

Учредитель журнала
ЦНИИЭП жилища

Ежемесячный научно-технический
и производственный журнал

Входит в Перечень ВАК
и государственный проект РИНЦ

Журнал зарегистрирован
Министерством РФ по делам
печати, телерадиовещания
и средств массовой информации
№ 01038

Главный редактор

ЮМАШЕВА Е.И.,
инженер-химик-технолог,
почетный строитель России

Редакционный совет:

НИКОЛАЕВ С.В.,
председатель, д-р техн. наук,
генеральный директор
ОАО «ЦНИИЭП жилища» (Москва)

БАРИНОВА Л.С.,
канд. хим. наук, вице-президент
Российского союза строителей
(Москва)

ВОЛКОВ А.А.,
д-р техн. наук, член-корреспондент
РААСН (Москва)

ГАГАРИН В.Г.,
д-р техн. наук (Москва)

ЖУСУПБЕКОВ А.Ж.,
д-р техн. наук (Астана, Казахстан)

ЗАИГРАЕВ А.С.,
генеральный директор
ОАО «Иркутский промстройпроект»
(Иркутск)

ЗВЕЗДОВ А.И.,
д-р техн. наук, президент ассоциации
«Железобетон» (Москва)

ИЛЬИЧЕВ В.А.,
д-р техн. наук, академик РААСН
(Москва)

КОЛЧУНОВ В.И.,
д-р техн. наук, академик РААСН
(Курск)

МАНГУШЕВ Р.А.,
д-р техн. наук (Санкт-Петербург)

ФРАНИВСКИЙ А.А.,
канд. техн. наук (Киев, Украина)

Авторы

опубликованных материалов несут
ответственность за достоверность
приведенных сведений, точность
данных по цитируемой литературе
и за использование в статьях
данных, не подлежащих открытой
публикации.

Редакция

может опубликовать статьи
в порядке обсуждения,
не разделяя точку зрения автора.

Перепечатка

и воспроизведение статей,
рекламных и иллюстративных
материалов возможны лишь
с письменного разрешения
главного редактора.

**Редакция не несет
ответственности за содержание
рекламы и объявлений.**

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Издается с 1958 г.

8'2015

Организация строительного производства

С.А. СЫЧЕВ

Оценка качества технологии высокоскоростного возведения зданий
из блок-модулей с учетом критерия безопасности. 3

Тепловая защита зданий

О.Д. САМАРИН, П.В. ВИНСКИЙ

Влияние изменения теплозащиты оконных блоков на класс энергосбережения зданий . . . 9

Н.Д. ДАНИЛОВ, П.А. ФЕДОТОВ

Анализ влияния угловых стыков на тепловые потери наружных стен 14

А.В. ЖЕРЕБЦОВ

Оценка фактора удельных потерь теплоты групп узлов наружных фасадных
ограждающих конструкций с теплоизоляционным слоем из ПЕНОПЛЭКС® 18

Л.Н. КИМ, Е.В. КАШУЛИНА

Проектирование энергоэффективных светопрозрачных конструкций
с заданными теплозащитными качествами 20

Энергоэффективное строительство

В.Т. ИВАНЧЕНКО, Е.В. БАСОВ, А.А. ТРИШКИНА

Создание оптимальной температурно-влажностной среды в жилых зданиях 24

С.Г. ШЕИНА, Е.В. МАРТЫНОВА

Оценка потенциала энергосбережения в жилищном фонде
муниципального образования 28

Сохранение архитектурного наследия

О.С. СУББОТИН

Архитектурно-градостроительная культура Майкопа середины XIX в. – конца XX в. 32

Градостроительство и архитектура

А.А. МАГАЙ, Н.Н. СТРОЕВА

Региональные особенности архитектуры велнес-центров. 39

Проектирование и строительство из ячеистого бетона

Г.С. СЛАВЧЕВА, К.С. КОТОВА

Повышение эффективности применения неавтоклавных ячеистых бетонов
(пенобетонов) в строительстве. 44

Расчет конструкций

Р.Р. ВАХТЕЛЬ

Оптимальное проектирование рамных конструкций сплошного сечения
и рам с расщеплением в уровне карнизного узла. 48

Сейсмостойкое строительство

А.В. МАСЛЯЕВ

Анализ парадигмы сп 14.13330.2014 по обеспечению сейсмозащиты зданий
повышенной ответственности при землетрясении 51

Founder of the journal

«TsNIIEP zhilykh i obshchestvennykh zdaniy» (TSNIIEPzhilishcha)»

Monthly scientific-technical and industrial journal

The journal is registered by the RF Ministry of Press, Broadcasting and Mass Communications, № 01038

Editor-in-chief

YUMASHEVA E.,
chemical process engineer,
Honorary Builder of Russia

Editorial Board:

NIKOLAEV S.,
Chairman, Doctor of Sciences
(Engineering), General Director,
the Central Research and Design
Institute for Residential and Public
Buildings (Moscow)

BARINOVA L.,
Candidate of Sciences (Chemistry),
Vice-President of the Russian Union
of Builders (Moscow)

VOLKOV A.A.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS
(Moscow)

GAGARIN V.,
Doctor of Sciences (Engineering)
(Moscow)

ZHUSUPBEKOV A.ZH.,
Doctor of Sciences (Engineering)
(Astana, Kazakhstan)

ZAIGRAYEV A.,
General Director, OAO «Irkutsky
promstroyproyekt» (Irkutsk)

ZVEZDOV A.,
Doctor of Sciences (Engineering),
President, Association «Zhelezobeton»
(Moscow)

IL'ICHEV V.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Academician of RAACS, Research
Supervisor of the Academic Scientific
and Creative Center of RAACS (Moscow)

KOLCHUNOV V.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Academician of RAACS (Kursk)

MANGUSHEV R.,
Doctor of Sciences (Engineering)
(Saint- Petersburg)

FRANIVSKY A.,
Candidate of Sciences (Engineering)
(Kiev, Ukraine)

The authors

of published materials are responsible for the accuracy of the submitted information, the accuracy of the data from the cited literature and for using in articles data which are not open to the public.

The Editorial Staff can publish the articles as a matter for discussion, not sharing the point of view of the author.

Reprinting

and reproduction of articles, promotional and illustrative materials are possible only with the written permission of the editor-in-chief.

The Editorial Staff is not responsible for the content of advertisements and announcements.

ZHILISHCHNOE STROITEL'STVO

Published since 1958

8'2015

Organization of construction works

S.A. SYCHEV

Quality Assessment of Technique of High-Speed Construction of Buildings from Block-Modules with Due Regard For Safety Criteria. 3

Heat protection of buildings

O.D. SAMARIN, P.V. VINSKY

Impact of Change in Thermal Protection of Window Blocks on Energy Saving Class of Buildings 9

N.D. DANILOV, P.A. FEDOTOV

Analysis of Influence of Corner Joints on Heat Losses of External Walls. 14

A.V. ZHEREBTSOV

Assessment of of Specific Heat Losses Factor of Groups of Joints of External Enclosing Structures with a Heat Insulation Layer of PENOPLEX® 18

L.N. KIM, E.V. KASHULINA

Design of Energy Efficient Translucent Structures with Specified Thermal Properties 20

Energy efficient construction

V.T. IVANCHENKO, E.V. BASOV, A.A. TRISHKINA

Creation of Optimal Temperature-Humidity Micro-Environment in Residential Buildings 24

S.G. SHEINA, E.V. MARTYNOVA

Assessment of Energy Saving Potential of Housing Stock of a Municipal Formation. 28

Preservation of architectural heritage

O.S. SUBBOTIN

Architectural and Town-Planning Culture of Maykop, the Mid- 19th Century – the End of the 20th Century 32

Town planning and architecture

A.A. MAGAY, N.N. STROEVA

Regional Architectural Features of Wellness Centers 39

Design and construction from cellular concrete

G.S. SLAVCHEVA, K.S. KOTOVA

Improving the Efficiency of Non-Autoclaved Cellular Concretes (Foam Concretes) in Construction 44

Structural calculations

R.R. VAKHTEL

Optimal Designing of Frame Structures of Solid Cross-Section and Frames with Splitting in Level of a Cornice Unit. 48

Anti-seismic construction

A.V. MASLYAEV

Analysis of the Paradigm of CR 14.13330.2014 on Providing the Earthquake Protection of Buildings of Increased Liability at Earthquake 51

УДК 624.05

С.А. СЫЧЕВ, канд. техн. наук (sasychev@ya.ru)

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
(190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская, 4)

Оценка качества технологии высокоскоростного возведения зданий из блок-модулей с учетом критерия безопасности

Предложены и обоснованы критерии оценки монтажа конструкций из объемно-пространственных модулей различных типов и модификаций, изготовленных промышленным методом, в том числе типа «сэндвич» или из комбинированных конструкций, что диктуется вариантноностью проектов строительства. Формирование метода монтажа заключается в поиске рациональных решений путем последовательного анализа составляющих организационно-технологической структуры. Количественно описаны эти составляющие и формализован процесс их выбора в соответствии с принятыми критериями безопасности. Для оценки качества СМР различных технологий устройства мансардных этажей определяют коэффициент соответствия нормам (проекту) K_c , равный отношению числа наблюдений, соответствующих нормам, к общему числу наблюдений. Для количественных параметров качества рассчитывают уровень бездефектности p – долю распределения случайной величины параметра X в интервале допуска $[a, b]$, а также показатель точности (индекс пригодности) процесса по уточненным формулам. На основании установленных таким образом предельных значений снижения прочности могут быть определены относительные показатели надежности для конкретных конструкций.

Ключевые слова: трансформируемые сооружения, блок-модули, скоростное строительство, блоки заводского изготовления, модульные здания.

S.A. SYCHEV, Candidate of Sciences (Engineering), (sasychev@ya.ru),
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (4 2-nd Krasnoarmeiskaya Street, 190005 St. Petersburg, Russian Federation)

Quality Assessment of Technique of High-Speed Construction of Buildings from Block-Modules with Due Regard For Safety Criteria

Criteria of the assessment of assembling of structures from volume-spatial modules of various types and modifications fabricated by industrial method including a "sandwich" type or from combined structures that is dictated by the variability of construction projects are proposed and substantiated. The formation of an installation method is the search for rational solutions by means of continuous analysis of components of the organization-technological structure. These components are described quantitatively and the process of their selection is formalized in accordance with adopted safety criteria. To evaluate the quality of installation and construction works of various techniques of attics construction, the coefficient of compliance with norms (design) K_c equal to the ratio of the number of observations that meet the standards, to the total number of observations is determined. For quantitative parameters of the quality the level of zero-defects p – the proportion of the distribution of a random variable of parameter X in the tolerance interval $[a, b]$, as well as an accuracy figure (performance index) of the process according to refined formulae are calculated. On the basis of thus established limiting values of the strength reduction, relative reliability indices for concrete structures can be defined.

Keywords: transformable structures, block-modules, rapid construction, factory made blocks, modular buildings.

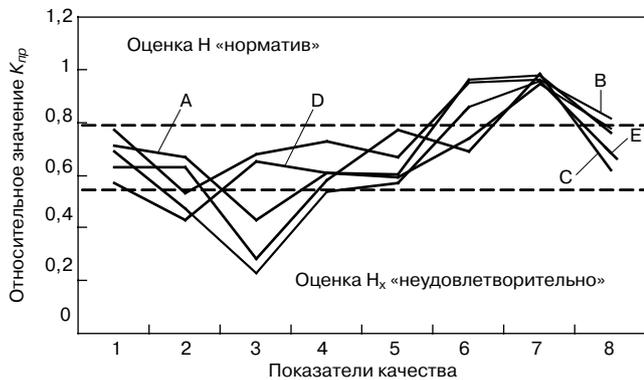
Возведение и ремонт строящихся или реконструируемых зданий представляют собой достаточно сложный и трудоемкий процесс, требующий от исполнителя строгого соблюдения нормативов и технических условий, а также наличия глубоких профессиональных знаний и навыков. В этой связи большое значение имеет своевременная и квалифицированная оценка качества строительства, позволяющая определить последующие условия эксплуатации объекта.

Обеспечение качества и безопасности строительной продукции основано на выборе квалифицированных исполнителей, менеджменте качества, анализе безопасности и управлении технологическими процессами (рис. 1). Системное взаимодействие указанных элементов создает механизм обеспечения качества и безопасности в процессе строительства и является основой технического регулирования безопасности в соответствии с федеральным законодательством [2–7].

Методология исследования

Для оценки качества СМР различных технологий возведения зданий из объемных модулей определяют коэффициент соответствия нормам (проекту) K_c , равный отношению числа наблюдений, соответствующих нормам, к общему числу наблюдений [1–7]. Для количественных параметров качества рассчитывают уровень бездефектности p – долю распределения случайной величины параметра X в интервале допуска $[a, b]$, а также показатель точности (индекс пригодности) процесса по уточненным формулам (табл. 1).

Значения квантиля t_α и уровня доверия α предлагается принимать в зависимости от класса ответственности сооружения, вида показателя качества и значимости дефекта. Например, для сооружений первого класса ответственности и параметров качества, влияющих на конструктивную надежность, отклонения которых считаются крити-



Графики показателей качества монтажа модулей А–Е: 1 – уровень системы качества модулей; 2 – уровень бездефектности; 3 – показатель точности технологического процесса; 4 – коэффициент снижения точности сборки; 5 – коэффициент стабильности по погрешностям; 6 – коэффициент снижения пространственной жесткости; 7 – коэффициент снижения надежности; 8 – комплексный показатель качества ($K_{\text{пр}}$). Расчет оценок качества модулей выполнен по методике С.Г. Головнева – А.Х. Байбурина [1]

ческими дефектами, в расчетах принимается $\alpha = 0,99$ и $t_{\alpha} = 2,58$.

Для комплексной оценки отклонений альтернативных и количественных параметров предложен обобщенный показатель бездефектности $K_{\text{д}}$, учитывающий также значимость дефектов. Показатель точности контроля $K_{\text{т.к}}$ вычисляются как отношение предельной погрешности контрольных измерений, определяемой по данным паспорта на средство измерения к допуску параметра. Показатели стабильности технологических процессов по отношению к случайным $K_{\text{с}}$

или систематическим $K_{\text{х}}$ погрешностям предлагается рассчитывать как отношение количества стабильных процессов к общему числу процессов, проверенных на стабильность каждого вида.

На основе результатов проведенных исследований, анализа стандартов с учетом современного уровня технологии строительного производства предложены и обоснованы критерии оценки показателей (табл. 2).

Допустимый уровень дефектности $q = 1 - p$ для критических дефектов определен из нормативных запасов по расчетному сопротивлению материала R :

$$q = 1 - \Phi \left(z_n + \frac{\gamma_M + z_n V_R (1 - \gamma_M) - 1}{\gamma_M V_R} \right), \quad (1)$$

где Φ – функция стандартного нормального распределения; z_n – квантиль запаса нормативного сопротивления; γ_M – нормативный коэффициент надежности по материалу; V_R – коэффициент вариации R .

Найденный по формуле (1) средний уровень дефектности для критических дефектов равен 0,25%. Пониженные нормы для значительных и малозначительных дефектов назначены из принятого в статистическом контроле ряда (1, 5, 4 и 10%) с учетом стандартов точности для геометрических параметров. Обоснование оценочных значений других показателей производилось: $K_{\text{с}}$ – по приемочным и браковочным числам планов статистического приемочного контроля по альтернативному признаку; $K_{\text{т}}$ – по расчетным зависимостям между показателем точности и уровнем бездефектности; $K_{\text{т.к}}$ – по требованиям стандартов на контроль. Оценки показателей стабильности $K_{\text{х}}$ и $K_{\text{с}}$ предложе-

Уточняющие формулы

Таблица 1

Вид распределения	Формулы для расчета	
	показателя точности	уровня бездефектности
Нормальное	$K_{\text{т}} = \frac{\Delta X}{2 \cdot t_{\alpha} S_x}$	$p = \Phi \left(\frac{X-a}{S_x} \right) + \Phi \left(\frac{b-X}{S_x} \right) - 1$
Логнормальное	$K_{\text{т}} = \frac{(\ln b - \mu)}{t_{\alpha} \cdot \sigma}$	$p = \Phi \left(\frac{(\ln b - \mu)}{\sigma} \right)$
Любое	$K_{\text{т}} = \frac{\Delta X}{U_p - L_p}$	$p = \int_a^b f(x) dx$

Примечание. ΔX – нормативный допуск; t_{α} – квантиль распределения уровня α ; S_x – стандартное отклонение параметра; Φ – функция стандартного нормального закона распределения; μ и σ – параметры логнормального закона распределения; U_p, L_p – соответствующие процентилю распределения, например 95- и 0,05-процентилю; $f(x)$ – плотность распределения.

Критерии оценки показателей

Таблица 2

Наименование показателя	Оценочные значения			
	Верхнее		Нижнее	
	Этап 1	Этап 2	Этап 3	Этап 4
Уровень бездефектности p при дефектах:				
критических	0,985	0,998	0,96	0,985
значительных	0,96	0,985	0,9	0,96
малозначительных	0,9	0,96	0,75	0,9
средневзвешенных	0,97	0,99	0,92	0,97
Обобщенный показатель бездефектности $K_{\text{д}}$	0,96	0,98	0,91	0,96
Показатель точности процесса $K_{\text{т}}$	1	1,33	0,67	1
Показатель точности контроля $K_{\text{т.к}}$	0,2	0,1	0,3	0,2
Показатели стабильности процессов $K_{\text{х}}$ и $K_{\text{с}}$	0,75	1	0,5	0,75

Примечания. Верхние оценочные значения показателей соответствуют категории качества «удовлетворительно», нижние значения – «неудовлетворительно»; этап 1 – до внедрения статистического регулирования процессов; этап 2 – после внедрения статистического регулирования.

ны с учетом фактических возможностей процессов СМР, изученных при возведении более 50 зданий различных конструктивных систем.

Для оценки надежности несущих конструкций при управлении качеством целесообразно использовать приближенные методы (метод моментов, линеаризации, статистических испытаний). При этом величина ошибки обычно не превышает 5%. Ошибки приближенных способов расчета надежности не будут иметь существенного значения при использовании относительных показателей:

– снижения конструктивной надежности:

$$K_p = P / P_0, \quad (2)$$

где P , P_0 – соответственно фактическое и проектное значения надежности;

– увеличения вероятности отказа конструкции Q ;

– снижения индекса надежности (характеристики безопасности):

$$K_Q = \frac{Q}{Q_0} = \frac{1-P}{1-P_0}, \quad (3)$$

$$K_z = z / z_0, \quad (4)$$

где z , z_0 – соответственно фактическое и проектное значения индекса надежности или характеристики безопасности по А.Р. Ржаницыну.

Индекс надежности конструкции с допущенными дефектами:

$$z = \frac{K_R \bar{k}_0 - 1}{\sqrt{V_N^2 + (K_R \bar{k}_0)^2 V_R^2}}, \quad (5)$$

где \bar{k}_0 – среднее значение проектного запаса прочности; V_R , V_N – вариации прочности и нагрузки соответственно; \bar{K}_R – среднее значение снижения прочности в результате допущенных дефектов.

Задаваясь предельным значением одного из относительных показателей надежности (3) – (5), можно вычислить другие по простым зависимостям, связывающим эти показатели.

Обоснование оценочных значений снижения несущей способности и надежности производилось путем расчета анализа запасов, заложенных в нормы проектирования конструкций и оснований, так как при расчете показателей (3) – (5) используются фактические средние значения и стандартные отклонения параметров, полученные при статистическом контроле, а не их нормативные значения. Анализ исследований позволяет принять в качестве предельного значения снижения прочности половинный интервал между 1 и $1/\gamma_M$, где γ_M – нормативный коэффициент надежности по материалу. При достижении этого значения качество работ не может считаться удовлетворительным, требуется инструментальное освидетельствование и подтверждение возможности использования дефектной конструкции по назначению.

На основании установленных таким образом предельных значений снижения прочности могут быть определены относительные показатели надежности для конкретных конструкций. Для этого по проектным данным вычисляют средний запас прочности. Затем по формулам (4) и (5) определяют пониженное значение индекса надежности и коэффициент его снижения, далее находят соответствующие значения показателей (7) и (5), выраженные через K_z . В результате для конкретных возводимых конструкций устанавливают верхние и нижние оценочные значения показателей надежности. Например, «индикаторным» значениям 0,85–0,92 снижения несущей способности кирпичных стен соответствует показатель увеличения вероятности отказа 3–7 и показатель снижения проектной надежности 0,994–0,998.

Для типовых конструкций жилых зданий допустимый риск увеличения вероятности отказа обычно лежит в пре-

Таблица 3

Система оценки качества здания из модулей

Группа элементов системы	Контролируемые элементы системы качества	Экспертные оценки					
		Э-1	Э-2	Э-3	Э-4	Э-5	Э _{min}
Организационная структура Групповая оценка $K_1 = 0,86$	Соответствие специальности ИТР видам работ Соответствие профессии рабочих видам работ Уровень квалификации ИТР Уровень квалификации рабочих Геодезическое обеспечение	0,95 0,9 0,85 0,85 0,75	1 0,9 0,9 0,9 0,9	1 0,9 0,9 0,9 0,9	0,95 0,9 0,85 0,85 0,75	0,95 0,9 0,9 0,85 0,8	0,95 0,9 0,85 0,85 0,75
Нормативная и материально-техническая база $K_2 = 0,68$	Комплектность проектной документации Качество проектной документации Качество поставляемых материалов и изделий Обеспеченность механизмами, инструментом Уровень производственной комплектации Соблюдение правил складирования материалов	0,7 0,7 0,5 0,75 0,7 0,8	0,9 0,9 0,5 0,7 – 0,8	0,9 0,9 0,5 0,7 – 0,8	0,7 0,7 0,5 0,75 0,7 0,8	0,8 0,8 0,65 0,8 0,9 0,9	0,7 0,7 0,5 0,7 0,7 0,8
Методы и средства контроля $K_3 = 0,84$	Обеспеченность средствами контроля Обеспеченность испытательным оборудованием Поверка измерительного оборудования Периодичность испытаний образцов материалов Уровень производственного контроля	0,9 1 1 0,85 0,7	0,8 – – 1 0,8	0,8 – – 1 0,8	0,9 1 1 0,85 0,7	0,8 1 1 0,7 0,7	0,8 1 1 0,7 0,7
Качество СМР, документация и регистрация данных о качестве $K_4 = 0,7$	Уровень качества СМР Эффективность корректирующих воздействий Наличие и полнота заполнения журналов работ Наличие документов о качестве применяемых материалов, изделий, оборудования Своевременное выполнение актов освидетельствования скрытых работ, промежуточной приемки, исполнительных геодезических схем Полнота и объективность данных о качестве	0,7 0,8 0,4 0,9 0,75 0,7	0,8 – 0,8 0,9 0,7 0,8	0,8 – 0,8 0,9 0,7 0,8	0,7 0,8 0,4 0,9 0,75 0,7	0,8 0,8 0,5 0,9 0,7 0,75	0,7 0,8 0,4 0,9 0,7 0,7

Листок контроля качества

Таблица 4

Контролируемые параметры (отклонения)	Допуск, мм	Измеренные значения отклонений, мм
<i>Монтаж мансардных панелей</i>		
Толщина панельных швов	2±1	1; 0; 0,5; 2; 1; 0,5; 2; 0,5; 0,5; 0,5; 1,5
Отклонение от осей в плане, панелей	±2	Данные геодезической схемы
Отклонение от вертикали панелей	±4	То же
<i>Монтаж мансардных колонн (стоек)</i>		
Глубина ригелей на стойку	±12	7; 20; 10; -10; 20; 0; 0; -10; 5
Толщина растворной постели стоек	10+10	-13; 5; 5; 0; 5; 15; 20; 0; 20; 5
Высотные отметки стоек	-2	Данные геодезической схемы
Разность отметок поверхностей стоек	10	11; 5; 10; 20; 15; 5; 7; 0; 0; 5; 5
<i>Устройство металлических связей</i>		
Длина сварного шва связей панелей стен	80	-12; -20; -10; 0; 34; 10; 15; -15; -10; 20; 40
Ширина сварного шва связей панелей мансард	6	2; 0; 2; 3; 1; 2; -1; 0; 5; 0; 2; 0; 2; 1
Длина сварного шва связей мансард	80	-12; -10; -5; 0; 7; 5; 0; 21; -5
<i>Изоляция стыков наружных панелей</i>		
Положение стыка воздухозащитной ленты	100	3; -10; -8; -4; -5; -17; -7; -4; -5; -10; -10
Положение стыка уплотнителей	100	4; -16; -5; -6; -8; -8; -2; -11; -10

Результаты измерений опорных колонн модулей

Таблица 5

Статистические данные	Значение по длине здания из модулей		
	В начале	В середине	В конце
Количество измерений	48	48	47
Среднее значение, мм	-4,611	-2,418	-3,208
Стандартное отклонение, мм	2,678	3,168	2,713

Результаты статистического контроля качества

Таблица 6

Контролируемые отклонения	$x_{ni} \pm \delta x_{ni}$	n	\bar{X}	S_x	K_c	P	K_t
Отклонение объемных модулей от вертикали, мм	±4	15	-0,46	3,14	1	1	1,14
		12	-0,22	2,47	0,9	0,88	0,78
Отклонение высотных отметок здания, мм	-20	11	-15,7	3,94	0,93	0,86	1,29
		12	-20,5	10,7	0,51	0,45	0,47
		14	-8,95	2,53	1	1	1,94
Толщина горизонтальных швов кровельных модулей, мм	2±1	12	2,6	1,18	0,75	0,59	0,77
		13	2,69	1,73	0,77	0,51	0,43
		10	2,9	1,56	0,6	0,6	0,97
		11	2,09	0,64	0,73	0,55	0,68
Разность отметок лицевых поверхностей мансарды и смежных плит перекрытий, мм	10	17	10,06	9,78	0,67	0,5	0,79
		11	8,9	4,28	0,6	0,6	1,5
		14	8,44	4,17	0,72	0,65	1,53
		10	8,64	7,1	0,73	0,58	0,89
Ширина сварного шва связей модулей, мм	6	14	5,14	1,51	0,5	0,29	0,54
		10	5,9	0,99	0,7	0,46	0,76
		14	6,93	1,14	0,93	0,79	0,46
Длина сварного шва связей мансард, мм	20	12	76,82	19,26	0,59	0,43	0,34
		11	63,18	18,61	0,36	0,18	0,73
		10	82,5	22,39	0,6	0,54	0,51
		9	77,22	6,67	0,56	0,34	0,96

Примечание: x_{ni} – проектное (нормативное) значение параметра; $5K_n$ – нормативное отклонение параметра; n – объем выборки; \bar{X} – среднее значение параметра; S_x – стандартное отклонение; K_c – коэффициент соответствия нормам; P – уровень бездефектности; K_t – показатель точности технологического процесса.

делах 2–10, что согласуется с данными исследований. Естественно, что сроки безопасной эксплуатации дефектных конструкций при этом сокращаются, а пониженный уровень надежности может оказаться недостаточным при запроектных воздействиях, связанных с чрезвычайными и аварийными ситуациями. Прогнозирование ресурса дефектных конструкций в процессе их эксплуатации должно осуществляться с учетом предыстории их изготовления и нагружения, начальной дефектности, накопления повреждений, возрастного износа, а также режимов нагружения и изменения напряженно-деформированного состояния.

При постоянной интенсивности отказов в период нормальной эксплуатации безремонтный срок:

$$P_t = K_P P_0 \exp(-d\lambda t), \quad (6)$$

где P_t, P_0 – надежность в момент времени при $t = 0$; K_R – показатель снижения проектной надежности в результате дефектов; d – коэффициент увеличения интенсивности отказов λ при учете начальных дефектов.

Комплексную оценку качества СМР предлагается производить по трем показателям. Коэффициент использования конструкции t может быть определен из экспоненциаль-

Таблица 7

Значения уровня бездефектности для групповых показателей

Показатели качества	Группа показателей качества	Значение показателей для мансард				
		1	2	3	4	5
Конструктивная надежность и эксплуатационная пригодность	Параметры материала	0,78	0,52	0,97	0,73	0,88
	Геометрические параметры	0,62	0,44	0,65	0,41	0,76
	Параметры швов	0,54	0,59	0,51	0,67	0,45
	Параметры связей	0,55	0,64	0,49	0,37	0,57
Потребительское качество	Геометрические параметры	0,51	0,6	0,65	0,58	0,68
	Параметры герметизации	–	0,4	0,35	0,1	0,25

Таблица 8

Тесты стабильности средних \bar{X}_1, \bar{X}_2 стандартных отклонений S_1, S_2 по зданию из модулей

Контролируемые параметры	№ здания \bar{X}_1, \bar{X}_2	t	$p(t)$	№ здания S_1, S_2	F	$p(F)$
Отклонение стен от вертикали	1	0,583	0,56*	1	1,105	0,573*
	3	0,811	0,419*	3	1,33	0,356*
Глубина опирания плит перекрытия	5	0,984	0,333*	5	7,766	0,006
	2	3,04	0,007	2	5,119	0,023
Отклонение отметок перекрытий	4	0,259	0,015	4	2,595	0
	1	0,578	0,565*	1	1,6	0,134*
Толщина постели плит перекрытий	3	5,537	0	3	1,344	0,318*
	4	0,338	0,739*	4	4,111	0,047
Разность отметок плит перекрытий	2	0,581	0,568*	2	4,541	0,034
	5	0,522	0,607*	5	4,63	0,029
	1	0,485	0,635*	1	1,685	0,473*

Примечания: t – расчетное значение квантиля распределения Стьюдента, вычисленное по формуле; $p(t)$ – уровень значимости t ; F – расчетное значение квантиля F -распределения, вычисленное по формуле; $p(F)$ – уровень значимости F . Звездочкой отмечены случаи p , когда гипотезы о равенстве средних и однородности стандартных отклонений подтвердились на уровне значимости 0,05.

Таблица 9

Показатели качества возведения здания из модулей

№ дома	$K_{СК}$	$K_{д}$	$K_{т}$	$K_{х}$	$K_{с}$	K_{R}	K_{p}	$K_{СМР}$
1	0,71	0,67	0,43	0,61	0,59	0,74	0,947	0,774
2	0,77	0,53	0,68	0,73	0,67	0,952	0,962	0,813
3	0,63	0,63	0,28	0,58	0,77	0,69	0,981	0,62
4	0,57	0,43	0,65	0,61	0,6	0,96	0,978	0,761
5	0,69	0,47	0,23	0,54	0,57	0,86	0,958	0,682
Среднее	0,7	0,5	0,22	0,54	0,72	0,902	0,99	0,674
Оценка Н	0,75	0,9	1	0,75	0,75	0,95	0,998	0,909
Оценка НУ	0,5	0,75	0,67	0,5	0,5	0,9	0,994	0,757

Примечания: $K_{СК}$ – уровень системы качества строительства; $K_{д}$ – коэффициент соответствия; $K_{с}$ – средний уровень бездефектности; $K_{т}$ – средний показатель точности технологического процесса; $K_{х}$ – коэффициент стабильности по систематическим погрешностям; $K_{с}$ – коэффициент стабильности по случайным погрешностям; K_{R} – коэффициент снижения прочности; K_{p} – коэффициент снижения надежности; $K_{СМР}$ – комплексный показатель качества. Оценка Н – значения, выше которых принята категория качества «нормально». Оценка НУ – значения, ниже которых принята категория качества «неудовлетворительно».

ного закона снижения надежности с учетом начальных дефектов:

$$K_{СМР} = K_{СК}^a \cdot (K_{д} K_{т})^b \cdot (K_{х} K_{с})^c \cdot (K_{R} K_{p})^d, K_{p} \geq [K_{p}], K_{R} \geq [K_{R}], \quad (7)$$

где $K_{СМР}$ – комплексный показатель качества СМР; $K_{СК}$ – уровень системы качества строительства; $K_{д}, K_{т}$ – показатели бездефектности и точности технологических процессов СМР; $K_{х}, K_{с}$ – показатели стабильности процессов по систематическим и случайным погрешностям; K_{R}, K_{p} – коэффициенты снижения несущей способности и конструктивной надежности основания и возведенных конструкций; $[K_{R}], [K_{p}]$ – соответствующие предельные значения.

Коэффициенты весомости a, b, c и d в формуле можно получить несколькими способами. Наиболее простой из них – метод парных сравнений. Установлено: $a = 0,19$; $b = 0,12$; $c = 0,025$ и $d = 0,26$. Преимущества показателя

качества $K_{СМР}$ обусловлены его комплексностью, количественностью и наибольшей чувствительностью к интегральному свойству конструкций в виде надежности. При оцененных значениях ошибок частных показателей ошибка вычисления $K_{СМР}$ составляет 6–10%.

Рассмотрим пример комплексной оценки качества возведения пяти зданий в Санкт-Петербурге с позиций заказчика (застройщика).

Результаты экспертной оценки системы качества (СК) строительно-монтажной организации-подрядчика на строительстве здания из модулей приведены в табл. 3.

Групповые оценки, указанные в табл. 3, получены как средние арифметические минимальных частных оценок контролируемых показателей.

Для зданий из объемных модулей № 1–5 получены соответствующие оценки СК строительства: 0,74; 0,71; 0,68; 0,76.

Результаты контроля качества при возведении одного модульного здания представлены в контрольном листке (табл. 4).

На примере одного из контролируемых параметров табл. 4 – «толщина швов модулей здания», который в дальнейшем изложении будем обозначать как «параметр X », покажем расчеты статистических показателей качества СМР без указания размерности. Объем выборки для указанного параметра $n = 11$.

Учитывая, что это доверительный интервал отклонения, получим для абсолютных значений параметра доверительный интервал.

Уровень несоответствий (дефектности) – долю распределения случайной величины параметра X вне интервала допуска ± 1 мм – найдем по формуле с использованием табличных значений функций стандартного нормального закона распределения.

Контроль толщины швов производится в процессе устройства «маячков», толщина которых устанавливается при помощи высокоточного нивелира. Погрешность принятого средства измерений равна $\delta X_{мет} = 1$ мм.

