

- В.В. Тур // Материалы I международного науч.-практич. семинара. – Ч. I; гл. ред. П.С. Пойта. – Брест: БрГТУ, 2005. – С. 73–86.
- Улицкий, И.И. Расчёт железобетонных конструкций с учётом длительных процессов / И.И. Улицкий, ЧжанЧжун-яо, А.Б. Голышев. – Киев: Госстройиздат УССР, 1960. – 495 с.
 - Улицкий, И.И. Теория и расчёт железобетонных стержневых конструкций с учётом длительных процессов / И.И. Улицкий. – Киев: Будівельник, 1967. – 346 с.
 - Желткович, А.Е. К вопросу об учёте упругопластических свойств при расчёте напряжений в бетонных монолитных плитах покрытий, находящихся во взаимодействии с основанием : перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовка инженерных кадров Республики Беларусь: сб. трудов XVI Междунар. науч.-метод. семинара / А.Е. Желткович; под общ. ред. П.С. Пойты, В.В. Тура. – Брест: БрГТУ, 2009. – Ч. I. – С. 149–158.
 - Westman, G. Concrete Creep and Thermal Stresses, Doctoral thesis, Lulea University of Technology. – Oct. 1999. – P. 30–35.
 - Bazant, Z.P. et al. (1995): Creep and shrinkage prediction model for analysis and design of concrete structures - model B3, Materials and Structures. – Vol. 28, No. 180. – P. 357–365.
 - CEB-FIP Model Code '90. Bulletin d'Information, CEB, Lausanne. – 1993. – P. 50–51.
 - Михайлов, В.В. Расширяющие и напрягающие цементы и самонапряженные конструкции / В.В. Михайлов, С.Л. Литвер. – М.: Стройиздат, 1974. – 389 с.
 - Желткович, А.Е. Расчёт вынужденных перемещений и напряжений от усадки в монолитных бетонных плитах, взаимодействующих с основанием / А.Е. Желткович, В.В. Тур // Строительная наука и техника. – 2011. – № 2 (35). – С. 120–125.
 - Устройство для определения усадочных напряжений и характеристик ползучести бетона: пат. 5680 Респ. Беларусь, МПК7 G 01 B5/30, G 01 L1/00 / А.Е. Желткович, Т.П. Ивенкова; заявитель и патентообладатель Брестский гос. техн. ун-т. – № у 20090091; заявл. 09.02.2009; опубл. 30.10.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 5 (70). – С. 194.

Материал поступил в редакцию 16.12.13

ZHELTKOVICH A.E., DAVYDYUK A.I. Assessment of tension in concrete of monolithic plates on the basis in the conditions of the compelled deformations of shrinkage received on various settlement models

Stress-strain state of monolithic slabs on the basis determined by the development of forced deformations of concrete at an early stage of hardening. Development of scientifically-based method of calculation of the plates takes into account this fact is an important task the solution to which will reasonably come to the appointment of sizes temperature-shrinkage of blocks that must be divided stove at erection. This, in turn, will not only enhance the usability and durability of designs while reducing the economic costs, but also to evaluate the resistance of not cut plates action loads.

УДК 642.042.41

Винник Н.С., Матюх С.А., Морозова В.А.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ НА ПОКРЫТИЯХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И ФАКТОРЫ, НА НЕЕ ВЛИЯЮЩИЕ

Введение. Процесс создания и эксплуатации сооружения включает в себя большое число разнообразных операций, в том числе обеспечивающие необходимый уровень надежности. Современный уровень научно-технического прогресса позволяет создавать конструкции, обладающие высокой надежностью и экономичностью. Для достижения этой цели служат методы теории надежности.

Происходящее и в настоящее время потепление, вызывает резкое увеличение максимумов осадков, и особенно в зимний период, что приводит к участвовавшим авариям конструкций покрытия зданий и сооружений от повышенных величин снеговых нагрузок. Нормирование снеговых нагрузок в применяемой нормативной базе основывается на статистической информации собранной и обработанной за первые три четверти XX века, в которой не могли учесть тенденции климатических изменений и ряд других обстоятельств. В последние годы происходит существенная переработка нормативной базы в отношении снеговых нагрузок действующих на здания и сооружения, причем изменения касаются только веса снегового покрова на земной поверхности.

