-lobkina@rambler.ru

LOBKINA V.A.

A senior engineer of the Laboratory of Avalanche and Mudflow Processes and a postgraduate student of the Sakhalin Branch of the Far Eastern Geological Institute of the FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, valentina-lobkina@rambler.ru

Ключевые слова: снег; снегонакопление; толщина снежного покрова; вес снежного покрова; снеговая нагрузка; кровля; разрушение; повреждение; строительные нормативы.

Аннотация: в статье представлены данные о разрушениях и повреждениях кровель зданий и сооружений от снеговых нагрузок в России за последние три года. Проведен анализ современного состояния нормативной базы по данному вопросу. Рассмотрены региональные строительные нормы по снеговым нагрузкам, разработанные для нескольких субъектов РФ.

Key words: snow; snow accumulation; snow cover thickness; snow cover weight; snow load; roof; destruction; damage; construction regulations.

Abstract: the article presents data on destruction and damage of roofs of buildings and structures due to snow loads in Russia over the last three years. The current state of the normative base on this problem is analyzed. The regional construction regulations on snow loads developed for several Russian constituent territories are considered.

Введение

Одними из наиболее изменчивых нагрузок, воздействующих на строительные конструкции, являются снеговые. Для них характерны изменения как в пространстве, так и во времени, что можно наблюдать и в течение одного зимнего сезона, и в разные годы.

Неоднократные обрушения и повреждения зданий в результате воздействия снеговых нагрузок (СН) привели к тому, что проблема расчета и картирования СН стала весьма актуальной для нашей страны. Возникающие в связи с выпадением и перераспределением снега проблемы наносят значительный ущерб экономике отдельных регионов.

Ежегодно на территории России регистрируются случаи разрушения и повреждения кровель зданий, вызванные выпадением и перераспределением снега на них. Это не только наносит материальный ущерб, но и приводит к человеческим жертвам. Накопление снега на крышах также приводит к образованию снежных карнизов, обрушение которых представляет серьезную опасность для жизни людей и припаркованного вблизи зданий транспорта.

В ряде случаев обрушение зданий и сооружений под воздействием снего-

вых нагрузок связано с изношенностью строительных конструкций, а накопление снега на их крышах становится дополнительным фактором для этого. Однако в большинстве случаев подобные аварийные ситуации возникают в результате недоучета величин СН при проектировании объектов.

Цели настоящей статьи — кратко проанализировать существующие в

России нормативные документы по оценке величин снеговых нагрузок, дать обзор произошедших в последние годы случаев обрушения кровель на территории РФ, а также предложить рекомендации по расчетам СН для Сахалинской области.

Анализ нормативной базы по снеговым нагрузкам

В России нормативные снеговые нагрузки определяются по представленной в СНиП 2.01.07-85* [13] карте СН на 1 м² горизонтальной поверхности земли, рассчитанных по средним многолетним значениям максимальной толщины и средней плотности снежного покрова. Данная карта представлена в масштабе 1:22 000 000, который является недостаточным для нашей страны.

В 2008 году вступили в силу изменения к этому документу: был переиздан ряд карт, в том числе и карта районирования снежного покрова. Грани-

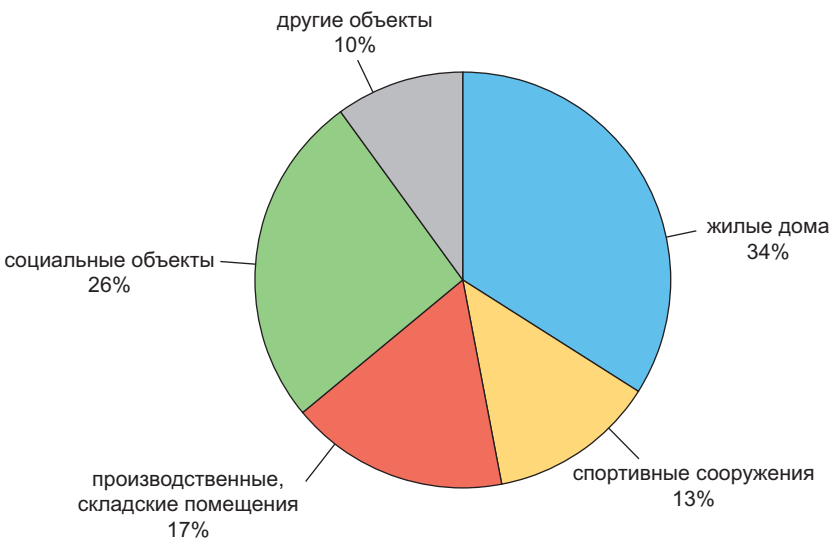


Рис. 1. Количественное соотношение (%) типов объектов, кровли которых подверглись обрушению



Рис. 2. Количественное соотношение (%) случаев обрушения по субъектам РФ

цы районирования на ней не совпадают со старыми, а расчет нагрузки гармонизирован с европейскими нормами [17].