Расчет показателей стабильности рассмотрим на примере параметра «отклонение высотных отметок мансардных стоек». Для стандартного модуля статистические данные этого параметра по длине здания из модулей приведены в табл. 5.

Из таблицы следует, что стабильность средних значений оценивается по значениям длин здания из модулей в начале и в конце, а стабильность отклонений – в середине и в конце.

В табл. 6 приведены некоторые результаты статистического контроля качества возведения здания из модулей.

Групповые оценки проконтролированных показателей качества, осредненные по зданиям, приведены в табл. 7.

Используя коэффициенты весомости групповых показателей, можно рассчитать средний уровень бездефектности для здания из модулей № 1. В дальнейшем анализе использовались средние арифметические значения уровня бездефектности.

Результаты теста стабильности технологических процессов СМР представлены в табл. 8.

Из данных табл. 8 следует, что стабильность технологических процессов по контролируемым параметрам обеспечена примерно наполовину как в отношении систематических, так и в отношении случайных погрешностей.

Значения коэффициентов стабильности для отдельных зданий из модулей приведены в табл. 9.

Комплексный показатель качества СМР вычисляется по формуле. При этом коэффициент бездефектности КД прием равным среднему уровню бездефектности p .

В табл. 9 приведены значения КСМР, которые варьируются для исследованных зданий в пределах 0,65–0,71. Наибольшая оценка соответствует СМР по возведению модуля здания № 2. Оценка качества возведения зданий соответствует категории «неудовлетворительно» (менее 0,76).

Выводы

1. На примере любого из контролируемых параметров здания можно произвести последовательные расчеты статистических показателей качества СМР. Например, параметр «толщина швов модулей здания» можно контролировать замером швов на объекте.
2. При оцененных значениях ошибок частных показателей ошибка вычисления КСМР составляет 6–10%.

Список литературы

1. Головнев С.Г., Байбури А.Х., Дмитрин С.П. Показатели качества технологии ускоренного возведения зданий // *Известия вузов. Строительство*. 2002. № 7. С. 52–55.
2. Сычев С.А. Технологии монтажа зданий из объемных унифицированных элементов // *Сборник материалов IV Международной научной конференции: Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия*. Новосибирск, 19–20 сентября 2014 г. С. 89–90.
3. Сычев С.А., Павлова Н.А. Методы ускорения темпов строительства // *Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции: Современные концепции научных исследований*. Москва, 26–27 сентября 2014 г. С. 125–127.
4. Верстов В.В., Бадьин Г.М. Особенности проектирования и строительства зданий и сооружений в Санкт-Петербурге // *Вестник гражданских инженеров*. 2010. № 1 (22). С. 96–105.
5. Сычев С.А. Ускоренный монтаж мансард из унифицированных сэндвич-панелей // *Жилищное строительство*. 2008. № 6. С. 6–9.
6. Anderson, M., Anderson, P. *Prefab prototypes: Site-specific design for offsite construction*. Princeton Architectural Press, 2007. 123 p.
7. Knaack U., Chung-Klatte Sh., Hasselbach R. *Prefabricated systems: Principles of construction*. De Gruyter, 2012. 67 p.

References

1. Golovnev S.G., Bajburin A.H., Dmitrin S.P. Indicators of quality of technology of the accelerated construction of buildings // *Izvestija vuzov. Stroitel'stvo*. 2002. No. 7, pp. 52–55 (In Russia).
2. Sychev S.A. Technologies of installation of buildings from the volume unified elements. *Sbornik materialov IV mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii: «Nauchnye perspektivy XXI veka. Dostizheniya i perspektivy novogo stoletiya»* [Collection of materials IV of the international scientific conference: «Scientific prospects of the XXI century. Achievements and prospects of new century»]. Novosibirsk, 19–20 September 2014, pp. 89–90. (In Russia).
3. Sychev S.A., Pavlova N.A. Methods of acceleration of speed of construction. *Sbornik materialov VI mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii: «Sovremennye kontseptsii nauchnykh issledovaniy»* [Collection of materials VI of the international scientific and practical conference: «Modern concepts of scientific researches»]. Moskva, 26–27 September 2014, pp. 125–127. (In Russia).
4. Verstov V.V., Bad'in G.M. Features of design and construction of buildings and constructions in St. Petersburg. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2010. No. 1 (22), pp. 96–105. (In Russia).
5. Sychev S.A. The accelerated installation of penthouses from unified a sandwich panels. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2008. No. 6, pp. 6–9 (In Russia).
6. Anderson, M., Anderson, P. *Prefab prototypes: Site-specific design for offsite construction*. Princeton Architectural Press, 2007. 123 p.
7. Knaack U., Chung-Klatte Sh., Hasselbach, R. *Prefabricated systems: Principles of construction*. De Gruyter, 2012. 67 p.

УДК 697.1

О.Д. САМАРИН¹, канд. техн. наук (samarin1@mtu-net.ru); П.В. ВИНСКИЙ², инженер

¹ Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское ш., д. 26)

² Управление по проектированию общественных зданий и сооружений «Моспроект-2» им. М.В. Посохина (123056, Москва, 2-я Брестская ул., д. 5, стр. 1, 1а)

Влияние изменения теплозащиты оконных блоков на класс энергосбережения зданий

Рассмотрен учет влияния экспериментальной зависимости сопротивления теплопередаче современных конструкций оконных блоков от отношения фактической разности температуры наружного и внутреннего воздуха к стандартной на оценку годового энергопотребления зданий и определение их класса энергосбережения в соответствии с методикой СП 50.13330.2012. Приведены результаты вычисления фактической и нормируемой удельной теплозащитной характеристики и других геометрических и энергетических показателей для здания средней школы по одному из типовых проектов, предназначенных для массового строительства, с использованием методики СП 50 при различных значениях сопротивления теплопередаче светопрозрачных наружных ограждений. Дан анализ полученных результатов и предложены рекомендации по уточнению расчета теплотехнических характеристик общественных зданий с учетом переменности теплозащитных свойств заполнений светопроемов.

Ключевые слова: удельная теплозащитная характеристика, экспериментальная зависимость, сопротивление теплопередаче, оконный блок, класс энергосбережения, энергоэффективность.

O.D. SAMARIN¹, Candidate of Sciences (Engineering) (samarin1@mtu-net.ru); P.V. VINSKY², Engineer
¹ Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavskoe Shosse, 129337, Moscow, Russian Federation)
² Department of Design of Public Buildings and Facilities «Mosproekt-2» named after M.V. Posokhin (5, structure 1, 2-ya Brestskaya Street, 129337, Moscow, Russian Federation)

Impact of Change in Thermal Protection of Window Blocks on Energy Saving Class of Buildings

Taking into account the influence of the experimental dependence of resistance to heat transfer of up-to-date window blocks on the ratio of the factual difference of temperatures of external and indoor air to the standard one on the assessment of the annual energy consumption of buildings and determination of their energy saving class in accordance with the methodology of SP 50.13330.2012 is considered. Results of the calculation of factual and standardized specific heat protection characteristics and other geometric and energy indicators for a secondary school building of one of typical project designed for mass construction with the use of the methodology SP 50 at different values of resistance to heat transfer of translucent external enclosures are presented. The analysis of results obtained is made; recommendations on clarifying the calculation of thermo-technical characteristics of public buildings with due regard for the variability of heat protection properties of fillers of light openings are proposed.

Keywords: specific heat protection characteristic, experimental dependence, resistance to heat transfer, window block, class of energy saving, energy efficiency.

Одним из достаточно эффективных способов снижения энергозатрат на отопление зданий является применение остекления с повышенным уровнем теплозащиты. Как правило, при этом относительное снижение энергопотребления оказывается больше, чем при дополнительной теплоизоляции несветопрозрачных ограждений, поскольку изначально сопротивление теплопередаче окон по действовавшим до последнего времени нормам СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий» в несколько раз ниже, чем у наружных стен, покрытий и перекрытий над подвалами.

В то же время с 1 июля 2013 г. введен в действие СП 50.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий» (далее – СП 50). В данной редакции вводится понятие удельной теплозащитной характеристики здания $k_{об}$, Вт/(м³·К) [1–3], которая равна отношению суммарных теплотерь за счет теплопередачи через наружные ограждающие конструкции $Q_{тп}$, Вт, к отапливаемому объему здания $V_{от}$, м³, и к расчетной разности средней температуры внутренне-го воздуха в здании $t_{в}$ по ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые

и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» и температуры наружного воздуха в районе строительства для наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 $t_{н5}$, °С, по данным СП 131.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-01–99* «Строительная климатология» (далее СП 131):

$$k_{об} = \frac{\sum \left(\frac{n_i A_i}{R_i} \right)}{V_{от}} = K_{комп} K_{общ}, \quad (1)$$

где $K_{общ}$, Вт/(м²·К), – общий коэффициент теплопередачи оболочки здания и коэффициент компактности здания $K_{комп}$, м⁻¹, являются их произведением; A_i и R_i – соответственно площадь, м², и сопротивление теплопередаче, м²·К/Вт, i -го наружного ограждения (наружных стен, окон, покрытий, перекрытий над техподпольем, полов по грунту и т. д.); n_i – коэффициент положения i -го ограждения по отношению к наружному воздуху. Разность температур в расчетную формулу для $k_{об}$ уже не входит, так как сокращается при делении числителя на знаменатель.

Предельный уровень этой характеристики ограничивается в СП 50 нормируемой величиной $k_{об}^{TP}$ в зависимости от значения $V_{от}$ и градусо-суток отопительного периода в районе строительства ГСОП, К·сут/г.:

$$k_{об}^{TP} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt{V_{от}}}}{0,00013 \cdot \text{ГСОП} + 0,61}, \text{ для } V_{от} > 960 \text{ м}^3, \quad (2)$$

где ГСОП = $(t_b - t_{оп})z_{оп}$, где $t_{оп}$ и $z_{оп}$ – средняя температура наружного воздуха в районе строительства за отопительный период, °С, и его продолжительность, сут, по СП 131.

Удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию $q_{от}^p$, Вт/(м³·К), в соответствии с требованиями СП 50 вычисляется по выражению:

$$q_{от}^p = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад})v\xi](1 - \xi)\beta_h. \quad (3)$$

Здесь параметры $k_{вент}$, $k_{быт}$ и $k_{рад}$, Вт/(м³·К), представляют собой соответственно удельную вентиляционную характеристику здания, удельную характеристику бытовых тепловыделений здания и удельную характеристику теплопоступлений в здание от солнечной радиации. Параметр v – это коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций, $v=0,7+0,000025(\text{ГСОП} - 1000)$; ξ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления. Множитель β_h – это коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системой отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, с их дополнительными теплопотерями через приборные участки ограждений, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения.

Согласно методике СП 50 величина $q_{от}^p$ сравнивается с требуемым уровнем $q_{от}^{TP}$, приведенным в таблицах 13 и 14 СП, после чего делается вывод о соответствии здания нормам удельного энергопотребления с учетом принятого класса энергосбережения здания по таблице 15. Для нового строительства рекомендуется один из трех следующих классов: А (очень высокий) с $q_{от}^p$ ниже, чем $q_{от}^{TP}$, на 40% и более; В (высокий), для которого $q_{от}^p$ ниже, чем $q_{от}^{TP}$, на величину от 15 до 40%, и С (нормальный), с отклонением $q_{от}^p$ от $q_{от}^{TP}$ в пределах от +15 до –15%.

Снижение энергозатрат на отопление зданий представляется прежде всего экономической категорией, поэтому в первую очередь необходимо рассматривать мало-затратные и быстрокупаемые мероприятия, в том числе использование архитектурно-конструктивных и объемно-планировочных решений здания. Такими основными способами в России и за рубежом до настоящего времени являются теплоизоляция несветопрозрачных конструкций, применение светопрозрачных конструкций с повышенным уровнем теплозащиты [4–23].

В то же время обоснование применения заполнений светопроемов с высокими теплозащитными качествами требует адекватной оценки этих качеств, что значительно затрудняется несовершенством и противоречивостью нормативно-методической базы в данной области, а также несопадением отечественных и зарубежных требований к методике теплотехнических испытаний окон [23–27]. При этом некоторые источники, например [28–30], указывают на существенное изменение сопротивления теплопере-

даче оконных блоков в зависимости от температуры наружного воздуха, хотя их авторы конкретных аналитических выражений для $R_{ок}$ не приводят. Поэтому вопрос влияния переменности теплозащитных свойств заполнения светопроемов на оценку энергетических показателей здания требует дополнительного исследования.

При расчетах по требованиям СП 50 предполагается, что значения R_i являются фиксированными, определенными исходя из значения ГСОП с возможным применением региональных коэффициентов [31]. При этом оценка энергопотребления и энергосбережения по СП 50 осуществляется при средней температуре за отопительный период $t_{оп}$. Однако в работе [32] авторами экспериментальным путем была получена зависимость сопротивления теплопередаче современных конструкций оконных блоков от отношения фактического температурного перепада к стандартному для более точного определения энергопотребления зданий:

$$R_{ок} = R_{ок.ст} (\Delta T / \Delta T_{ст})^{-0,58}, \quad (4)$$

где $R_{ок.ст}$ – сопротивление теплопередаче оконного блока, определенное при стандартных условиях, м²·К/Вт, т. е. в соответствии с ГОСТ 26602.1–99 «Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче»; ΔT – текущий температурный перепад ($t_b - t_n$), К; $\Delta T_{ст}$ – стандартный температурный перепад ($t_b - t_n$)_{ст}, использованный для сертификационных испытаний. С учетом ГОСТ 26602.1–99 он принимается при расчетной температуре t_n , равной температуре наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 по СП 131, но не выше –20°С.

Вследствие такого характера изменения $R_{ок}$ в течение отопительного периода возникает заметная погрешность в расчетах теплозатрат при непосредственном использовании методики СП 50. Поэтому возникает необходимость количественной оценки такой погрешности и выявления возможностей использования зависимости (4) при инженерной оценке фактического класса энергосбережения здания.

Прежде всего используем то обстоятельство, что практически для всех городов России среднее соотношение между разностью температур внутреннего и наружного воздуха за отопительный период к расчетной согласно [33] равняется $0,484 \pm 0,046$. Возводя это значение в степень (–0,58), получим среднее значение поправочного коэффициента к значению $R_{ок.ст}$, равное 1,52, тогда формула (4) примет вид:

$$R_{ок} = 1,52 R_{ок.ст}. \quad (4a)$$

Зависимость (4a) пригодна для более точной оценки годового энергопотребления зданий и определения их класса энергосбережения в соответствии с методикой СП 50.

Проведем расчет класса энергосбережения для характерного здания-представителя – средней школы по типовому проекту 221-1-25-387 (Строительный каталог. Перечень типовой документации общественных зданий для строительства в городах и поселках городского типа. М.: ГУП ЦПП, 1994) для двух вариантов. В первом варианте возьмем значение сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций по данным табл. 3 СП 50 для вычисленного значения ГСОП; во втором – согласно экспериментальной зависимости (4a). Результаты расчета приведены в таблице.

Из таблицы видно, что разность между фактическими значениями $q_{от}^p$ для сравниваемых вариантов довольно существенна и составляет 7,6%. Более того, если не учитывать соотношение (4), зданию придется приписать более

Теплоэнергетические показатели здания образовательного учреждения

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Вар. 1	Вар. 2
Строительный объем	V	м ³	10102	
Площадь остекления	$A_{ок}$	м ²	464	
Площадь наружных стен	$A_{нс}$	м ²	1014	
Площадь покрытия	$A_{пп}$	м ²	1397	
Площадь перекрытия над техподпольем	$A_{пл}$	м ²	1397	
Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	К-сут	4551	
Сопrotивление теплопередаче стен	$R_{нс}$	м ² ·К/Вт	2,99	
То же, покрытия	$R_{пп}$	м ² ·К/Вт	4,48	
То же, перекрытия над техподпольем	$R_{пл}$	м ² ·К/Вт	3,95	
Сопrotивление теплопередаче окон	$R_{ок}$	м ² ·К/Вт	0,52	0,783
Суммарная площадь наружных ограждений	$A_{н}^{сум} = \sum A_i$	м ²	4272	
Требуемая удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{от}^{тp}$	Вт/(м ³ ·К)	0,216	
Коэффициент компактности	$K_{комп}$	м ⁻¹	0,423	
Общий коэффициент теплопередачи оболочки здания	$K_{общ}$	Вт/(м ² ·К)	0,411	0,341
Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{об}$	Вт/(м ³ ·К)	0,174	0,144
Средняя кратность воздухообмена (При кратности воздухообмена в рабочее время 1,5 ч ⁻¹ и его продолжительности 11 ч в сутки)	n_a	ч ⁻¹	0,688	
Удельная вентиляционная характеристика здания (без применения утилизации теплоты вытяжного воздуха)	$k_{вент}$	Вт/(м ³ ·К)	0,214	
Удельная характеристика бытовых тепловыделений и удельная характеристика теплопоступлений от солнечной радиации	$k_{быт} + k_{рад}$	Вт/(м ³ ·К)	0,186	
Удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию	$q_{от}^p$	Вт/(м ³ ·К)	0,281	0,247
Требуемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию	$q_{от}^{тp}$	Вт/(м ³ ·К)	0,44	
Сравнение	$\Delta q = (1 - q_{от}^p / q_{от}^{тp}) \cdot 100\%$	%	-36,2	-43,8
Класс энергосбережения	—	—	В+	А

низкий класс энергосбережения (В+ вместо А). Это связано со значительной долей теплопотерь через заполнения светопроемов в общем энергетическом балансе здания [34]. Последнее обстоятельство может также затруднить и автоматическое регулирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха [35].

Поэтому целесообразно внедрение полученных результатов при дальнейшей актуализации СП 50, а именно использование выражения (4а) для вычисления расчетных значений $R_{ок}$ при совершенствовании методики расчета $q_{от}^p$, приведенной в Приложении Г данного документа.

Заключение

В работе показано, что применение уточненного значения сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций при проектировании общественных зданий различного назначения может в ряде случаев позволить получить для них более высокие теплоэнергетические показатели и повысить вероятность удовлетворения требований СП 50 к удельному энергопотреблению здания на отопление и вентиляцию.

Предложенный способ учета изменения сопротивления теплопередаче окон имеет простой и инженерный вид и доступен для использования в практике массового проектирования.

Список литературы

- Гагарин В.Г., Козлов В.В. О нормировании теплозащиты и требованиях расхода энергии на отопление и вентиляцию в проекте актуализированной редакции СНиП

«Тепловая защита зданий» // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 31-2 (50). С. 468–474.

- Гагарин В.Г., Козлов В.В. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» // Жилищное строительство. 2011. № 8. С. 2–6.
- Гагарин В.Г., Козлов В.В. О требованиях к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированной редакции СНиП «Тепловая защита зданий» // Вестник МГСУ. 2011. № 7. С. 59–66.
- Christopher Curtland. High-Performance Glazings: Windows of Opportunity // Buildings. 2013. № 10. P. 23.
- Самарин О.Д., Винский П.В. Влияние параметров остекления на энергозатраты и технико-экономические показатели здания // Монтажные и специальные работы в строительстве. 2012. № 8. С. 10–13.
- Allan Hani, Teet-Andrus Koiv. Energy Consumption Monitoring Analysis for Residential, Educational and Public Buildings // Smart Grid and Renewable Energy. Vol. 3. No. 3. 2012. P. 231–238.
- Liu G., Liu H. Using Insulation in China's Buildings: Potential for Significant Energy Savings and Carbon Emission Reductions // Low Carbon Economy. Vol. 2. No. 4. 2011. P. 220–223.
- Motuziene V., Juodis E.S. Selection of the efficient glazing for low energy office building / Papers of the 8th International Conference «Environmental Engineering». Vilnius. 2011. P. 788–793.

9. Dongye Sun, Wen-Pei Sung and Ran Chen. Benefit Analysis of the Energy Saving Reconstruction of the Office Building in Chagan Hada // *Applied Mechanics and Materials* (Volumes 71–78). 2011. P. 4976–4980.
10. Ким Л.М., Магай А.А., Черненко Е.Н. Повышение теплофизических качеств светопрозрачных конструкций // *Окна. Двери. Фасады*. 2011. № 2 (41). С. 70–75.
11. Пчелинцева Л.В., Тихомирнов С.И. Проблемы энергосбережения в России. Современные требования к системам оконного и фасадного остекления зданий // *Academia. Архитектура и строительство*. 2010. № 3. С. 445–449.
12. Kneifel J. Life-cycle Carbon and Cost Analysis of Energy Efficiency Measures in New Commercial Buildings // *Energy and Buildings*. Vol. 42. No. 3. 2010. P. 333–340.
13. Дацюк Т.А., Ярошенко С.Д. Повышение энергоэффективности зданий старой жилой застройки // *Сб. трудов II Всероссийской научно-технической конференции «Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий»*. 10–11.12.2009. СПб. 2009. С.53–55.
14. Kaklauskas Arturas, Zavadskas Edmundas Kazimieras, Raslanas Saulius, Ginevicius Romualdas, Komka Arunas, Malinauskas Pranas. Selection of low-e windows in retrofit of public buildings by applying multiple criteria method COPRAS // *A Lithuanian case (2006) «Energy and Buildings»*. No. 38. P. 454–462.
15. Nemova D., Murgul V., Pukhkal V., Golik A., Chizhov E., Vatin N. Reconstruction of administrative buildings of the 70's: The possibility of energy modernization (2014) // *Journal of applied engineering science*. 2014. Vol. 12. No. 1. P. 37–44.
16. Na Na Kanga, Sung Heui Choa, Jeong Tai Kimb. The energy-saving effects of apartment residents' awareness and behavior // *Energy and Buildings*. Vol. 46. 2012. P. 112–122.
17. Mojie Sun, Yingjie Zhang. External Windows Selection in Hot-Summer and Cold-Winter Areas // *Applied Mechanics and Materials* (Vols. 448–453). 2013. P. 1301–1307.
18. Yafang Han, Ying Wu, Xinqing Zhao. Selection of Building External Windows in Different Climatic Zones Based on LCA // *Materials Science Forum* (Volume 787). 2014. P. 184–194.
19. Petrosova Daria Vladimirovna, Petrosov Dmitri Vadimovich. The Energy Efficiency of Residential Buildings with Light Walling // *Advanced Materials Research* (Vols. 941–944). 2014. P. 814–820.
20. Jedinák Richard. Energy Efficiency of Building Envelopes // *Advanced Materials Research* (Vol. 855). 2013. P. 39–42.
21. Hou Hua Wang, Tao Zhang, Qiu Lian Xiao. Experimental Study of Energy Saving Effect of Building Envelope in Winter // *Applied Mechanics and Materials* (Vols. 121–126). 2011. P. 2741–2747.
22. Friess W. A., Rakhshan K., Hendawi T. A., Tajerzadeh S. Wall insulation measures for residential villas in Dubai: A case study in energy efficiency // *Energy and Buildings*. 2012. Vol. 44. P. 26–32.
23. Domínguez Samuel, Sendra Juan J., León Angel L. and Esquivias Paula M. Towards Energy Demand Reduction in Social Housing Buildings: Envelope System Optimization Strategies // *Energies*. 2012. No. 5. P. 2263–2287.
24. Куренкова А.Ю., Миков В.Л. О влиянии терминологии на теплотехнические показатели окон // *Материалы II Международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции»*. М.: МГСУ, 2007. С. 58–62.
25. Миков В.Л. В центре внимания свод правил СП 50.13330.2012. Обсуждение экспертов [электронный ресурс] http://odf.ru/v-centre-vnimaniiya-svod-pravil-article_564.html (дата обращения: 25.05.2015).
26. Миков В.Л. Следствие интеграции России в ВТО – неизбежная гармонизация норм и правил [электронный ресурс] http://odf.ru/sledstvie-integracii-rossii-v--article_548.html (дата обращения: 25.05.2015).
27. Кривошеин А.Д. К вопросу о проектировании тепловой защиты светопрозрачных и непрозрачных конструкций [электронный ресурс] http://odf.ru/k-voprosu-o-proektirovanii-ter-article_579.html (дата обращения: 25.05.2015).
28. Верховский А.А., Нанасов И.И., Елизарова Е.В., Гальцев Д.И., Щередин В.В. Новый подход к оценке энергоэффективности светопрозрачных конструкций // *Светопрозрачные конструкции*. 2012. № 1 (81). С. 10–15.
29. Прокофьев А.А., Иванов А.М., Румянцева И.А., Щуров А.Н. Свойства стеклопакетов с теплосберегающим стеклопакетом // *Окна и двери*. 2005. № 7 (100). С. 31–33.
30. Кривошеин А.Д., Пахотин Г.А. Результаты испытаний теплового режима стеклопакетов с дистанционными рамками типа «Swiggle strip», «IPS», «Thermix» // *Окна и двери*. 2005. № 7. С. 40–43.
31. Самарин О.Д., Сироткин Д.А. Возможности снижения теплозащиты несветопрозрачных наружных ограждений в общественных зданиях // *Жилищное строительство*. 2014. № 8. С. 16–18.
32. Самарин О.Д., Винский П.В. Экспериментальная оценка теплозащитных свойств оконных блоков // *Жилищное строительство*. 2014. № 11. С. 41–43.
33. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность. М.: АСВ, 2011. 296 с.
34. Самарин О.Д., Лушин К.И. Об энергетическом балансе жилых зданий // *Новости теплоснабжения*. 2007. № 8. С. 44–46.
35. Самарин О.Д., Федорченко Ю.Д. Влияние регулирования систем обеспечения микроклимата на качество поддержания внутренних метеопараметров // *Вестник МГСУ*. 2011. № 7. С. 124–128.

References

1. Gagarin V.G., Kozlov V.V. About rationing thermal protection requirements and energy consumption for heating and ventilation in the project version of the updated SNiP «Thermal Protection of Buildings». *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturo-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2013. No. 31-2 (50), pp. 468–474. (In Russian).
2. Gagarin V.G., Kozlov V.V. The requirements to the thermal performance and energy efficiency in the project of the actualized SNiP «Thermal performance of the buildings». *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2011. No. 8, pp. 2–6. (In Russian).
3. Gagarin V.G., Kozlov V.V. On the requirements to the thermal performance and energy efficiency in the project of the actualized SNiP «Thermal performance of the buildings». *Vestnik MGSU*. 2011. No. 7, pp. 59–66. (In Russian).
4. Curtland Christopher. High-Performance Glazings: Windows of Opportunity. *Buildings*. 2013. No. 10, pp. 23.
5. Samarina O.D., Vinskiy P.V. Influence of glazing parameters on energy consumption and overall economics of a building.

- Montazhnyie I spetsial'nyie raboty v stroitel'stve*. 2012. No. 8, pp. 10–13. (In Russian).
6. Allan Hani, Teet-Andrus Koiv. Energy Consumption Monitoring Analysis for Residential, Educational and Public Buildings. *Smart Grid and Renewable Energy*. Vol. 3. 2012. No. 3, pp. 231–238.
 7. Liu G., Liu H. Using Insulation in China's Buildings: Potential for Significant Energy Savings and Carbon Emission Reductions. *Low Carbon Economy*. Vol. 2. 2011. No. 4, pp. 220–223.
 8. Motuziene V., Juodis E.S. Selection of the efficient glazing for low energy office building. Papers of the 8th International Conference "Environmental Engineering". Vilnius. 2011. P. 788–793.
 9. Dongye Sun, Wen-Pei Sung and Ran Chen. Benefit Analysis of the Energy Saving Reconstruction of the Office Building in Chagan Hada. *Applied Mechanics and Materials* (Volumes 71–78). 2011, pp. 4976–4980.
 10. Kim L.M., Magay A.A., Chernenko E.N. Increase of teplofizichesky qualities of translucent designs. *Okna. Dveri. Fasadyi*. 2011. No. 2 (41), pp. 70–75. (In Russian).
 11. Pchelintseva L.V., Tikhomirnov S.I. Problems of energy saving in Russia. Present-day requirements to the systems of window and façade glazing. *Academia. Architectura i Stroitel'stvo*. 2010. No. 3, pp. 445–449. (In Russian).
 12. Kneifel J. Life-cycle Carbon and Cost Analysis of Energy Efficiency Measures in New Commercial Buildings. *Energy and Buildings*. Vol. 42. 2010. No. 3, pp. 333–340.
 13. Datsyuk T.A., Yaroshenko S.D. Improving the energy efficiency of the old residential buildings. Stroitel'naya teplofizika i energoeffektivnoe proektirovanie ogradhdayushikh konstruksiy zdaniy: Sbornik trudov II Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii [Thermal Physics and energy-efficient design of building envelopes: Proceedings of the II All-Russian scientific and technical conference]. 10–11.12.2009. St. Petersburg. 2009, pp. 53–55. (In Russian).
 14. Kaklauskas Arturas, Zavadskas Edmundas Kazimieras, Raslanas Saulius, Ginevicius Romualdas, Komka Arunas, Malinauskas Pranas. Selection of low-e windows in retrofit of public buildings by applying multiple criteria method COPRAS. *A Lithuanian case (2006) «Energy and Buildings»*. No. 38, pp. 454–462.
 15. Nemova D., Murgul V., Pukhkal V., Golik A., Chizhov E., Vatin N. Reconstruction of administrative buildings of the 70's: The possibility of energy modernization (2014). *Journal of applied engineering science*. 2014. Vol. 12. No. 1, pp. 37–44.
 16. Na Na Kanga, Sung Heui Choa, Jeong Tai Kimb. The energy-saving effects of apartment residents' awareness and behavior. *Energy and Buildings*. Vol. 46. 2012, pp. 112–122.
 17. Mojie Sun, Yingjie Zhang. External Windows Selection in Hot-Summer and Cold-Winter Areas. *Applied Mechanics and Materials* (Vols. 448–453). 2013, pp. 1301–1307.
 18. Yafang Han, Ying Wu, Xinqing Zhao. Selection of Building External Windows in Different Climatic Zones Based on LCA. *Materials Science Forum* (Volume 787). 2014, pp. 184–194.
 19. Petrosova Daria Vladimirovna, Petrosov Dmitri Vadimovich. The Energy Efficiency of Residential Buildings with Light Walling. *Advanced Materials Research* (Vols. 941–944). 2014, pp. 814–820.
 20. Jedinák Richard. Energy Efficiency of Building Envelopes. *Advanced Materials Research* (Vol. 855). 2013, pp. 39–42.
 21. Hou Hua Wang, Tao Zhang, Qiu Lian Xiao. Experimental Study of Energy Saving Effect of Building Envelope in Winter. *Applied Mechanics and Materials* (Vols. 121–126). 2011, pp. 2741–2747.
 22. Friess W.A., Rakhshan K., Hendawi T.A., Tajerzadeh S. Wall insulation measures for residential villas in Dubai: A case study in energy efficiency. *Energy and Buildings*. 2012. Vol.44, pp. 26–32.
 23. Dominguez Samuel, Sendra Juan J., León Angel L. and Esquivias Paula M. Towards Energy Demand Reduction in Social Housing Buildings: Envelope System Optimization Strategies. *Energies*. 2012. No. 5, pp. 2263–2287.
 24. Kurenkova A. Yu., Mikov V.L. On the influence of heat engineering terminology in indicators windows. Materialyi Vtoroy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Teoreticheskie osnovy teplogazosnabezheniya I ventilyatsii» [Proceedings of the Second International Scientific Conference «Theoretical Foundations of heat and ventilation»]. M.: MGSU. 2007, pp. 58–62. (In Russian).
 25. Mikov V.L. V tsentre vnimaniya svod pravil SP 50.13330.2012. Obsuzhdenie ekspertov [The focus of the rulebook SP 50.13330.2012 Discussion experts]. [electronic resource] http://odf.ru/v-centre-vnimaniya-svod-pravil-article_564.html (date of treatment: 25.01.2015). (In Russian).
 26. Mikov V.L. Sledstvie integratsii Rossii v VTO – neizbezhnaya garmonizatsiya norm I pravil [A consequence of the integration of Russia into the WTO – the inevitable harmonization of rules and regulations]. [electronic resource] http://odf.ru/sledstvie-integratsii-rossii-v--article_548.html (date of treatment: 25.01.2015). (In Russian).
 27. Krivoshein A.D. On the question of design of thermal protection of translucent and opaque constructions. [electronic resource] http://odf.ru/k-voprosu-o-proektirovanii-tep-article_579.html (date of treatment: 25.01.2015). (In Russian).
 28. Verkhovskiy A.A., Nanasov I.I., Yelizarova E.V., Galtsev D.I., Shcheredin V.V. A new approach to the estimation of energy efficiency of transparent constructions. *Svetoprozrachnyye konstruksii*. 2012. No. 1 (81), pp. 10–15. (In Russian).
 29. Prokofyev A.A., Ivanov A.M., Properties of glass stacks with heat saving coating. *Okna i dveri*. 2005. No. 7 (100), pp. 31–33. (In Russian).
 30. Krivoshein A.D., Pakhotin G.A. The results of testing of thermal regime of glass stacks with distance frame «Swiggle strip», «IPS», «Thermix». *Okna i dveri*. 2005. No. 7, pp. 40–43. (In Russian).
 31. Samarin O.D., Sirotkin D.A. The possibility of decreasing thermal performance of non-transparent external enclosures in public buildings. *Zhilishnoe stroitel'stvo* [House building]. 2014. No. 8, pp. 16–18. (In Russian).
 32. Samarin O.D., Vinskiy P.V. Experimental estimation thermal protective properties of window units. *Zhilishnoe stroitel'stvo* [House building]. 2014. No. 11, pp. 41–43. (In Russian).
 33. Samarin O.D. Teplofizika. Thermal physics. Energy saving. Energy efficiency. Moscow: ASV. 2011. 296 p. (In Russian).
 34. Samarin O.D., Lushin K.I. On energetic balance of residential buildings. *Novosti teplosnabzheniya*. 2007. No. 8, pp. 44–46. (In Russian).
 35. Samarin O.D., Fedorchenko Yu.D. Influence of Adjustinside of Microclimate Systems onto the Quality of Maintenance of Meteorological Parameters inside Premises. *Vestnik MGSU*. 2011. No. 7, pp. 124–28. (In Russian).