Распределение снеговой нагрузки на покрытиях зданий и сооружений и факторы, на нее влияющие. Неустойчивость климата затрудняет прогнозирование климатических воздействий на здания и сооружения. На территории Республики Беларусь, при рассмотрении метеорологических данных (за 50 лет наблюдений), продолжительность залегания снега составила от 70 на юго-западе до 110 дней на северо-востоке. При статистическом оценивании климатических воз-

действий (снеговых и ветровых нагрузок), следует, не просто отрабатывать результаты наблюдений за некоторый период времени, а пытаться выполнить аргументированный прогноз на будущее. Результаты статистического оценивания снеговых нагрузок для территории Республики Беларусь показывают их высотную изменчивость (коэффициент вариации составляет от 0,5 до 0,69). Вероятное повышение температуры будет сказываться на повышении изменчивости и появлении экстремальных снеговых нагрузок.

Повышение характеристических значений снеговых нагрузок обосновано с одной стороны результатами исследований, которые впервые были выполнены для территории Белоруссии [1], а с другой – принятой общеевропейской концепцией надежности, в соответствии с СТБ ЕН 1990 для установленного периода повторяемости $t = 50$ лет (в [2] период повторяемости 5–7 лет).

Внесение изменений в нормируемые значения снеговых нагрузок требует комплексного подхода и затрагивает не только характеристические значения, но и коэффициенты безопасности, коэффициенты сочетаний нагрузок.

Метеорологи большинства стран бывшего СССР пользуются едиными правилами сбора и обработки метеоданных: о высоте, плотности и водосодержании снежного покрова, применяемые для построения вариационного статистического ряда среднегодовых максимумов веса снега. От правильности и тщательности выполнения процедуры сбора исходных данных зависит и конечное значение нормативной снеговой нагрузки.

Винник Наталья Семеновна, магистр технических наук, зав. кафедрой начертательной геометрии и инженерной графики Брестского государственного технического университета.

Матюх Светлана Анатольевна, магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры начертательной геометрии и инженерной графики Брестского государственного технического университета.

Морозова Виктория Александровна, ст. преподаватель кафедры начертательной геометрии и инженерной графики Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Снежный покров – водяные пары, находящиеся в воздухе, при понижении температуры, переходят, через точку насыщения, избыток их выделяется в жидком или твердом виде. В зависимости от того, насколько быстро идет конденсация и затвердевание, пары могут принять различную форму. Если конденсация и затвердевание идут быстро, то правильное развитие и нарастание ледяных кристаллов становится невозможным, и при сильных восходящих потоках весьма теплого и влажного воздуха, – продукты конденсации принимают форму аморфной, более или менее прозрачной массы льда и выпадают на земную поверхность в виде града. Когда же конденсация и затвердевание паров происходит медленно, чтобы успевали образоваться достаточно развитые кристаллы льда, осадки, достигающие земной поверхности, обычно принимают кристаллическую форму и выпадают в виде снега. В слоях воздуха, сравнительно спокойных, кристаллы льда, постепенно нарастая и соединяясь между собой, образуют правильно развитые кристаллические сростки; наиболее распространенная форма такого сростка кристаллов шестигранная пластинка или шестилучевая звездочка, с целым рядом разветвлений, чрезвычайно разнообразных в деталях.

При сравнительно высоких, близких к 0° температурах, отдельные звездочки, соединяясь (сплавляясь) между собой, образуют более или менее крупные хлопья снега. В очень неспокойном воздухе, при порывах ветра, хлопья снега скатываются в белые непрозрачные шарики – крупы. Если образование ледяных кристаллов происходит при очень низких температурах в спокойном воздухе, нарастание кристаллов может идти настолько медленно, что они успевают достигнуть земной поверхности, не соединившись в снежинки. Наблюдаемые при этом очень мелкие ледяные иглы представляют собой в несколько увеличенном виде те элементарные кристаллы, из которых построены уже более сложные агрегаты или сростки таковых – снежинок.

На метеорологических станциях количество осадков, выпадающих в виде снега или его разновидностей, измеряется, как и для других форм осадков, обыкновенным дождемером. При этом дождемер, при температурах около 0° и ниже, в назначенные для измерения сроки снимается и заменяется запасным; снятый вносится в теплую комнату, чтобы содержимое его растаяло, а затем образовавшаяся вода измеряется мерным стаканом. Но этим путем получается только понятие о количестве воды, выпавшей в виде снега. Для более детального изучения мощности снежного покрова и ее изменений во времени приходится еще измерять его высоту посредством разделенной на сантиметры рейки, укрепленной неподвижно там, где изучаются изменения высоты снега. Если же желают получить более верное понятие о распределении снега по данной местности, для чего требуется знание его высоты в большом количестве пунктов, то для подобной цели пользуются такую же переносной рейкой. Чтобы следить за изменениями рыхлости снега, приходится измерять его плотность.

