



ISSN 0044-4472

1'2015

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

научно-технический и производственный журнал

www.rifsm.ru

издается с 1958 г.





Министерство строительства, архитектуры и ЖКХ
Республики Татарстан

Центральный научно-исследовательский и проектный институт
жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)

Объединенная редакция научно-технических журналов
«Жилищное строительство» и «Строительные материалы»®



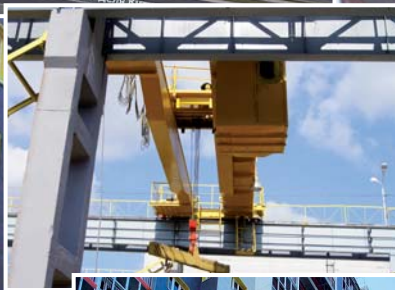
V Международная научно-практическая конференция «Развитие крупнопанельного домостроения в России»

InterConPan-2015

International Conference of Large-panel Construction

30 июня – 3 июля 2015 г.

Казань



Тематика конференции:

- Состояние базы крупнопанельного домостроения в РФ
- Модернизация предприятий КПП
- Оборудование и технологии
- Современные бетоны, добавки и пигменты
- Проблемы тепловлажностной обработки изделий и конструкций
- Архитектурно-планировочные решения
- Качество и энергоэффективность полносборных зданий
- Расчет и конструирование узлов сборных элементов
- Новые решения фасадов
- Применение архитектурного бетона
- Проблемы армирования ЖБК и КПП
- Опыт строительства крупнопанельного жилья

Программа конференции включает:

Пленарное заседание

Секции:

«Архитектура и особенности проектных решений
крупнопанельных зданий»

«Гибкая технология предприятий ДСК и КПП»

**Круглый стол «Девелоперы о проблемах
крупнопанельного домостроения»**

Посещение

Казанский ДСК

Жилой Комплекс «Светлая Долина»

NEW! ООО «Домкор Индустрия»

и объекты строительства в г. Набережные Челны (3 июля)

Для гостей Казани:

30 июня – экскурсия в Казанский Кремль

1 июля – экскурсия на остров-град Свияжск

Спонсоры
конференции:



Партнеры
конференции:



К проведению конференции готовятся тематические номера журналов «Жилищное строительство» №5-2015 г. и «Строительные материалы»® №5-2015 г., в которых будут опубликованы основные пленарные и секционные доклады. Представление докладов в виде статей до 15.04.2015 г.

Организационный комитет:

Телефон/факс: +7 (499) 976-20-36, 976-22-08

E-mail: kpd-conf@mail.ru; mail@rifsm.ru www.rifsm.ru

Адрес для корреспонденции: 127434, Москва, Дмитровское ш., д. 9, стр. 3
редакция журнала «Жилищное строительство»

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.

1'2015

Юбилеры отрасли

К 80-летию Валерия Митрофановича Острецова – директора ЦНИИЭП жилища. 3

Современное проектирование

С.С. БОЛДЫРЕВ, А.Н. КЛИМОВ
Проектирование свайного фундамента высотного жилого комплекса «Загорье». 7

В.А. ПУНТУС, К.К. МЯСЕПП
Концептуальное проектирование жилища для Арктики и Антарктиды. 12

Энергоэффективное строительство

Т.А. АХМЯРОВ, А.В. СПИРИДОНОВ, И.Л. ШУБИН
Новое поколение энергоэффективных вентилируемых светопрозрачных
и фасадных конструкций с активной рекуперацией теплового потока 18

Расчет конструкций

В.В. ДАНЕЛЬ
Платформенные стыки с трубобетонными элементами сборных
и монолитных зданий 24

Л.М. КОЛЧЕДАНЦЕВ, А.Н. УЛЬШИН
Повышение комплексной технологичности стальной стержневой конструкции
путем совершенствования конструктивно-технологического решения 27

О.Д. САМАРИН
Выбор относительной влажности внутреннего воздуха при использовании
роторных регенераторов в системах теплоутилизации 30

Градостроительство и архитектура

И.А. ПРОКОФЬЕВА
Геометрическое выражение физических закономерностей «живого квадрата»
в архитектуре. 33

Подземное строительство

С.Г. БОГОВ, Н.П. БОЧКАРЕВ
Геотехнический мониторинг при нулевом цикле строительства зданий
с подземным пространством. 36

Экологическое строительство

В.Т. ИВАНЧЕНКО, А.А. ЗАЙЦЕВ, А.А. ГРАЖДАНКИН
Экспериментальное жилое здание в Сочи 42

А.Н. РЕМИЗОВ
Архитектура и экоустойчивость: сложность взаимоотношений 45

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



Published since 1958

1'2015

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.