УДК 519.6:692.22:697.12:697.536

Н.Д. ДАНИЛОВ, канд. техн. наук (rss_dan@mail.ru), П.А. ФЕДОТОВ, инженер
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова (677000, г. Якутск, ул. Белинского, 58)

Анализ влияния угловых стыков на тепловые потери наружных стен

Проведен расчет в зоне угла однородных наружных стен с разной толщиной с применением программы расчета двухмерных температурных полей при постоянном значении сопротивления теплопередаче. Рассмотрены и угловые стыки применяемых в строительстве конструкций. Установлены значения температуры на внутренней поверхности угла стен, расстояния от угла до начала формирования одномерного температурного поля. Подтверждено, что температура в углу практически не зависит от изменения толщины стен. Уточнено расстояние от угла до появления одномерного температурного поля, которое увеличивается с повышением толщины ограждения и составляет 2,4 калибра. Определены тепловые потери через стены с учетом влияния наружного угла. Установлено, что дополнительные тепловые потери в угловых помещениях возрастают с увеличением толщины стен и уменьшением площади помещения.

Ключевые слова: стены; наружный угол; температура; сопротивление теплопередаче; тепловые потери.

N.D. DANILOV, Candidate of Sciences (Engineering) (rss_dan@mail.ru), P.A. FEDOTOV, Engineer
M.K. Ammosov North-Eastern Federal University (58 Belinsky Street, 677000, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russian Federation)

Analysis of Influence of Corner Joints on Heat Losses of External Walls

The calculation in the corner zone of homogenous external walls of different thickness with the use of the program of two-dimensional temperature field calculations at the permanent value of resistance to heat transfer has been done. Corner joints used in construction of structures were also considered. Temperature values on the internal surface of the wall corner, distances from the corner up to the beginning of the temperature field formation have been established. It is confirmed that the temperature in the corner does not practically depend on changes in the wall thickness. The distance from the corner up to the advent of the one-dimensional temperature field which increases with the increase in the thickness of enclosure and equals to 2.4 calibre has been clarified. Heat losses through the wall with due regard for the influence of the external corner have been defined. It is established that additional heat losses in the corner premises increase with the increase in the thickness of walls and decrease in the room space.

Keywords: walls, external corner, temperature, resistance to heat transfer, heat losses.

Проектирование и монтаж наружных ограждающих конструкций в соответствии с требованиями нормативных документов являются одной из приоритетных задач для строителей, особенно в условиях Крайнего Севера. Методы теплотехнического расчета подвергаются постоянному усовершенствованию. В СП 50.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий» предписано, что приведенное сопротивление ограждающей конструкции – R_{op} , м²·°С/Вт рассчитывается с использованием результатов расчетов температурных полей. После определения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции устанавливаются трансмиссионные тепловые потери. В СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» приведена методика расчета удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию в целом всего здания. В актуализированной редакции норм проектирования СП 60.13330.2012 не приведена методика расчета тепловых потерь. При выборе мощности отопительных приборов, особенно в угловых помещениях, а также при дискретном размещении оконных проемов по фасаду здания требуется определение тепловых потерь производить отдельно для каждого типа помещений. О необходимости расчета трансмиссионных тепловых потерь для каждого помещения отмечено в статье [1], что особенно важно для угловых помещений. В [1] предлагается изъять поправочные коэффициенты, с помощью которых учитывались до-

бавочные тепловые потери. Подчеркивается, что поправки на помещения, имеющие два и более наружных ограждения, не требуется, поскольку в ходе расчета точно учитываются линейные теплопроводные включения – угловые стыки наружных ограждений. Рекомендации по определению добавочных тепловых потерь были приведены в утративших силу нормах проектирования СНиП 2.04.05–91* «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Для угловых помещений добавочные тепловые потери составляли 13%. В статье о новом издании руководства АВОК [2] приведены коэффициенты для определения дополнительного теплопотребления системы отопления всего здания, но не отражена необходимость специального учета добавочных тепловых потерь в угловых помещениях при выборе мощности отопительных приборов в них. Максимальное значение коэффициента $\beta_n = 1,13$. В одном из источников [3] рекомендуется дополнительные потери тепла через угол (высотой 1 м) по сравнению с теплопотерями через одномерную стену определять по формуле:

$$\Delta Q_{y2} = 2\lambda(t_e - t_n)(f_{y2} - 1), \quad (1)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, м²·°С/Вт; t_e, t_n – соответственно температуры внутреннего и наружного воздуха, °С; f_{y2} – фактор формы для наружного угла, определенный для ширины в два калибра по внутренней поверхности ограждения, равный 1,18.

Таблица 1

Результаты расчетов по выявлению влияния наружного угла на температурный режим стен при их различной толщине, но при $R_0 = \text{const}$

Толщина ограждающей конструкции δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)	Сопrotивление теплопередаче стены вне влияния угла R_0 , м·°С/Вт	Сопrotивление теплопередаче участка стены в зоне влияния угла R_0 , м·°С/Вт	Температура внутренней поверхности ограждения в углу t , °С	Расстояние от угла (по внутренней поверхности) до начала появления одномерного температурного поля, м
0,2	0,04	5,158	4,644	15,597	0,49
0,45	0,09	5,158	4,645	15,299	1,1
0,6	0,12	5,158	4,643	15,240	1,46

Автор [3] считает, что при рассмотрении влияния углов «...необходимо учитывать участок ограждения шириной в два калибра». Один калибр равен толщине однородной стены.

После повышения требований к энергосбережению значительно изменился состав материалов в ограждающих конструкциях, сопротивление теплопередаче возросло в несколько раз. Изменилась ли при этом доля дополнительных теплотерь за счет влияния углов наружных стен?

Расчеты проведены с использованием программы расчета двумерных температурных полей «SHADDAN 2D» (свидетельство № 2012618915 о государственной регистрации программы для ЭВМ). Температура внутреннего воздуха принята равной $t_{в} = 21$ °С, а наружного воздуха – $t_{н} = -52$ °С. Рассмотрены угловые стыки однородных моделей ограждений, имеющих разную толщину, но не изменено значение сопротивления теплопередаче. При расчетах для получения более точных результатов принят шаг сетки 0,01 м. Возможности программы «SHADDAN 2D» позволили провести расчеты и при числе шагов в обе стороны от наружного угла, равном 207. Исходные и полученные данные приведены в табл. 1. Температура внутренней поверхности ограждения в углу при различных вариантах толщины стены максимально отличается всего на 0,36 °С (табл.1). Это практически подтверждает заключение автора [4], что разность $t_{в} - t_{н}$ зависит не от толщины стены, а только от величины ее термического сопротивления. Приведенное сопротивление теплопередаче участка стены в зоне влия-

ния угла также имеет постоянное значение (если рассматривать участок от угла стен до узла (линии) стабилизации температуры, т. е. до начала формирования одномерного температурного поля). На величину теплотерь через стены влияет длина влияния углов, т. е. расстояние от угла до узла (линии) стабилизации температурного поля.

В предыдущих публикациях [3, 5–8] в основном рассматривались вопросы формирования температур в углах наружных ограждений. Исследование процессов теплообмена в зоне угла наружных стен проведено авторами [9], но дополнительные теплотери из-за влияния стыка конструкций отнесены к тепловым потерям всего здания, соответственно занимают незначительную долю от них. Влияние угла стен, в первую очередь необходимо учитывать именно при выборе мощности отопительных приборов в угловых помещениях.

В данной работе проведен анализ степени влияния двумерного угла не только на температурное поле, но и на теплотери через стены. Расчеты показали, что при различных толщинах стен, но при $R_0 = \text{const}$ расстояния до зоны стабилизации температурного поля отличаются (табл. 1 и рис. 1). Например, при толщине ограждения 0,2 м температура стабилизируется (с точностью до 0,001) на расстоянии 0,49 м от внутреннего угла, а при толщине 0,45 м эта величина выросла до 1,10 м. При толщине стены 0,6 м двумерное температурное поле наблюдается вплоть до расстояния 1,46 м от угла. Участок влияния угла превышает отмеченные два калибра [3] и составляет от 2,43 до 2,45 толщины однородного ограждения.

Определены тепловые потери через наружные стены помещения, имеющего размеры в плане 6×3 и высоту 3 м по формуле, приведенной в СНиП 2.04.05-91*, но без учета добавочных теплотерь:

$$Q = (t_{в} - t_{н})F / R_0 \quad (2)$$

При игнорировании воздействия угла теплотери составляют 382,125 Вт. Расчет с использованием программы двумерных температурных полей в первом варианте толщины стены выдает 15,406 Вт тепловых потерь через равные участки двух стен. Общая протяженность участков по внутренней поверхности стены 0,98 м, а высота равна одному погонному метру. Теплотери через участки стен, примыкающих к углу, составляют $15,406 \times 3 = 46,218$ Вт. Если расчет производится с учетом влияния угла, то по формуле (1) вычисляются теплотери только через часть стен. При площади $8,02 \times 3$ м они равны 340,516 Вт. Тепловые потери с учетом влияния угла равны $46,218 + 340,516 = 386,734$ Вт. Дополнительные теплотери из-за влияния угла: $\Delta Q = 4,609$ Вт, что составляет 1,19% от расчетных.

Дополнительные теплотери по формуле (1): $Q_{дв} = 2 \times 0,04(21 - (-52)) \times (1,18 - 1) \times 3 = 3,154$ Вт. Результаты расче-

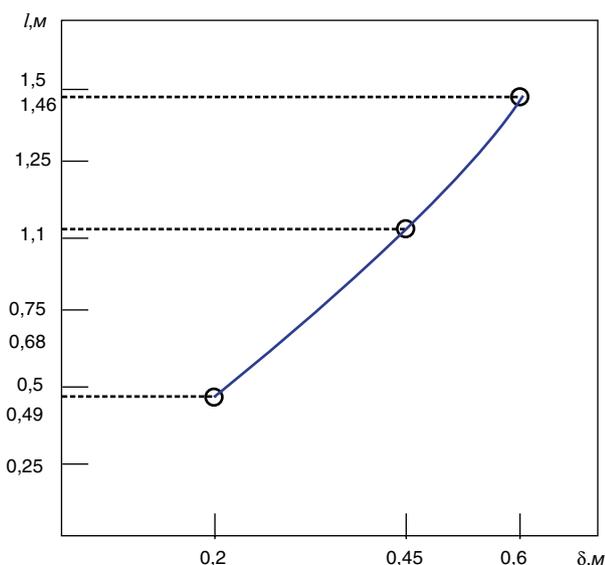


Рис. 1. Зависимость расстояния от внутреннего угла наружных стен до начала стабилизации температурного поля от толщины ограждающей конструкции

Таблица 2

Теплопотери через наружные стены размерами 6×3 м и 3×3 м с учетом влияния их углового стыка

Толщина стены, м	Коэффициент теплопроводности материала стены, Вт/(м·°C)	Теплопотери без учета влияния угла, Вт	Теплопотери на участке стен, примыкающих к углу, Вт	Расчетные теплопотери с учетом влияния угла, Вт	Дополнительные теплопотери из-за влияния угла в % от расчетных
0,2	0,04	382,125	46,218	386,734	1,19
0,45	0,09	382,125	103,719	392,436	2,63
0,6	0,12	382,125	137,718	395,865	3,47

тов по формуле (1) получаются ниже расчетных на 31,57%. При толщине стены 0,6 м погрешность снижается до 10,54%.

В табл. 2 приведены значения приведенных сопротивлений теплопередаче участков стен, примыкающих к углу, а также теплопотери, в том числе и дополнительные.

Следует отметить, что расчеты проведены с условием того, что на рассмотренных расстояниях от внутреннего угла, например до 1,46 м при толщине стены 0,6 м, на обеих стенах наблюдается идентичное температурное поле.

Кроме моделей угловых соединений однородных стен рассмотрены и углы реально возводимых типов наружных стен. На рис. 2 приведен эскиз угла стен с вентилируемым фасадом многоэтажного каркасного здания с железобетонной колонной, размещенной в углу (вариант 1).

При возведении малоэтажных зданий колонна не предусматривается (вариант 2). Приведенное сопротивление теплопередаче без учета влияния угла и кронштейнов равно 5,236 м²С/Вт. Следует отметить, что в статье проведен только анализ влияния углов на теплопотери. Для определения расчетной величины R_0^{np} необходимо дополнительно учесть влияние кронштейнов как точечных неоднородностей, а также оконных откосов при наличии окон и применять элементный подход [10]. Без учета влияния углов и кронштейнов теплопотери через наружные стены помещения площадью 6×3 м и высотой 3 м составили бы 376,432 Вт. Тепловые потери в зоне влияния угла, вычисленные с помощью программы расчета, равны 50,514 (47,657) Вт (результаты расчетов по варианту 2 приведены в скобках). При высоте стены 3 м они составят 50,514×3=151,542 (142,971) Вт. Теплопотери с учетом влияния угла – 396,641 (395,599) Вт. Длина стен с одномерным температурным полем равна 5,86 (6,04) м. Дополнительные теплопотери составляют 5,10 (4,85)% от расчетных. При размере помещения 4×3 м дополнительные тепловые потери достигают 6,46 (6,14)%. Проведенные расчеты показывают, что дополнительные тепловые потери в угловых помещениях не выходят за рамки ранее принимаемых величин, но требуют, как отмечено в статье [1], определения при проведении расчетов. К потерям тепла через ограждающие конструкции с учетом влияния их углов следует добавить дополнительные теплопотери через участки стен за радиаторами [2]. Чтобы исключить разночтения у проектировщиков в приложении Е СП 50.13330.2012 было бы целесообразно отметить, что к линейным неоднородностям, как изложено в статье [1], относятся и двухмерные углы наружных ограждений. Следовало бы отразить и необходимость учета пространственных углов наружных ограждений и оконных откосов.

Расчеты показывают, что с увеличением толщины ограждения и уменьшением площади помещения возрастают дополнительные теплопотери из-за влияния углов наружных стен, которые следует учитывать при выборе мощности отопительных приборов в угловых помещениях. Для

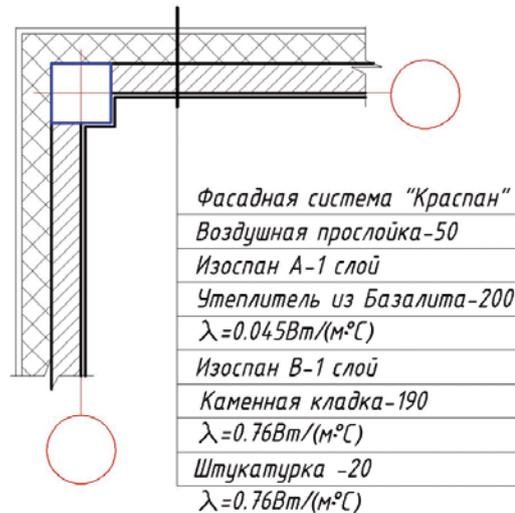


Рис. 2. Эскиз угла наружных стен с вентилируемым фасадом многоэтажного каркасного здания

снижения дополнительных тепловых потерь через угловые стыки наружных стен, как и через оконные откосы, следует стремиться к уменьшению толщины ограждающих конструкций путем применения эффективных теплоизоляционных материалов.

Список литературы

- Гагарин В.Г., Неклюдов А.Ю. Учет теплотехнических неоднородностей ограждений при определении тепловой нагрузки на систему отопления здания // *Жилищное строительство*. 2014. № 6. С. 3–7.
- Ливчак В.И. Расчет теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий – основа энергосбережения. Новое руководство АВОК // *АВОК*. 2005. № 7. С. 4–8.
- Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха). М.: Высшая школа, 1982. 415 с.
- Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М.: АВОК-ПРЕСС. 2006. 149 с.
- Самарин О.Д. К вопросу об определении температуры в наружном углу здания // *Строительная физика в XXI веке: Материалы научно-технической конференции*. М.: НИИСФ РААСН, 2006. С. 104–107.
- Данилов Н.Д., Шадрин В.Ю., Павлов Н.Н. Прогнозирование температурного режима угловых соединений наружных ограждающих конструкций // *Промышленное и гражданское строительство*. 2010. № 4. С. 20–21.
- Данилов Н.Д., Федотов П.А. Теплоэффективное решение углового соединения цокольного перекрытия и стены монолитных зданий с холодными подпольями // *Жилищное строительство*. 2012. № 2. С. 1–2.

8. Самарин О.С. Оценка минимального значения температуры в наружном углу здания при его скруглении // *Промышленное и гражданское строительство*. 2014. № 8. С. 34–36.
9. Степанов В.С., Поспелова И.Ю. Исследование процессов теплообмена в зоне наружного стыка ограждающих конструкций // *Известия вузов. Строительство*. 2003. № 2. С. 82–86.
10. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Теоретические предпосылки расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // *Строительные материалы*. 2010. № 12. С. 4–12.
4. Fokin K.F. *Stroitel'naya teplotekhnika ogradhdayushchikh chastei zdaniy* [Stroitel'naya of the heating engineer of the protecting parts of buildings]. Moskva: AVOK-PRESS. 2006. 149 p.
5. Samarina O.D. To a question of determination of temperature in an external corner of the building. *Construction physics in the XXI century: Materials of scientific and technical conference*. M.: NIISF RAASN, 2006. P. 104–107. (In Russian).
6. Danilov N.D., Shadrin V.Yu., Pavlov N.N. Forecasting of temperature condition of angular connections of the external protecting designs. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2010. No. 4, pp. 20–21. (In Russian).
7. Danilov N.D., Fedotov P.A. The heateffective solution of angular connection of socle overlapping and a wall of monolithic buildings with cold undergrounds. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2012. No. 2, pp. 1–2. (In Russian).

References

1. Gagarin V.G., Neklyudov A.Yu. The account heattechnical a neobottom-rodnostey of protections when determining thermal load of system of heating of the building. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 6, pp. 3–7. (In Russian).
2. Livchak V.I. Calculation of heatconsumption of the operated residential buildings – an energy saving basis. New management of AVOK // *AVOK*. 2005. No. 7, pp. 4–8. (In Russian).
3. Theological V.N. *Stroitel'naya teplofizika (teplofizicheskie osnovy otopleniya, ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukha)* [Construction thermophysics (teplofizichesky bases of heating, ventilation and air conditioning)]. Moskva: Vysshaya shkola, 1982. 415 p.
8. Samarina O.S. Otsenka of the minimum value of temperature in an external corner of the building at its rounding off. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2014. No. 8, pp. 34–36. (In Russian).
9. Stepanov V.S., Pospelova I.Yu. Research of processes of heat exchange in a zone of an external joint of the protecting designs. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. 2003. No. 2, pp. 82–86. (In Russian).
10. Gagarin V.G., Kozlov V.V. Theoretical prerequisites of calculation of the specified resistance to a heat transfer of the protecting designs. *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2010. No. 12, pp. 4–12. (In Russian).

ВИНТОВЫЕ ГРУНТОВЫЕ АНКЕРА

АТЛАНТ

- ПРОИЗВОДСТВО В РОССИИ
- В НАЛИЧИИ НА СКЛАДЕ
- ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УСТАНОВКИ
- ПЕРЕСОГЛАСОВАНИЕ ПРОЕКТОВ

(495) 226-18-37
(342) 200-79-00

info@anker-system.ru
www.anker-system.ru



АНКЕРНЫЕ
СИСТЕМЫ



Реклама

УДК

А.В. ЖЕРЕБЦОВ, начальник технического отдела
ООО «ПЕНОПЛЭКС СПб» (191014, г. Санкт-Петербург, ул. Маяковского, 31)

Оценка фактора удельных потерь теплоты групп узлов наружных фасадных ограждающих конструкций с теплоизоляционным слоем из ПЕНОПЛЭКС®

Проведены расчеты удельных потерь теплоты групп узлов наружных ограждающих конструкций на примере штукатурной системы с теплоизоляционным слоем из плит ПЕНОПЛЭКС®. Определен удельный поток теплоты, обусловленный теплопроводным элементом – противопожарной рассечкой из минеральной ваты. Выявлена доля от общего теплового потока, проходящего через фасадную систему с учетом всех теплопроводных включений. Зависимости удельных потерь теплоты фасадной системы с теплоизоляционным слоем из плит ПЕНОПЛЭКС®, представленные в данном расчете, подтверждают сравнительно незначительное влияние противопожарных рассечек из минеральной ваты на общие показатели теплотехнической однородности. Расчеты, основанные на СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие. Характеристики теплотехнических неоднородностей», позволяют на стадии проектирования с достаточной точностью выявлять теплотехнически слабые элементы конструкций и учитывать это при оптимизации узлов.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, энергоэффективность, коэффициент теплотехнической однородности, теплопроводные включения, фасады, штукатурные фасады, экструдированный пенополистирол ПЕНОПЛЭКС®, противопожарные рассечки.

A.V. ZHEREBTSOV, Head of Technical Department
ООО «PENOPLEX SPb» (31 Mayakovskogo Street, Saint-Petersburg, 191014, Russian Federation)

Assessment of of Specific Heat Losses Factor of Groups of Joints of External Enclosing Structures with a Heat Insulation Layer of PENOPLEX®

The calculations of specific heat losses of groups of joints of external enclosing structures have been made on the example of a plaster system with a heat insulation layer of PENOPLEX plates. A specific heat flow conditioned by a heat conductive element, a fire-prevention splitting made of mineral wool, has been determined. A share of the general heat flow passing through the façade system with due regard for all the heat conductive inclusions has been revealed. Dependences of specific heat losses of the façade system with the heat insulating layer of PENOPLEX® plates, presented in this calculation, confirm the comparatively insignificant influence of fire-prevention splitting made of mineral wool on the general indices of heat engineering uniformity. Calculations on the basis of SP 230.1325800.2015 "Enclosing structures. Characteristics of heat engineering heterogeneity" make it possible at the design stage with sufficient accuracy to identify elements of structures weak from the heat engineering point of view and take this into account when optimizing joints.

Keywords: heat insulation materials, energy efficiency, coefficient of heat engineering uniformity, heat conductive inclusions, facades, plaster façade, extruded polystyrene PENOPLEX®, fire-prevention splitting.

Очевидно, что одним из базовых залогов успешной эксплуатации ограждающего контура здания является стабильно эффективная теплоизоляция. Особенно важно уделить внимание данному аспекту в фасадных системах первых и цокольных этажей, так как воздействие влажностного фактора (начиная от непосредственного капиллярного всасывания и заканчивая неизбежными явлениями сорбционного увлажнения) существенно и необратимо ухудшает теплоизолирующую способность невлагостойких утеплителей [1].

Натурные пожарные испытания конструкций стен с влагостойким эффективным слоем теплоизоляции из экструдированного пенополистирола, прежде всего системы наружного утепления фасадов с тонкослойной штукатуркой, проведенные в Центре сертификации и испытаний «Огнестойкость – ЦНИИСК» с участием специалистов ФГБУ ВНИИПО МЧС России и в Лаборатории противопожарных исследований, сертификационных испытаний и экспертизы в строительстве (ЛПИСИЭС ЦНИИСК), подтвердили класс пожарной опасности системы КО и предел огнестойкости не менее REI60.

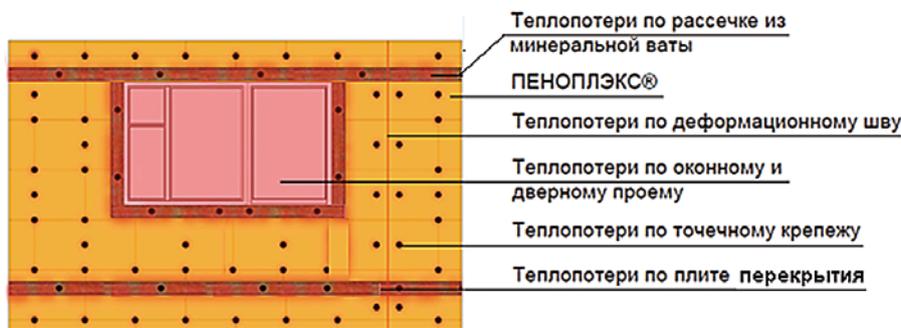
Но успешно подтвержденные показатели не отменяют требование по наличию противопожарных рассечек в зонах оконных проемов и межэтажных поясов. В связи с этой конструктивной особенностью не редко возникает вопрос (прежде всего у представителей архитектурно-проектных организаций) «не будет ли выявлено существенных источников теплопотерь за счет данных неоднородностей системы?». Учитывая несколько отлич-

ные теплофизические характеристики базового слоя теплоизоляции из ПЕНОПЛЭКС® с расчетным коэффициентом теплопроводности не выше 0,033 Вт/(м·°C) и минераловатных противопожарных рассечек с расчетным коэффициентом теплопроводности ~0,045 Вт/(м·°C)), может сложиться такое мнение.

Осознавая частоту высказываний подобных предположений, силами специалистов НИИСФ РААСН и технического отдела ООО «ПЕНОПЛЭКС СПб» на основании СП 50.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий») и СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие. Характеристики теплотехнических неоднородностей» разработан стандарт организации по применению экструдированного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС® в ограждающих конструкциях первых и цокольных этажей. Один из разделов данного фундаментального стан-

Таблица 1
Описание конструкции, выбранной для расчета

Материал слоя	Толщина слоя δ, мм	λ, Вт/(м·°C)
Внутренняя штукатурка	20	0,93
Кирпичная кладка	250	0,64
ПЕНОПЛЭКС®	100	0,032
Наружная штукатурка	6	0,93



Расположение теплопроводных включений (линейные и точечные элементы)

дарту посвящен расчетам удельных теплопотерь групп узлов ограждающих конструкций фасадов с базовым теплоизоляционным слоем из плит ПЕНОПЛЭКС®, в том числе с учетом противопожарных рассечек. Разработанный документ является готовым справочником в области теплофизических характеристик узлов и однозначно будет полезен широкому кругу пользователей: проектировщикам, строителям, сотрудникам органов экспертизы.

В качестве примера расчета поэлементных показателей теплотехнических неоднородностей фасадной системы предлагаем рассмотреть штукатурную систему с утеплителем ПЕНОПЛЭКС® и противопожарными рассечками из ваты (табл. 1).

Основными теплопроводными включениями данной системы являются (см. рисунок):

- плоский элемент 1 (стена по глади) – кирпичная кладка, утепленная снаружи слоем ПЕНОПЛЭКС®, с облицовкой слоем штукатурки;
- линейный элемент 1 – стык балконной плиты со стеной (толщина железобетонного перекрытия 160 мм, с перфорацией по длине в соотношении утепленные пустоты/бетонные переемычки = 1/1);
- линейный элемент 2 – примыкание оконного блока к стене (толщина оконной рамы 70 мм, рама стоит вровень с утеплителем, нахлест утеплителя 20 мм.);
- линейный элемент 3 – рассечка из минеральной ваты;

- линейный элемент 4 – деформационно-усадочные швы;
- точечный элемент 1 – полимерные тарельчатые анкеры со стальным распорным элементом.

Определив необходимые геометрические характеристики всех элементов (плоский, линейные, точечный), выполняется расчет удельных потерь теплоты, обусловленный теплопроводными элементами в соответствии с требованиями СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие. Характеристики теплотехнических неоднородностей»*.

Результаты, представленные в данном расчете удельных потерь теплоты групп узлов наружной ограждающей конструкции с теплоизоляционным слоем из плит ПЕНОПЛЭКС®, подтверждают незначительное влияние противопожарных рассечек из минеральной ваты на общие показатели и составляют всего лишь 2,2% (табл. 2).

Как правило, наибольшие дополнительные потери теплоты приходятся на плиты перекрытий и элементы крепления утеплителя (в данном случае 25,5% и 6,7% соответственно). А это значит, что в случае необходимости повышения теплотехнической однородности конструкции чаще следует дорабатывать или оптимизировать именно линейный элемент 1 (плиты перекрытий) и точечный элемент (крепеж) [3].

Важно акцентировать внимание на том, что приведенные в «Стандарте организации по применению экструдированного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС® в ограждающих конструкциях первых и цокольных этажей» таблицы с расчетными характеристиками различных узлов конструкций позволяют частично или полностью исключить расчеты температурных полей в процессе проектирования или экспертной оценки конструкций. Эти данные особенно актуальны в связи с началом обязательного применения СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» с 1 июля 2015 г., согласно Постановлению Правительства РФ от 26.12.2014 № 1521, потому что являются готовым справочным материалом для проектировщиков и сотрудников органов экспертизы.

Таблица 2

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент 1	$a=1 \text{ м}^2/\text{м}^2$	$U_{f1}=0,27 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{°C})$	$U_{f1}a=0,27 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{°C})$	61,1
Линейный элемент 1	$l_1=0,303 \text{ м}/\text{м}^2$	$\Psi_1=0,372 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C})$	$\Psi_1l_1=0,113 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{°C})$	25,5
Линейный элемент 2	$l_2=0,536 \text{ м}/\text{м}^2$	$\Psi_2=0,033 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C})$	$\Psi_2l_2=0,018 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{°C})$	4,1
Линейный элемент 3 (рассечка из минеральной ваты)	$l_3=0,699 \text{ м}/\text{м}^2$	$\Psi_3=0,014 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C})$	$\Psi_3l_3=0,010 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{°C})$	2,2
Линейный элемент 4	$l_4=0,039 \text{ м}/\text{м}^2$	$\Psi_4=0,053 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C})$	$\Psi_4l_4=0,002 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{°C})$	0,4
Точечный элемент 1	$n_1=10 \text{ 1}/\text{м}^2$	$\chi_1=0,003 \text{ Вт}/\text{°C}$	$\chi_1n_1=0,030 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{°C})$	6,7
Итого			$1/R_{np}=0,442 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{°C})$	100

* Весь набор расчетных характеристик потерь теплоты основных узлов и элементов фасадных систем с ПЕНОПЛЭКС® уже определен и представлен в справочных таблицах СТО по применению экструдированного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС® в ограждающих конструкциях первых и цокольных этажей.

Список литературы

1. Гагарин В.Г., Пастушков П.П. Количественная оценка энергоэффективности энергосберегающих мероприятий // *Строительные материалы*. 2013. № 6. С. 7–9.
2. Гагарин В.Г., Козлов В.В. О требованиях к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированной редакции СНиП «Тепловая защита зданий» // *Вестник МГСУ*. 2011. № 7. С. 59–66.
3. Гагарин В.Г., Козлов В.В. О комплексном показателе тепловой защиты оболочки здания // *АВОК*. 2010. № 4. С. 52–65.

References

1. Gagarin V.G., Pastushkov P.P. Quantitative Assessment of Energy Efficiency of Energy Saving Measures. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013.No. 6, pp. 7–9. (In Russian).
2. Gagarin V.G., Kozlov V.V. On the requirements for thermal protection and energy efficiency in the draft version of the updated snip «Thermal protection of buildings». *Vestnik MGSU*. 2011.No. 7, pp. 59–66. (In Russian).
3. Gagarin V.G., Kozlov V.V. On Integrated Thermal protection of the building envelope. *AVOK*. 2010.No. 4, pp. 52–65. (In Russian).

УДК

Л.Н. КИМ, канд. техн. наук (nik_0710@bk.ru), Е.В. КАШУЛИНА, архитектор

ОАО «Центральный научно-исследовательский и проектный институт жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)»
(127434, Москва, Дмитровское ш., 9, стр. 3)

Проектирование энергоэффективных светопрозрачных конструкций с заданными теплозащитными качествами

Разработка энергоэффективных светопрозрачных конструкций связана с необходимостью обеспечения, с одной стороны, требуемого уровня теплозащиты, температуры на непрозрачных участках выше температуры точки росы, в соответствии с СП 50.1330.2012 «Тепловая защита зданий» (Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003) с другой стороны. Подобная многоуровневая задача может быть решена только с применением компьютерных методов исследований.

Ключевые слова: энергоэффективность, светопрозрачные конструкции, точка росы, теплозащитные качества, приведенное сопротивление теплопередаче.

L.N. KIM, Candidate of Sciences (Engineering) (nik_0710@bk.ru), E.V. KASHULINA, Engineer
ОАО «Central Research and Design Institute for Residential and Public Buildings»
(9, structure 3, Dmitrovskoye Highway, 127434, Moscow, Russian Federation)

Design of Energy Efficient Translucent Structures with Specified Thermal Properties

The development of energy efficient translucent structures (TS) is connected with the need to ensure the required level of heat protection, on the one hand, and the temperature over the dew point on opaque parts in accordance with SP 50.1330.2012 "Heat Protection of Buildings" (Actualized version of SNiP 23-02-2003), on the other hand. This multi-level problem can be solved only with the use of computer research methods.

Keywords: energy efficiency, translucent structures, dew point, thermal properties, reduced total thermal resistance.

Авторами представлена методика теплотехнического проектирования энергоэффективных светопрозрачных конструкций (СПК) с заданными теплозащитными качествами на основе компьютерного моделирования.

Порядок проектирования энергоэффективных СПК с заданными теплозащитными качествами

В соответствии с техническим заданием предстоит разработать энергоэффективное СПК с приведенным сопротивлением теплопередаче не менее $R_0 = 0,77 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Проектирование энергоэффективного СПК требуемого уровня теплозащиты проводится в следующей последовательности:

- 1.1. Производится выбор элементов СПК – тип профиля (ПВХ, алюминиевый сплав, клееный брус и др.), формула стеклопакета.
- 1.2. В соответствии с условиями эксплуатации, категориями помещений, климатическими параметрами и др. определяются граничные условия.
- 1.3. По сертифицированному программному комплексу (ПК) выполняется теплотехнический расчет выбранной формулы стеклопакета.
- 1.4. По ПК выполняется теплотехнический расчет выбранного СПК с оценкой сопротивления теплопередаче рамы, температурного поля по сечению и распределения температуры на поверхностях непрозрачных и светопрозрачных участков.
- 1.5. По программному комплексу определяется приведенное сопротивление теплопередаче выбранного СПК.