На переизданной карте снеговых нагрузок территория нашей страны разделена на снеговые районы восьми типов, для которых определено нормативное значение веса снежного покрова на 1 м² горизонтальной поверхности (до этого выделялось шесть типов; существенно отличались также значения нагрузок).

М.В. Заварина в 1976 году [6, 7] выполнила районирование территории бывшего СССР по максимальному значению веса снежного покрова, возможному раз в пять лет. На разработанной ею карте «Районирование территории СССР по снеговым нагрузкам на горизонтальную поверхность» [7] каждому району соответствует средняя величина снеговой нагрузки 20%-ной обеспеченности. На значительной территории величины снеговых нагрузок, принятых в СНиП

2.01.07-85* [13] и на указанной выше карте районирования [7], совпадают, то есть нормы, полученные по толщине снежного покрова и его плотности, совпадают с рассчитанными по величине снегозапасов с обеспеченностью 20%. Карты такой обеспеченности не различают длительные снеговые нагрузки, для определения которых необходимо знать нормы максимальных снегозапасов, их вероятностные значения, и кратковременные снеговые нагрузки, обусловленные единичными снегопадами или совокупными нагрузками, вызванными двумя снегопадами, идущими подряд.

Анализ разрушений кровель от недоучета величины снеговой нагрузки

Большая часть урбанизированной территории России не рассчитана на реальные снеговые нагрузки. В результате только за последние три года было зафиксировано 77 случаев обрушения

кровель, в том числе крыш жилых домов (26), спортивных сооружений (10), производственных и складских помещений (13), социальных объектов (20) (рис. 1). За это время при обрушении кровель пострадало 36 человек, 9 из них погибло.

Всего за последние три года обрушение кровель произошло в 28 субъектах РФ. Основное количество этих случаев пришлось на Ленинградскую область (12%), Республику Татарстан (11%), Новгородскую (9%), Московскую (7%) и Сахалинскую (7%) области (рис. 2).

В городе Старая Купавна Московской области зимой 2008/09 года под весом снега обрушилась крыша строящегося корпуса чулочно-носочной фабрики на площади свыше 600 м². Это привело к разрушению строительных лесов, в результате чего погибли два строителя.

В Сахалинской области большое количество повреждений и разрушений кровель произошло в марте 2009 года. В результате прохождения 13–17 марта 2009 года мощного циклона 14 марта за сутки выпало 19 мм твердых осадков и произошло частичное обрушение крыши общежития в селе Синегорск на юге острова Сахалин. В тот же день обрушилась часть кровли слухового окна Синегорской участковой больницы. 19 марта из-за скопившегося снега обрушилась крыша общеобразовательной школы в селе Пятиречье Холмского района (рис. 3). Следом за первым прошел следующий циклон. 20–22 марта за сутки выпало более 20 мм осадков и произошло еще два обрушения кровель. Под тяжестью мокрого снега в поселке Вахрушев Поронайского района (в центральной части Сахалина) просела крыша жилого 18-квартирного дома на площади 30 м². А в селе Синегорск частично обрушилась крыша дома сестринского ухода.

Эти последовавшие одно за другим обрушения кровель зданий на Сахалине говорят о том, что при нормировании снеговых нагрузок необходимо учитывать не только максимально возможное разовое значение веса снежного покрова, но и совокупную нагрузку, вызванную постепенным нагружением кровли при снегопадах, идущих друг за другом.

В селе Мошенское Новгородской области в конце февраля 2010 года произошло обрушение навеса, сооруженного над основной крышей здания начальной школы послевоенной постройки для защиты ее от протекания.

В деревне Федорово Тверской области в марте 2010 года произошло разрушение кровли заброшенного здания пристройки к автомобильной весовой, не выдержавшей тяжести накопившегося снега. В результате погибли два человека.