Persons of the industry whose jubilees are celebrated

Commemorating the 80th Anniversary of Valery Mitrofanovich OSTRETISOV,
Director of TSNIIEPzhilishcha 3

Modern design

S.S. BOLDYREV, A.N. KLIMOV
Designing of a Pile Foundation in the High-Rise Residential Complex «Zagorie» 7

V.A. PUNTUS, K.K. MIASEPP
Conceptual Designing of Housing for the Arctic and Antarctic..... 12

Energy efficient construction

T.A. AKHMYAROV, A.V. SPIRIDONOV, I.L. SHUBIN
New Generation of the Energy Efficient Ventilated Fenestration and Facade
with Active Recovery of the Thermal Flow 18

Structural calculations

V.V. DANEL
Platform Joints with Pipebeton Elements Prefabricated and Monolithic Buildings 24

L.M. KOLCHEDANTSEV, A.N. UL'SHIN
Improvement of Complex Constructability of Steel Lattice Structure by Means
of Enhancing the Structural-Technological Conception 27

O.D. SAMARIN
The Choice of Relative Humidity of Indoor Air in the Course of Using Rotor Regenerators
in Systems of Heat Recovery. 30

Town planning and architecture

I.A. PROKOFIEVA
Geometric Expression of «Alive Square» Physical Rules in Architecture 33

Underground construction

S.G. BOGOV, N.P. BOCHKEREV
Geotechnical Monitoring During Zero Cycle of Constructing Buildings
with Underground Space 36

Ecological construction

V.T. IVANCHENKO, A.A. ZAYTSEV, A.A. GRAZHDANKIN
An Eco-Friendly Autonomous Residential Building in Sochi 42

A.N. REMIZOV
Architecture and Eco-sustainability – Complexity of Relationship 45

К 80-летию Валерия Митрофановича Острецова – директора ЦНИИЭП жилища



Начало

Валерий Митрофанович Острецов родился в Москве 2 февраля 1935 г. Его родители были хорошо образованны (отец – военный строитель, мама – детский доктор), с малых лет прививали сыновьям тягу к знаниям и трудолюбие.

По окончании школы перед юным Острецовым встал непростой выбор, в какой институт пойти – строительный или медицинский. Выбор пал на факультет промышленного и гражданского строительства МИСИ (ныне МГСУ), который Валерий Митрофанович успешно закончил в 1957 г.

Если быть, так быть первым

Трудно составить мнение о характере Валерия Митрофановича, если не упомянуть о его спортивных достижениях. Еще в школе он начал заниматься борьбой самбо. С удовольствием окупился в спортивную жизнь: тренировки, сборы, соревнования. Скоро стал мастером спорта. Неоднократно побеждал в чемпионатах Москвы.

В институте занятия самбо не оставил. Закономерно, что вскоре спорт начал мешать учебе. Однако руководство института занятия поощряло, ведь победы приносили вузу дополнительные, как сейчас бы сказали, рейтинговые очки.

На третьем курсе Валерию Митрофановичу все-таки пришлось делать выбор между спортивной карьерой и учебой. И выбор этот был уже вполне взрослым – он нашел компромиссное решение, став тренером институтской команды по самбо.

Любовь к спорту, приверженность здоровому образу жизни остались с Валерием Митрофановичем навсегда. А также качества, развитые годами тренировок: целеустремлен-

ность, упорство, рационализм. Умение держать удар и добиваться победы не раз и не два пригодились ему в жизни.

Профессиональное становление

Трудовая деятельность В.М. Острецова началась в институте «Горстройпроект», где он с энтузиазмом включился в работу. Это было время освоения системы расчета конструкций по предельным состояниям, а также начала внедрения предварительно напряженного железобетона. Выпускник МИСИ обладал знаниями уже нового уровня, поэтому в этих вопросах был подготовлен лучше многих сотрудников института.