Для измерения плотности или удельного объема снега пользуются металлическим открытым цилиндром, нижний край которого снабжен остро отточенным кольцом, имеющим определенные размеры.

Естественные препятствия и преграды сильно влияют на распределение снега. В силу всех этих причин снежный покров представляет собой объект до такой степени изменчивый и в пространстве, и во времени, что более или менее полное его изучение требует огромной затраты труда и возможно только при массовых работах целого ряда наблюдателей. Из физических свойств снежного покрова главнейшим является его плотность и тесно с ней связанная рыхлость; этим основным свойством определяются и все остальные.

Плотность свежевыпавшего снега колеблется в очень широких пределах, в зависимости от условий, сопровождающих выпадение снега. Плотность снега увеличивается во времени за счет уплотнения при нарастании толщины снега, сжимающего нижний слой. Удельный вес свежевыпавшего снега колеблется от 0,5 до 1 кН/м³, а к концу зимы он увеличивается до 2–5 кН/м³ [3]. Снег обладает способностью при лежании быстро уплотняться сам собой от чисто механических причин: вес верхних слоев, трение и удары ветра о его

поверхностные слои достаточно быстро уплотняют снег; колебания температуры – особенно оттепели, содействуют уплотнению снега.

При первой критической плотности – 0,55 г/см³, снег перестает быть собственно снегом. Вторая критическая плотность (около 0,75 г/см³) наступает при таком близком расположении ледяных кристаллов, что происходит замыкание воздушных пор. При этом воздух уже не может вытесняться из снега, и он оказывает упругое сопротивление сжатию. Дальнейшее уплотнение возможно лишь при деформации ледяных частиц под давлением вплоть до слияния их в монолитную поликристаллическую породу – лед.

Уплотненный снег заносится новым слоем выпавшего снега, и этот опять начинает уплотняться. После оттепелей – при последующих за ними морозах на поверхности снега появляется плотная кора (наст), нередко разделяющая массу снега на слои различной рыхлости. Когда начинается массовое таяние снега, образующаяся вода быстро впитывается в пористую, рыхлую массу снега. Отдельные снежинки соединяются между собой теснее, и масса снега из рыхлой, пушистой, легко рассыпающейся превращается в более компактную, крупнозернистую, распадающуюся при давлении на крупные шарики или зерна. Снег переходит в снежник или фирн. Плотность такого снега весьма значительна. Таким образом, масса лежащего на земле снега обыкновенно слагается из целого ряда перемежающихся по плотности слоев, расположенных иногда крайне хаотично.

Наиболее плотный снег лежит в середине всей толщи снежного покрова, наиболее рыхлый – внизу, у поверхности почвы.

В зависимости от плотности или рыхлости снега находится его теплопроводность. Коэффициент теплопроводности снега – это величина, пропорциональная квадрату его плотности:

$$K = 0,406 \times D^2, \quad (1)$$

где K – коэффициент теплопроводности;

D – плотность снега.

Величина K при колебаниях плотности снега будет изменяться [4] (таблица 1).

Таблица 1. Изменение коэффициента теплопроводности по Абельсу

Плотность снега, D	Коэффициент теплопроводности, K
0,05	0,0010
0,10	0,0041
0,20	0,0091
0,30	0,0162
0,50	0,1015
0,90	0,3289

При суровых температурах первый снеговой покров отличается очень большой рыхлостью, а, следовательно, и весьма малой теплопроводностью; при частых оттепелях снег приобретает весьма плотную, компактную массу со сравнительно хорошей теплопроводностью. Что касается других физических свойств снега и снежного покрова, то они еще очень мало исследованы.

От долгого лежания слои снега, имеющие **возможность** двигаться по наклонной поверхности или прямо вниз, обыкновенно прогибаются и съезжают (**пластичность** снега).

В рыхлом, неуплотненном снеге солнечные лучи имеют возможность проникать в массу на довольно значительную глубину; таяние при этом будет происходить не только на поверхности снегового покрова, но и на некоторой глубине в толще. Если снег уплотненный, лучи действуют только на его поверхность, не проникая в его толщу или проникая только на очень незначительную глубину.

Распределение снега по местности зависит от ветра и степени защищенности места от ветра. Для более подробного исследования распределения снега по местности в зависимости от различных условий, влияющих на его расположение, приходится производить некоторое подобие нивелировки снега, измеряя его высоты через небольшие промежутки на весьма большом протяжении с помощью переносных реек.