1.6. Вычисленное по ПК приведенное сопротивление теплопередаче проверяется на соответствие требуемому сопротивлению теплопередаче СПК. Если вычисленное по ПК приведенное сопротивление теплопередаче меньше требуемого сопротивления теплопередаче СПК, а температуры на поверхностях непрозрачных и светопрозрачных участков не будут соответствовать требованиям СП 50.1330.2012 (СНиП 23-03–2003) «Тепловая защита зданий», то производится выбор нового варианта СПК, его элементов и повторный расчет.

1.7. Проектирование считается завершенным, если приведенное сопротивление теплопередаче подобранной СПК не ниже требуемого сопротивления теплопередаче, а температуры на поверхностях непрозрачных и светопрозрачных участках будут соответствовать требованиям СП 50.1330.2012 (СНиП 23-03–2003) «Тепловая защита зданий».

Выбор граничных условий. В качестве примера принято:

- температура наружного воздуха -20°C (в соответствии с рекомендациями ГОСТ 26602.1–99 «Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче»);
- температура воздуха в помещении жилых зданий $+20^\circ\text{C}$;
- коэффициент теплоотдачи у внутренней поверхности стеклопакета $\alpha_{\text{в}} = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ (в соответствии с рекомендациями ГОСТ 26602.1–99);
- коэффициент теплоотдачи у наружной поверхности стеклопакета $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.

Рис. 1. Теплотехнический расчет стеклопакета СПД 4-10-4-10-4. Сопротивление теплопередаче по центру такого стеклопакета составляет $R_0=0,53 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$

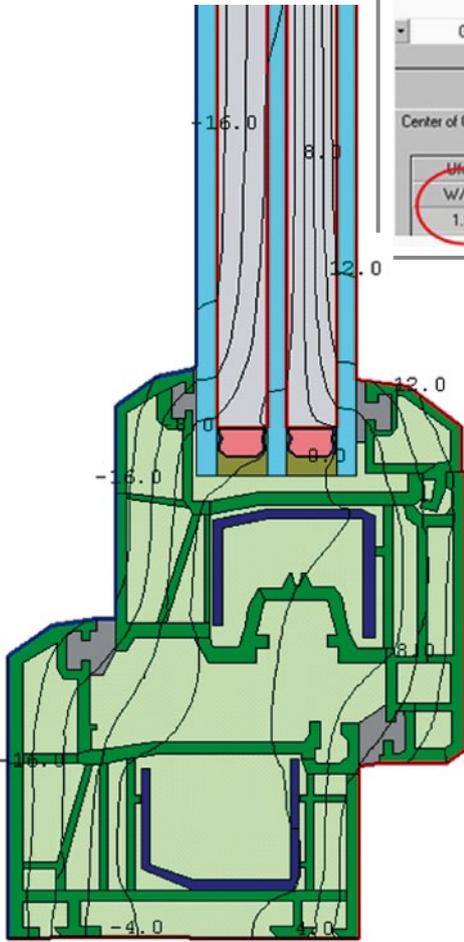


Рис. 2. Теплотехнический расчет сопряжения рамы с ПВХ профилем и со стеклопакетом СПД 4-10-4-10-4. Приведенное сопротивление теплопередаче выбранного сопряжения рамы со стеклопакетом СПД 4-10-4-10-4 составляет $R_0=0,68 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$

Рис. 3. Теплотехнический расчет СПК со стеклопакетом СПД 4-10-4-10-4 и пятикамерным ПВХ профилем КВЕ «ЭКСПЕРТ» шириной 70 мм. Приведенное сопротивление теплопередаче выбранного СПК составляет $R_0=0,56 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$



U-Factors

	U-factor W/m2K	delta T C	Length mm	Rotation
Frame	1.4617	40.0	99.7456	N/A
Edge	1.3990	40.0	90.1014	90.0

% Error Energy Norm 7.73%

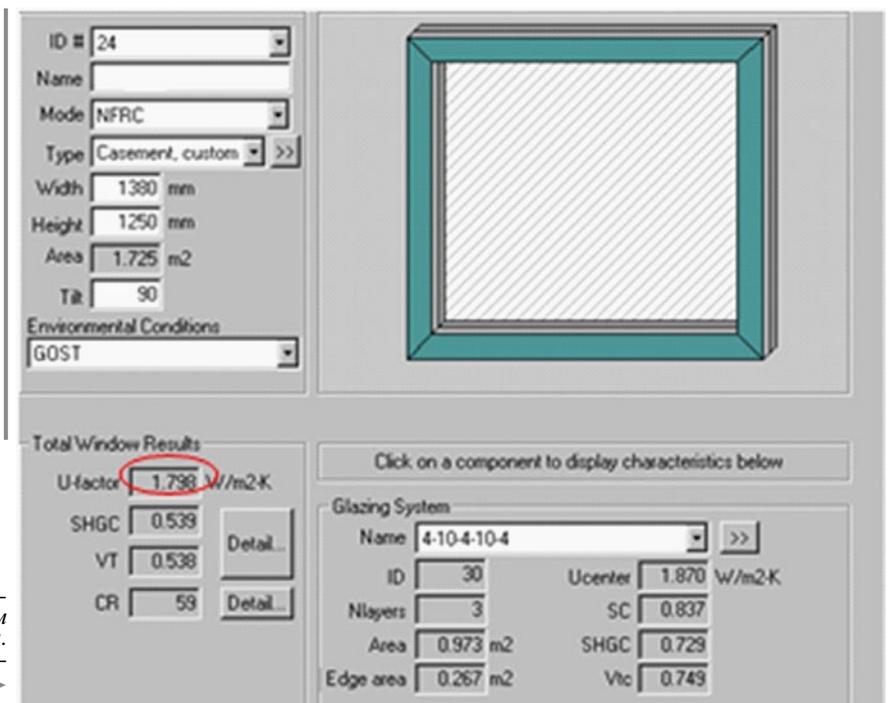


Рис. 4. Теплотехнический расчет энергосберегающего двухкамерного стеклопакета СПД 4-10Ar-4-10Ar-4И. Сопротивление теплопередаче по центру такого стеклопакета составляет $R_0=0,93 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

ID #: 29 Name: 4-10Ar-4-10Ar-4И

Layers: 3 Tilt: 90 ° IG Height: 1000 mm

Environmental Conditions: ГОСТ IG Width: 1000 mm

Overall thickness: 32.000 mm Mode: #

ID	Name	Mode	Thick	Flip	Tsol	Rsol1	Rsol2	Tvis	Rvis1	Rvis2	Tir	E1	E2	Conc	
7194	ip_klar4.ipe	#	4.0	<input type="checkbox"/>		0.847	0.082	0.082	0.902	0.084	0.084	0.000	0.840	0.840	1.000
6	Air (5%) / Argon (95%) M		10.0	<input type="checkbox"/>											
7194	ip_klar4.ipe	#	4.0	<input type="checkbox"/>		0.847	0.082	0.082	0.902	0.084	0.084	0.000	0.840	0.840	1.000
6	Air (5%) / Argon (95%) M		10.0	<input type="checkbox"/>											
2027	LoE270-4.CIG	#	4.0	<input checked="" type="checkbox"/>		0.370	0.470	0.341	0.765	0.055	0.074	0.000	0.037	0.840	1.000

Center of Glass Results | Temperature Data | Optical Data | Angular Data | Color Properties

Ufactor	SC	SHGC	Rel. Ht. Gain	Tvis	Keff	Gap 1 Keff	Gap 2 Keff
W/m2K			W/m2		W/m-K	W/m-K	W/m-K
1.079	N/A	N/A	N/A	0.633	0.0320	0.0450	0.0191

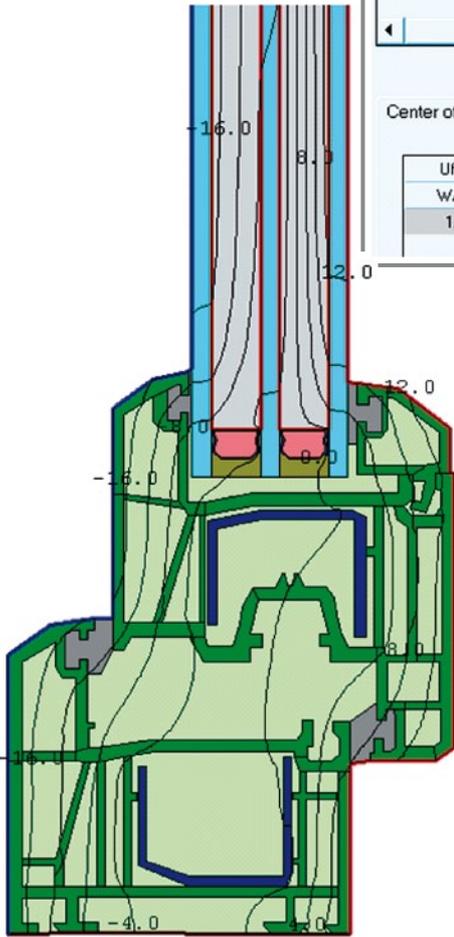


Рис. 5. Теплотехнический расчет сопряжения выбранного пятикамерного ПВХ профиля с энергосберегающим двухкамерным стеклопакетом СПД 4-10Ar-4-10Ar-4И. Приведенное сопротивление теплопередаче выбранного сопряжения рамы с энергосберегающим двухкамерным стеклопакетом составляет $R_0=0,68 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

U-Factors

	U-factor W/m2K	delta T C	Length mm	Rotation
Frame	1.4617	40.0	93.7456	N/A
Edge	1.3990	40.0	90.1014	90.0

% Error Energy Norm: 7.73%

ID #: 7

Name: 5-ти кам. 4-10Ar-4-10Ar-4И

Mode: NFRC

Type: Casement, custom

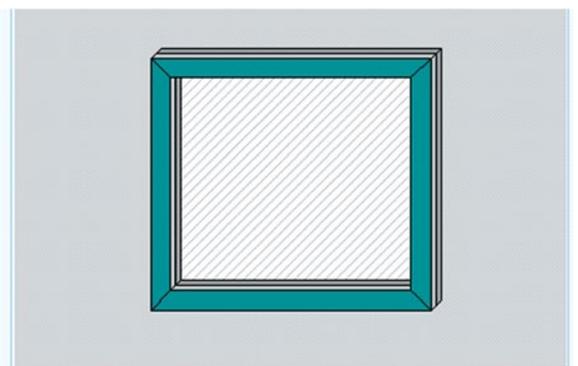
Width: 1380 mm

Height: 1250 mm

Area: 1.725 m2

Tilt: 90

Environmental Conditions: ГОСТ



Total Window Results

U-factor	1.236 W/m2-K
SHGC	N/A
VT	0.455
CR	65

Click on a component to display characteristics below

Glazing System

Name	4-10Ar-4-10Ar-4И
ID	29
Nlayers	3
Area	0.973 m2
Edge area	0.267 m2
Ucenter	1.079 W/m2-K
SC	-1.000
SHGC	-1.000
Vtc	0.633

Рис. 6. Теплотехнический расчет СПК со стеклопакетом СПД 4-10Ar-4-10Ar-4И и пятикамерным ПВХ профилем КВЕ «ЭКСПЕРТ» шириной 70 мм. Приведенное сопротивление теплопередаче выбранного СПК с энергосберегающим двухкамерным стеклопакетом СПД 4-10Ar-4-10Ar-4И и пятикамерным ПВХ профилем КВЕ «ЭКСПЕРТ» шириной 70 мм составляет $R_0=0,81 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

Выбор стеклопакета. Для энергоэффективного СПК предварительно выбираем двухкамерный стеклопакет СПД 4-10-4-10-4 с тремя чистыми стеклами толщиной по 4 мм и двумя камерами, заполненными воздушной смесью.

Теплотехнический расчет двухкамерного стеклопакета СПД 4-10-4-10-4 представлен на рис. 1. Сопротивление теплопередаче по центру такого стеклопакета составляет $R_0=0,53 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$.

Выбор типа профиля. Для примера выбираем пятикамерный ПВХ профиль КВЕ «ЭКСПЕРТ» шириной 70 мм со стеклопакетом СПД 4-10-4-10-4. Теплотехнический расчет сопряжения рамы с ПВХ профилем и со стеклопакетом СПД 4-10-4-10-4 представлен на рис. 2.

Приведенное сопротивление теплопередаче выбранного сопряжения рамы со стеклопакетом СПД 4-10-4-10-4 составляет $R_0=0,68 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$.

Результат определения приведенного сопротивления теплопередаче выбранного СПК со стеклопакетом СПД 4-10-4-10-4 и пятикамерным ПВХ профилем КВЕ «ЭКСПЕРТ» шириной 70 мм представлен на рис. 3.

Вычисленное приведенное сопротивление теплопередаче выбранного СПК составляет $R_0=0,56 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$, что меньше требуемого для энергоэффективных СПК $R_0=0,77 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$. Далее производится выбор нового варианта СПК, его элементов и повторный теплотехнический расчет. На основе проведенного расчета выбираем энергосберегающий двухкамерный стеклопакет СПД 4-10Ar-4-10Ar-4И с одним теплоотражающим стеклом с мягким покрытием Low E с коэффициентом теплоэмиссии 0,04 и заполненный аргоновой смесью.

Теплотехнический расчет энергосберегающего двухкамерного стеклопакета СПД 4-10Ar-4-10Ar-4И представлен на рис. 4. Сопротивление теплопередаче по центру такого стеклопакета СПД 4-10Ar-4-10Ar-4И составляет $R_0=0,93 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$.

На следующем этапе выполняется теплотехнический расчет сопряжения выбранного пятикамерного ПВХ профиля с энергосберегающим двухкамерным стеклопакетом СПД 4-10Ar-4-10Ar-4И. Результат расчета представлен на рис. 5. Приведенное сопротивление теплопередаче выбранного сопряжения рамы с энергосберегающим двухкамерным стеклопакетом СПД 4-10Ar-4-10Ar-4И составляет $R_0=0,68 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$.

Определяется приведенное сопротивление теплопередаче выбранного СПК с энергосберегающим двухкамерным стеклопакетом СПД 4-10Ar-4-10Ar-4И и пятикамерным ПВХ профилем КВЕ «ЭКСПЕРТ» шириной 70 мм. Результат расчета представлен на рис. 6. Вычисленное приведенное сопротивление теплопередаче выбранного СПК с энергосберегающим двухкамерным стеклопакетом СПД 4-10Ar-4-10Ar-4И и пятикамерным ПВХ профилем КВЕ «ЭКСПЕРТ» шириной 70 мм составляет $R_0=0,81 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$, что на 5% больше требуемого сопротивления теплопередаче для энергоэффективных СПК $R_0=0,77 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$ и может быть рекомендован к применению.

Список литературы

1. Ким Л.Н., Магай А.А., Черненко Е.Н. Повышение теплотехнических качеств светопрозрачных конструкций // *Окна. Двери. Фасады*. 2011. № 41. С. 70–75.
2. Ким Л.Н., Кашулина Е.В. Энергоэффективность теплосберегающих светопрозрачных ограждающих конструкций в крупнопанельном домостроении (на приме-

ре серии Р-Н-Д) // *Жилищное строительство*. 2014. № 5. С. 30–33.

3. Тихомирнов С.И., Пантюхов Н.А., Шахнес Л.М. О практике проектирования светопрозрачных ограждающих конструкций // *Окна. Двери. Фасады*. 2012. № 47. С. 16–23.
4. Ким Л.Н. Факторы, определяющие теплоэнергетическую эффективность окон // *Окна. Двери. Фасады*. 2013. № 50. С. 40–44.
5. Ким Л.Н. Расчетный метод теплотехнической оценки оконных блоков, окон и узлов примыканий // *Окна. Двери. Фасады*. 2013. № 49. С. 36–38.

References

1. Kim L.N., Magay A.A., Chernenko E.N. Increase of heatphysical qualities of translucent designs. *Okna. Dveri. Fasady*. 2011. No. 41, pp. 70–75. (In Russian).
2. Kim L.N., Kashulina E.V. Energoeffektivnost of the protecting designs which are heatpreserving translucent in large-panel housing construction (on the example of the R-N-D series). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 5, pp. 30–33. (In Russian).
3. Tikhomirnov S.I., Pantyukhov N.A., Shakhnes L.M. About practice design of the translucent protecting designs. *Okna. Dveri. Fasady*. 2012. No. 47, pp. 16–23. (In Russian).
4. Kim L.N. The factors defining the heat power efficiency of windows. *Okna. Dveri. Fasady*. 2013. № 50, pp. 40–44. (In Russian).
5. Kim L. N. Calculation method of a heattechnical evaluation of the window blocks, windows and knots of adjunctions. *Okna. Dveri. Fasady*. 2013. No. 49. pp. 36–38. (In Russian).

Подписка на электронную версию



Актуальная информация для всех работников
строительного комплекса

СТРОИТЕЛЬСТВО

<http://ejournal.rifsm.ru/>

УДК

В.Т. ИВАНЧЕНКО, канд. техн. наук, Е.В. БАСОВ, инженер (4263375@mail.ru),
А.А. ТРИШКИНА, инженер

Кубанский государственный технологический университет (350072, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2)

Создание оптимальной температурно-влажностной микросреды в жилых зданиях

Выполнение конструкции без тепловых мостов ведет к повышенным теплотерям. Выполнен расчет тепловых полей. На основе приведенных изотерм показаны рекомендуемые теоретические модели узлов основных ограждающих конструкций. Представлен проект энергоэффективного здания необходимой геометрической формы и ориентирования с использованием эффективного утеплителя. Выведена величина отклонения расчетного значения удельного расхода тепла на отопление здания за отопительный период от нормативного.

Ключевые слова: энергосбережение, температурно-влажностная микросреда, жилое здание, тепловые поля, энергоэффективное здание, утеплитель.

V.T. IVANCHENKO, Candidate of Sciences (Engineering), E.V. BASOV, Engineer (4263375@mail.ru), A.A. TRISHKINA, Engineer
Kuban State Technological University (2 Moskovskaya Street, 350072, Krasnodar, Russian Federation)

Creation of Optimal Temperature-Humidity Micro-Environment in Residential Buildings

Execution of a structure without thermal bridges leads to increased heat losses. The calculation of thermal fields is done. On the basis of given isotherms, recommended theoretical models of units of basic enveloping structures are shown. The design of an energy-efficient building of required geometric form and orientation with the use of an efficient heat insulator is presented. The value of the deviation of the design value of specific heat consumption for heating the building during the heating period from the normative one is derived.

Keywords: energy saving, temperature-humidity micro-environment, residential building, temperature fields, energy efficient building, heat insulator.

При проектировании жилых зданий мощность системы отопления помещений составляет 150–240 кВт·ч/(м² в год). Необходимо же, чтобы данная величина была уменьшена до 15 кВт·ч/(м² в год) [1, 2], что позволит снизить не только мощность системы отопления, но и потребление энергии всего здания, будь то подогрев горячей воды или использование энергии для бытовых нужд жильцов. Необходимо соблюсти тепловой баланс здания, уменьшить теплотери и увеличить теплопоступления [3–7].

В проекте энергоэффективного здания предусмотрены методы сокращения теплотер: улучшенная теплоизоляция наружных ограждающих конструкций; уменьшение тепловых мостов; создание герметичной оболочки здания; использование специальных окон; рекуперация тепла из вытяжного воздуха.

Важное и основополагающее влияние на низкое по-

требление тепловой энергии на отопление имеет высокая теплоизоляция наружных ограждающих конструкций. Необходимо избегать сложных форм наружной оболочки здания; по возможности создавать буферную (защитную) зону с северной стороны для сохранения тепла; проектировать компактное здание.

Разработан ряд конструктивных решений, которые ликвидируют тепловые мосты.

Тепловой мост – участок наружной ограждающей конструкции с низким термическим сопротивлением, пронизывающий часть оболочки с утеплителем. Проектирование без тепловых мостов позволяет значительно снизить тепловые потери. Примером служит перекрытие подвала, конструкция которого часто используется при строительстве (рис. 1).

Выполнение конструкции без утеплителя ведет не только к снижению приведенного сопротивления теплопередаче,

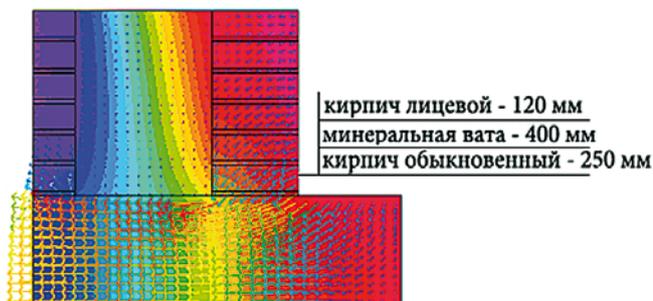


Рис. 1. Термограмма конструкции перекрытия подвала. Приведенное сопротивление теплопередаче 1,298 м²·°С/Вт



Рис. 2. Термограмма конструкции перекрытия подвала с утеплителем. Приведенное сопротивление теплопередаче 3,54 м²·°С/Вт

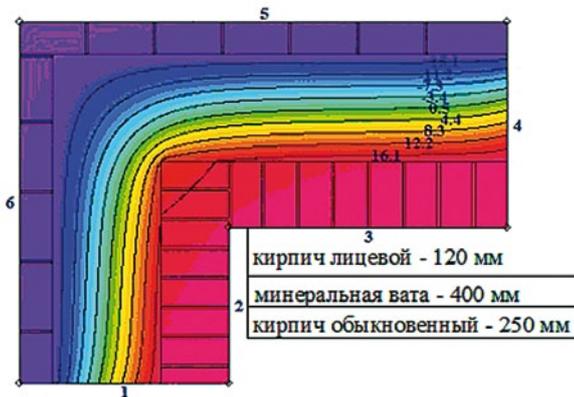


Рис. 3. Теоретическая модель горизонтального разреза наружной стены

но и к образованию конденсата на внутренней поверхности ограждающей конструкции. Расчетным методом выведена температура появления плесени при относительной влажности 55 % и температуре внутреннего воздуха 20 °С [5]. При анализе тепловых полей на рис. 1 обнаружен участок в месте примыкания наружной стены к плите перекрытия, где возможно образование грибка [6].

В рассматриваемом случае при достижении температуры 13,87 °С начнется рост грибка на поверхности:

$$\Phi = 0,8 \frac{Ps, Ecke}{Ps, Raum} \cdot 100\%$$

где $Ps, Ecke$ – давление насыщенного пара при температуре внутреннего воздуха 20 °С, Па; $Ps, Raum$ – давление насыщенного пара при температуре на внутренней поверхности конструкции 13,87 °С, Па. Таким образом:

$$\Phi = 0,8 \frac{1585,87}{2340} \cdot 100\% = 54,21\%$$

Формула для приблизительного расчёта точки росы в градусах Цельсия [5]:

$$Tp = bf(T, Rh) / (a - f(T, Rh)),$$

где $f(T, Rh) = aT / (b + T) + \ln(Rh / 100)$; Tp – температура точки росы, °С; $a = 17,27$; $b = 237,7$; T – комнатная температура, °С; Rh – относительная влажность, %.

Точка росы для тех же значений температуры и влажности:
 $T = 20$ °С; $Rh = 55$ %.

Вычислим функцию $f(T, Rh)$:

$$f(T, Rh) = aT / (b + T) + \ln(Rh / 100); f(T, Rh) = 0,74216.$$

Затем – температуру точки росы:

$$Tp = bf(T, Rh) / (a - f(T, Rh)); Tp = 10,674$$
 °С.

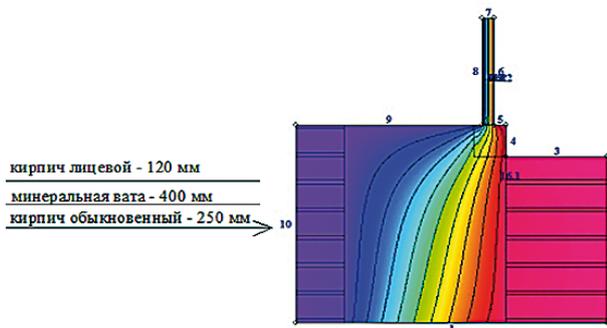


Рис. 5. Модель монтажа окна, произведенная в толще теплоизоляции (приведенное сопротивление теплопередаче 3,783 м²·°С/Вт)

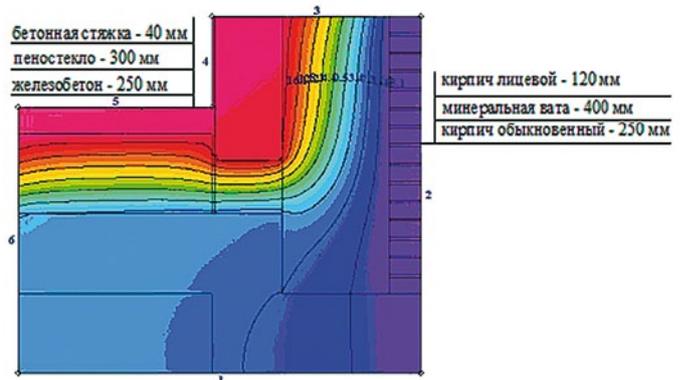


Рис. 4. Теоретическая модель вертикального разреза наружной стены, граничащей с фундаментом (участки 5 и 4 – внутренняя поверхность здания; грань 1 – нижняя часть фундамента)

В энергоэффективном здании подобной температуры не выявлено. В аналогичной по местонахождению точке на рис. 2 температура 18,6 °С, что исключает образование конденсата при равных условиях.

Наружные оболочки здания должны быть воздухонепроницаемыми. Существует мнение, что достаточный воздухообмен можно обеспечить через неплотности стены, оконных проемов. Но такой вид воздухообмена трудно контролировать. Следует выполнять герметичные конструкции, для поддержания оптимальной кратности воздухообмена необходима приточно-вытяжная вентиляция. Материал стен – кирпичная кладка с внутренней штукатуркой, выполненной без разрывов. Для обеспечения 30 м³ свежего воздуха в час на одного человека необходимо устраивать вентиляционные отверстия достаточного размера, чтобы воздухообмен был возможен без помех даже при закрытых внутренних межкомнатных дверях. Система рекуперации позволит вернуть до 75% тепла обратно в помещение, но воздух будет свежим, и концентрация углекислого газа снизится до 0,1%.

На рис. 1 и 2 представлены тепловые поля узлов без тепловых мостов. Изображения разработаны при помощи программного обеспечения, позволяющего сформировать теоретическую модель двумерного теплового поля на основе метода конечных элементов. Показаны изотермы с температурами: -15,1 °С; -11,2 °С; -7,3 °С; -3,4 °С; +0,5 °С; +4,4 °С; +8,3 °С; +12,2 °С; +16,1 °С.

Заданы следующие параметры модели (рис. 3): температура внутреннего воздуха +20 °С к участкам 2 и 3; к участкам 6 и 5 прикладывается величина -19 °С. Грани 1 и 4 имеют численно одинаковый тепловой поток – 1 Вт/м².

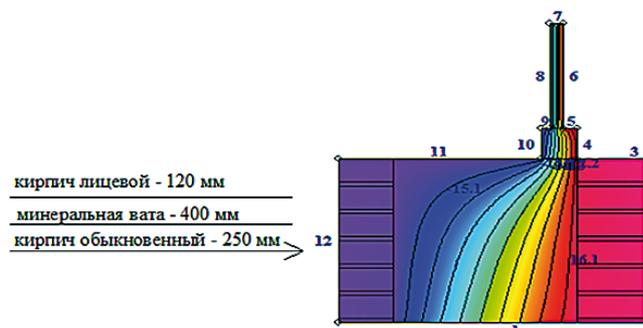


Рис. 6. Стандартная схема установки окна в проем (приведенное сопротивление теплопередаче 3,012 м²·°С/Вт)

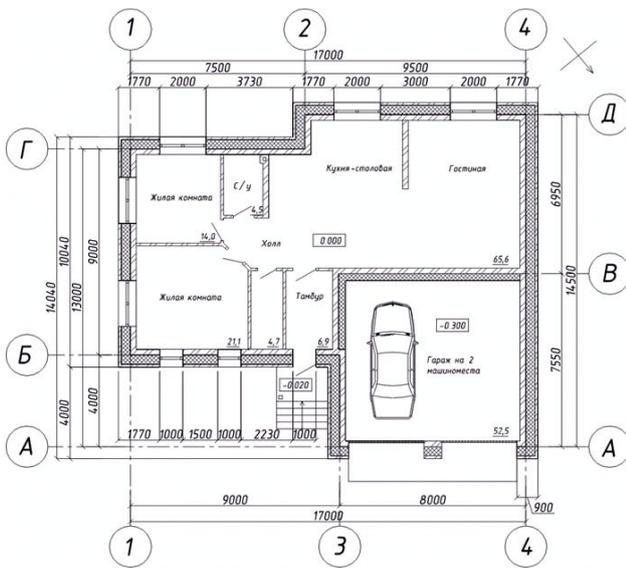


Рис. 7. План и фасад энергоэффективного здания

Коэффициент теплоотдачи α характеризует интенсивность теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой. Коэффициент α показывает, какое количество тепла передается от единицы поверхности стенки к жидкости в единицу времени при разности температур между стенкой и жидкостью в 1 градус. Для внутренней поверхности $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; для наружной – $23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Просчитывается влияние температуры на конструкцию при заданных параметрах. Тепловой поток движется от более нагретого участка к более холодному. Слой минеральной ваты толщиной 400 мм становится серьезным барьером для стремящегося наружу теплового потока. Минимальная температура на внутренней поверхности $+18,8 \text{ }^\circ\text{C}$ наблюдается в углу между участками 2 и 3. Во-первых, это гарантирует отсутствие конденсата на участке при относительной влажности воздуха 55% и температуре внутреннего воздуха $20 \text{ }^\circ\text{C}$; во-вторых, подобная температура создаст комфортное проживание людей в таком здании, не будет ощущения «холодной стены». В качестве внутреннего слоя не случайно выбрана кирпичная кладка, которая имеет высокую тепловую инерцию. Чем больше промежуток времени, в течение которого происходит снижение температуры теплового потока при его прохождении с наружной поверхности материала на внутреннюю поверхность, тем дольше происходит нагревание или остывание воздуха в помещении. Подобная схема поможет сохранить постоянную температуру внутри как можно дольше.

Аналогично с моделью на рис. 2 утеплитель (пеностекло [8]) создает конструкцию без тепловых мостов (рис. 4). Минимальная температура в углу между гранями 4 и 5 составляет $17,8 \text{ }^\circ\text{C}$.

На рис. 5 приведена модель монтажа окна, произведенная в толще теплоизоляции, что исключает появление конденсата на поверхности рамы изнутри. Применялся двухкамерный стеклопакет с теплоотражающим (селективным) покрытием и шестикамерный пластиковый профиль рамы. Энергоэффективное стекло производится вакуумным напылением и представляет трехслойную структуру из чередующихся слоев серебра диэлектрика (BiO , AlN , TiO_2 и т. п.). Низкоэмиссионное стекло в отопительный период «возвращает» в помещение до 90% тепловых волн, выделенных нагревательными приборами. А летом отражает тепловую, инфракрасную (ИК) часть солнечного излучения. В результате зимой в комнате становится теплее, а летом — прохладнее.

На рис. 6 показана стандартная схема установки окна в проеме. Рама крепится поверх кирпичной кладки, образуя тепловой мост.

Сопrotивление теплопередаче окна – $1,2 \text{ м}^2\text{C}/\text{Вт}$. Укладка паронепроницаемого слоя изнутри рамы окна не даст намокнуть утеплителю. Использование рольставен – необходимое условие защиты от солнечных лучей летом. Аналогично окнам рольставни устанавливаются в тело эффективного утеплителя.

Авторами разработан проект (рис. 7) энергоэффективного жилого здания отапливаемой площадью 125 м^2 , где предусмотрена высокая теплоизоляция наружных ограждающих конструкций, окна большего размера ориентированы на юг. Система навесов защищает окна от лучей в солнечный летний день, в холодный же период года достаточное количество солнечной энергии проникает в жилое помещение. С северной стороны здания невозможно полностью отказаться от оконных проемов из-за недостаточности света.

Состав наружных ограждающих конструкций: внутренний слой – кирпич керамический полнотелый (плотность $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda=0,70 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$) – 250 мм ; плиты минераловатные из каменного волокна (плотность $60 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda=0,041 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$) – 400 мм ; кирпич лицевой (плотность $1600 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda=0,58 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$) – 120 мм .

Состав конструкции покрытия: пароизоляция обмазочная; бетонная стяжка – 60 мм (плотность $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda=1,92 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$); плиты минераловатные из каменного волокна – 450 мм (плотность $60 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda=0,041 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$); железобетонная плита – 200 мм (плотность $2500 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda=1,92 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$).

Состав конструкции пола: бетонная стяжка – 60 мм (плотность $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda=1,92 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$); экструдированный пенополистирол – 300 мм (плотность $30 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda=0,031 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$); цементно-песчаная стяжка – 30 мм (плотность $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda=0,58 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$); железобетонная плита – 140 мм (плотность $2500 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda=1,92 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$).

Величина отклонения расчетного значения удельного расхода тепла на отопление здания за отопительный период ($q_{\text{h}}^{\text{des}}$, $\text{кДж}/(\text{м}^3 \text{ градусо-сут.})$) от нормативного ($q_{\text{h}}^{\text{des}}$, $\text{кДж}/(\text{м}^3 \text{ градусо-сут.})$) составляет $78,926\%$, следовательно, в соответствии с классификацией зданию присваивается класс энергетической эффективности А – очень высокий.

