

УДК 658.264:504.

ЖЕСТКОСТЬ КЛИМАТА И НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

© 2012 А.В. Степанов, В.С. Игнатьев

Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН, Якутск

Поступила в редакцию 29.11.2012

При проектировании ограждающих конструкций жилых зданий необходимо учесть влияния климатических факторов на эксплуатационные характеристики отопления. Комплексную оценку влияния метеорологических параметров и изменяющихся под его воздействием физических характеристик материалов на теплозащитные свойства ограждающих конструкций при их эксплуатации можно провести введением понятия тепловая жесткость климата $S_{тс}$ в баллах по аналогии технической жесткостью климата для машин и механизмов.

Ключевые слова: *теплоснабжение, Арктика, жесткость климата, отопительный период, температура, влажность, воздухообмен*

Климат Якутии характеризуется как резко континентальный, с длительным холодным периодом с отрицательными температурами наружного воздуха, чем предопределена очень низкая плотность населения Республики. Это осложняет и сдерживает хозяйственное освоение территории. В советский период существования России предпринимались попытки создать условия для переселения людей на Север. С этой целью к концу 1932 г. вводится законодательство о северных льготах для пришлого населения как необходимое условие индустриального развития Севера [1]. В работах Гавриловой суровость климата отнесена как характеристика природно-климатических условий, а продолжительность отопительного периода к социально-экономическим. Авторы [2] предлагают разделить Север на следующие зоны: Крайний Север – абсолютно-дискомфортная (арктическая); приравненная к Крайнему Северу – экстремально-дискомфортная (субарктическая); собственно Север – дискомфортная (южнее субарктической); приравненная к Северу – относительно-дискомфортная (южнее третьей зоны). Абсолютные колебания температуры наружного воздуха превышают 100°C и фактически получается, что по зимним температурам и годовым амплитудам колебания температуры Якутия превосходит все регионы Северного полушария. Самая низкая температура, зафиксированная на обитаемой части Земли, находится здесь в п. Оймякон.

Природные условия оказывают большое влияние на все отрасли народного хозяйства. Это сказывается при обеспечении положительной температуры внутри зданий и сооружений и ее поддержание в течение длительного отопительного периода. При этом ограждающие конструкции зданий проектируются и возводятся в зависимости от следующих климатических показателей:

абсолютной минимальной температуры, температуры воздуха наиболее холодных суток и наиболее холодной пятидневки, суммы средних суточных температур наружного воздуха за отопительный период (табл. 1).

В последнее время комплексное влияние этих параметров принято оценивать введением понятия градусо-суток отопительного периода (ГСОП) (табл. 2). Как видно из табл. 2, сравнения ГСОП для разных населенных пунктов РС (Я) и из табл. 1 характерных температур наружного воздуха отдельных населенных пунктов Сибири не могут служить мерой жесткости климата, так как первая отражает, в основном, потребность в тепловой энергии за отопительный период, а вторая показывает отдельные температурные показатели и не в полной мере отражает влияние климатического фактора на максимальное потребление тепловой энергии на поддержание заданных параметров в отапливаемых зданиях.

На основе такого подхода при разработке территориальных строительных норм по теплоснабжению территория Республики разделена на четыре зоны [5]. Это связано с большим разнообразием климата Якутии, что видно из сравнения двух противоположно расположенных населенных пунктов РС (Я) – с. Нюя Ленского улуса – ГСОП-8206 и п. Артык Оймяконского улуса – ГСОП-13048 (табл. 1). Идея районировать по климатическим условиям территорию в России существует давно, и есть много вариантов, предлагаемые разными авторами. Вопрос районирования территории РСФСР в составе СССР был поднят в связи с освоением северных территорий в 1932 г. – Постановление Совета народных депутатов РСФСР «О льготах для лиц, работающих на Крайнем Севере РСФСР». В настоящее время к районам Крайнего Севера и приравненным к ним местностям относятся 28 регионов России. В этих регионах и дополнительно в 13 регионах введены повышающие районные коэффициенты к зарплате. Территории, в которых установлены надбавки или районные коэффициенты, занимают более 88% от общей площади РФ [6].