Нагрузка от одного снегопада зависит от: значения веса снегового покрова (веса воды) в одном снегопаде, высоты местности над

уровнем моря, формы покрытия и распределения снеговых отложений по поверхности кровли.

К основным факторам, определяющим величину снеговой нагрузки на покрытия зданий относится: количество выпадающего в зимнее время снега; плотность снега; форма покрытия; ссыпание снега с наклонных поверхностей; перенос снега на покрытиях, приводящий к их неравномерным отложениям на поверхностях покрытий и к сносу некоторой части выпавшего снега с покрытия; таяние снега на теплых покрытиях, покрытиях зданий с тепловыделениями; влияние средней температуры наиболее холодного зимнего месяца на распределения снеговой нагрузки; защита покрытий соседними зданиями.

Если поверхность кровли имеет положительную температуру, на поверхности покрытия может происходить таяние снега. При незначительном сопротивлении теплопередачи внешняя поверхность кровли всегда имеет плюсовую температуру, что вызывает постоянное таяние снега. Тепловыделяющие кровли в основном применяются в зданиях металлургических и других цехов с избыточными выделениями тепла (стальной профилированный настил, асбестоцементные или даже стальные листы по прогонам и металлическим фермам), в отапливаемых теплицах и парниках со светопрозрачными кровлями, на которых снег должен таять для обеспечения прозрачности.

Основные схемы распределения снега по поверхности покрытия условно можно разделить на четыре группы: покрытия однопролетных зданий, одноуровневые покрытия многопролетных зданий, покрытия с перепадами высот, покрытия с локальным изменением формы.

Основными физическими факторами, под действием которых формируется снеговая нагрузка на сооружения, являются выпадающие в зимнее время осадки, температурный режим местности, господствующее направление ветра и геометрия покрытия. Перераспределение снега по покрытию из-за ветрового переноса осуществляется после каждого снегопада. Процесс таяния также зависит от перечисленных факторов и термического сопротивления покрытия. Ежегодные колебания количества снега составляют причину многолетней изменчивости снеговой нагрузки, а обоснованному учету этой изменчивости принадлежит важнейшая роль в совершенствовании нормирования нагрузок.

Пересчет веса снежного покрова с горизонтальной поверхности земли на покрытие сооружения, имеющие различный профиль, осуществляется по формуле:

$$s = s_0 \mu = \gamma h \mu, \quad (2)$$

где s_0 – нормативное значение поверхностей снеговой нагрузки на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли;

μ – коэффициент перехода от поверхностной снеговой нагрузки земли к поверхностной снеговой нагрузке на покрытие (коэффициент формы);

γ и h – плотность и высота снежного покрова на земле.

Коэффициент μ определяется по результатам обработки данных натуральных наблюдений снегоотложений на покрытиях различной формы. В общем случае s_0 и μ являются независимыми случайными величинами и функцию распределения S можно определить из соотношения

$$P_s(x) = \int P_\mu(x/y) p_{s_0}(y) dy. \quad (3)$$

В нормах нагрузок [2, 5] приведены значения коэффициента μ для различных типов покрытий (плоских, одно- и двускатных, сводчатых, многопролетных, с фонарями и др.) и указаны схемы распределения снеговой нагрузки.

Снос снега ветром с покрытия существенно сказывается на значениях снеговой нагрузки. Уравнение баланса снеговой нагрузки можно записать как

$$s = \max(s_{gt} - s_{wt}), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (4)$$

где s_{gt} – снеговая нагрузка на поверхности земли за время t ;

s_{wt} – количество снесенного снега за время t ;

T – продолжительность зимнего периода.

Снос снега с покрытий определяется ветровым режимом конкретного района.

Данные для нормирования снеговых нагрузок с учетом ветрового переноса получены на основе измерений снеговых отложений на земле и покрытиях, а также с помощью специальных измерений сносимого ветром снега.

Максимальное значение величины снегоотложения на покрытии за год может быть представлено в виде:

$$s = (1 - \eta) s_g - s_w, \quad (5)$$

где η – коэффициент, определяющий снос снега во время снегопада;

s_w – величина сносимого снега между снегопадами.

Для их определения в [6] предложены формулы:

$$\eta = (0,15v_1^3 - 0,39)P_1; \quad (6)$$

$$s_w = 0,001 v_2^3 t_2 P_2, \quad (7)$$

где v_1 и v_2 – средние скорости ветра за зимний период, при этом рассматриваются скорости больше 4 м/с и $6,5\text{ м/с}$;

P_1 и P_2 – число порывов ветра при скоростях более 4 м/с и $6,5\text{ м/с}$; t_2 – продолжительность ветрового сноса между снегопадами.