Список литературы

1. Шеина С.Г., Миненко А.Н. Анализ и расчет «мостиков холода» с целью повышения энергетической эффективности жилых зданий // *Инженерный вестник Дона*. 2012. № 4–1(22). С. 131.
2. Боронбаев Э.К. Энергосберегающая архитектура и тепловые мосты в ограждениях здания // *Вестник КГУСТА*. 2013. № 4(42). С.130–136.
3. Бородин А.И., Чапанов З.Б. Учет влияния влажности среды при расчете термического сопротивления ограждающей конструкции // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2009. № 7. С.40–43.
4. Егорова Т.С., Черкас В.Е. Повышение энергоэффективности зданий благодаря устранению критических мостиков холода и непрерывной изоляции выступающих строительных конструкций // *Вестник МГСУ*. 2011. № 3–1. С. 421–428.
5. Луговой А.Н. Повышение энергоэффективности ограждающих конструкций // *Строительные материалы*. 2011. № 3. С.32–33.
6. Опарина Л.А. Определение понятия «энергоэффективное здание» // *Жилищное строительство*. 2010. № 8. С. 2–4.
7. Чертищев В.В., Чертищев В.В. Расчет полей температур и тепловых потоков в неподвижной среде методом конечных элементов // *Известия Алтайского государственного университета*. 2011. № 1–2. С.176–180.
8. Сапачева Л.В., Горегляд С.Ю. Пеностекло для экологичного строительства в России // *Строительные материалы*. 2015. № 1. С. 30–31.

References

1. Sheina S.G., Minenko A.N. The analysis and calculation of «cold bridges» for the purpose of increase of power efficiency of residential buildings. *Inzhenernyi vestnik Dona*. 2012. No. 4–1(22), p. 131. (In Russian).
2. Boronbaev E.K. Energy saving architecture and thermal bridges in building protections. *Vestnik KGUSTA*. 2013. No. 4(42), pp.130–136. (In Russian).
3. Borodin A.I., Chapanov Z.B. Taking note of humidity of the environment at calculation of thermal resistance to the protecting design. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo*. 2009. No.7, pp.40–43. (In Russian).
4. Egorova T.S., Cherkas V.E. Increase of energy efficiency of buildings thanks to elimination of critical bridges of cold and continuous isolation of the acting construction designs . I. 2011. No. 3–1, pp.421–428. (In Russian).
5. Lugovoj A.N. Increase of energy efficiency of the protecting designs. *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2011. No. 3, pp.32–33. (In Russian).
6. Oparina L.A. Definition of the concept «Power Effective Building». *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2010. No. 8, pp.2–4. (In Russian).
7. Chertishhev V.V., Chertishhev V.V. Calculation of fields of temperatures and thermal streams in the motionless environment by method of final elements. *Izvestija Altajskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2011. No. 1–2, pp. 176–180. (In Russian).
8. Sapacheva L.V., Goreglyad S. Yu. Foam Glass for Eco-Friendly Construction in Russia. *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2015. No. 1, pp. 30–31. (In Russian).



Кубанский государственный технологический университет (КубГТУ)

Кафедра архитектуры гражданских
и промышленных зданий
и сооружений



Заведующий кафедрой **Иванченко
Владимир Тихонович**,
кандидат технических наук, профессор

- Проектирование и строительство энергоэффективных автономных жилых зданий
- Оптимизация объемно-планировочных и конструктивных решений проектируемых зданий
- Определение уровней электромагнитных излучений радиотехнических объектов, расчет, построение и оптимизация санитарно-защитных зон и зон ограничения застройки
- Теоретическое и экспериментальное изучение физико-химических процессов, определяющих механизм разрушения бетона под влиянием агрессивных сред, выявление причин разрушения бетона строительных конструкций предприятий химического и сельскохозяйственного направления
- Экспертиза проектов зданий и территорий застройки, оценка их акустических качеств, звукоизоляции ограждающих конструкций, технических решений по защите от шума и звуковых вибраций с разработкой рекомендаций по их улучшению

- Комплексные мероприятия по защите от шума и акустическому благоустройству помещений зданий при их проектировании, реконструкции и эксплуатации
- Санитарно-защитные зоны по фактору шума промышленных и энергетических предприятий, зоны ограниченной застройки в окрестностях аэропортов
- Шумовые карты улично-дорожной сети и районов застройки
- Мероприятия по обеспечению продолжительности инсоляции и солнцезащиты помещений и территорий застройки
- Исследование и применение принципов возведения экологически полноценного и комфортабельного жилища

350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2, корп. Б, ауд. 407

Телефон / факс: (861) 255-20-88.

E-mail: vladimir.ivanchenko.1945@mail.ru

УДК 711.4

С.Г. ШЕЙНА, д-р техн. наук, Е.В. МАРТЫНОВА, канд. техн. наук (marty-88@yandex.ru)

Ростовский государственный строительный университет (344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162)

Оценка потенциала энергосбережения в жилищном фонде муниципального образования

Создание условий для устойчивого развития территорий и ограничение негативного воздействия на окружающую среду основывается на обеспечении рационального использования природных ресурсов. Всестороннее развитие энергосберегающих технологий способно внести большой вклад при переходе на устойчивый путь развития как стран в целом, так и отдельных городов. Именно поэтому в настоящее время энергосбережение и повышение энергетической эффективности в различных сферах хозяйствования являются приоритетными направлениями науки, техники и технологий, а также модернизации и технологического развития экономики России. Учитывая необходимость выполнения законодательно закрепленных требований энергетической эффективности к зданиям, строениям и сооружениям, перспективным направлением градостроительной деятельности становится преобразование застройки и планировки городских территорий в аспекте энергоэффективности, что тесно связано с определением и исследованием потенциала энергосбережения городской застройки.

Ключевые слова: энергосбережение, энергетическая эффективность, городская застройка, жилищный фонд, устойчивое развитие территорий.

S.G. SHEINA, Doctor of Sciences (Engineering), E.V. MARTYNOVA, Engineer(marty-88@yandex.ru)
Rostov State University of Civil Engineering (162 Sotsialisticheskaya Street, 344022, Rostov-on-Don, Russian Federation)

Assessment of Energy Saving Potential of Housing Stock of a Municipal Formation

The creation of conditions for sustainable development of territories and limitation of the negative impact on the human environment is based on ensuring the rational use of natural resources. The comprehensive development of energy saving technologies is able to make a major contribution in the transition to the sustainable way of development both of the country, as a whole, and individual cities. Therefore, at present, energy saving and improvement of energy efficiency in various spheres of management is a priority direction of the science, technique and technology as well as modernization and technological development of the Russian economy. Taking into account the necessity to execute the legislated requirements of energy efficiency to buildings, structures, and facilities, the conversion of development and planning of urban territories with due regard for energy saving becomes the prospective direction of the urban planning activity and is closely connected with the determination and investigation of the energy saving potential of the urban development.

Keywords: energy saving, energy efficiency, urban development, housing stock, sustainable development of territories.

В Российской Федерации проблема энергосбережения решается программно-целевым методом. Как правило, разработанные программы по энергосбережению направлены на решение отраслевых задач. Составной частью региональных и муниципальных программ повышения энергетической эффективности являются программы по энергосбережению в жилищном фонде. Анализ результатов таких программ выявил, что целевые показатели по энергосбережению часто не достигаются. Барьером на пути к реализации эффективной энергосберегающей политики в жилищном секторе является недостаточная проработанность механизмов реализации программных мероприятий на этапе их разработки (Энергоэффективность в России: скрытый резерв. [Электронный ресурс] – режим доступа: http://esco.co.ua/journal/2009_4/art152.pdf. Дата обращения 17.01.2014), в частности: отсутствие надежной статистической информации о величине и структуре потенциала энергосбережения, необоснованность и неподкрепленность ожидаемых результатов реализации программы конкретными расчетами.

В связи с этим целью исследования является разработка методики определения потенциала энергосбережения жилой застройки как инструмента создания достоверной информационной основы для формирования целевых про-

грамм по энергосбережению в жилищном фонде муниципальных образований.

Наибольшая часть потребляемых энергоресурсов в жилищном фонде приходится на тепловую энергию [1], поэтому методика создания целевой программы по энергосбережению сосредоточена на экономии тепла [2]. На первом этапе оценивается энергетическая ситуация в жилищном фонде и возможности экономии энергии, для чего определяется потенциал энергосбережения (рис. 1).

Под потенциалом энергосбережения в широком смысле понимается величина суммарного резерва энергоресурсов, характеризующая возможность повышения энергетической эффективности при осуществлении проектов повышения энергоэффективности. Величина потенциала может определяться на основе использования методов, представленных на рис. 2.

В условиях ограниченности информации о конечном энергопотреблении и результативности энергосберегающих мер методы определения потенциала энергосбережения дополняют друг друга.

Оценка потенциала энергосбережения жилищного фонда производится на первом этапе методики и основывается на анализе структуры жилищного фонда и его энергопотребления. Для этого жилые здания классифицируют-

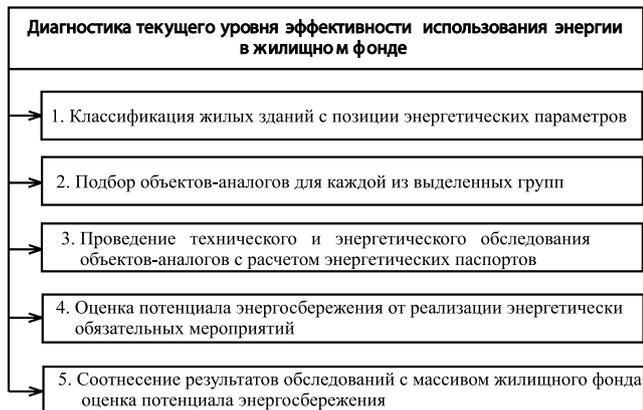


Рис. 1. Алгоритм определения потенциала энергосбережения в жилищном фонде

ся на группы с позиции характеристик, влияющих на энергетическую эффективность: по периоду постройки, материалу стен и этажности [3]. Ключевым показателем является период постройки, поскольку дает представление об их объемно-планировочных и конструктивных решениях, материале ограждающих конструкций и этажности [4–7]. По результатам энергетического обследования каждого типа зданий определяются параметры энергетической эффективности – уровень теплозащиты, удельное потребление энергии, потенциал энергосбережения. Так как проведение экспериментальных исследований для большого коли-



Рис. 2. Методы оценки потенциала энергосбережения

чества объектов является задачей затратной и трудоемкой, для оценки параметров энергетической эффективности используется механизм вероятностных прогнозных результатов [8].

Потенциал энергосбережения, сосредоточенный в жилищном фонде, складывается из потенциалов энергосбережения объектов жилой недвижимости, поэтому его можно представить математически:

$$E = \sum_{i=1..n} \sum_{j=1..m} e_{ij}$$

где E – потенциал энергосбережения жилищного фонда; e_{ij} – потенциал энергосбережения j -го объекта i -й группы зданий классификации, $i=1..n$, $j=1..m$; n – количество групп классификации.

Классификация объектов жилищного фонда г. Ростова-на-Дону по уровню энергетической эффективности (опорный жилищный фонд)

Период постройки	Материал стен	Этажность	Количество	Площадь, м ²	Класс ЭЭ	Объем потребляемой тепловой энергии, Гкал/год
До 1927 г.	Деревянные, глинобитные	1, 2	301	31 970	D/E	5 100
		Кирпичные	1	1325	179 350	E
			2	1678	527 500	E
		3...5	546	492 130	E	100 900
1928–1945 гг.	Кирпичные	1...3	356	173 160	E	29 600
		4..8	177	448 210	E	64 600
1946–1957 гг.	Кирпичные, блоки и несущие панели	1...3	543	260 730	D/E	36 300
		4...6	150	399 920	E	74 000
1958–1970 гг.	Кирпичные	1...4	1139	612 080	E	127 900
		5...11	566	1 814 230	E	281 200
	Панельные	5...10	296	1 231 280	E	237 600
1971–1980 гг.	Кирпичные	1...4	92	50 470	E	7 300
		5...16	497	2 077 050	E	334 500
	Панельные, блочные	5..17	357	1 954 310	E	308 800
1981–2000 гг.	Кирпичные	1...4	79	57 570	D/E	8 800
		5...9	289	1 190 260	E	225 000
		10..19	191	1 133 930	E	123 600
	Панельные, блочные, монолитные	4...9	380	2 279 860	E	476 500
		10...18	196	1 150 700	E	229 000
После 2000 г.	Кирпичные, панельные, монолитные	1..9	125	404 040	C	25 900
		10...24	515	4 756 350	B/C	190 200
Всего по г. Ростову-на-Дону			9798	21 225 100	-	3 063 800

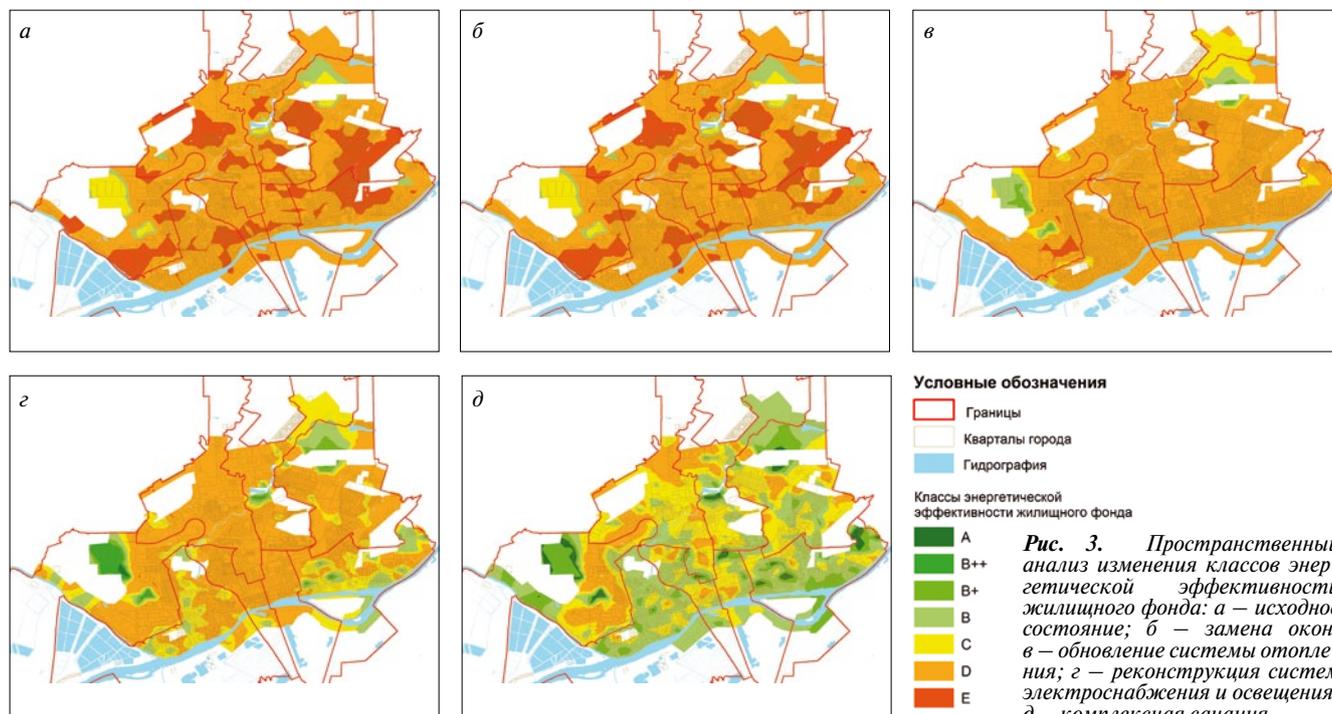


Рис. 3. Пространственный анализ изменения классов энергетической эффективности жилищного фонда: а – исходное состояние; б – замена окон; в – обновление системы отопления; з – реконструкция систем электроснабжения и освещения; д – комплексная санация

В целях создания достоверной информационной основы для разработки программ по энергосбережению проведено исследование структуры многоквартирной жилой застройки г. Ростова-на-Дону: выделен опорный жилищный фонд и разработана его классификация по году постройки, материалу стен и этажности. Для каждой группы выбрано необходимое количество объектов-аналогов для энергетического обследования. В результате соотнесения его результатов с массивом жилой застройки г. Ростова-на-Дону определено потребление тепловой энергии и уровень энергетической эффективности жилищного фонда (далее в таблицах – ЭЭ) для каждого типа зданий (таблица).

Мероприятия, проводимые в составе капитального ремонта, разделяют на энергетически необязательные и энергетически обязательные, которые способствуют экономии энергоресурсов. Поэтому на следующем этапе для каждого типа зданий с использованием методов численного моделирования рассчитан потенциал энергосбережения в процентах от проведения энергетически обязательных мероприятий:

1. Утепление ограждающих конструкций – наружных стен, кровель, чердачных перекрытий, покрытий, перекрытий над неотапливаемыми подвалами.
2. Замены оконных заполнений и балконных дверей.
3. Обновление систем отопления и вентиляции.
4. Реконструкции систем электроснабжения и освещения.

В результате определен потенциал энергосбережения для каждой группы классификации и жилищного фонда в целом. Как показали результаты натурного и численного экспериментов, потенциал экономии энергии г. Ростова-на-Дону значителен: суммарный потенциал энергосбережения составляет 1 562 000 Гкал, что эквивалентно 2 790 млн р. в отопительный период при тарифе на тепловую энергию 1788 р./Гкал. Расчеты показали, что в результате энергетической санации прогнозируется значительное повышение классов энергетической эффективности зданий – до нормальных, высоких и наивысших.

Полученные данные об энергетических параметрах объектов недвижимости были использованы для создания информационной модели повышения энергетической эффективности жилищного фонда г. Ростова-на-Дону с использованием ГИС-технологий. На электронную карту города в среде ArcGIS нанесены объекты жилищного фонда (9 798 зданий) с привязкой к ним базы данных, содержащей информацию об энергетических характеристиках жилищного фонда.

С помощью методов пространственного анализа построены карты повышения энергетической эффективности жилищного фонда г. Ростова-на-Дону в результате последовательного выполнения энергетически обязательных мероприятий (рис. 3).

Полученные карты наглядно иллюстрируют эффективность комплексной энергетической санации и являются необходимым инструментом для принятия решений по управлению жилищным фондом с учетом требований энергоэффективности, компонентом системы мониторинга энергетических параметров городской застройки [9]. Кроме того, освоение потенциала энергосбережения посредством проведения энергетической санации городской застройки влечет за собой снижение тепловых нагрузок на источники теплоснабжения, в результате чего формируется платформа для разработки энергосберегающих градостроительных решений, направленных на модернизацию инженерной инфраструктуры и совершенствование планировки и застройки города с точки зрения энергосбережения.

Статья подготовлена в рамках госзадания 2014/172 на проведение НИР на тему «Разработка теоретических и методических основ энергоэффективного строительства и реконструкции городской застройки», а также как часть НИР, выполняемой получателем стипендии Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики на 2013–2015 гг.

Список литературы

1. Агеева Е.Ю. Архитектура. Строительство. Инженерные системы. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет. 2012. 466 с.
2. Шеина С.Г., Чулкова Е.В., Стерехова Н.В. Результаты реализации муниципальной программы по энергосбережению в жилищном фонде г. Ростова-на-Дону // *Новые технологии*. 2012. № 3. С. 142–148.
3. Дмитриев А.Н., Монастырев П.В., Сборщиков С.Б. Энергосбережение в реконструируемых зданиях. М.: АСВ. 2008. 208 с.
4. Касьянов В.Ф., Табаков Н.А. Основные подходы к обновлению сложившейся территории городов // *Научное обозрение*. 2012. № 2. С. 12–15.
5. Шеина С.Г., Табаков Н.А., Федяева П.В. Особенности организационно-технологических решений при проектировании энергоэффективных зданий // *Научное обозрение*. 2014. № 7. С. 538–543.
6. Голованова Л.А. Основы формирования и оценки результативности региональной политики энергосбережения. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет. 2009. 213 с.
7. Матросов Ю.А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения. М.: НИИСФ. 2008. 496 с.
8. Шеина С.Г., Гирия Л.В., Мартынова Е.В., Миненко Е.Н., Федяева П.В. Экспериментально-теоретические исследования эффективности энергосберегающих мероприятий на объектах жилой застройки. Ростов-н-Д: Ростовский государственный строительный университет, 2014. 157 с.
9. Шеина С.Г. Стратегическое управление техническим состоянием жилищного фонда муниципального образования. Ростов-на-Дону: Ростовский государственный строительный университет, 2012. 207 с.
10. Novosibirsk: Novosibirskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet. 2012. 466 p. (In Russian).
11. Sheina S.G., Chulkov E.V., Sterekhov N. V. Results of implementation of the municipal program for energy saving in housing stock of Rostov-on-Don. *Novye tekhnologii*. 2012. No. 3, pp. 142–148. (In Russian).
12. Dmitriyev A.N., Monastirev P.V., S. B Collectors. Energoberezhenie v rekonstruiromykh zdaniyakh [Energy saving in the reconstructed buildings]. M.: ASV. 2008. 208 p. (In Russian).
13. Kasyanov V. F., Tabakov N. A. The main approaches to updating of the developed territory of the cities. *Nauchnoe obozrenie*. 2012. No. 2, pp. 12-15. (In Russian).
14. Sheina S.G., Tabakov N. A., Fedyaev P. V. Features of organizational and technological decisions at design of power effective buildings. *Nauchnoe obozrenie*. 2014. No. 7, pp. 538–543. (In Russian).
15. Golovanova L.A. Osnovy formirovaniya i otsenki rezul'tativnosti regional'noi politiki energosberezheniya [Bases of formation and assessment of productivity of regional policy of energy saving]. *Khabarovsk: Tikhookeanskii gosudarstvennyi universitet*. 2009. 213 p. (In Russian).
16. Matrosov Yu.A. Energoberezhenie v zdaniyakh. Problema i puti ee resheniya [Energy saving in buildings. Problem and ways of its decision]. M.: NIISF. 2008. 496 p. (In Russian).
17. Sheina S.G., L.V Weight., Martynova E.V., Minenko E.N., Fedyaeva P. V. Eksperimental'no-teoreticheskie issledovaniya effektivnosti energosberegayushchikh meropriyatii na ob»ektakh zhiloi zastroyki [Experimental and theoretical researches of efficiency of energy saving actions on objects of a housing estate]. Rostov-on-Don: Rostovskii gosudarstvennyi stroitel'nyi universitet. 2014. 157 p. (In Russian).
18. Sheina S.G. Eksperimental'no-teoreticheskie issledovaniya effektivnosti energosberegayushchikh meropriyatii na ob»ektakh zhiloi zastroyki. Rostov-na-Donu: Rostovskii gosudarstvennyi stroitel'nyi universitet [Strategic management of technical condition of housing stock of municipality]. Rostov-on-Don: Rostovskii gosudarstvennyi stroitel'nyi universitet. 2012. 207 p. (In Russian).

References

1. Ageeva E.Yu. Architecture. Arkhitektura. Stroitel'stvo. Inzhenernye sistemy [Construction. Engineering systems].

НОВОСТИ

Концерн Sika начал выпуск высокотехнологичных полимерных мембран в России

Компания Sika начинает выпускать в России полимерные мембраны для кровли и гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений, тоннелей и др.

Компания Sika, основанная в 1910 г. в Швейцарии, в настоящее время является крупным международным химическим концерном по производству материалов и технологий для строительства и транспортного машиностроения. В состав компании входят производственные предприятия, научные лаборатории, центры технической поддержки и торговые представительства в 86 странах мира. Опираясь на многолетний опыт в решении различных сложных задач и широкий ассортимент материалов, Sika предлагает комплексные решения и системы практически для всех строительных объектов в различных частях света. В России компания Sika работает с 2003 г., имеет три завода по производству добавок в бетоны, один завод по производству сухих строительных смесей и пять филиалов в разных регионах страны с центральным офисом в г. Любляна Московской области.

Лето 2015 г. ознаменовано запуском производства полимерных мембран в России. Уже к концу сентября 2015 г. компания планирует увеличить долю полимерных мембран, произведенных в России, с 10 до 70%. Старт выпуска продукции в России также позволит снизить их стоимость на 15–20%.

Полимерные мембраны являются альтернативой рулонным битумно-полимерным материалам и обладают высокими физико-механическими характеристиками: высокой эластичностью и морозостойкостью, гибкостью на холоде, стойкостью к фотохимическому старению. Такие свойства позволяют значительно увеличить срок эксплуатации кровли. Значительным преимуществом является возможность сваривания материалов горячим воздухом, чем обеспечивается однородность швов и возможность укладки практически при любых погодных условиях. Срок эксплуатации при соблюдении правил эксплуатации кровель из данных материалов достигает 40–50 лет.

Следует отметить, что специалисты концерна Sika провели масштабную работу по адаптации свойств материалов к условиям РФ.

Ранее эти материалы производились концерном Sika в Швейцарии и Германии. Российское производство полимерных мембран позволит существенно сократить затраты на логистику, а также начать работу с застройщиками, которые не могут закупать импортную продукцию. Важно отметить, что российское производство основано на швейцарской технологии и стандартах, что гарантирует высокое качество российской продукции Sika.

По материалам ООО «Зика»

УДК 72.03 (470.620)

О.С. СУББОТИН, д-р архитектуры(subbos@yandex.ru),
Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар)

Архитектурно-градостроительная культура Майкопа середины XIX – конца XX в.

Статья посвящена становлению и формированию архитектурно-градостроительной культуры г. Майкопа. Раскрыты характерные особенности планировочной структуры города середины XIX – конца XX в. Рассмотрена архитектура жилых, общественных и культовых зданий указанного периода, их стилистическая характеристика и художественный образ. Значительное место уделено объекту культурного наследия – Свято-Троицкому кафедральному собору. Представлена схема исторического ядра поселения на современном этапе, на которой выделено: главная улица исторического города, основная композиционная ось, узловые центры и т. п. Выявлены три важнейших градостроительных этапа развития г. Майкопа. Акцентируется внимание на положения градостроительной концепции генерального плана муниципального образования «город Майкоп». Освещены актуальные проблемы, возникающие при решении основных задач повышения качества городской среды. Обозначены принципы сохранения историко-культурного и архитектурно-градостроительного наследия.

Ключевые слова: культура, структура, город, развитие, период, архитектура, градостроительство, сохранение, наследие, памятники архитектуры.

O.S. SUBBOTIN, Candidate of Architecture (subbos@yandex.ru)
Kuban State Agrarian University (13 Kalinina Street., 350044, Krasnodar, Russian Federation)

Architectural and Town-Planning Culture of Maykop, the Mid-19th Century – the End of the 20th Century

The article is devoted to the formation and development of architectural and town-planning culture of the city of Maykop. Characteristic features of the planning structure of the city in the middle of the XIX century – the end of the XX century are revealed. The architecture of residential, public and religious buildings of the specified period, their stylistic characteristic, and artistic image are considered. A significant place is given to the object of cultural heritage – the Holy Trinity Cathedral. The scheme of the historic core of the settlement at the present stage is presented; the main street of the historic town, main compositional axis, hub centers, etc. are accentuated. Three critical urban stage of the development of Maikop are identified. The emphasis is on the provisions of the town-planning concept of the master plan of the municipal formation "The City of Maykop". The urgent problems arising in the course of solution of the main tasks of improving the quality of the urban environment are highlighted. Principles of preservation of historical-cultural and architectural-urban heritage are identified.

Keywords: culture, structure, city, development, period, architecture, urban planning, preservation, heritage, architectural monuments.

В настоящее время проблема сохранения памятников архитектуры и сложившегося исторического облика городов является наиболее актуальной. В то же время указанная проблема занимает ключевые позиции не только в крупных городах Центральной России, но и в региональных центрах. Ярким примером попытки сохранить архитектурно-градостроительный облик города является опыт г. Майкопа – столицы Республики Адыгея. Установлено, что он является древнейшим городом на территории России. Так, начиная с эпохи палеолита, Майкоп уже был заселен первыми жителями. В подтверждение данному обстоятельству имеются факты трех периодов расцвета города в древности и двух в Средневековье. За годы своего существования город разрастался, появляющиеся в ходе урбанизации здания и сооружения и в настоящее время являются памятниками архитектуры, которые требуют ухода и реставрации.

Предметом исследования данной статьи является процесс формирования архитектурно-планировочной культуры Майкопа с середины XIX в. до конца XX в. Объектом исследования стала архитектурно-градостроительная культура и среда Майкопа в определенные хронологические периоды. При этом основными научными принципами исследования являются методы историзма и объективности. Метод историзма предполагает изучение различных градостроительных процессов в развитии и во взаимосвязи с конкретной

исторической обстановкой. Способ объективности предполагает использование всех доступных источников и рассмотрение проблем изучаемого объекта с учетом всей совокупности фактов в их истинном содержании.

Расположенная на живописных северных склонах Кавказского хребта, Республика Адыгея является пятой территорией России, которая включена в список Всемирного природного наследия наряду с золотыми горами Алтая, вул-



Рис. 1. Майкоп в конце XIX в. Рынок



- Историческое ядро города
- Главная улица исторического города
- Основная композиционная ось города
- Планировочная схема дорог, кварталов
- Торговый центр города (Базарная площадь)
- Культурный центр города (Соборная площадь)
- Православный храм города
- Водная преграда
- Кладбище
- Железная дорога

Рис. 2. Схема исторического ядра поселения на современном плане \ каналами и гейзерами Камчатки, лесами Республики Коми и озером Байкал [1].

Майкоп – административный и культурный центр Республики Адыгея, один из самых красивых и благоустроенных городов Северного Кавказа. Таким его делают как бы проведенные по прямой черте, охватывающие большое пространство улицы; многочисленные зеленые насаждения, являющиеся органической частью планировочной структуры города; живописный парк, расположенный над рекой Белой, очаровывающий посетителей не только красочными пейзажами, но и свежестью и ароматом воздуха. Следует отметить, что из 5862 га площади современного г. Майкопа общий баланс территории парков, садов, скверов и озелененных пространств составляет 827 га. Каждый год высаживается 10 тыс. молодых деревьев, 50 тыс. кустарников и почти миллион цветов, которые радуют своей красотой, удивляют и вызывают истинное восхищение. При проектировании новых и реконструкции существующих территорий предусматривается максимальное сохранение и использование зеленых насаждений.

По этимологии названия города есть несколько версий (мнений):

– тюрская, означает «место, обильное маслом» («много масла»);

– адыгейская, осмысливают как «долина яблок», некоторые его уточняют: дословно название обозначает «Усть-Долинояблоновск» [2].

Наряду с этим, удивительна история становления и формирования г. Майкопа.

Майкоп был основан 25 мая 1857 г. генералом Козловским первоначально как русское военное укрепление (один из опорных пунктов Белореченской линии) на территории абадзехов – крупной субэтнической группы Западной Черкесии. Сооружение крепости было завершено к февралю 1858 г. Крепость Майкоп окруженная валом и рвом располагалась на высоком берегу реки Белой. В крепости было четверо ворот, двое с севера и по одним воротам: с запада и востока. Внутри крепости располагались 22 саманные казармы, кан-



Рис. 3. Майкоп в начале XX в. Ул. Краснооктябрьская



Рис. 4. Майкоп в начале XX в. Ул. Соборная

целярия, турлучная полковая церковь, пороховой и провиантский склады, лазарет и гауптвахта. В 1858–1863 гг. крепость Майкоп служила важным оборонительным пунктом русских войск. Здесь сходились все пути военных отрядов. [3–5].

Со временем продвижения передовых русских отрядов на реки Пшеха и Пшиш крепость Майкоп оказалась за передовой линией, перестала быть военным объектом и постепенно превратилась в обычное поселение (рис. 1).

В 1870 г. город Майкоп был утвержден в статусе города, приобретая городские права – систему законодательных установлений, благодаря которым населенный пункт приобретает определенные права, выделяющие его из ряда сельских населенных пунктов. Статус города, одновременно позволил определить основные направления градостроительной схемы поселения. Планировочную структуру города определяли его основные элементы и взаимное расположение их на городской территории. Вся территория города, располагаемая в пределах городской черты, подразделялась на две части: застроенную территорию, расположенную в черте городской застройки, и территорию, расположенную за пределами застройки (рис. 2).

В 1870–1871 гг. укрепленная штаб-квартира Майкоп становится центром Майкопского уезда Кубанской области; в 1871 г. в нем было упразднено военное управление, а в 1878 г. введено Городовое положение.

Майкоп конца XIX – начала XX в. был не таким большим, как сейчас. Знаковой улицей города, своего рода визитной карточкой была центральная улица – Садовая (ныне Краснооктябрьская). Некоторое время в народе улицу называли Главной. На этой улице расположено немало памятников архитектуры (рис. 3).

Наименование, местонахождение, год постройки	Общий вид	Историческая справка. Архитектурный стиль
Жилые и торговые дома		
Жилой дом (ул. Комсомольская, 159), конец XIX в.		Одноэтажный жилой дом. Рифленая поверхность главного фасада подчеркнет выразительность кирпичной кладки и создает атмосферу старинного дома, пережившего века. Декоративными узорами покрыты простенки, подкарнизные пространства и другие заметные участки стен. В 1920 г. в здании находился штаб Первой конной армии
Жилой дом (ул. Победы, 33), 1902 г.		Архитектура здания характерна для жилищного строительства в г. Майкопе конца XIX – начала XX в. Художественная кладка создает рисунок фасада с помощью схемы швов и способа укладки кирпича: фасад представляет собой не ровную плоскость, а сложный рельеф с архитектурными элементами
Дом Зиньковецкого (ул. Краснооктябрьская, 14), 1907 г.		Здание построено по проекту архитектора Фомина в стиле эклектика с декором в стиле модерн. Главный фасад отмечен ризалитом повышенной этажности с пятью арочными окнами. При послевоенной реставрации дома был утрачен первоначальный вид декоративных элементов фасадов. Второй этаж отмечен эркером – типичным элементом модерна
Дом купца Оськина (ул. Ленина, 13), 1907 г.		Жилой дом построен в стиле провинциального модернизма, что придает самобытность художественному облику г. Майкопа начала XX в. Здание одноэтажное, главный вход обозначен двухколонным портиком, окна обрамлены наличниками с сандриками
Доходный дом Каплановых (ул. Краснооктябрьская, 17), 1912 г.		Дом Каплановых построен в стиле псевдоклассицизма. Главный фасад трехэтажного здания имеет цокольный этаж с витринными окнами, завершающийся балконной галереей по всему фасаду. Второй и третий этажи имеют два ризалита с полуколоннами и коринфскими капителями. Центральная часть фасада имеет портик с четырьмя полуколоннами, завершенный парапетом
Торговый дом Каплановых (ул. Краснооктябрьская, 13), 1900 г.		Здание торгового дома решено в стиле псевдомодерн, характерном для общественных зданий г. Майкопа начала XX в. Фасады здания членятся четырьмя ризалитами и междуэтажной горизонтальной тягой. Окна обрамлены наличниками, два балкона имеют металлическое декоративное ограждение
Общеобразовательные учреждения		
Реальное училище (ул. Пушкина, 173), 1900 г.		Главный фасад реального училища асимметричный, с выступающим ризалитом центрального входа, пристроенным крыльцом, арками, опирающимися на колонны и пилястры. Центральный ризалит выделен по высоте, имеет три арочных окна в центре и по одному по бокам. По архитектуре здание построено в стиле эклектики, характерном для конца XIX в.