Рис. 3. Обрушение крыши здания общеобразовательной школы в селе Пятиречье Сахалинской области (фото с сайта <http://sakhvesti.ru/>)

В г. Новосибирске 3 февраля 2011 года в результате скопления снега произошло обрушение кровли арматурного цеха строительной компании «Дискус Плюс». Площадь обрушения составила 300 м². В результате два рабочих погибли и семь получили травмы различной степени тяжести.

10 января 2011 года в г. Санкт-Петербурге в результате неправильно проведенных работ по расчистке плоской крыши от снега произошло обрушение 100 м² кровли спортивного комплекса им. Алексеева. Два человека были госпитализированы.

3 февраля 2011 года в г. Казани на складе стекла ОАО «Татстрой» обрушилась металлическая крыша на площади 700 м². В результате погиб один человек. На момент обрушения высота скопившегося на кровле снега составляла 60–80 см.

Большую ненадежность в отношении безопасности эксплуатации в зимнее время показали купольно-надувные конструкции, под которыми размещаются крытые катки, аттракционы и стадионы. Помимо того что они не рассчитаны на длительное воздействие снеговых нагрузок (предполагается, что снег из-за формы конструкции должен сползать по полотну), они никак не защищены от возможного прорезания материала крыши снего-ледовой массой.

Так, 30 января 2009 года произошло частичное разрушение воздухоопорной конструкции ледового дворца «Кварц» в городе Бор Нижегородской области, построенного в 2007 году. Причиной разрушения стало накопление льда и снега на кровле, в результате чего произошел разрыв внешней, а затем и внутренней оболочки кровли и обрушение снежной массы на лед дворца.

20 декабря 2010 года обрушился купол спортивно-оздоровительного комплекса в г. Липецке постройки 2007 года. Воздухоопорная конструкция не выдержала тяжести снега и льда. Жертв удалось избежать.

Из-за не прекращавшихся в течение двух дней (12–13 апреля 2011 года) осадков (мокрого снега с дождем) обрушился купол ледового дворца в г. Владикавказе.

Таким образом, возможность использования в России подобных легко возводимых конструкций в зимнее время должна быть дополнительно проверена.

Региональное нормирование снеговых нагрузок в России

Для корректировки и дополнения положений СНиП 2.01.07-85* [13], а также по заказу региональных органов местного самоуправления в некоторых субъектах РФ начаты работы по разработке и внедрению территориальных

строительных норм (ТСН) по снеговым нагрузкам.

Первые ТСН были разработаны для Республики Саха (Якутия) в 1998 году [14] и Краснодарского края в 2002 году [15] еще до выхода упоминавшихся выше изменений к СНиП [13]. Они были подготовлены в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко под руководством автора методики и главного разработчика всех до тех пор действовавших на территории РФ норм по снеговым нагрузкам В.А. Отставнова [12].

В последующем в действие вступили ТСН для г. Москвы (2005 г.) [10] и Удмуртской Республики (2006 г.) [16].

Особенностью всех этих ТСН является введение расчетных значений веса снежного покрова для отдельных городов и населенных пунктов, входящих в состав указанных субъектов РФ, что отражает тенденции мировой практики. Повторяемость максимальных снеговых нагрузок принята в среднем один раз в 25 лет.

В связи с уменьшением сети гидрометеорологических станций и постов в России обозначение на картах районирования конкретных значений расчетных снеговых нагрузок для населенных пунктов, где проводятся регулярные снегомерные наблюдения, помогает избежать возможной недооценки величин этих нагрузок при проектировании объектов строительства.

При разработке ТСН принцип назначения расчетных значений веса снежного покрова для отдельных городов и населенных пунктов сочетается с построением региональных карт районирования с более подробной градацией снеговых районов.

В ТСН Удмуртской Республики [16] наряду с расчетными значениями снеговой нагрузки для населенных пунктов имеется карта микро-районирования территории с градацией снеговых районов 0,30 кПа (30 кгс/м²).

В ТСН Краснодарского края [15] выделено три снеговых района, включая горный. Была разработана методика определения полного расчетного значения веса снежного покрова для горных районов края для высот 1000 м и более над уровнем моря. В данном случае снеговая нагрузка имеет два расчетных значения — полное и пониженное (длительная нагрузка), причем второе следует принимать равным 0,6 от первого. В других случаях расчетное значение снеговой нагрузки характеризуется только полным значением. В данных нормах для отдельных населенных пунктов Краснодарского края также заданы расчетные значения веса снежного покрова, которые можно использовать для проектирования зданий и сооружений, расположенных в этих местах.