Коэффициент ветрового переноса μ_{10} (снижающий коэффициент μ определяется на высоте 10 м над землей, где происходят замеры скорости ветра):

$$\mu_{10} = 0,24 \dots 0,13v, \quad [6] \quad (8)$$

$$\mu_{10} = 1,35 \dots 0,16v \quad (v \leq 4\text{ м/с}), \quad [7] \quad (9)$$

$$\mu_{10} = 0,95 \dots 0,065v \quad (v \geq 4\text{ м/с}). \quad [8] \quad (10)$$

На основе экспериментальных исследований показано [8], что μ_{10} изменяется линейно от $0,6$ до $0,23$ в интервале средних скоростей ветра $2 \dots 5\text{ м/с}$ (рисунок 1).

Нормы [2] устанавливают снижение μ умножением на коэффициент $k = 1,2 \dots 0,1v$ для пологих покрытий, проектируемых в районах со средней скоростью ветра за три наиболее холодных месяца $v \geq 2\text{ м/с}$. Дополнительное снижение предусматривается также для высоких зданий ($h > 10\text{ м}$).

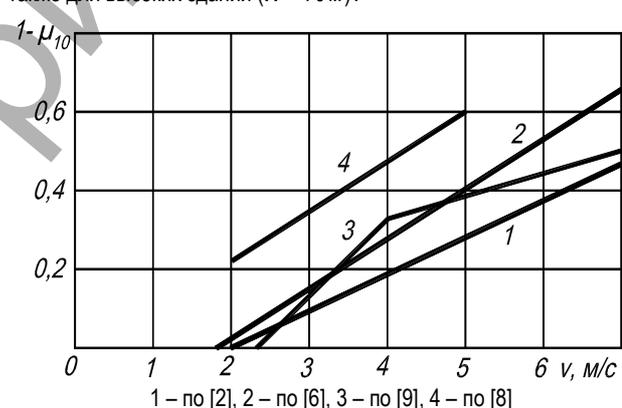


Рис. 1. Зависимость коэффициента ветрового переноса от скорости ветра

При расчете конструкций на снеговую нагрузку коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,4$, т.е. нормативное значение нагрузки увеличивается на 40% . Это объясняется тем обстоятельством, что величина s определена, как среднее из максимальных весов снега за каждый год (причем вес определен по средней плотности). Следовательно, действительные значения снеговых нагрузок могут превышать нормативные значения с вероятностью 50% .

Конструкции, рассчитанные на снеговые нагрузки по действующим нормам, достаточно редко выходят из строя. Вероятно, это объясняется наличием дополнительных резервов несущей способности, связанных с большим, по сравнению с нормами, сносом снега с покрытия ветром и таянием снега на покрытиях.

Нормы нагрузок предусматривают повышение коэффициента надежности по нагрузке от $1,4$ до $1,6$ при расчете конструкций покрытий в зависимости от отношения нормативного значения веса покрытия (включая подвесное оборудование) к нормативному значению снеговой нагрузки [2]. Это связано с тем, что при применении покрытий из легких материалов с собственным весом, составляю-

щим некоторую долю нормативных значений снеговых нагрузок, превышение действительных значений снеговых нагрузок не может быть компенсировано резервами несущей способности.

Для решения задач надежности необходимо рассматривать вероятностные модели снеговых нагрузок. Представление снеговой нагрузки в виде случайного временного процесса целесообразно при расчетах конструкций на ползучесть, при оценке длительной прочности, в решении задач о накоплении повреждений. В других расчетных ситуациях оказывается полезным представление снеговой нагрузки посредством распределений максимальных параметров снежного покрова.