<p>Гимназия (ул. Советская, 168), 1903 г.</p>		<p>Здание гимназии Г-образное в плане, двухэтажное, архитектура в стиле псевдомодерн. Главный вход в здание обозначен ризалитом, обрамленный пилястрами на два этажа, завершающимся дугообразным парапетом. Окна первого и второго этажей обрамлены наличниками с декоративными деталями, выполненными облицовочным кирпичом</p>
<p>Армянская школа (ул. Жуковского, 30), 1907 г.</p>		<p>Здание армянской школы прямоугольное в плане, двухэтажное. Архитектура здания характерна для строительства гражданских зданий того периода: скромное декоративное оформление фасадов пилястрами, междуэтажным фризом, оконными наличниками</p>
<p>Начальное училище (ул. Комсомольская, 201), 1910 г.</p>		<p>Здание начального училища одноэтажное, П-образное в плане. По главному фасаду в строгом ритме расположены окна, обрамленные наличниками, главный вход богато декорирован в стиле псевдобарокко, но ассимметричные решения главных элементов фасада указывают на модерн</p>
<p>Общественные здания</p>		
<p>Здание первой почты г. Майкопа (ул. Первомайская, 240), 1883 г.</p>		<p>Здание первой почты г. Майкопа одноэтажное, прямоугольное в плане. Фасад богато украшен декоративными деталями из кирпича и бетона. Две колонны главного входа, оконные наличники, фигурные парапеты выполнены в стиле псевдобарокко</p>
<p>Аптека Альтшулера (ул. Первомайская, 197), 1889 г.</p>		<p>Здание аптеки Альтшулера Г-образное в плане, трехэтажное. Главный фасад с горизонтальными тягами между этажами. Окна первого этажа витринные, окна последующих этажей обычные, обрамленные наличниками. Фасад здания расчленен на три ризалита с входами. По декоративному оформлению здание построено в стиле эклектики с элементами модерна</p>
<p>Майкопское жандармское управление (ул. Пионерская, 328), 1890 г.</p>		<p>Здание Майкопского жандармского управления одноэтажное, прямоугольное в плане, стены кирпичные. На главном фасаде здания расположено одиннадцать окон с арочным завершением. Окна обрамлены декоративными цельнотянутыми арками, опирающимися на капители пилястр. Архитектурный декор фасадов выполнен в псевдоклассическом стиле</p>
<p>Пушкинский дом (ул. Пушкина, 179), 1900 г.</p>		<p>Пушкинский дом построен по инициативе интеллигенции на средства горожан и купечества г. Майкопа как культурно-просветительный центр города. В 1950-е гг. здание было реконструировано. На главном фасаде пристроено фойе с восьмиколонным портиком, зрительный зал на 600 мест</p>

<p>Пожарная каланча (ул. Первомайская, 187), 1900 г.</p>		<p>Каланча построена в комплексе с пристроенными двухэтажными зданиями гаражей для пожарных машин. Здание пятиэтажное: первый – со сквозным проездом; второй – со служебными помещениями, остальные этажи восьмигранные в плане. Фасад каланчи расчленен карнизами на четыре яруса. Пятый этаж имеет смотровую галерею, крыша каланчи шатровая</p>
<p>Водолечебница (ул. Победы, 32), 1908 г.</p>		<p>Здание водолечебницы построено в стиле провинциального модерна, двухэтажное, прямоугольное в плане, с ризалитом главного входа. Окна первого и второго этажей обрамлены наличниками разнообразного декоративного оформления</p>
<p>Железнодорожный вокзал (Привокзальная площадь), 1910 г.</p>		<p>Центральная часть железнодорожного вокзала имеет четырехколонный портик. Боковые объемы здания на главном фасаде имеют галереи со стрельчатыми арками, опирающиеся на круглые колонны с капителями. По архитектуре и декору здание можно отнести к подражанию мавританскому стилю</p>
<p>Культовые здания</p>		
<p>Свято-Воскресенская церковь (ул. Госпитальная, 327), 1910 г.</p>		<p>Небольшая кирпичная церковь построена в псевдорусском стиле. Четверик с декоративным пятиглавым завершением, с небольшим притвором, над которым сейчас поставлен ярус звона. В годы советской власти периодически закрывалась, с 1990-х действует, отремонтирована. Церковь стоит на старом городском кладбище</p>
<p>Армянская церковь (ул. Победы, 10), 1912 г.</p>		<p>Армянская церковь прямоугольная в плане, двухэтажная, по архитектуре – провинциальный модерн. В настоящее время путем достройки симметричной половины и превращении плана в П-образное здание утратило первоначальный вид</p>
<p>Костел (ул. Пушкина, 165), 1914 г.</p>		<p>Одноэтажное здание, прямоугольное в плане, псевдоготического стиля, основанного на вольном сочетании элементов европейской готики и московского барокко с гротескными привнесениями работавших в этом стиле архитекторов</p>

Рис. 5. Форма, стилиобразование и художественная образность памятников архитектуры г. Майкопа

Дореволюционное название ул. Первомайской – Соборная. В 1888 г. на этой улице, там, где сегодня располагается Адыгейский госуниверситет, был возведен Благовещенский городской собор. Это было знаменательное событие для Майкопа. В 1891 г. город постигла беда, принесшая трагедии и горе — случилась чума, неурожай, а за ним эпидемия холеры. В память о многочисленных жертвах тех дней Благовещенский собор был переименован в Успен-

ский. Вместе с тем улица долго носила название Соборной (рис. 4) [5].

Во второй половине XIX в. во многих городах Северного Кавказа создавались школы Министерства народного просвещения. Одной из первых школ в Майкопе, о которой имеются сведения, была Лабинская, позднее Майкопская, горская школа. Лабинская школа была открыта в 1868 г. в станице Усть-Лабинской, а в 1871 г. ее перевели в Майкоп.



Рис. 6. Свято-Троицкий кафедральный собор (г. Майкоп)

Через некоторое время после горской школы в Майкопе открыли Александровское городское училище. Следует отметить, что образовательные учреждения являлись знаковыми элементами, имели большое значение в построении силуэта города, определяя индивидуальность его облика, формируя при этом духовно-культурные градостроительные образования.

В начале XX в. в городе велось активное строительство. Самые состоятельные горожане успели возвести в центре Майкопа художественно выразительные жилые и общественные здания с замысловатыми фасадами, с чугунными балконами, столь характерными для провинциальных городов Юга России (рис. 5).

До 1917 г. в Майкопе было пять православных храмов: Успенский собор, Покровская, Троицкая, Александровская и Николаевская церкви. Кроме них: армянская церковь, монастырское подворье, единоверческая церковь и еврейский молитвенный дом. Первым по времени строительства был Успенский собор, этот самый крупный храм Майкопа, который снесли в 1960 гг.. Не сохранился и собор во имя Александра Невского, построенный в начале XX в. Отдельно следует отметить Свято-Троицкий собор (рис. 6), построенный в конце XIX в., на пересечении ул. Свободы и ул. Ворошилова [7].

С 1936 г. Майкоп стал центром Адыгейской автономной области. Образование автономии благотворно сказалось на культурном развитии народа, особенно с созданием письменности и появлением печати на адыгейском языке, развитием национального театрального искусства. В 1939 г. в городе проживало 56 тыс. человек.

Архитектурно-планировочная структура г. Майкопа, как и большинства поселений, возникших как военно-административные пункты, в своем архитектурно-градостроительном развитии прошла несколько этапов. Выявлены три важнейших этапа архитектурно-градостроительного развития: I этап – 1858-1869 гг. (период становления войскового поселения); II этап – 1870-1913 гг. (период формирования гражданского города); III этап – 1920–1990 гг. (советский период) (рис. 7).

Архитектурно-градостроительная культура Майкопа формировалась на протяжении длительного времени. Как свидетельствует исторический опыт, применение разных архитектурных стилей в зданиях и сооружениях Майкопа

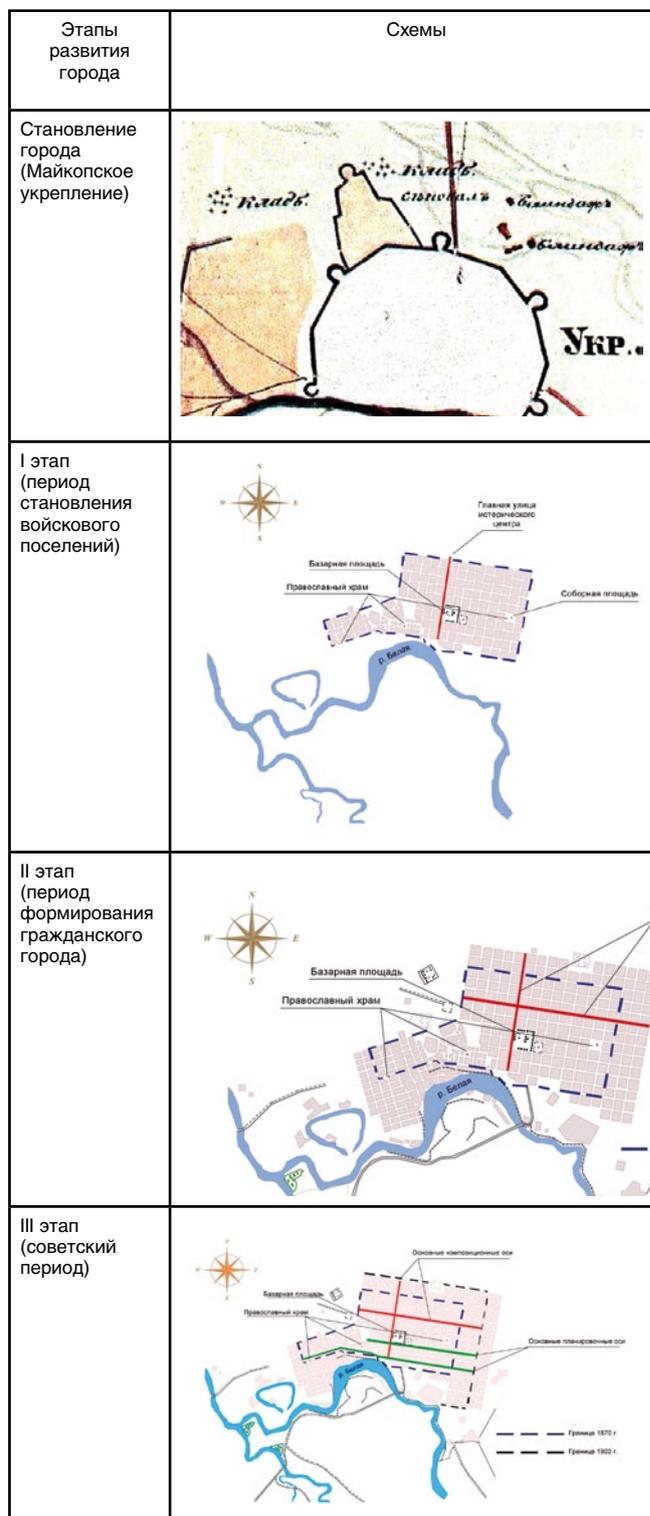


Рис. 7. Этапы исторического развития г. Майкопа

рассматриваемого периода не только не разрушали целостность градостроительной культуры, но и композиционно обогащало ее разнообразием архитектурных форм. Комплексный анализ архитектурно-градостроительной композиции города показал, что изменения предметно-пространственной среды предопределялись изменениями градообразующих условий, новыми социально-пространственными отношениями в различных сферах.

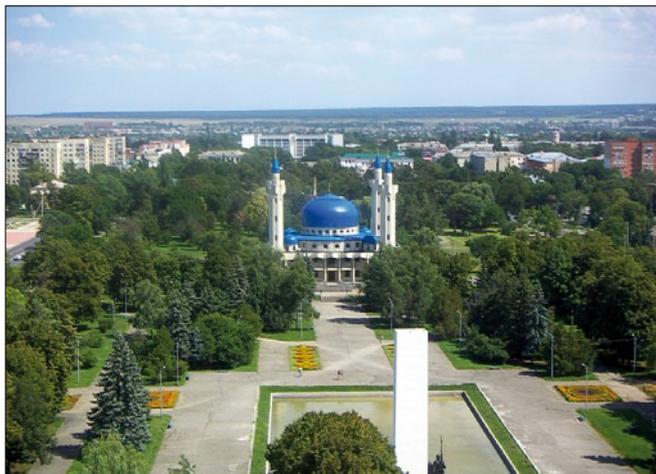


Рис. 8. Вид на пл. Дружбы и Майкопскую соборную мечеть

Композиция города формировалась благодаря градостроительным ансамблям, а также значимым единичным объектам на пересечении планировочных осей как результат эволюции планировочного каркаса и ткани. При этом наиболее значимые в композиционном отношении здания имели свои зоны композиционного влияния. Разнообразие проявлялось в использовании зданий различной величины, высоты, стилистики.

До 2010 г. Майкоп имел статус исторического поселения, однако Приказом Министерства культуры РФ от 29 июля 2010 г. № 418/339 город был этого статуса лишен.

Современная градостроительная концепция генерального плана муниципального образования «город Майкоп» опирается на ландшафтно-экологические концепции. Ведущая роль в этом отношении отводится стремлению совместить территориальную сетку планирования с природными комплексами ландшафтного уровня.

При этом решаются основные задачи повышения качества городской среды:

- обеспечение экологической безопасности городской среды и повышение устойчивости природного комплекса города;
- сохранение и поддержание историко-культурного наследия города;
- обеспечение эстетической выразительности, гармоничности и многообразия городской среды;
- повышение эффективности использования территории города и т.п.

Особое внимание должно быть уделено зоне охраны природного окружения – территории, занятой природным ландшафтом, расположенной вблизи участка историко-культурной ценности или прилегающей к нему и предназначенной для сохранения объектов природного ландшафта, влияющих на облик населенного места или связанных с историческими условиями формирования градостроительной композиции (рис. 8). При этом следует учитывать не только организационный аспект, но и социальный, экологический, экономический и др.

Для формирования комфортной среды жизнедеятельности, благоустройства территории и ее инвестиционной привлекательности следует разработать стратегию комплексного архитектурно-градостроительного развития. Принцип данной стратегии включает иницилирующую, контролирующую и координационную функции всех участни-

ков градостроительной деятельности. Стратегия развития должна также определять приоритеты, критерии и направления охраны архитектурно-градостроительного наследия в соответствии с правовыми и процедурными аспектами. В то же время необходим новый подход к объектам наследия, не только как к объектам, обладающим исторической ценностью, но и содержащим значительную экономическую составляющую. Таким образом, стратегия будет направлена на создание благоприятного инвестиционного климата в градостроительной сфере.

Ведущая роль в принятии решений в области инвестиционной политики принадлежит перспективной оценке динамики развития поселения. Хозяйственное освоение территории и стилевые изменения в архитектуре отражаются в том периоде, в котором они действительно произошли [6].

При этом инвестиционная деятельность – своего рода приобретение и реализация долгосрочных планов, и от того, насколько грамотно будет принято решение по дальнейшему развитию поселения с учетом исторической значимости объектов и сооружений, зависит сохранение его архитектурно-градостроительного наследия.

Список литературы

1. Субботин О.С. Исторические аспекты формирования архитектуры и градостроительства Адыгеи (на примере Майкопа) // *Жилищное строительство*. 2013. № 4. С. 51–55.
2. Ковешников В.Н. Очерки по топонимике Кубани. Краснодар: Мир Кубани, 2006. 252 с.
3. Апостолов Л.Я. Географический очерк Кубанской области. Краснодар: Традиция, 2010. 320 с.
4. Надеждин П.П. Кавказский край: природа и люди. Краснодар: Традиция, 2010. 344 с.
5. Мазурик В.К. Неизвестный Майкоп: исторические очерки. Кн. 2.: Майкопская хроника конца XIX столетия. Майкоп: Аякс, 2006. 405 с.
6. Субботин О.С. Методология исследования архитектурно-градостроительного развития Кубани // *Жилищное строительство*. 2014. № 8. С. 29–34.

References

1. Subbotin O. S. Historical aspects of formation of architecture and town planning of Adygea (on the example of Maikop). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 4, pp. 51–55. (In Russian).
2. Koveshnikov V. N. Ocherki po toponimike Kubani [Sketches on toponymics of Kuban]. Krasnodar: Mir Kubani, 2006. 252 p.
3. Apostolov L.Ya. Geograficheskii ocherk Kubanskoi oblasti [Geograficheskyy sketch of the Kuban area]. Krasnodar: Traditsi, 2010. 320 p.
4. Nadezhdin P.P. Kavkazskii krai: priroda i lyudi [Caucasian edge: nature and people]. Krasnodar: Traditsi, 2010. 344 p.
5. Mazurik V. K. Neizvestnyi Maikop: istoricheskie ocherki. Kn. 2.: Maikopskaya khronika kontsa XIX stoletiya [Unknown Maikop: historical sketches. In Book 2.: Maikop chronicle of the end of the XIX century]. Maikop: Ayaks, 2006. 405 p.
6. Subbotin of O. S. Metodologiya of research of architectural and town-planning development of Kuban. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 8, pp. 29–34. (In Russian).

УДК 725.75

А.А. МАГАЙ, канд. архитектуры, Н.Н. СТРОЕВА, архитектор (natanik_s@mail.ru)
ОАО «Центральный научно-исследовательский и проектный институт жилых и общественных зданий»
(127434, г. Москва, Дмитровское ш., 9, стр. 3)

Региональные особенности архитектуры велнес-центров

Приведены функциональные решения велнес-центров. На основе анализа архитектуры велнес-центров в различных странах мира рассматриваются конкретные тенденции, характерные для каждого региона. Показано, что проблемой российского проектирования велнес-центров является слепое копирование западного опыта без учета региональной специфики, без использования традиционных русских материалов, национальных и климатических особенностей архитектуры.

Ключевые слова: архитектура, велнес-центр, спа-комплекс, функциональное решение, объемно-планировочное решение.

A.A. MAGAY, Candidate of Sciences (Engineering), N.N. STROEVA, Architect (natanik_s@mail.ru)
OAO "Central Research and Design Institute for Residential and Public Buildings"
(9, structure 3, Dmitrovskoye Highway, 127434, Moscow, Russian Federation)

Regional Architectural Features of Wellness Centers

The functional solutions of wellness centers are presented. On the basis of the analysis of wellness centers architecture in different countries of the world, specific trends characteristic for every region are considered. It is shown that the problem of the Russian design of wellness centers is blind copying of the Western experience without due regard for regional specificity, without using traditional Russian materials, national and climatic features of the architecture.

Keywords: architecture, wellness center, SPA-complex, functional solution, space-planning arrangement.

В 1959 г. американский врач Хальберт Л. Данн (Dr. Holbert Dunn) ввел в практику понятие «велнес» и сформулировал основные принципы (движение, умственная активность, расслабление и гармония, красота и уход за телом, сбалансированное питание). В 1960-е гг. направление «велнес» приобрело большую популярность сначала в профессиональных кругах (у спортсменов и специалистов по здоровому образу жизни), а затем и в широких кругах американского общества; началось строительство велнес-центров в Америке. Первым был the «Wellness Resource Center», открытый Джоном Тревисом в 1975 г. в Калифорнии. С начала 1990-х гг. понятие «велнес» стало набирать популярность в Европе (например, оно было реализовано в сети клубов «World Class»), в XXI в. пришло в Россию.

Во всем мире давно существуют велнес (wellness)-центры. Главная задача велнеса — предотвращение и профилактика болезней, а также признаков старения, как внешних, так и внутренних. Велнес включает в себя сферы фитнеса и спа, так как является понятием более широкого типа. Помимо указанных функций, в велнес-центрах подразумевается комплексное использование методик оздоровления, состоящих из диетологии, реабилитационных программ, корректировки психологического состояния, функционального тренинга, спа-сеансов и т. д. Такое сочетание физической активности, расслабляющих процедур и правильного питания дает ощутимый оздоровительный эффект. Вслед за этим происходит и восстановление душевного равновесия [1].

Развитие велнес-центров в странах мира приобретает различный характер, который имеет свои региональные особенности. Так, для Соединенных Штатов Америки характерно расположение велнес-центров на территории студен-

ческих кампусов. Это объясняется закрепленной на законодательном уровне политикой, которая в масштабе страны обязывает заботиться о здоровье граждан. Поскольку процент людей с лишним весом велик, особенно среди молодежи, что часто отражается на их несформированной психике, обязательное строительство велнес-центров в студенческих городках представляется обоснованным.

Примерами могут служить существующие в США «Campus Recreation and Wellness Center» (Айова), «San Marcos, CA campus wellness center» (Калифорния), «Georgia College & State University Wellness and Recreation Center» (Джорджия). Основной упор делается на развивающие, восстанавливающие и укрепляющие спортивные программы, что определяет функциональное зонирование — большинство площадей отводится под фитнес-центр с тренажерными залами, залами групповых программ, бассейнами (рис. 1).

С точки зрения архитектуры отличительными особенностями велнес-центров при кампусах являются:

- крупный масштаб зданий, большие площади необходимых помещений, что обусловлено количеством студентов, значительными территориями, занимаемыми крупными университетами и их студенческими городками;
- большая часть внутренних перегородок между отдельными спортивными залами (секциями) стеклянные;
- простые архитектурные формы сооружений — параллелепипеды, цилиндры, кубы, высота этажа более 3 м (нередко 5–6 м).

Художественный образ и выразительность достигается за счет фрагментарного остекления фасадов, применения различных текстур и фактур облицовочных материалов [2].

В России на сегодняшний день велнес-центры доступны лишь состоятельным людям. Отличительной особенностью



Рис. 1. План велнес-центра Университета Джорджии, США



Рис. 2. Общий вид велнес-центра «Каскад». Общий вид интерьера зоны бассейна

стью являются программы релаксации и поддержания физического здоровья, проходящие под термином «загородный отдых в центре города» [3–6].

Функциональный состав российских велнес-центров примерно одинаков и включает:

- спа-салон (кабинеты спа-процедур, кабинет аппаратной косметологии, массажный кабинет);
- медико-диагностический центр;
- салон красоты (кабинет педикюра, кабинет маникюра, парикмахерская);
- фитнес-комплекс (тренажерный зал, кардио зона, студия пилатеса, студия йоги, игровой зал);
- банный комплекс (финская, турецкая, русская баня);
- бассейн;
- ресторан здоровой еды;
- магазин здоровой еды и аксессуаров, отражающих философию «велнес».

Среди позитивных примеров велнес-центров в России можно выделить расположенные в Москве «Чистые пруды», «Каскад» (рис. 2), «Ревинталь-парк», «Wellness park», а так-

же новосибирский «Green Wood» и красноярский «Бархатный сезон».

Построенные объекты не объединены единой архитектурной концепцией. Это объясняется большим разнообразием градостроительных условий (центральная, срединная, периферийная зоны или пригород), значительной вариативностью климатических и региональных особенностей в субъектах России [7]. Следует отметить, что велнес-центры, расположенные в городах, ориентированы на кратковременное пребывание и снятия синдрома «городского стресса» в отличие от американских аналогов в студенческих городках, где существует возможность постоянного посещения [8]. Объемно-пространственное решение велнес-центров в России подчинено идее создания у посетителя впечатления объекта класса «премиум» или «бизнес». Для достижения замысла используются различные приемы. Например, велнес-центр «Чистые пруды» представляет собой полновесный объект, перегораживающий одноименный бульвар. Асимметричное здание (рис. 3) состоит из четырех разновеликих объемов: цилиндрический (в нем распо-

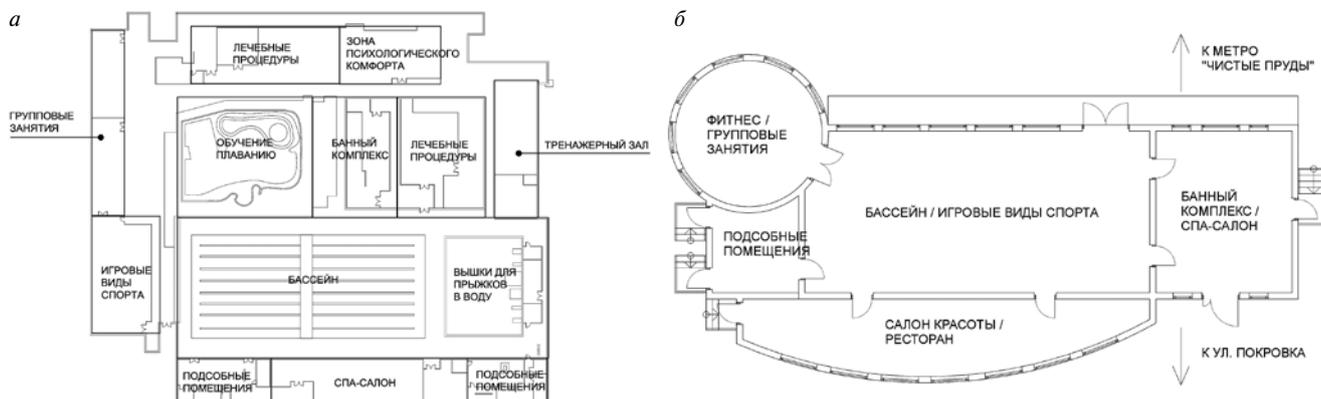


Рис. 3. Планировочные решения велнес-центров: а – студенческий кампус, Айова, США; б – «Чистые пруды», Москва, Россия

ложены тренажерный зал, кардиозона, солярий, зона групповых занятий), основной параллелепипед (бассейн, многофункциональный игровой зал), прямоугольная часть меньших размеров (банный комплекс, спа-салон) и выходящий окнами на пруд элемент со стеной дугообразной формы (салон красоты, ресторан здоровой еды).

Во внешнем облике здания использованы элементы классической архитектуры: колонны, портики, антаблемент, фронтоны, рустовка цоколя, пастельный охристый цвет плоскости фасада. Сравнивая его с велнес-центром кампуса Университета Айовы можно отметить значительно меньшие размеры при сходной общей высоте, большую выразительность фасадов. В американском объекте объемно-пространственное решение представлено минималистичной, но выразительной композицией из прямоугольных остекленных блоков (рис. 4). Следует отметить, что в примере из США не стали использовать всю площадь застройки под здание (как сделали в «Чистых прудах»), оставив часть первого этажа свободным для создания ощущения легкости и организации удобной входной группы. Оба велнес-центра объединяет индивидуальный подход к архитектуре, сверхсовременное техническое оснащение, активное применение остекления на всех поверхностях (стены и кровля) и «стандартный» набор вышеописанных функций [9].

Рассмотрим страну, находящуюся севернее США. В Канаде основной акцент делается на реабилитацию и восстановление после лечения от различного рода зависимостей: алкогольной, наркотической и т. д. Как правило, это отдельно стоящие здания, часто расположенные за городом. Яркими примерами канадских велнес-центров являются «Wellness Within Health», «Spa & Yoga Centre» (Эдмонтон), «The Savannah Wellness Retreat» (озеро Онтарио), «Rosedale Wellness Center» (Торонто). Реабилитационная специфика велнес-центров оказывает значительное влияние на архитектуру зданий, а именно:

- важным является градостроительный аспект – размещение построек за городом. Подобное местоположение продиктовано как экологическим фактором, так и тем, что расположение вдалеке от города минимизирует риск у реабилитирующихся людей вернуться к вредным привычкам [3];
- велнес-центры представляют собой небольшие поселения. В центре расположен комплекс из нескольких крупных зданий (гостиничный, медицинский и другие корпуса), на некотором удалении располагаются небольшие гостевые домики;

- архитектурные решения зданий представляют собой образцы классических форм и колористических решений. Сопоразмерная высота сооружений (высота этажа не более 4–5 м, количество этажей 1–4) позволяет исключить доминантность над природой [4].

Велнес-комплекс «Green Wood» в Новосибирской области расположен на 3,3 га, состоит из двух гостиничных корпусов, культурно-развлекательного центра с подземной автостоянкой, спа-центра и других объектов инфраструктуры. Архитектурное решение зданий в России и Канаде практически идентично. Архитекторы новосибирского комплекса ориентировались на европейские аналоги, взяв за основу не русский бревенчатый дом, а образцы австрийского и немецкого зодчества: дома из бруса с двускатной кровлей и каменным цоколем. В качестве элемента современной архитектуры применены оконные проемы на всю высоту этажа и сплошное остекление. Важным в российском велнес-центре является заселение посетителей в более крупные здания – корпуса на 4–6 семей в отличие от канадского индивидуального размещения клиентов (рис. 5). Дополнительный аспект – намеренное возведение зарубежного комплекса в двух и более часах езды от города. «Green Wood» располагается в 15-минутной автомобильной доступности от центра города, что продиктовано спецификой контингента посетителей: обеспеченные люди на личных машинах, которым необходимо снять напряжение после рабочего дня. В обоих случаях загородное местоположение открывает возможность общения с природной средой (эффект усиливает применение натуральных природных материалов в экстерьере и интерьере здания), что в сочетании с лечебными процедурами обеспечивает улучшение качества жизни и в общем случае стимулирует воспроизводство человеческого капитала.

Необходимо выделить несколько основных проблем велнес-центров в России. Во-первых, это необоснованная дороговизна услуг. Многие фитнес-центры прибавляют к своему названию слово «велнес» и повышают свои тарифы в несколько раз, не расширяя при этом спектр и качество услуг. Во-вторых, отсутствие специализированных зданий для велнес-центров. Подобный подход к открытию центров противоречит концепции «велнес» и формирует у людей ошибочное представление об этом явлении. Третьей российской проблемой является слепое копирование западного опыта без учета региональной специфики, без использования традиционных русских материалов, национальных и климатических особенностей архитектуры [7]. Многие велнес-центры в



Рис. 4. Фасады велнес-центров: а – студенческий кампус, Айова, США; б – «Чистые пруды», Москва, Россия



Рис. 5. Фасады велнес-центров: а – «The Savannah Wellness Retreat», Торонто, Канада; б – «Green Wood», Новосибирск, Россия

России имеют обезличенный набор услуг. Между тем люди чаще всего хотят избавиться от ощущения физического или психологического дискомфорта. В такой ситуации им необходима помощь специалистов велнес-центра.

В Китае и Японии посещение велнес-центров носит корпоративный характер, и они часто располагаются в офисных зданиях. Первый корпоративный велнес-центр «Sodexo Wellness» открыла компания Nokia в 2008 г. для своих сотрудников в Пекине. Целостный подход к оздоровлению сотрудников явился инновационным и эффективным. Это стало возможным в связи с высокой вариативностью предлагаемых функций. Рассмотрим основные особенности архитектуры данного велнес-центра:

- в связи с высокой плотностью застройки и отсутствием свободных пространств для застройки велнес-центры размещаются в существующих зданиях. Возникает потребность вписывания заданного количества услуг и помещений в стандартную (как правило, прямоугольную) форму этажа;
- велнес-центры располагаются внутри сооружений, поэтому важными выразительными средствами становятся оригинальные решения интерьеров и экстерьеров – медиафасады, динамические элементы, специфическая окраска и зонирование помещений [5].

Количество велнес-центров во всем мире уверенно увеличивается. Они являются активно развивающимися

актуальными элементами застройки и перспективными функциональными формами освоения городских пространств. Велнес-центры являются новым типом общественных учреждений, который наиболее востребован в средних, крупных и крупнейших городах. Сформировавшаяся в России концепция велнеса как элитарного способа оздоровления позволяет архитектору реализовать оригинальные решения. При небольшом масштабе (по сравнению с современными торговыми центрами) объект должен выделяться из общего фона застройки (но не контрастировать с ней), обладать узнаваемым образом и фирменным стилем, который будет последовательно применен во всем, начиная от интерьеров и заканчивая оформлением ключей от шкафчиков. В целом архитектурное решение всегда включает в себя помещение для бассейна со значительными размерами (длина 25 м, ширина до 6 м), крупные блоки для восстановительных процедур, залов для занятий, салона красоты. Конкретное стилистическое решение определяется в зависимости от местоположения проектируемого объекта.

Возможность посещения велнес-центров, имеющих высокие восстанавливающие и оздоравливающие функции, позволит предоставить людям удобство и комфорт пребывания, будет способствовать снижению различных видов заболеваемости, увеличению производительности труда, повышению социальной активности населения.