Основными отличиями СНиП 2.01.07-85* [13] от ТСН Республики Саха (Якутия) [14] является наличие в ТСН [14]: (1) непосредственного нормирования расчетных и нормативных значений веса снежного покрова на поверхности земли; (2) учета повышения плотности снега в местах его скопления при перепаде высот и у парапетов при определении снеговой нагрузки на покрытия. В ТСН [14] приведены подробные схемы распределения снеговой нагрузки на кровли различной конфигурации. Карта районирования территории Якутии в этих нормах не приводится, расчетные значения веса снежного покрова для населенных пунктов республики представлены в табличной форме. Снеговую нагрузку для территории населенного пункта, значение веса снежного покрова для которой не представлено в таблице, следует принимать равной значению величины нагрузки в близлежащем населенном пункте (при аналогичных климатических условиях). В ТСН [14] определены коэффициенты для перерасчета снеговых нагрузок с пониженным нормативным.

В лаборатории «Теория сооружений» ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко были проведены специальные исследования в связи с подготовкой раздела «Нагрузки и воздействия» для московских норм МГСН 4.19-2005 [10]. ФГУП «НИЦ «Строительство»» также был предложен документ МДС 20-1.2006 [11], в котором представлены расширенные рекомендации по снеговому нагрузкам.

Для всей Москвы было принято единое значение веса снежного покрова для покрытий высотных зданий, равное 2,0 кПа (200 кгс/м²) в соответствии с п. 4.19 МГСН 4.19-2005 [10], где оговаривается, что для зданий высотой более 75 м и с уклоном кровли до 20% допускается его снижение умножением на коэффициент 0,6, который в целом учитывает общие закономерности снижения снеговой нагрузки в зависимости от толщины слоя снега и данные о средних скоростях ветра в зимний период.

Разработка рекомендаций по снеговому нагрузкам для Сахалинской области

Актуальна проблема расчета и картирования снеговых нагрузок и для территории Сахалинской области, население и хозяйство которой наиболее подвержены влиянию снега и связанным с ним явлениям [1, 3, 8, 9], что обусловлено большим количеством выпадающих твердых осадков, длительным периодом залегания снежного покрова, географическим расположением объектов инфраструктуры и т.д. В работе [2] пред-

ставлены данные о разрушении и повреждении кровель зданий и сооружений от снеговых нагрузок на юге Сахалина с конца 40-х годов XX в.

В СНиП 2.01.07-85* [13] на территории Сахалинской области выделено 11 снеговых районов (на острове Сахалин — 9 районов, относящихся к типам IV–VII; для Курильской гряды — 2 района, из которых северный относится к VI типу, а южный — к V).

Значения снеговой нагрузки на территории области колеблются в пределах 2,4–4,8 кПа. Однако они сильно занижены, так как согласно СНиП [13] сведения о плотности и высоте снежной толщи необходимо брать по данным местных метеостанций, имеющих длительный ряд наблюдений. Но все метеостанции области расположены в долинах и на морском побережье, а большая часть территории Сахалина и Курил — это средневысотные горы.

Карта снеговых нагрузок Сахалина (врезка в основную карту) представлена в СНиП [13] в масштабе 1:11 500 000, а карта Курильских островов — в масштабе 1:22 000 000. При работе с такими картами проектировщики и строители зачастую не могут определить, к какому снеговому району относится территория предполагаемого строительства объекта.

Максимальная снеговая нагрузка на территории области согласно СНиП [13] наблюдается на севере Тымь-Поронойской низменности (пгт. Тымовское), составляя 4,8 кПа, а согласно эмпирическим данным ее значение здесь может достигать до 6,0 кПа [3, 5].

По данным проведенных на территории области исследований максимальная снеговая нагрузка наблюдалась в Северо-Курильском районе. В частности, в г. Северо-Курильске измеренное значение составляло 10,0 кПа (а по СНиП [13] оно равно 4,0 кПа).