Степанов Анатолий Викторович, доктор технических наук, главный научный сотрудник отдела тепломассообмена. E-mail: a.v.stepanov@iptpn.ysn.ru
Игнатьев Владимир Степанович, научный сотрудник отдела энергетики

Таблица 1. Параметры наружного воздуха некоторых населенных пунктов Сибири [3-5]

Температура воздуха, °С		ура 10'с 64°ш	Надым 65°40'сш	Игарка 67°28'сш	Якутск 62°10'сш	Иркутск 52° 16'сш	Чита 52°10'сш
средняя годовая		-9,4	-6,4	-8,4	-10,2	-0,9	-2,9
средняя месячная января		-36,5	-24,5	-28,1	-42,6	-20,6	-26,2
средняя месячная июля		16,3	16,9	15,1	18,7	17,6	17,8
абсолютный минимум		-60	-58	-60	-64	-50	-47
абсолютный максимум		33	35	33	38	36	38
температура воздуха наибо- лее холодной пятидневки, °с, с обеспеченностью	0,98	-57	-47	-50	-57	-38	-42
	0,92	-55	-44	-49	-54	-36	-38
продолжительность, сут. периода со средней суточ- ной температурой воздуха	<8°С	271	283	285	256	240	242
	<10°С	286	302	303	269	258	258
средняя температура пе- риода с температурой возд.		<8°С	-16,9	-11,6	-13,9	-20,6	-8,5
							-11,4

Таблица 2. Градусо-сутки и продолжительность отопительного периода [5]

Населен- ный пункт	Средняя температура самой хо- лодной пя- тидневки $t_{ext}, ^\circ\text{C}$	Градусо-сутки $D_d, ^\circ\text{C}$ сут/продолжительность отопительного периода, $Z_{от}, \text{сут.}$		
		здания:		
		жилые, школьные и др. общественные, кроме перечисленных в графах 4 и 5	поликлиники и ле- чебные учреждений, дома интернатов	дошкольные учреждения
1	2	3	4	5
Мирный	-50	9715/264	9912/280	10192/280
Нерюнгри	-45	10125/270	10260/285	10545/285
Якутск	-54	10650/256	10814/269	11083/269
Тикси	-44	12556/365	12556/365	12921/365
Чокурдах	-49	12243/318	12848/365	12701/365
Майя	-54	10445/255	10665/270	10935/270
Амга	-55	10956/259	11111/273	11384/273
Усть-Янск	-49	12245/310	12483/332	12815/332

С точки зрения создания условий комфорта проживания людей при проектировании ограждающих конструкций жилых зданий необходимо учесть влияние климатических факторов на эксплуатационные характеристики отапливаемых зданий. Создание и поддержание теплового режима в зданиях зависит от следующих основных факторов: температуры наружного воздуха; ветрового воздействия; влажностного состояния наружного и внутреннего воздуха; величины воздухообмена. Все эти факторы прямо связаны с климатом и влияют на тепло- и воздухообмен при эксплуатации зданий, особенно значительно их влияние на Севере. Изменение температуры наружного воздуха имеет прямое влияние на теплообмен между внутренним и наружным воздухом через ограждающие конструкции отапливаемых зданий. Ветровое воздействие на уровень тепловых потерь связано с увеличением теплоотдачи наружных поверхностей зданий и увеличения объемов инфильтрации выше нормируемых и расчетных. При этом чем ниже температура наружного воздуха, тем больше тепловой энергии надо затрачивать для его подогрева, что сказывается на удельное теплоснабжение.

Еще одним важным фактором, на который влияют жесткие климатические условия, является быстрое остывание температуры внутри

отапливаемых зданий в случае отключения подачи теплоносителя в силу разных причин и особенно при аварийных ситуациях. При рассмотрении надежности обеспечения теплового режима жилых зданий необходимо учесть момент наступления необратимых процессов, приводящих к выходу из строя систем теплоснабжения и установить взаимосвязь возникновения этого события с климатом. Учитывая, что в системах теплоснабжения в качестве теплоносителя в основном используется вода, в первую очередь рассматривается установление отрицательных температур в отапливаемых помещениях и в транспортирующих трубопроводных магистралях, приводящих к замерзанию теплоносителя. Время наступления этого момента зависит от теплоаккумулирующей способности ограждающих конструкций и других предметов, находящихся в помещениях здания, температуры наружного воздуха и величины воздухообмена. Возникает необходимость обобщения всех факторов и установление одного общего критерия – тепловой жесткости климата.

Для оценки воздействия климатологических параметров на теплозащитные свойства ограждающих конструкций и надежность инженерных систем, обеспечивающих тепловой и влажностный режим в помещениях отапливаемых зданий, можно ввести понятие «тепловая жесткость климата» по

аналогии технической жесткости климата для машин и механизмов. В метеорологии для комплексной оценки влияния климатических факторов принят показатель суровости климата (S) в баллах [7]

$$S = (1 - 0,04 T_n) (1 + 0,272V) \quad (1)$$

где T_n – температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$; V – максимальная скорость ветра в момент действия температуры воздуха T_n , м/с.