Список литературы

1. Шарабчиев Ю.Т. Спа и велнес: что это такое? // *Медицинские аспекты спа-индустрии*. 2013. № 2. С. 79–83.
2. Федорова И.Н. Велнес-технологии как новый вид двигательной активности в работе со студентами, имеющими

References

1. Sharabchiev Y.T. Spa and wellness: what is it? // *Meditzinskie aspekty spa-industrii*. 2013. No. 2, pp. 79–83. (In Russian).
2. Fedorova I.N. Wellness technologies as a new type of motor activity in working with students with disabilities in

- ми отклонения в состоянии здоровья // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2011. № 12. С. 99–100.
3. Большеротова Л.В., Большеротов А.Л., Байдюк А.П. Проблемы экологической безопасности в строительстве // *Жилищное строительство*. 2011. № 3. С. 78–80.
 4. Большеротов А.Л., Большеротова Л.В. Международные системы оценки экологической безопасности строительства // *Жилищное строительство*. 2012. № 10. С. 42–45.
 5. Корякина А.Н. Особенности формирования архитектуры спа-комплексов и велнес-центров в России и за рубежом // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2008. № 1. С. 14–21.
 6. Понявина М.Б., Боклыкова А.Г., Зубенко П.М. Тенденции и новые виды услуг спа-индустрии // *Молодой ученый*. 2014. № 15-1. С. 74–76.
 7. Есаулов Г.В. Современные проблемы и тенденции в архитектуре // *Жилищное строительство*. 2013. № 11. С. 20–26.
 8. Мандра Ю.А., Коровин А.А. Биологический мониторинг как основа устойчивого развития курортов и лечебно-оздоровительных местностей // *Сб. трудов Международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий и сохранение биологического разнообразия»*. Ставрополь. 2013. С. 92–95.
 9. Ефименко Н.В., Данилов С.Р., Ляшенко С.Н., Поволоцкая Н.П. Особо охраняемые природные территории как основа функционирования курортов // *Курортная медицина*. 2013. № 2. С. 74–77.
- the state of health. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2011. No. 12, pp. 99–100. (In Russian).
3. Bol'sherotova L.V., Bol'sherotov A.L. Problems of ecological safety in construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2011. No. 3, pp. 78–80. (In Russian).
 4. Bol'sherotov A.L., Bol'sherotova L.V. International Systems of Assessment of Ecological Safety of Construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2012. No. 10, pp. 42–45. (In Russian).
 5. Koryakina A.N. Features of formation of architecture spa complexes and wellness centers in Russia and abroad. *Vestnik tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2008. No. 1, pp. 14–21. (In Russian).
 6. Ponyavina M.B., Boklykova A.G., Zubenko P.M. Trends and new types of services SPA-industry. *Molodoi Uchenyi*. 2014. No. 15-1, pp. 74–76. (In Russian).
 7. Esaulov G.V. Contemporary problems and trends in architecture. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 11, pp. 20–26. (In Russian).
 8. Mandra U.A., Korovin A.A. Biological monitoring as a basis for sustainable development of resorts and therapeutic areas. *International Scientific and Practical Conference «Ustoichivoe razvitie osobo okhranyaemykh prirodnykh territorii i sokhranenie biologicheskogo raznoobraziya»*. Stavropol. 2013 pp. 92–95. (In Russian).
 9. Efimenko N.V., Danilov S.R., Lyashenko S.N., Povolotskaya N.P. Specially protected natural areas as a basis for the functioning of resorts. *Kurortnaya meditsina*. 2013. No. 2, pp. 74–77. (In Russian).

**Международная отраслевая конференция
«Белый камень» 2015**

БЕЛЫЙ КАМЕНЬ • Индустрия развития
силикатных строительных материалов

Сочи
29-30 сентября 2015г.

при сотрудничестве: генеральный спонсор: спонсор: при поддержке:

Bundesverband KALKSANDSTEIN Industrie eV **masa** **EIRICH** **НОСИ**

Организатор: Ассоциация производителей силикатных изделий
8(8313) 255-525
bk@dapsi-rf.ru, info@dapsi-rf.ru
http://apsi-rf.ru



УДК 691.327:666.972.54

Г.С. СЛАВЧЕВА, д-р техн. наук (gslavcheva@yandex.ru), К.С. КОТОВА, инженер
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет (394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84)

Повышение эффективности применения неавтоклавных ячеистых бетонов (пенобетонов) в строительстве

Представлена комплексная оценка свойств конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного ячеистого бетона (пенобетона), полученного на различных видах сырья. Произведена технико-экономическая оценка и показана эффективность его применения в малоэтажном монолитном строительстве. Обозначены проблемные направления исследований, развитие которых является необходимым для более широкого внедрения данных бетонов в строительную практику.

Ключевые слова: неавтоклавные ячеистые бетоны, монолитное малоэтажное строительство, технико-экономическая оценка, энергосбережение.

G.S. SLAVCHEVA, Doctor of Sciences (Engineering) (gslavcheva@yandex.ru), K.S. KOTOVA, Engineer
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering(84, 20-letija Oktjabrja Street, 394006, Voronezh, Russian Federation)

Improving the Efficiency of Non-Autoclaved Cellular Concretes (Foam Concretes) in Construction

A comprehensive assessment of properties of structural and structural-heat insulation non-autoclaved cellular concrete (foam concrete) made of various types of raw materials is presented. A techno-economic evaluation of this concrete is made; the efficiency of its use in the low-rise monolithic construction is shown. Problem areas of research, development of which is essential for the wider introduction of these concretes into the building practice, are identified.

Keywords: non-autoclaved cellular concretes, monolithic low-rise construction, techno-economic evaluation, energy saving.

Социально-экономические процессы последних двух десятилетий, проходившие в нашей стране, коренным образом затронули архитектурно-строительный комплекс. Эффективно были поставлены под сомнение эффективность и конкурентоспособность многих строительных материалов и технологий, длительное время применявшихся в отечественной практике. И в частности, в 1990-е гг. в связи с изменившейся экономической ситуацией произошла неоснованная дискредитация технологии автоклавных ячеистых бетонов и спад их массового заводского производства. Одновременно вновь возник интерес к цементным макропористым бетонам неавтоклавного твердения, опыт первоначального производства и применения которых относится к 1950–1960 гг. двадцатого столетия. Причиной приостановки исследований, отказа от производства и применения неавтоклавных газо- и пенобетонов в конце 1960-х – начале 1970-х гг., как известно, послужила неразрешенность проблемы их эксплуатационной усадочности и связанные с этим многочисленные факты недопустимого трещинообразования в эксплуатируемых зданиях.

Возобновление интереса к неавтоклавным ячеистым бетонам в 1990-х гг. было обусловлено следующими причинами:

- определенной ориентацией строительной отрасли на возведение малоэтажных зданий, не только сборных, но и монолитных;
- целесообразностью расширения использования местного природного сырья и материалов, утилизации техногенных отходов;

- необходимостью радикальных изменений в потреблении энергоресурсов;
- необходимостью применения относительно простых технологических решений, не требующих развитой производственной инфраструктуры.

В результате активного развития исследований в период с 1990-х гг. по настоящее время были получены новые модификации (новое поколение) цементных ячеистых бетонов неавтоклавного твердения с удовлетворительным уровнем качества [1–10]. Однако, несмотря на большой объем выполненных исследований, в промышленных условиях не удается обеспечить стабильное производство пенобетонов, уровень качества которых по соотношению плотности и прочности (R/ρ) а главное, величине усадки оказался бы сопоставим с уровнем промышленно производимого газосиликата (табл. 1). Подчеркнем, что в настоящее время во многих случаях при рекламировании технологии неавтоклавных пенобетонов умалчивается об их высокой эксплуатационной усадке, обусловленной не только закономерными процессами структурообразования нормальным твердеющего цементного камня, но и запредельно высоким расходом цемента (до 500–600 кг/м³ при плотности бетона D600–D800). Именно поэтому газосиликат сегодня – безусловный лидер на рынке конструкционно-теплоизоляционных материалов. Следует ли сделать вывод, что для цементных ячеистых бетонов неавтоклавного твердения отсутствует ниша в строительном комплексе и их ожидает новое забвение? Делать такой вывод представляется преждевременным.

Таблица 1
Сопоставительная характеристика уровня качества промышленно производимых автоклавных и неавтоклавных ячеистых бетонов

Вид бетона	Марка по средней плотности	Класс по прочности	Усадка ϵ , мм/м	Соотношение $R/\rho \times 10^{-2}$
Автоклавный силикатный (газосиликат)	D400	B1,5; B2,5	0,4–0,5	0,37–0,62
	D500	B2,5; B3,5	0,3–0,4	0,5–0,7
	D600	B3,5; B5	0,3–0,4	0,58–0,83
	D700	B5	0,3–0,4	0,71
Неавтоклавный цементный (пенобетон)	D600	B1,5; B2	1,5–3	0,25–0,33
	D800	B2; B2,5		0,25–0,31
	D900	B2,5; B3,5		0,27–0,38
	D1000	B3,5; B5		0,35–0,5

Таблица 2
Показатели свойств конструкционного пенобетона

Показатели свойств	Марка поризованного бетона по средней плотности (на кварцевом песке $M_c=1,2$)			
	D1600	D1400	D1200	
Прочность при сжатии (кубиковая) R_m , МПа	14	11	7,6	
Прочность при сжатии (призменная) R_b , МПа	12	10,3	7,5	
Прочность при растяжении R_{sp} , МПа	2,3	1,5	0,8	
Модуль упругости, МПа	13600	9900	9200	
Предельная растяжимость ϵ_{uhn} , мм/м	0,15	0,18	0,2	
Вязкость разрушения K_{Ic} , кН/м ^{3/2}	200	110	60	
Деформации влажностной усадки ϵ , мм/м	0,8	0,8	0,8	
Марка по морозостойкости	>35	>35	35	
Равновесная влажность, %	3,8	4,1	4,4	
Мера ползучести $C \times 10^5$, МПа ⁻¹	17	29,7	44,3	
Коэффициент теплопроводности при влажности, Вт/(м·°C)	W=0%	0,38	0,28	0,24
	W=4%	0,52	0,44	0,38

Современное жилищное строительство базируется в первую очередь на реализации концепции теплоэффективного дома. Для ограждающих и несущих конструкций такого дома используются материалы и изделия нового поколения, которые со своими функциями адаптированы к перспективным архитектурно-строительным и конструктивным системам зданий. Строительная практика показывает, что для ограждающих конструкций конкурентоспособны и перспективны материалы минимальной плотности, обеспечивающие повышенное термическое сопротивление конструкций при максимально возможном исключении несущих функций. Это и определяет массовое применение ячеистого бетона автоклавного твердения (газобетона и газосиликата) в ограждающих конструкциях. Одновременно с этим для материалов несущих конструктивных элементов обоснованным оказывается предъявление требований снижения плотности как средства уменьшения их теплоемкости. Это позволит сократить потребление теплоты на доведение температуры конструкций до значений, необходимых при создании комфортных условий в помещении из-за изменения в положительную сторону параметров инерционности процесса нагрева-охлаждения материала элементов здания при переходном температурном режиме эксплуатационной среды. Перспективы применения цементных пенобетонов целесообразнее всего рассматривать для развития системы малоэтажного монолитного строительства. Это определяется следующим:

- возможностью организации процессов твердения данных бетонов непосредственно в возводимой конструкции;
- доступностью и распространенностью вяжущего и наполнителей, использованием последних в их «естественном» состоянии с исключением дополнительных технологических переделов подготовки;
- возможностью реализации технологического процесса получения бетона на мобильных установках без создания сложной производственной инфраструктуры, свойственной производству газосиликата.

Таким образом, эффективность применения цементных пенобетонов нормального твердения предопределяется возможностью обеспечения достаточной простоты технологии их получения, которая позволяет получать эффективные конструкционные и конструкционно-теплоизоляционные материалы в построечных условиях.

В Воронежском ГАСУ коллективом ученых и специалистов под руководством Е.М. Чернышова целенаправленно реализуется комплекс работ, направленных на решение научно-инженерной задачи получения эффективных неавтоклавных ячеистых бетонов именно для монолитного малоэтажного строительства.

Результатом развития работ авторов [11–12] стало решение задачи получения цементных мелкозернистых и микрозернистых бетонов средней плотности 800–1600 кг/м³ на основе разнообразного природного и техногенного сырья регионов РФ, отличающегося по происхождению

Таблица 3

Показатели свойств конструкционно-теплоизоляционного пенобетона

Показатели свойств	Марка поризованного бетона по средней плотности						
	На молотом песке $S_{yd}=150 \text{ м}^2/\text{кг}$		На золе-уносе ТЭЦ $S_{yd}=300 \text{ м}^2/\text{кг}$		На карбонатной пыли-уносе $S_{yd}=90 \text{ м}^2/\text{кг}$		
	D1000	D800	1000	800	D1000	D800	
Прочность при сжатии R_b , МПа	4,5	3,2	5,9	3,5	3,7	2,6	
Прочность при растяжении R_{bt} , МПа	1,2	0,75	1,1	1,85	1,2	0,75	
Модуль упругости, МПа	3900	2200	3650	5000	3400	2200	
Предельная растяжимость ε_{ub} , мм/м	0,36	0,49	0,34	0,28	0,38	0,41	
Вязкость разрушения K_{Ic} , кН/м ^{3/2}	75	45	79	65	85	55	
Деформации влажностной усадки ε , мм/м	1,5	1,7	2,1	2,2	2,3	2,4	
Марка по морозостойкости	35	35	50	50	35	35	
Равновесная влажность, %	5,7	5,9	8,3	8,9	7,2	8	
Коэффициент теплопроводности при влажности, Вт/(м·°С)	W=0%	0,24	0,16	0,21	0,16	0,22	0,18
	W=12%	0,32	0,28	0,34	0,27	0,36	0,3

Таблица 4

Сравнительная технико-экономическая оценка вариантов возведения малоэтажного здания на примере Воронежской обл.

Варианты возведения здания	Технико-экономические показатели			
	Трудоемкость, чел-ч/м ²	Трудоемкость, маш-ч/м ²	Затраты на материалы, тыс. р./м ²	Стоимость, тыс. р./м ²
Наружные и внутренние стены – из газосиликатных блоков Фундамент – ленточный, из сборных ж/б блоков. Перекрытия – сборные из плит ж/б пустотных	16,12	1,27	11,62	19,54
Наружные стены – монолитные двухслойные из поризованного бетона D1200 + утеплитель Внутренние стены монолитные из поризованного бетона D1200 Фундамент – монолитный из мелкозернистого бетона Перекрытия – монолитные из поризованного бетона D1400	20,02	0,74	14,31	19,15
Наружные стены – монолитные однослойные из поризованного бетона D700 Внутренние стены – монолитные из поризованного бетона D1200 Фундамент – монолитный из мелкозернистого бетона Перекрытия – монолитные из поризованного бетона D1400	21,41	1,02	16,19	21,54

(природное и техногенное), химическому и дисперсному составу. Для задаваемого уровня качества обоснованы решения по параметрам состава и структуры разновидностей конструкционных (1200–1600 кг/м³) и конструкционно-теплоизоляционных (800–1200 кг/м³).

По результатам комплексной оценки свойств полученных на основе рекомендуемых составов разновидностей поризованных бетонов установлено, что уровень их качества не только полностью удовлетворяет нормативным требованиям, но и по ряду показателей выше нормируемых значений (табл. 2, 3). Так, показатели влажностной усадки для конструкционных бетонов не превышают 0,8 мм/м, для конструкционно-теплоизоляционных бетонов составляют 1,5–2,2 мм/м при нормируемой ее величине ≤ 3 мм/м. Величина равновесного влагосодержания для конструкционных бетонов составляет $\leq 4\%$, для конструкционно-теплоизоляционных – 5,7–8,9%, что в 2–4 раза ниже нормируемых значений.

Пониженные значения влажности полученных разновидностей поризованных бетонов создают условия для эффективной реализации их функциональных характеристик при эксплуатации, что в сочетании с пониженной деформативностью и определяет долговечность и надежную работу материала в конструкции.

Произведена сравнительная технико-экономическая оценка (табл. 4) эффективности применения цементных пенобетонов в технологии возведения малоэтажных зданий монолитным способом в сопоставлении с традиционным способом их строительства с использованием газосиликата для стен и сборных железобетонных конструкций для фундаментов и перекрытий.

Результаты технико-экономической оценки показывают, что по сравнению с традиционными сопоставимыми конструкциями из газосиликата и сборного железобетона применение монолитного пенобетона позволяет при сопоставимой стоимости сократить затраты на применение машин и механизмов на 30–50%. И это принципиально важно в сельских районах, где отсутствует развитая производственная база. Именно поэтому монолитное малоэтажное строительство оказывается той нишей в строительном комплексе, где применение данных бетонов представляется наиболее эффективным. При этом, говоря о целесообразности их комплексного использования в ограждающих и несущих элементах зданий, рациональным следует признать вариант возведения несущих и самонесущих конструкций зданий (внутренних несущих стен, перекрытий, перегородок) с использованием неавтоклавного ячеистого бетона со средней плотностью 1200–1600 кг/м³, теплопроводность ко-

того ниже, чем у традиционных конструкционных материалов сопоставимой прочности, так как при этом может быть обеспечено не только снижение материалоемкости конструкций, но и их теплоемкости. Для ограждающих конструкций рациональным представляется вариант двухслойного исполнения из бетона плотностью 1000–1200 кг/м³ в сочетании с эффективными утеплителями. Одновременно следует признать, что вариант однослойного исполнения ограждающих конструкций из неавтоклавного ячеистого бетона оказывается менее эффективным по сравнению с использованием в них газосиликата.

Таким образом, применение неавтоклавного ячеистого бетона (пенобетона) представляется наиболее эффективным и перспективным в малоэтажном монолитном строи-

тельстве, так как в этом случае все конструктивные элементы здания могут быть возведены из материала различной плотности, полученного на одном и том же сырье и оборудовании. Для широкого внедрения данных бетонов в строительную практику необходимым и актуальным является системное рассмотрение вопросов усадки, морозостойкости, ползучести, релаксации напряжений, длительной прочности, границ трещинообразования и др. Такие проблемные направления развития исследований являются необходимым условием для разработки научнообоснованных рекомендаций по нормированию расчетных характеристик неавтоклавного ячеистого бетона, расчету и проектированию несущих и ограждающих конструкций, прогнозированию их долговечности.

Список литературы

1. Пухаренко Ю.В. Прочность и долговечность ячеистого фибробетона // *Строительные материалы*. 2004. № 12. С. 40–41.
2. Моргун Л.В. Теоретическое обоснование и экспериментальная разработка технологии высокопрочных фибропенобетон // *Строительные материалы*. 2005. № 6. С. 59–64.
3. Юдович Б.Э., Зубехин С.А. Субмикроструктурный пенобетон: новое в основах технологии // *Цемент и его применение*. 2009. № 1. С. 81–85.
4. Баранов И.М. Пенобетон неавтоклавный на золосиликатном вяжущем // *Строительные материалы*. 2009. № 8. С. 28–29.
5. Шубин И.Л., Умнякова Н.П., Ярмаковский В.Н. Особо легкие бетоны новых модификаций – для решения задач ресурсоэнергосбережения. В защиту отечественных технологий // *Технологии строительства*. 2012. № 4. С. 42.
6. Пименова Л.Н., Кудряков А.И. Пенобетон, модифицированный силикагелем // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2013. № 2 (39). С. 229–234.
7. Строкова В.В., Павленко Н.В., Капуста М.Н. Принципы получения ячеистых фибробетон с применением наноструктурированного вяжущего // *Academia. Архитектура и строительство*. 2013. № 3. С. 114–117.
8. Ухова Т.А., Фискинд Е.С. Комплексное применение неавтоклавных поробетон и порофибробетон в возведении малоэтажных жилых домов // *Технологии бетонов*. 2012. № 5–6. С. 71–72.
9. Крылов Б.А., Кириченко В.В. Энергоэффективная технология производства пенобетонных изделий // *Технологии бетонов*. 2013. № 12 (89). С. 47–49.
10. Сви́нарёв А.В., Глушков А.М., Тысячук В.Д., Куприна А.А. Технологический модуль ТМ-25 для производства неавтоклавных фибропенобетонных изделий // *Строительные материалы*. 2014. № 6. С. 4–7.
11. Чернышов Е.М., Славчева Г.С., Потамоснева Н.Д. Поризованные бетоны для теплоэффективных жилых домов // *Известия вузов. Строительство*. № 5. 2002. С. 31–36.
12. Чернышов Е.М., Славчева Г.С., Потамоснева Н.Д. Поризованные бетоны для теплоэффективных жилых домов. Часть 2 // *Известия вузов. Строительство*. № 9. 2003. С. 27–34.

References

1. Pukharenko Yu.V. Prochnost and durability cellular fibrobeton. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2004. No. 12, pp. 40–41. (In Russian).
2. Morgun L.V. Theoretical justification and experimental development of technology of high-strength fibropenobeton. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2005. No. 6, pp. 59–64. (In Russian).
3. Yudovich B.E., Zubekhin S.A. Submikrokristallichesky foam concrete: new in bases technology. *Cement i ego primeneniye*. 2009. No. 1, pp. 81–85. (In Russian).
4. Baranov I.M. rams foam concrete not autoclave on zolosilikatny knitting. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2009. No. 8, pp. 28–29. (In Russian).
5. Choubin I.L., Umnyakova N.P., Yarmakovskiy V.N. Osobo light concrete of new modifications – for the solution of problems of energy saving. In protection of domestic technologies. *Tekhnologii stroitel'stva*. 2012. No. 4, pp. 42. (In Russian).
6. Pimenova L.N., Kudryakov A.I. Penobeton modified by silica gel. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2013. No. 2 (39), pp. 229–234. (In Russian).
7. Strokova V.V., Pavlenko N.V., **Капуста М.Н.** The principles of receiving cellular fibrobeton with application nanostructured knitting. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2013. No. 3, pp. 114–117. (In Russian).
8. Ukhova T.A., Fiskind E.S. Complex application of not autoclave porobeton and porofibrobeton in construction of low inhabited houses. *Tekhnologii betonov*. 2012. No. 5–6, pp. 71–72. (In Russian).
9. Krylov B.A., Kirichenko V.V. Power effective technology of production of foam-concrete products. *Tekhnologii betonov*. 2013. No. 12 (89), pp. 47–49. (In Russian).
10. Svinaryov A.V., Glushkov A.M., Tsyachuk V.D., Kuprin A.A. Tekhnologicheskyy the TM-25 module for production not autoclave the fibrope-nobetonnykh of products. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 6, pp. 4–7. (In Russian).
11. Chernyshov E.M., Slavcheva G.S., Potamoshneva N.D. Porizovannyye concrete for heateffective houses. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. No. 5. 2002, pp. 31–36. (In Russian).
12. Chernyshov E.M., Slavcheva G.S., Potamoshneva N.D. Porizovannyye concrete for heateffective houses (part 2). *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. No. 9. 2003, pp. 27–34. (In Russian).

УДК 624.014

Р.Р. ВАХТЕЛЬ, магистр техники и технологии (v_roman@bk.ru)

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (420043, Казань, ул. Зеленая, 1)

Оптимальное проектирование рамных конструкций сплошного сечения и рам с расщеплением в уровне карнизного узла

В настоящее время приоритетным направлением строительства зданий гражданского назначения является применение легких металлических конструкций комплектной поставки. В статье рассматриваются двух- и трехшарнирная стальная рама постоянного сечения, а также рама с расщеплением в уровне карнизного узла, для которых приведены законы изменения веса. По результатам аналитических исследований получено решение оптимального угла наклона ригеля α_{opt} , который составляет 30–35° для рам сплошного сечения и постоянной жесткости. Для рам с расщеплением в уровне карнизного узла указанный угол составляет 30–45°. При этом установлены границы рациональности угла наклона ригеля в диапазоне 20–40°, при которых увеличение массы составляет не более 10%. В диапазоне углов от 0–20° увеличение массы существенно и составляет ≈25%.

Ключевые слова: рама сплошного сечения, ригель, статический расчет, конструктивная форма, карнизный узел.

R.R. VAKHTEL, Master of Technique and Technology (v_roman@bk.ru)
Kazan State University of Architecture and Engineering (1 Zelenaya Street, 420043, Kazan, Russian Federation)

Optimal Designing of Frame Structures of Solid Cross-Section and Frames with Splitting in Level of a Cornice Unit

At present the use of light metal structures of complete delivery is a priority direction of construction of civil buildings. The article considers two- and three-hinged steel frames of solid cross-section as well as the frame with splitting in the level of the cornice unit for which the laws of mass variation are presented. On the basis of analytic studies, the solution of an optimal inclination angle of the girder α_{opt} , which is 30–40° for frames of solid cross-section and permanent rigidity has been obtained. For frames with splitting in the level of the cornice unit, this angle is 30–45°. At that, the boundaries of rationality of the girder inclination angle have been established within the range of 20–40° and the increase in the mass is not more than 10%. In the range of angles of 0–20° the increase in the mass is substantial and is equal to ~ 25%.

Keywords: frame of solid cross-section, girder, static calculation, structural form, cornice angle.

В настоящее время приоритетным направлением строительства зданий гражданского назначения является применение легких металлических конструкций (ЛМК) комплектной поставки.

При этом значительную долю в строительстве подобных зданий составляют рамные каркасы, которые выполняются в виде сплошных, либо решетчатых рам постоянного сечения, либо переменной жесткости по длине стойки и ригеля [1]. Указанные конструкции получили широкое распространение в различных отраслях промышленного хозяйства в силу относительной простоты конструктивной формы, влияющей на скорость изготовления и монтажа, а также удобства организации технологических процессов. Однако применение подобных конструктивных схем требует обоснования весовых показателей рам для правильной технико-экономической оценки проектных решений.

В статье рассматриваются двух- и трехшарнирная стальная рама постоянного сечения, а также рама с расщеплением в уровне карнизного узла [2], для которых приведены законы изменения веса.

Аналитические выражения для рамы с расщеплением как для статически неопределимой системы определены в [3]. В общем виде рассматриваемые рамы требуют исследования влияния геометрических параметров на распреде-

ление усилий в ее элементах с целью выявления параметров, влияющих на весовые показатели. При этом основными геометрическими параметрами являются генеральные размеры (пролет L , высота H и угол наклона ригеля α).

Рассматриваемые рамы сплошного сечения пролетом L , высотой до карнизного узла h и углом наклона ригеля α :

$$H = h + h_k = h + 0,5 \cdot L \cdot \tan \alpha, \quad (1)$$

где $h_k = 0,5 \cdot L \cdot \tan \alpha$.

В качестве вариантов загрузки рассмотрено сочетание постоянных и временных нагрузок. Следует отметить, что наиболее распространенным расчетным сочетанием нагрузок на раму является сочетание нагрузок от собственного веса рамы, включая вес конструкций ограждения и снеговой по двум вариантам: на весь пролет и на половину пролета покрытия.

При решении задачи считается, что рама симметричная, а заданный материал работает в упругой стадии. Общая устойчивость рамы из плоскости обеспечена системой связей. При указанных условиях необходимо определить оптимальные геометрические параметры: высоту до карниза, угол наклона ригеля и размеры поперечных сечений рамы, при которых масса рамы принимает минималь-

ное значение. Ограничения по переменным можно представить в виде:

$$q_i(h, \alpha, x) \{ \geq = \leq \} b_i, \quad (2)$$

где $h=h_1; h_2; h_k; \alpha; x=x_1; x_2; x_3 \dots x_n$ – вектора варьируемых параметров, высоты до карнизного узла; угла наклона ригеля и размеров поперечного сечения соответственно.

Исходя из анализа графиков [1] установлено, что значения пролета и высоты рамы не являются варьируемыми параметрами, поскольку являются заданными условиями. При этом стремление пролета $L \rightarrow 0$ обращает массу рамы в ноль. Кроме того, значение высоты рамы, практически не сказываясь на изменении внутренних усилий, приводит к росту теоретической массы рамы пропорционально ее увеличению. Наибольшее влияние на теоретическую массу, как показано в [1], оказывает угол наклона ригеля. При этом стремление к увеличению угла наклона α с целью минимизации внутренних усилий приводит к увеличению массы за счет увеличения длины ригеля обратно пропорционально косинусу угла. В связи с этим задача оптимизации ставится как задача определения оптимального угла наклона ригеля, при котором теоретическая масса рамы, сохраняющая геометрическое подобие поперечного сечения, будет принимать минимальное значение, где в качестве ограничения используется условие прочности $\sigma = M/W < R_y$ в уровне карнизного узла.

Выражение массы рамы сплошного сечения можно записать в виде:

$$\begin{aligned} G &= G_{\text{риг}} + 2 \cdot G_{\text{ст}} = 2 \cdot A_{\text{ст}} \cdot \gamma \cdot h_{\text{ст}} \cdot \Psi_{\text{ст}} + A_{\text{риг}} \cdot \gamma \cdot \Psi_{\text{риг}} \cdot \frac{L}{\cos \alpha} = \\ &= \frac{\gamma L}{2 \cdot R_y} \cdot \left(\frac{q}{\cos \alpha} + s \right) \cdot \left[1 + \frac{L}{4 \cdot (h_{\text{ст}} + 0,5 \cdot L \cdot \tan \alpha)} \cdot \frac{h_{\text{ст}}}{\rho} \right] \cdot \\ &\quad \cdot (2 \cdot h_{\text{ст}} \cdot \Psi_{\text{ст}} + \frac{L}{\cos \alpha} \cdot \Psi_{\text{риг}}), \end{aligned} \quad (3)$$

где $G_{\text{ст}}, G_{\text{риг}}$ – вес стойки и ригеля соответственно; γ – объемный вес стали, $h_{\text{ст}}, L, \alpha$ – высота до карнизного узла, пролет и угол наклона ригеля рамы соответственно; q, s – собственный вес конструкции покрытия и снеговая нагрузка соответственно; R_y – расчетное сопротивление стали; $\Psi_{\text{ст}}, \Psi_{\text{риг}}$ – конструктивный коэффициент стойки и ригеля соответственно; $\rho = W/A$ – ядровое расстояние; A – площадь сечения стойки и ригеля, определяемые по карнизному узлу.

$$A = \frac{N_{\text{кар}}}{R_y \cdot \gamma_c} \cdot \left(1 + \frac{e}{\rho} \right), \quad (4)$$

где N – внутренние усилия в уровне карнизного узла, определяемого по [4].

В развернутом виде:

$$\begin{aligned} G &= \gamma \cdot \frac{q}{2 \cdot R_y} \cdot \left[2 \cdot h \cdot L \cdot \Psi_{\text{ст}} + \frac{L^2}{2 \cdot (h+h_k)} \cdot \frac{h^2}{\rho} \cdot \Psi_{\text{ст}} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{L^2}{\cos \alpha} \cdot \Psi_{\text{риг}} + \frac{L^3}{4 \cdot (h+h_k) \cdot \cos \alpha} \cdot \frac{h}{\rho} \right], \end{aligned} \quad (5)$$

где $0^\circ \leq \alpha \leq 70^\circ$ (варьируемый параметр) – угол наклона ригеля с учетом изменения снеговой нагрузки.

Учитывая сложность решения данной задачи, аналитическое выражение массы рассмотрено во всем диапазоне углов от 0 до 70°.

Из анализа полученных результатов оптимальным является угол 30–35°. При этом область рационального использования рам находится в диапазоне углов 20–45° с увели-

чением массы относительно минимальной (при $\alpha_{\text{опт}}$) не более 10%.

Формула массы для рамы с расщеплением записана по аналогии с предыдущей рамой с решением геометрических параметров расщепления, которые также в целевой функции являются варьируемыми параметрами:

$$\begin{aligned} G &= \frac{\gamma_{\text{ст}} \cdot q \cdot 1,25}{2 \cdot R_y} \cdot \left\{ a \cdot (2 \cdot h \cdot L) + b \cdot \left(\frac{L^2}{\cos \alpha} \right) + \right. \\ &\quad \left. + c \cdot \left(L \cdot \left[\sqrt{(h_1+l_1)^2 + 2 \cdot h_1 \cdot l_1 \cdot (\sin \alpha + 1)} - h_1 \cdot l_1 \right] \right) + \right. \\ &\quad \left. + d \cdot \left(\frac{80 \cdot L^2 \cdot h}{2 \cdot L + 2 \cdot h} \right) + e \cdot \left(\frac{40 \cdot L^3}{\cos \alpha \cdot (3 \cdot L + 2 \cdot h)} \right) + \right. \\ &\quad \left. + i \cdot \left(\frac{40 \cdot L^2}{3 \cdot L + 2 \cdot h} \right) \cdot \left[\sqrt{(h_1+l_1)^2 + 2 \cdot h_1 \cdot l_1 \cdot (\sin \alpha + 1)} - h_1 \cdot l_1 \right] \right\}, \end{aligned} \quad (6)$$

где коэффициенты a, b, c, d, e, i получены из комплекса численных экспериментов по расчету масс рам в зависимости от параметров пролета рамы, высоты до карниза, угла наклона ригеля и высоты и длины расщепления стойки и ригеля соответственно.

Для определения весовых показателей каждого компонента формулы (6) рассмотрен комплекс численных решений рам с различными геометрическими параметрами, где в объем численных исследований входят группы наиболее распространенных рамных конструкций, сблокированных относительно пролета ($L = 3, 4, 6, 9, 12, 15, 18$ м).

В каждой группе варьировались параметры высоты $h_1+h_2=1-8$ м, параметры расщепления карнизного узла $h_1=1-5$ м, и $l_1=1-5$ м, а также углы расщепления β и γ [3, 4].

По результатам подбора сечений определен вес рам с оценкой коэффициентов влияния a, b, c, d, e, i . При этом, учитывая объем численных экспериментов и реализации значений весовых показателей отдельных решений в группах, коэффициенты с достаточной точностью можно определить с помощью метода аппроксимации Гаусса.

Решая формулу (6), можно получить значение $\alpha_{\text{опт}}$, при котором масса рамы с расщеплением карнизного узла принимает минимальное значение.

Учитывая сложность решения данной задачи, аналитическое выражение массы рассмотрено во всем диапазоне углов от 0 до 60°.

По результатам аналитических исследований получено решение оптимального угла наклона ригеля $\alpha_{\text{опт}}$, который составляет 30–35° для рам сплошного сечения и постоянной жесткости. Для рам с расщеплением в уровне карнизного узла указанный угол составляет 30–45°. При этом установлены границы рациональности угла наклона ригеля в диапазоне 20–40°, при которых увеличение массы составляет не более 10%. В диапазоне углов от 0–20° увеличение массы существенно и составляет $\approx 25\%$.

Список литературы

1. Катюшин В.В. Узлы стоек рам переменного сечения с диагональными фланцевыми соединениями // *Монтажные и специальные работы в строительстве*. 2012. № 8. С. 24–27.
2. Патент РФ № 2263190. *Стальная рама* / Кузнецов И.Л., Вахтель Р.Р. Заявл. 05.04.2004. Оpubл. 27.10.2005. Бюл. № 30.