В результате анализа накопленного фактического материала и проведенных исследований в отношении распределения снеговых нагрузок коллективом Сахалинского филиала Дальневосточного геологического института (СФ ДВГИ) ДВО РАН были составлены дополнения к расчету снеговых нагрузок для Сахалинской области и карта «Районирование территории Сахалинской области по весу снегового покрова» в масштабе 1:1 000 000. На карте выделен 21 тип снеговых районов, которые привязаны к абсолютной высоте местности и различаются по величине снеговой нагрузки. Подробнее они описаны в работе [4].

Заключение

Основными причинами обрушений кровель под действием снеговой нагрузки на территории России за последние несколько лет являются: (1) изношенность жилого фонда (38%); (2) применение для строительства современных материалов, не протестированных для использования в районах со значительным перепадом температур и большим количеством осадков в зимний период (21%).

Требуется доработки вопрос о возможности использования особых многоконьковых форм крыш, с помощью которых можно снизить величину снегонакопления.

Остается открытым вопрос о величинах снеговых нагрузок в горных и малоизученных районах, так как количество гидрометеорологических станций в горах сокращается, а градиент прироста количества осадков с высотой рассчитан на небольшие территории.

На взгляд автора, только наличие региональных рекомендаций по расчету снеговых нагрузок и средне- и крупномасштабных карт районирования территории по весу снежного покрова позволит обеспечить надежность и безопасность объектов капитального строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Генесина А.С. Основные синоптические процессы в зимний период над Сахалинской областью // Снег и лавины Сахалина. Л.: Гидрометеиздат, 1975. С. 5–12.
2. Генсировский Ю.В. Периодичность метелевых зим на о. Сахалин и проблемы снеготранспорта урбанизированных территорий // Геоиск. 2010. № 4. С.
3. Генсировский Ю.В. Расчет максимальных снегозапасов на основе ландшафтно-индикационных свойств снежного покрова // Материалы гляциологических исследований. 2007. Вып. 102. С. 76–79.
4. Генсировский Ю.В., Казаков Н.А., Жируев С.П. и др. Определение снеговых нагрузок на сооружения при проведении инженерных изысканий: разработка региональных нормативных документов по снеговому нагружению (на примере Сахалинской области) // Геоиск. 2011. № 3. С. 14–20.
5. Древило М.С., Окопный В.И., Жируев С.П., Генсировский Ю.В., Казаков Н.А. Мониторинг снежного покрова о. Сахалин // Материалы гляциологических исследований. 2000. Вып. 89. С. 211–215.
6. Заварина М.В. Строительная климатология. Л.: Гидрометеиздат, 1976. С. 252–280.
7. Заварина М.В., Липовская В.И. Районирование территории СССР по снеговой нагрузке на горизонтальную поверхность // Метеорология и гидрология. 1973. № 7. С. 69–71.
8. Лазарева Д.Ф. Климатическая характеристика снеготранспорта на Сахалине // Снег и лавины Сахалина. Л.: Гидрометеиздат, 1975. С. 13–24.
9. Лобкина В.А., Генсировский Ю.В. Снеговые нагрузки о. Сахалин: распространение и ущербы // Материалы 1-й Дальневосточной междисциплинарной молодежной научной конференции «Современные методы научных исследований». Владивосток: Рея, 2011. С. 80.
10. МГСН 4.19-2005. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве. М.: Правительство Москвы, 2006. 124 с.
11. МДС 20-1.2006. Временные рекомендации по назначению нагрузок и воздействий, действующих на многофункциональные высотные здания и комплексы в Москве. М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2006.
12. Назаров Ю.Н., Лебедева И.В., Попов Н.А. Региональное нормирование снеговых нагрузок в России // Строительная механика и расчет сооружений. 2006. № 3. С. 71–77.
13. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия. М.: Госстрой России, 2003.
14. ТСН 20-301-97. Нагрузки и воздействия. Снеговые нагрузки. Республика Саха (Якутия). Якутск: Министерство строительства и архитектуры Республики Саха (Якутия), 1998. 28 с.
15. ТСН 20-302-2002. Нагрузки и воздействия. Ветровая и снеговая нагрузки. Краснодарский край. Краснодар: Департамент по строительству и архитектуре Краснодарского края, Администрация Краснодарского края, 2003. 16 с.
16. ТСН-20-01-05. Нагрузки и воздействия. Снеговые нагрузки. Ижевск: Минстрой Удмуртской Республики, 2006.
17. EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures. CEN, 1991.