Своим первым наставником и учителем Валерий Митрофанович считает Натана Борисовича Левонтина, главного конструктора института «Горстройпроект». Натан Борисович пригласил молодого специалиста работать над конкурсным проектом перекрытия стадиона «Динамо». Конкурс коллеги не выиграли, но друг к другу пригляделись и совместную работу продолжили уже над созданием принципиально новой системы крупнопанельных жилых домов с так называемым широким шагом поперечных несущих стен.

Важной вехой профессионального становления В.М. Острецова стала работа в 1958–1959 гг. в Свердловске (ныне Екатеринбурге), куда он был командирован для организации производства и внедрения в практику строительства крупнопанельных домов с широким шагом.

Как получилось, что Свердловск, огромный промышленный город, где жилищная проблема стояла особенно остро, оказался обойденным при централизованном строительстве заводов КПД, сейчас, наверное, уже никто и не вспомнит. Однако будущий знаменитый министр строительства СССР Г.А. Караваев, работавший в конце 1950-х гг. заместителем





С коллегами ЦНИИЭП жилища, конец 1980-х гг.

председателя Свердловского совнархоза, прекрасно понимал, что без крупнопанельного строительства остроту жилищной проблемы не снять и надо изыскивать собственные резервы. Для решения этой задачи и были призваны специалисты из московского института «Горстройпроект». Не углубляясь в перипетии становления массового строительства крупнопанельных жилых домов, отметим, что со своей задачей Н.Б. Левонтин, В.М. Острецов и Д.Ф. Животов в тесном сотрудничестве со свердловскими специалистами справились блестяще. На базе ряда заводов, выпускавших различные конструкции сборного железобетона, в Свердловске было организовано производство комплектов для строительства крупнопанельных зданий с широким шагом. На основании успешного опыта Свердловска такие же производства затем были организованы в Нижнем Тагиле, Первоуральске, Краснотурьинске.

Первенцы В.М. Острецова – разработанные и построенные под его непосредственным руководством два экспериментальных крупнопанельных дома и сейчас надежно служат жителям нынешнего Екатеринбурга.

В Свердловске же состоялось еще одно важное событие. Более 50 экспериментальных домов подтвердили правильность выбранного направления, вскоре были созданы серийные проекты этих зданий (1-468), соавтором которых также являлся В.М. Острецов. По всей стране начали организовывать крупные домостроительные тресты. Был создан такой трест и в Свердловске, его директором назначили молодого, энергичного, знающего инженера – Бориса

Николаевича Ельцина. Знакомство Острецова и Ельцина состоялось неизбежно. Совместная работа их сдружила. Взаимное уважение и расположение друг к другу Борис Николаевич и Валерий Митрофанович пронесли через всю дальнейшую жизнь.

ЦНИИЭП жилища навсегда

В 1963 г. путем объединения ряда проектных институтов Москвы был создан ЦНИИЭП жилища. В него перешли многие сотрудники Горстройпроекта. Начался следующий знаковый период жизни Валерия Митрофановича Острецова. Здесь он вместе с неизменным другом и соратником Д.Ф. Животовым разработал свою первую самостоятельную серию крупнопанельных домов 1-486-Б – с более совершенными пропорциями комнат и кухни. Следует отметить, что в данной серии были реализованы конструктивные и технические решения, ранее не применявшиеся в строительной практике. Это однослойные наружные стены из ячеистого бетона; многпустотные плиты перекрытия с приведенной толщиной 160 мм и шириной 2,6 м, калиброванные по высоте, с непрерывным преднапряженным армированием проволочной арматурой; крыша с «открытым чердаком». Именно за разработку серии 1-486-Б и внедрение ее в строительство В.М. Острецов с соавторами получил свою первую премию Совета министров СССР.

Важнейшим событием 1970-х гг. стало строительство огромного автомобилестроительного завода для выпуска грузовиков грузоподъемностью от 8 до 20 т с экономичным дизельным двигателем. «Такого нигде нет, только на Каме, в Набережных Челнах» пел ВИА «Голубые гитары». Однако очередная стройка века потребовала решения весьма прозаичной проблемы строительства жилья для стремительно растущего населения. Фактически параллельно с заводом строили новый город. Население Набережных Челнов, по расчетам, должно было увеличиться с чуть более 30 тыс. до полумиллиона человек. Проектирование и строительство нового города было поручено ЦНИИЭП жилища в качестве головного института. Для реализации этой задачи был создан руководящий авторский коллектив под руководством Б.Р. Рубаненко, куда в качестве его заместителя вошел В.М. Острецов. Разработка пятиэтажных крупнопанельных домов серии 1-468-БНЧ была поручена АПМ-4, главным архитектором которой был Д.Ф. Животов, а главным инженером В.М. Острецов. Впервые в практике проектирования и строительства в г. Набережные Челны был применен блок-секционный метод проектирования.