Для оценки влияния суровой погоды при эксплуатации машин и механизмов применима формула расчета максимальных значений баллов технической жесткости в зависимости от основных климатических факторов (S_T) в баллах [8]

$$S_T = (t_{\min} + t_{\text{ср}}^{11}) (1 + 0,05V)(1 + 0,02\xi) \varphi, \quad (2)$$

где $t_{\min}$ – минимальная из возможных температур воздуха, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{ср}}^{11}$ – средняя температура воздуха самого холодного месяца, $^{\circ}\text{C}$; V – средняя скорость ветра за три наиболее холодных месяца, м/с; ξ – наибольшее расстояние значений суточной температуры в течение наиболее холодного месяца, $^{\circ}\text{C}$; φ – относительная влажность воздуха самого холодного месяца в относительных единицах. $t_{\min}$ определяется из зависимости $t_{\min} = 1,25 t_{\text{ср}}^{11}$; где $t_{\text{ср}}^{11}$ – средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки, $^{\circ}\text{C}$.

Комплексную оценку влияния метеорологических параметров и изменяющихся под его воздействием физических характеристик материалов на теплозащитные свойства ограждающих конструкций при их эксплуатации можно охарактеризовать тепловой жесткостью климата $S_{\text{тс}}$ в баллах. Тепловая жесткость климата должна учитывать влияние климатических факторов (низкой абсолютной влажности воздуха, низких температур наружного воздуха, подвижности воздуха, инсоляции), влияющих на физические свойства материалов (теплопроводность, влажность, воздухопроницаемость):

$$S_{\text{тс}} = f(\lambda, w, \delta, \varphi, \tau, v, q); \quad (3)$$

где λ – теплопроводность материала ограждающей конструкции; w – влажность наружного воздуха; δ – средняя амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха; φ – относительная влажность наружного воздуха; τ – длительность стояния отрицательных температур; v – подвижность воздуха (ветровое воздействие); q – инсоляция.

Выводы: для установления показателя жесткости климата необходимо провести комплекс исследований, направленных на определение его влияния на эксплуатационные характеристики отапливаемых зданий в зависимости от климатологических особенностей регионов с холодным климатом. Учет показателя жесткости при определении сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций позволит правильно оценить экономически эффективный уровень теплозащиты зданий малого объема при их реконструкции и при проектировании систем теплоснабжения малых населенных пунктов и снизить расход финансовых, материально-технических и топливно-энергетических ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гаврилова, М.К. Климат холодных регионов Земли: учебное пособие. – Якутск: Изд-во СО РАН, 1998. 206 с.
2. Гаврилова, М.К. О районировании Севера России по дискомфортности проживания / М.К. Гаврилова, Е.Н. Федорова, О.А. Лазебник // Наука и образование. 2003. №2. С. 16-24.
3. СНиП 23-01-99 Строительная климатология – М.: Госстрой России, 2003. 75 с.
4. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита. – М.: Госстрой России, 2003. 47 с.
5. ТСН 23-343-2002. РС (Я). Теплозащита и энергопотребление жилых и общественных зданий. – Якутск, Министерство строительства и архитектуры РС (Я), 2002. 67 с.
6. Жуков, М.А. Борьба за «Севера», или долгая дорога к здравому смыслу // Наука и образование. 2005. №4(40). С. 141-145.
7. Болотин, В.В. Статистические методы в строительной механике. – М.: Стройиздат, 1965. 279 с.
8. Григорьев, Р.С. Методы повышения работоспособности техники в северном исполнении / Р.С. Григорьев, В.П. Ларионов, Ю.С. Уржумцев. – Новосибирск: Наука, 1987. 252 с.

CLIMATE RIGIDITY AND RELIABILITY OF HEAT SUPPLY SYSTEMS

© 2012 A.V. Stepanov, V.S. Ignatyev

Institute of Physical and Technical Problems of the North named after V.P. Larionov SB RAS,
Yakutsk

At designing the protecting constructions of residential buildings it is necessary to consider influences of climatic factors on operational characteristics of heating. The complex assessment of influence the meteorological parameters and physical characteristics of materials, changing under its impact, on heat-shielding properties of protecting constructions at their operation can be carried out by introduction the concept of "climate thermal rigidity" $S_{\text{тс}}$ in points by analogy of technical rigidity for cars and mechanisms.

Key words: heat supply, Arctic, climate rigidity, heating period, temperature, humidity, air exchange

Anatoliy Stepanov, Doctor of Technical Sciences, Main Research Fellow at the Heat and Mass Transfer Department. E-mail: a.v.stepanov@iptpn.ysn.ru; Vladimir Ignatyev, Research Fellow at the Power Department