3. Вахтель Р.Р., Исаев А.В., Ефимов О.И., Закиров Р.А. К расчету рамы с расщеплением сечения в уровне карнизного узла // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 6. URL: www.science-education.ru/120-15704 (Дата обращения 03.07.2015).
 4. Вахтель Р.Р., Исаев А.В. Определение оптимальных параметров стальных рам. *Эффективные строительные конструкции: теория и практика. XIII Международная научно-практическая конференция*. Пенза, 2013. С. 22–25.
- References**
1. Katyushin V.V. Knots of racks of frames of variable section with diagonal flange connections // *Montazhnye i spetsial'nye raboty v stroitel'stve*. 2012. No. 8, pp. 24–27.
 2. Patent RF № 2263190. *Stal'naya rama* [Steel frame] / Kuznetsov I.L., Vakhtel' R.R. Declared 05.04.2004. Published 27.10.2005. Bulletin №30. (In Russian).
 3. Vakhtel' R.R., Isaev A.V., Efimov O.I., Zakirov R.A. To calculation of a frame with splitting of section in the level of eaves knot. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya: Internet-journal*. 2014. No. 6. <http://www.science-education.ru/120-15704> (date of access: 03.07.2015). (In Russian).
 4. Vakhtel' R.R., Isaev A.V. Determination of optimum parameters of steel frames. *Effective construction designs: Theory and practice. The XIII International scientific-prakticheskuyu konferentsiya*. Penza. 2013, pp. 22–25. (In Russian).

НОВОСТИ

Принято решение о создании единого института развития в жилищной сфере

13 июля 2015 г. Президентом РФ был подписан федеральный закон «О содействии развитию и повышению эффективности управления в жилищной сфере и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Документ разработан Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации и предусматривает создание на базе Агентства по ипотечному жилищному кредитованию единого института развития в жилищной сфере.

Еще в конце 2014 г. принято решение об объединении двух действующих институтов развития – АИЖК и Фонда РЖС, подведомственных Минстрою России. Такая необходимость в объединении компетенций существующих институтов развития на рынке жилья назрела давно: наработанные ими механизмы государственной поддержки целесообразнее применять в рамках единой структуры.

Новый институт будет наделен управленческими функциями в отношении Фонда РЖС, некоммерческих органи-

заций, созданных единым институтом развития, дочерних хозяйственных обществ, в том числе обществ, являющихся кредитными организациями. В то же время, согласно закону, стратегические документы планирования деятельности и отчетности единого института будут согласовываться Минстроем России.

Основные силы единого института будут брошены на развитие ипотечного жилищного кредитования и жилищного строительства, разработку и внедрение механизмов для повышения инвестиционной привлекательности жилищной сферы, развитие рынка ипотечных бумаг и иных финансовых инструментов. Подобная структура позволит сформировать полный цикл государственной поддержки: от обеспечения жилищного строительства земельными ресурсами до формирования платежеспособного спроса на жилье. Помимо всего прочего, институт станет основным драйвером реализации программы «Жилье для российской семьи» и развития арендного жилья.

Новые правила программы повышения устойчивости жилых домов в сейсмических районах

Порядок участия субъектов РФ в федеральной целевой программе «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации на 2009 - 2018 годы» претерпит изменения и будет осуществляться на конкурсной основе. С 14 июля 2015 г. уже подписано соответствующее Постановление Правительства Российской Федерации №706, утверждающее новые правила распределения и предоставления субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов РФ в рамках ФЦП «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации на 2009– 2018 годы».

Также документ устанавливает порядок отбора регионов для предоставления субсидий из федерального бюджета, согласно которому, начиная с 2015 г., участие субъектов Российской Федерации в ФЦП будет осуществляться на конкурсной основе, что должно в значительной степени повысить эффективность реализации программных мероприятий. Порядок был утвержден 15 июля 2015 г. приказом Минстроя России № 502/пр.

17 июля 2015 г. в Минстрое прошло видеоселекторное совещание представителей субъектов РФ, принимающих участие в ФЦП, во время которого исполняющий обязанности директора департамента финансов Минстроя России Ю. С. Гордеев разъяснил вопросы дальнейшей реализации программных мероприятий.

По материалам пресс-службы Министерства Строительства Российской Федерации

УДК

А.В. МАСЛЯЕВ, канд. техн. наук (victor3705@mail.ru)

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет(400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1)

Анализ парадигмы СП 14.13330.2014 по обеспечению сейсмозащиты зданий повышенной ответственности при землетрясении

Основная часть зданий и сооружений в Российской Федерации размещена в городах. В статье обосновывается парадигма по сейсмозащите зданий только на основе защищенности населенных пунктов при землетрясении. Однако, в СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» сейсмозащита населенных пунктов отсутствует. В этом документе здания и сооружения рассматриваются как отдельно стоящие за пределами населенных пунктов, что дает возможность оценить длительность жизненных циклов зданий и сооружений в 50 лет и позволяет проектировщикам в расчетах использовать минимальную сейсмическую опасность по сейсмической карте А. В предлагаемой парадигме автор обосновывает длительность жизненного цикла населенного пункта в одну тысячу лет и более, что требует для сейсмозащиты использовать только максимальную сейсмическую опасность. Защищенность населенного пункта при землетрясении зависит от сейсмозащиты его основных зданий и сооружений, поэтому в расчетах конструкций специалисты должны использовать также только максимальную сейсмическую опасность. В статье анализируются и другие недоработки в СП 14.13330.2014, которые снижают сейсмозащиту зданий и сооружений, и предлагаются альтернативные технические решения.

Ключевые слова: парадигма, населенные пункты, здания и сооружения, жизнь и здоровье людей.

A.V. MASLYAEV, Candidate of Sciences (Engineering) (victor3705@mail.ru)

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (1 Akademicheskaya Street, 400074, Volgograd, Russian Federation)

Analysis of the Paradigm of CR 14.13330.2014 on Providing the Earthquake Protection of Buildings of Increased Liability at Earthquake

Since in the Russian Federation the basic part of buildings and constructions is placed in cities, the article substantiates the paradigm of their seismic protection only on the basis of protection of settlements against earthquakes. However, in the Construction Regulation 14.13330.2014 earthquake protection of settlements is absent. In this document buildings and constructions are considered as freestanding outside of settlements, it makes it possible to evaluate the duration of life cycles of buildings and structures as 50 years and allows designers to use the minimal seismic danger according to the seismic map A in their calculations. In the proposed paradigm the author substantiates the duration of the life cycle of a settlement as one thousand years and more that demands to use only the maximum seismic danger for its seismic protection. Since the protection of the settlement at earthquakes depends on seismic protection of its basic buildings and structures, therefore, when calculating structures, specialists should use also only the maximum seismic danger. The article analyzes other shortcomings in CR 14.13330.2014 which reduce the seismic protection of buildings and structures and proposes alternative technical decisions.

Keywords: paradigm, settlements, buildings and structures, life and health of people.

Несмотря на то что основная часть зданий и сооружений в России размещена в городах, в федеральных законах РФ № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» и нормативных документах РФ СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», СП 14.13330.2014 даже отсутствует признание населенных пунктов России объектами капитального строительства. Так как сейсмическая опасность в приложении А СП 14.13330.2014 предназначена только для объектов капитального строительства, в России сложилась парадоксальная ситуация: самые ответственные федеральные объекты капитального строительства (населенные пункты) России возводятся без защиты от воздействий опасных природных явлений. Свообразным подтверждением отсутствия признания в вышеуказанных федеральных законах и нормативных документах РФ населенных пунктов объектами капитального строительства служат в последние годы многочисленные примеры их затопления и уничтожения огнем (Дальний Восток в

2013 г., Хакасия и Забайкалье в апреле 2015 г.). Хотя при этом в п. 10 ст. 1 № 190-ФЗ присутствует определение, которое позволяет населенные пункты России признать объектами капитального строительства: «объект капитального строительства – здание, строение, сооружение, объекты...». Из этого определения следует, что любой населенный пункт в России с точки зрения его защиты от воздействий всех опасных природных явлений в обязательном порядке следует считать объектом капитального строительства. Признание населенного пункта объектом капитального строительства влечет за собой использование строителями совершенно другой парадигмы по сейсмозащите при землетрясении. Прежде всего этого требует такая характеристика населенного пункта, как большая длительность его жизненного цикла в одну тысячу и более лет [1]. Согласно приложению А СП 14.13330.2014 для сейсмозащиты требуется использовать только максимальную сейсмическую опасность по сейсмической карте С.

Максимальная сейсмическая опасность для сейсмозащиты населенного пункта требуется еще и по причине

концентрации на его территории огромных людских и материальных ценностей (значительно возрастают риски). Так как сейсмозащита населенного пункта зависит от сейсмозащиты его основных (повышенной ответственности) зданий и сооружений, и сейсмозащита его основных зданий и сооружений также должна решаться при использовании только максимальной сейсмической опасности. Ведь на территории населенного пункта здания и сооружения повышенной ответственности становятся основными структурными элементами его капитальной застройки и поэтому должны обеспечивать нормальное функционирование даже при воздействиях всех опасных природных явлений (не разрушаться при землетрясении, не затопливаться при наводнении, не гореть при пожаре и т. д.). В процессе решения сейсмозащиты основных зданий и сооружений в автоматическом режиме вступает в силу и требование ст. 2 Конституции РФ об обязательном участии чиновников государства в защите жизни населения и при воздействиях всех опасных природных явлений. Без закрепления конкретных чиновников от исполнительной власти по защищенности населенных пунктов при воздействиях опасных природных явлений, процессы затопления, горения, разрушения зданий с гибелью людей в России будут продолжаться. Так как от перечня основных зданий и сооружений зависит сейсмозащита населенного пункта, положение ст. 2 Конституции РФ требует от исполнительной региональной власти для его определения назначить рабочую группу из лучших своих специалистов. На сегодняшний день перечень зданий и сооружений повышенной ответственности сразу для всех населенных пунктов определен в вышеуказанных федеральных законах РФ.

Анализ автором этого узкого единого перечня зданий и сооружений повышенной ответственности показывает, что он просто не может использоваться в большей части населенных пунктов России. Так, например, в этом перечне отсутствуют жилые и общественные (самые основные) здания повышенной ответственности, которые определены без учета самого основного для этого случая критерия – числа людей. В федеральных законах № РФ 384-ФЗ, № 190-ФЗ к повышенной ответственности относятся только жилые и общественные здания выше 25 этажей (определены по упрощенному критерию количества этажей), которых, как известно, в большей части населенных пунктов России нет. При этом авторы этих законов просто не могли не знать, что в отдаленных сейсмоопасных районах России во многих населенных пунктах этажность зданий не превышает 4–5 этажей. Это позволяет сделать вывод, что на территориях многих населенных пунктов России большая часть жилых и общественных зданий и сооружений с нормальной ответственностью согласно СП 14.13330.2014 рассчитывалась на минимальную сейсмическую опасность. Известно, что для большей части населенных пунктов России разница между сейсмическими опасностями в картах А (минимальная опасность) и С (максимальная опасность) приложения А СП 14.13330.2014 составляет два балла. Поэтому нельзя гарантировать сохранность этих зданий и людей при землетрясении с максимальной интенсивностью. При этом проектировщики РФ должны знать, что вероятность землетрясения с максимальной интенсивностью на территории любого населенного пункта согласно приложению А СП 14.13330.2014 существует. Более того, в настоящее время ученые не могут отрицать, что первым сейсмическим событием на терри-

тории любого населенного пункта России может быть землетрясение именно с максимальной интенсивностью.

Так как в данной статье рассматриваются вопросы по сейсмозащите населенного пункта, автор советует проектировщикам при выборе сейсмической опасности для зданий и сооружений не полагаться только на положения СП 14.13330.2014, так как в п. 6 Федерального закона № 384-ФЗ присутствует уточняющая характеристика требований: «...закон устанавливает минимально необходимые требования к зданиям и сооружениям...». Из содержания этого требования следует, что в случае разрушения здания с гибелью людей при землетрясении прокуратура имеет право провести проверку профессионализма работы проектировщика. Также известно, что каждый населенный пункт в России во всех отношениях является строго индивидуальным объектом капитального строительства. Именно поэтому сразу для всех населенных пунктов России нельзя использовать только единый узкий перечень ответственных зданий и сооружений. Для определения перечня основных зданий и сооружений повышенной ответственности для конкретного населенного пункта специалисты в расчетах должны использовать как минимум следующие нормативные показатели: 1) критерий по числу людей для определения уровня ответственности здания; 2) значение допустимого индивидуального сейсмического риска. В статье [2] автор предложил критерий для определения здания с повышенным уровнем ответственности при условии пребывания в нем 100 и более человек и времени эвакуации на открытое безопасное пространство за время более 4 мин. В странах Европы для защиты жизни людей в зданиях используется нормативный показатель индивидуального сейсмического риска, равный $P = 10^{-6}$. Это означает, что при сильном землетрясении в городе с населением в 1 млн человек за 1 год допускается гибель до 100 человек. Для нашей страны ГОСТ Р 53778–2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» установил увеличенное значение допустимого индивидуального сейсмического риска, равного $P \leq 5 \times 10^{-6}$. Это значит, что при землетрясении 1 раз в 500 лет (минимальная нормативная повторяемость землетрясения в России) на территории города с населением в 1 млн человек допускается гибель за 1 год до 2,5 тыс. человек (в 25 раз больше чем в странах Европы). Более того, самую ответственную работу по определению уровня ответственности этих зданий и сооружений (выбор карты сейсмической опасности) СП 14.13330.2014 доверяет выполнить заказчику по представлению генпроектировщика. Так как по своему предназначению заказчик при выборе карты сейсмической опасности может решать только свои финансовые вопросы, это побуждает его чаще выбирать заниженную сейсмическую опасность. Такое доверие СП 14.13330.2014 заказчику, по мнению автора, является необоснованным. В [3] показано, что без перечня как ответственных зданий и сооружений, так и опасных природных воздействий проектировщики не могут квалифицированно разработать генплан населенного пункта. Но к сожалению, такое важнейшее требование к генплану населенного пункта в СП 42.13330.2011 отсутствует. К тому же статистика сильных землетрясений за последние примерно 30 лет свидетельствует, что они могут происходить в виде воздействий повторных сильных подземных толчков в течение первых минут после основного и продолжаться в течение нескольких дней (25, 26, 27 апреля 2015 г.

в Непале множество подземных повторных толчков с гибелью тысяч людей). При этом на сегодняшний день имеется достаточное количество исследований ученых [4, 5], которые показывают, что деформации в зданиях от каждого повторного сильного толчка могут суммироваться с деформациями от воздействий предыдущих толчков. На этой основе сделан вывод, что каждый следующий сильный толчок может быть разрушительным для здания [4]. Так, например, повторный сильный толчок через 4 мин 20 с после основного толчка при Спитакском землетрясении 1988 г. на территории г. Ленинакана (Армения) послужил основной причиной разрушения многих десятков каркасных жилых зданий и гибели многих тысяч людей [6]. На территории Гаити в 2010 г. в течение 19 мин произошло 3 сильных толчка, которые разрушили сотни зданий и гибель многих тысяч людей [7].

В [8] на основании анализа повреждений в зданиях различного типа при разных землетрясениях выявлено, что после основного толчка при воздействии каждого повторного сильного толчка следующая общая степень повреждения увеличивается примерно на единицу. Учитывая опасность воздействия повторных сильных толчков, в п. 6 ст. 16 Закона РФ № 384-ФЗ записано, что в расчетах зданий и сооружений повышенной ответственности должна использоваться аварийная расчетная ситуация, при которой возможны редкие, но опасные силовые воздействия. Однако, в расчетных положениях СП 14.13330.2014 учет воздействия первых повторных толчков отсутствует, что является грубым нарушением вышеуказанного Закона РФ. Для большей наглядности ошибочности в расчетных положениях СП 14.13330.2014, которая не учитывает динамичный процесс образования опасной общей степени повреждения в сейсмостойких зданиях и сооружениях при воздействиях основного и первого повторного сильного толчков, опишем его формулой:

$$X + d = \Pi_{\text{общ.пр.доп.}} \leq 3 \quad (1)$$

где $X \leq 3$ – предельная степень повреждения от воздействия основного толчка; $d \leq 1$ – усредненная степень повреждения от первого повторного толчка; $\Pi_{\text{общ.пр.доп.}}$ – общая предельно допустимая степень повреждения здания

Согласно п. 5.18 СП 14.13330.2014 расчет зданий на сейсмические воздействия «...как правило, выполняют по предельным состояниям первой группы». ГОСТ Р 54257–2010 первую группу предельных состояний характеризует следующим образом: «... состояние строительных объектов, превышение которых ведет к потере несущей способности строительных конструкций». Согласно положениям сейсмической шкалы MSK-64 предельно допустимой степенью повреждения в сейсмостойких зданиях должна быть 3-я степень, а при 4-й степени уже происходят обрушения отдельных частей здания с гибелью людей. Я.М. Айзенберг и С.В. Поляков сделали вывод, что предельной степенью повреждения сейсмостойких зданий при землетрясении следует считать 3-ю степень по шкале MSK-64. Вышеприведенная формула 1 поясняет расчетные положения СП 14.13330.2014 следующим образом: 1) от воздействия основного толчка допускается образование в здании предельно допустимых повреждений не более 3-й степени; 2) не допускается образование в здании от воздействия первого сильного толчка степени повреждения, равной $d \geq 1$.

Однако при длительной эксплуатации зданий в их конструкциях по различным другим причинам могут образовываться значительные повреждения. Специалистам также известно, что часто здания и сооружения подвергаются воздействиям землетрясений уже тогда, когда их возраст достигает 30–50 лет. Более того, в настоящее время в населенных пунктах России здания и сооружения со сроком эксплуатации 30–50 лет составляют большую часть застройки. К сожалению, в расчетной части СП 14.13330.2014 отсутствует учет влияния эксплуатационной степени повреждения на сейсмоустойчивость зданий при землетрясении. Поэтому непризнание статистики повреждений во многих зданиях с большим сроком эксплуатации до землетрясения следует считать значительной недоработкой СП 14.13330.2014. Необходимость установления нормативного значения предельно допустимой эксплуатационной степени повреждения ($d_{\text{эксп.}}$) в зданиях и сооружениях с длительным сроком эксплуатации до землетрясения диктуется и тем условием, что это позволит сотрудникам эксплуатационной службы в сжатые сроки давать квалифицированную оценку техническому состоянию таких зданий. Влияние эксплуатационной степени повреждения на сейсмоустойчивость здания при землетрясении можно приравнять к влиянию воздействия первого повторного сильного толчка, которое описывается формулой (1). В [9] предложено значение для предельно допустимой эксплуатационной степени повреждения, равное $d_{\text{эксп.}} \leq 1$ и одновременно для предельно допустимой степени повреждения при воздействии основного толчка при землетрясении, равное $X \leq 2$. При этих значениях степеней повреждения в здании за счет не превышения общей степени повреждения, равной $\Pi_{\text{общ.пр.доп.}} \leq 3$ в здании будет обеспечена сохранность его конструкций и жизнь людей.

В расчетной формуле 2 СП 14.13330.2014 в виде множителя используется коэффициент динамичности β , значение которого влияет на расчетную сейсмическую нагрузку и соответственно на степень сейсмозащиты зданий. В конце 1990-х гг. его максимальное значение, равное $\beta = 3$, было снижено до $\beta = 2,5$. Но при этом в другом федеральном документе НП – 031-01 «Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций», в котором также приведены максимальные значения коэффициента динамичности β для расчетов атомных станций, никакого снижения его значения не произошло. Более того, в НП – 031-01 показана зависимость значения коэффициента динамичности β и от декремента колебания здания, который почему-то отсутствует в СП 14.13330.2014. По усредненному значению декремента колебания зданий, равного $\beta = 0,3$, который принят в СП 14.13330.2014, по данным НП 031–01, значение коэффициента динамичности получается равным $\beta = 3,1$. Как видим, положения НП 031–01 свидетельствуют о том, что снижение значения коэффициента динамичности в СП 14.13330.2014 до величины $\beta = 2,5$ было необоснованным. В [10] обосновывается значение коэффициента динамичности равное $\beta = 3,4$. Анализируя разрушения 56 каркасных зданий на территории г. Ленинакана (Армения) при Спитакском землетрясении 1988 г., автор из следующих соображений также пришел к выводу, что значение коэффициента динамичности $\beta = 3$ не было завышенным. Дело в том, что все эти здания были рассчитаны с учетом значения коэффициента динамичности, равным $\beta = 3$. После воздействия основного толчка все эти каркасные здания получили

Содержание работы по сейсмозащите зданий и сооружений	Парадигма СП 14.13330.2014	Парадигма автора
Сейсмозащита населенного пункта: – длительность жизненного цикла; – расчетная сейсмическая опасность		выполняется; 1000 лет максимальная опасность
Сейсмозащита зданий и сооружений повышенной ответственности: – определение уровня ответственности жилых и общественных зданий и сооружений; – расчетная сейсмическая опасность для большей части жилых и общественных зданий; – учет в расчетах зданий и сооружений воздействий первых повторных сильных толчков; – учет в расчетах зданий и сооружений со сроком эксплуатации 30-50 лет эксплуатационной степени повреждения; – п. 9 раздела ГОСТ Р 54257–2010 по мониторингу зданий и сооружений повышенной ответственности (1а и 1б); – требование п. 1 ст. 1 Федерального закона РФ № 384-ФЗ от 30.12.2009 по защите жизни и здоровья населения отсутствует	заказчик по критерию этажности (выше 25 этажей) минимальная опасность не учитываются не допускается образование повреждений в зданиях и сооружениях выполняется только для зданий и сооружений 1а не выполняется	рабочая группа по критерию числа людей и времени эвакуации максимальная опасность учитываются учитывается 1-я степень повреждения по шкале MSK-64 выполняется для зданий и сооружений 1а и 1б выполняется

усредненную степень повреждения $d \leq 3,5$, но устояли. Однако после воздействия первого повторного толчка через 4 мин. 20 с эти каркасные здания разрушились. Разрушение каркасных зданий только после воздействия первого повторного толчка говорит также о том, что значение коэффициента динамичности, равного $\beta = 3$, в расчетах этих зданий нельзя считать завышенным. Исходя из вышеизложенного можно сказать, что значение коэффициента динамичности равного $\beta = 2,5$, по мнению автора, следует признать заниженным.

Как говорилось выше в статье, сейсмическое воздействие при землетрясении представляет наибольшую опасность для зданий и сооружений с длительным сроком эксплуатации. Но так как в этих зданиях в момент землетрясения может находиться огромное число людей, строители в течение времени эксплуатации обязаны гарантировать надежную степень их сейсмозащиты. Именно поэтому в п. 9.5. разд. 9 ГОСТ Р 54257–2010 записано: «Для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности (1а и 1б), а также больших мостов должен предусматриваться их мониторинг при возведении и эксплуатации». Однако, в п. 4.8 СП 14.13330.2014 предусмотрен мониторинг только для зданий и сооружений особо высокого уровня ответственности (1а) и отсутствует для зданий и сооружений высокого уровня ответственности (1б). Таким образом, вышеуказанное положение СП 14.13330.2014 нарушает требование п. 9.5 разд. 9 ГОСТ Р 54257–2010, поэтому здания и сооружения высокого уровня повышенной ответственности (жилые и общественные здания) с большим сроком эксплуатации в момент землетрясения могут не обеспечить сейсмозащиту людей в зданиях.

Федеральный закон РФ № 384-ФЗ принимался в целях, первой и основной из которых является «защита жизни и здоровья граждан...». Однако, в документе СП 14.13330.2014 отсутствуют положения, которые способствовали бы защите здоровья людей в зданиях при землетрясении. В [11] перечисляются основные условия в зданиях, которые, по мнению ученых-медиков, способствуют потере здоровья у людей при землетрясении: 1) люди в зданиях при сильных землетрясениях получают психическую травму, которая приводит к потере их здоровья на длительное время; 2) на повторные, очень слабые толчки в течение нескольких дней люди в зданиях могут реагировать, как на основной сильный подземный толчок; 3) стремление как можно быстрее, по наикратчайшим путям, даже через оконные проемы выйти на безопасное открытое пространство; 4) поведение людей в помещениях с одновременным пребыванием примерно 30 и более человек становится па-

ническим за счет «эффекта толпы»; 5) поведение людей может усиливаться и от времени пребывания в зданиях. В [3] автор обосновал, что на реакцию людей (потери здоровья) при землетрясении оказывает влияние также и степень повреждения в здании. Поэтому расчетное положение СП 14.13330.2014 по предельным состояниям первой группы может только при землетрясении способствовать потере здоровья у максимального числа людей в зданиях. В таблице в сопоставительном порядке приводятся характеристики как парадигмы СП 14.13330.2014, так и парадигмы автора по сейсмозащите зданий и сооружений повышенной ответственности.

Выводы

Основными характеристиками парадигмы СП 14.13330.2014, которые не обеспечивают сейсмозащиту зданий и сооружений на территории России при землетрясении, являются:

1. Населенные пункты России не признаны объектами капитального строительства.
2. Здания и сооружения рассматриваются в виде «отдельно стоящих» объектов, расположенных за пределами населенных пунктов.
3. Длительность жизненных циклов зданий и сооружений определена в 50 лет.
4. В Федеральных законах РФ № 384-ФЗ, № 190-ФЗ предусмотрен единый узкий перечень зданий и сооружений повышенной ответственности, которых просто нет на территориях многих населенных пунктов.
5. Уровень ответственности зданий и сооружений определяет заказчик по представлению генерального проектировщика.
6. Здания и сооружения не рассчитываются на воздействия первых повторных сильных толчков при землетрясении.
7. В расчетах зданий и сооружений не учитывается наличие эксплуатационной степени повреждения до землетрясения.
8. В расчетах зданий и сооружений на сейсмическое воздействие используется заниженное значение коэффициента динамичности $\beta = 2,5$.
9. Так как в расчетных положениях допускается образование предельно допустимой степени повреждения $d \leq 3$, это может только способствовать потере здоровья у максимального числа людей в зданиях.
10. Отсутствует мониторинг в зданиях и сооружениях высокого уровня ответственности.

Основными характеристиками парадигмы для сейсмозащиты населенного пункта при землетрясении являются:

1. Населенные пункты России являются объектами капитального строительства.

2. Длительность жизненного цикла населенного пункта России определена в тысячу лет, а для крупных городов в неограниченное время.

3. Перечень основных (ответственных) зданий и сооружений определяет рабочая группа региональных специалистов.

4. Основные (ответственные) здания и сооружения следует рассчитывать на интенсивность землетрясения по карте В СП 14.13330.2014 с учетом воздействия первых повторных сильных толчков.

5. В расчетах зданий и сооружений при воздействии главного толчка при землетрясении предельно допустимой степенью повреждения должна быть не более чем 2-я по шкале MSK-64, а при первого повторного сильного толчка не более 1-й степени. В высоких зданиях и сооружениях (16 этажей и более) при воздействиях первых двух повторных сильных толчков в расчетах конструкций следует предусматривать предельно допустимые степени повреждения по шкале MSK -64: при воздействии главного толчка – не

более 1-й степени, а при воздействиях 2-х повторных толчков – общая не более 2-й степени, чтобы суммарная (общая) степень повреждения в зданиях и сооружениях не превышала 3-й степени.

6. Расчетной предельно допустимой эксплуатационной степенью повреждения следует признать: в зданиях и сооружениях малой и средней этажности не более 1-й степени, а в высоких зданиях и сооружениях (16 и более этажей) – не более 0,5 степени по шкале MSK-64.

7. Во всех зданиях и сооружениях повышенной ответственности (1а и 1б) с момента сдачи в эксплуатацию следует проводить их мониторинг.

8. В расчетных положениях зданий и сооружений с большим числом людей (повышенной ответственности) определяется защита здоровья населения.

9. В правительстве РФ следует предусмотреть структуру по защите населенных пунктов России при воздействиях всех опасных природных явлений.

Список литературы

1. Масляев А.В. Защита населенных пунктов России от воздействия опасных природных явлений // *Жилищное строительство*. 2014. № 4. С. 40–43.
2. Масляев А.В. Основные критерии сейсмозащиты зданий и сооружений при землетрясении // *Жилищное строительство*. 2008. № 12. С. 24–26.
3. Масляев А.В. Обоснование защиты жизни и здоровья населения России в зданиях при землетрясении в федеральных законах и нормативных документах РФ // *Вестник ВолгГАСУ: Строительство и архитектура*. 2015. № 39 (58). С. 94–99.
4. Ананьин И.В. Влияние многократности сейсмических воздействий на степень повреждения зданий // *Источники и воздействие разрушительных сейсмических колебаний. Вопросы инженерной сейсмологии*. М.: АН СССР. Ин-т физики Земли им. О.Ю.Шмидта, 1990. Вып. 31. С. 142–148.
5. Обозов В.И., Мамаева Г.В. Анализ динамических характеристик крупнопанельных зданий // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2006. № 1. С. 48–55.
6. Уломов В.И. Землетрясение в Армении: стихия и ответственность // *Архитектура и строительство Узбекистана*. 1989. № 12. С. 1–4.
7. Масляев А.В. Время между первыми толчками землетрясения на Гаити определялось заранее // *Жилищное строительство*. 2010. № 2. С. 26–27.
8. Масляев А.В. Сейсмостойкость зданий с учетом повторных сильных толчков при землетрясении // *Промышленное и гражданское строительство*. 2008. № 3. С. 45–47.
9. Масляев А.В. Предельно допустимая степень повреждения в зданиях и сооружениях повышенной ответственности в процессе эксплуатации до землетрясения // *Вестник ВолгГАСУ: Строительство и архитектура*. 2012. № 29 (48). С. 80–85.
10. Алешин А.С., Капустян Н.К., Аптикаев Ф.Ф., Эртелева О.О. Отзыв о проекте СНиП «Строительство в сейсмических районах» // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2008. № 2. С. 26–27.
11. Масляев А.В. Сохранение здоровья людей, находящихся в зданиях при землетрясении // *Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений*. 2014. № 2. С. 38–42.

References

1. Masljaev A.V. Protection of settlements of Russia from influence of the dangerous natural phenomena. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 4, pp. 40–43. (In Russian).
2. Masljaev A.V. Core criteria of seismoprotection of buildings and constructions at earthquake. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2008. No. 12, pp. 24–26. (In Russian).
3. Masljaev A.V. Substantiation of protection of life and health of the population of Russia in buildings at earthquake in federal laws and standard documents of the Russian Federation. *Vestnik VolgGASU: Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2015. No. 39 (58), pp. 94–99. (In Russian).
4. Ananin I.V. Influence of recurrence of seismic influences on a damage rate of buildings. *Istochniki i vozdeistvie razrushitel'nykh seismicheskikh kolebanii. Voprosy inzhenernoi seismologii*. M.: AN SSSR. *Institut fiziki Zemli im. O.Yu. Shmidta*. 1990. V. 31, pp. 142–148. (In Russian).
5. Transports v. I, Mamayev G.V. Analiz of dynamic characteristics of large-panel buildings. *Seismostoi koe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenii*. 2006. No. 1, pp. 48–55. (In Russian).
6. Ulomov V. I. Earthquake in Armenia: elements and responsibility. *Arkhitektura i stroitel'stvo Uzbekistana*. 1989. No. 12, pp. 1–4. (In Russian).
7. Masljaev A.V. Time between the first pushes of earthquake to Haiti it was defined in advance. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2010. No. 2, pp. 26–27. (In Russian).
8. Masljaev A.V. Seismic stability of buildings taking into account repeated strong pushes at earthquake. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2008. No. 3, pp. 45–47. (In Russian).
9. Masljaev A.V. Maximum permissible damage rate in buildings and Constructions of the raised responsibility while in service before earthquake. *Vestnik VolgGASU: Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2012. No. 29 (48), pp. 80–85. (In Russian).
10. Alyoshin A.S., Kapustjan N.K., Aptikaev F.F., Erteleva O.O. Response about project СНиП «Building in seismic paradise-onah». *Seismostoi koe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenii*. 2008. No. 2, pp. 26–27. (In Russian).
11. Masljaev A.V. Preservation of health of the people who are in buildings at earthquake. *Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost' sooruzhenii*. 2014. No. 2, pp. 38–42. (In Russian).

Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до 3-х журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;
- анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья;
- формулирование целей статьи (постановка задачи);
- изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов;
- выводы из данного исследования и перспективы дальнейшего поиска в избранном направлении.



Научные статьи рецензируются специалистами. Учитывая открытость журнала «Жилищное строительство» для ученых и исследователей многих десятков научных учреждений и вузов России и СНГ, представители которых не все могут быть представлены в редакционном совете издания, желательно представлять одновременно со статьей отношение ученого совета организации, где проведена работа, к представляемому к публикации материалу в виде сопроводительного письма или рекомендации.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автором требованиям к содержанию научной статьи.

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНиПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях, расчетах или аргументации, лучше делать непосредственно по тексту статьи.

2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.

3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.

4. Самоцитирование, т. е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных публикационных показателей автора.



ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

1. Ссылаться на статьи, опубликованные за последние 2–3 года в ведущих отраслевых научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.

2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние 5 лет. Более давние источники также негативно влияют на показатели публикационной активности автора.

Несомненно, что возможны ссылки и на классические работы, однако не следует забывать, что наука всегда развивается поступательно вперед и незнание авторами последних достижений в области исследований может привести к дублированию результатов, ошибкам в постановке задачи исследования и интерпретации данных.

ВНИМАНИЕ! С 1 января 2014 г. изменены требования к оформлению статей. Обязательно ознакомьтесь с требованиями на сайте издательства в разделе «Авторам»!

Статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc или *.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах *.cdr, *.ai, *.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) необходимо сохранять в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 – максимальное») или *.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); лицензионным договором о передаче права на публикацию; **распечаткой, лично подписанной авторами**; рефератом объемом не менее 100 слов на русском и английском языках; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Жилищное строительство», ранее нигде не публиковалась и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

В 2006 г. в журнале «Строительные материалы»[®] был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомиться с которыми можно на сайте журнала www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf



Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства <http://rifsm.ru/page/7/>