Инновационный подход к проектированию объектов Дальневосточного федерального университета на о. Русский Владивостокского городского округа Приморского края (2009–2012 гг.) продемонстрировали специалисты ЦНИИЭП жилища под руководством В.М. Острецова

Дело сделали, город начал строиться. Комфортабельное жилье, медицинские и учебные заведения, спортивные объекты и культурные учреждения, а также прилегающая инфраструктура возводились грандиозными темпами. За эту работу В.М. Острецов был награжден орденом «Знак почета», а также в составе авторского коллектива вновь был удостоен премии Совета министров СССР.

В 1975 г. СССР и ГДР подписали соглашение о строительстве двух экспериментальных жилых комплексов на 25 тыс. человек в Горьком и Магдебурге. В 1979 г. началось строительство микрорайона «Мещерское озеро», который должен был стать своеобразным эталоном застройки кварталов многоэтажных домов в стране. Аналогичный комплекс поднимется в другом приречном городе – Магдебурге на Эльбе.

Б.Р. Рубаненко, главный архитектор всего проекта, поручил разработку проектов жилых домов нового поколения Э-600 для массовой застройки Д.Ф. Животову. В.М. Острецов стал главным инженером комплекса. Для реализации этого масштабного и амбициозного проекта был построен завод КПД-480, выпускавший изделия новой серии.

Так от проекта к проекту рос профессионализм, задачи усложнялись, объекты укрупнялись. Шла в гору карьера – 50-летний юбилей Валерий Митрофанович Острецов отметил в должности главного инженера института.

Лихолетье

В апреле 1985 г. в преддверии горбачевской «перестройки и ускорения» бессменный директор ЦНИИЭП жилища Б.Р. Рубаненко был освобожден от должности «по собственному желанию». Новым директором стал С.В. Николаев.

В годы перестройки и начала 1990-х гг. перестали существовать многие институты системы Госгражданстроя и Госстроя. Но только не ЦНИИЭП жилища.

Держать удар, искать новые эффективные управленческие решения, формировать боеспособный в новых усло-

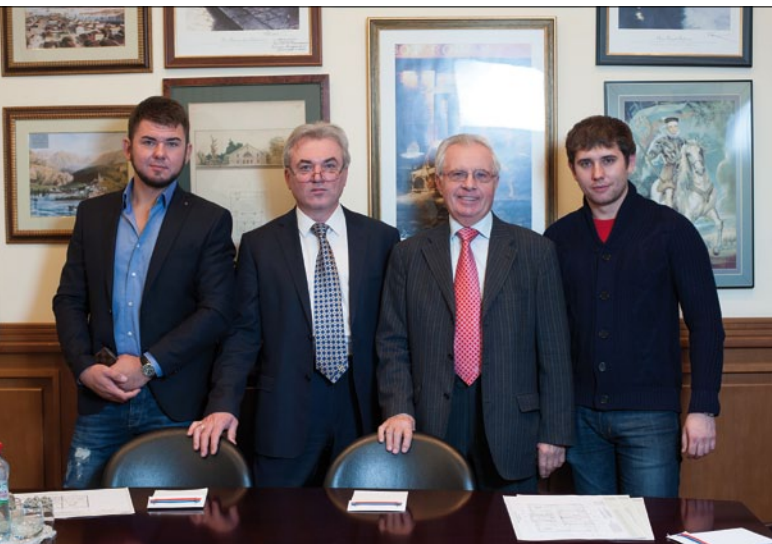
виях творческий и производственный коллектив пришлось новому руководству института.

Главными условиями успешного выхода из того первого кризиса Валерий Митрофанович считает три важных шага: переход на выборность директора (сотрудники подавляющим большинством подтвердили доверие С.В. Николаеву); переход на аренду предприятия; создание вместо комплексных мастерских, живших по принципу натурального хозяйства, специализированных мастерских.

Стали искать новых заказчиков и партнеров. И здесь деловые связи В.М. Острецова и огромный опыт реализации сложных и масштабных проектов сыграли важнейшую роль, позволили привлечь не только частных заказчиков, но и успешно участвовать в государственных конкурсах.