Заключение. 1. Информация в нормах о распределении снеговой нагрузки на покрытиях зданий различной конфигурации, и факторах, на нее влияющих, получена эмпирическим путем. 2. Нормирование снеговой нагрузки в СНиП 2.01.07-85 имеет ряд недостатков, среди которых наиболее важными являются: несовершенство методики определения расчетных значений, которое обуславливает их превышение в районах с неустойчивым и изменчивым снежным покровом каждые 7-10 лет; недостаточно детальное территориальное районирование, которое вызывает значительные погрешности при определении нормативных и расчетных значений; невозможность учета сроков эксплуатации конструкций. 3. Необходимо дальнейшее исследование факторов, влияющих на распределение снеговой нагрузки на кровлях, в особенности таких как "тепловая инерция" конструкций кровли; шероховатость поверхности покрытия; избыточные тепловыделения кровли здания; расположение окружающих зданий и сооружений.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тур, В.В. Провести исследования и разработать методы определения снеговых нагрузок, определить нормативные снеговые нагрузки на конструкции зданий и сооружений. Разработать рекомендации по назначению нагрузок от снегового покрова: ХД-06/521. – Гос. регистрация № 2007689 от 26.03.2007г.
2. Нагрузки и воздействия: СНиП 2.01.07-85 / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 36 с.
3. Шпете, Г. Надёжность несущих строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1994. – 287 с.
4. Абельс. Суточный ход температуры снега и зависимость между теплопроводностью снега и его плотностью, прил. к LXXII т. – Записки Импер. акад. наук или мет. сборн. Импер. акад. наук. – Т. IV.
5. Нагрузки и воздействия (первая редакция): СНиП 2.01.07-85 / Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству. – М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2007. – 84 с.
6. Отставнов, В.А. Возможности снижения снеговых нагрузок с плоских покрытий / В.А. Отставнов, Л.С. Розенберг // Пром. стр-во. – 1966. – № 12. – С. 28–31.
7. Заварина, М.В. Строительная климатология. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 312 с.
8. Кошутин, Б.Н. Исследования снеговых нагрузок на плоские покрытия промышленных зданий / Б.Н. Кошутин, В.П. Строкатов // Пром. стр-во. – 1984. – № 5. – С. 6–8.
9. Райзер, В.Д. Методы теории надёжности в задачах нормирования расчётных параметров строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1986.

Материал поступил в редакцию 18.03.14

VINNIK N.S., MATYUH S.A., MOROZOVA V.A. The distribution of snow loading on roofs of buildings and structures, and the factors, which influence on it

The factors, defining allocation and magnitude of snow load on two-slope coatings of buildings and buildings in norms of different countries are reviewed in the paper. It has been defined, that they comprise: the shape of coating, amount and density of snow, pouring and carrying of snow from acclinal surfaces, thaw of snow on coatings, the influence of average temperature of the most cold winter month, shape of the surrounding relief and the location of the building on it, the influence of adjacent constructions.

УДК 699.86:69.033

Черноуван В.Н., Черноуван А.В., Черноуван Н.В.

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УТЕПЛЕННЫХ НЕСУЩИХ КИРПИЧНЫХ СТЕН

Введение. В 1998 году в Республике Беларусь при проектировании, реконструкции и ремонте зданий и сооружений для наружных стен из штучных материалов (кирпич, шлакоблоки и т.п.) СНБ 2.04.01-97 [1] было рекомендовано нормативное сопротивление теплопередаче ($R_{т\text{ норм}}$) принимать не менее $2,0 \text{ м}^2 \times \text{°C}/\text{Вт}$. В рамках решения данной задачи была разработана и массово внедрена в практику строительства конструкция многослойной кирпичной кладки наружных стен толщиной 640 мм с плитным утеплителем, закрепленным гибкими связями из стеклопластика (рис. 1). Следует отметить, что технологический процесс возведения многослойной кирпичной кладки стен с плитным утеплителем, закрепленным гибкими

связями из стеклопластика достаточно сложный, и как следствие, трудоемкий – $7,7 \text{ чел/час}$ на 1 м^3 кладки [3].

Выполненные натурные исследования технического состояния многослойной кирпичной кладки зданий, срок эксплуатации которых составил от 6 до 12 лет, выявили в наружных стенах следующие технологические дефекты:

- зазоры $2...5 \text{ мм}$ между листами плитного утеплителя (ПСБС-25) и внутренней верстой кирпичной кладки;
- зазоры до 3 мм в стыках между листами плитного утеплителя;
- не полное заполнение кладочным раствором горизонтальных швов внутренней версты кладки.

Черноуван Анна Вячеславовна, к.т.н., старший преподаватель кафедры экономики и организации строительства Брестского государственного технического университета.

Черноуван Николай Вячеславович, к.т.н., доцент кафедры сопротивления материалов и теоретической механики Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

¹ С 01.07.2009 г. согласно Изменению №1 ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования» [2] для наружных стен вновь возводимых, реконструируемых, модернизируемых жилых и общественных зданий $R_{т\text{ норм}}$ следует принимать не менее $3,2 \text{ м}^2 \times \text{°C}/\text{Вт}$.