Ярким примером является работа по строительству городков для военнослужащих Западной группы войск России, вывод которой из Германии начался с 1990 г. Успешная перегруппировка сил института позволила получить заказы на строительство 13 из 33 городков для военных. Это обеспечило ЦНИИЭП жилища работой на пять самых тяжелых лет начала 1990-х гг. Деятельность Валерия Митрофановича по проектированию и строительству военных городков высоко оценило Правительство России, он был награжден орденом Дружбы.





Кузница кадров

4 мая 1935 г. И.В. Сталин выступал с речью в Большом Кремлевском дворце перед выпускниками военных училищ. В ней, в частности, говорилось: «Лозунг «кадры решают все» требует, чтобы наши руководители проявляли самое заботливое отношение к нашим работникам, к «малым» и «большим», в какой бы области они ни работали, выращивали их заботливо, помогали им, когда они нуждаются в поддержке, поощряли их, когда они показывают первые успехи, выдвигали их вперед...» Почти 80 лет прошло, а лозунг становится все актуальнее.

В 1990 г., когда, казалось бы, единственной задачей было выживание института, В.М. Острецов задался простым вопросом, кто придет на смену старшему поколению сотрудников, многие из которых работали практически с основания ЦНИИЭП жилища. Простой ответ на этот вопрос – выпускники родного факультета ПГС МИСИ – оказался не совсем верным. Не шли молодые специалисты в «старый» институт. И вновь Валерий Митрофанович придумал оригинальное и эффективное решение – создать филиал факультета ПГС прямо в институте и готовить специалистов, «зачотенных» под собственные нужды. Единомышлеником и помощником в МИСИ стал М.С. Терзабашьянц, который сагитировал первых толковых ребят. Была скорректирована учебная программа, от ЦНИИЭП жилища выделены опытные сотрудники, которые также вели занятия. Процесс, как говорится, пошел. С тех пор каждый год коллектив института получает молодое, но уже вполне обстрелянное пополнение. В настоящее время ЦНИИЭП жилища является самым «молодым» проектным институтом Москвы.

Валерий Митрофанович обоснованно гордится своими учениками – молодыми коллегами Александром Вознюком, Виталием Стрелковым, Максимом Горбаневым, в настоящее время уже занимающими высокие руководящие посты, – выпускниками той самой группы. Вместе они продолжают проектировать уникальные и высотные здания, жилые районы, административные комплексы...

Крепкий тыл

Для настоящего мужчины семья является главной ценностью в жизни. У Валерия Митрофановича Острецова по современным меркам семья большая и крепкая. Супруга Раиса Александровна обеспечивала надежный тыл, зани-



«Страстный охотник и, следовательно, отличный человек»

Об В.М. Острецове – охотнике написано едва ли не больше, чем о директоре института. Как поехал еще второкурсником с приятелем на каникулы, взял первый раз в руки ружье, добыл свою первую дичь, так и отдается этой страсти вот уже 60 лет. Начав охотиться по перу, со временем оценил и полюбил зверовую охоту. Объездил едва ли не все страны, где можно интересно поохотиться. Постепенно к охоте пристрастились другие члены семьи. И уже не только профессиональная династия сформировалась, но и охотничья.

В институте у Валерия Митрофановича нашлось немало единомышленников, охотничья компания составляет более 30 человек.

малась домом и детьми, пока муж месяцами пропадал в командировках. Ну что делать, такая работа. Сын, Алексей Валерьевич, пошел по стопам отца, заместитель директора ЦНИИЭП жилища. Зять возглавляет проектную мастерскую института. Дочь Мария Валерьевна руководит одной из дочерних структур института. Внуки делают уверенные самостоятельные шаги в профессии.

80 лет – обычно это возраст подведения основных жизненных итогов. Валерий Митрофанович Острецов пришел к юбилею с завидным багажом. Он руководит творческим коллективом большого проектного института, является действительным членом Международной академии архитектуры, профессор, заслуженный строитель РСФСР, дважды лауреат премии Совета министров СССР, лауреат премии Правительства РФ. Награжден орденами «Знак Почета» и орденом Дружбы, рядом ведомственных наград.

Не завидуйте. Посвятите жизнь созиданию, трудитесь не покладая рук, творите и воплощайте свои идеи наперекор всем жизненным обстоятельствам, воспитайте достойную смену, цените превыше всего семью и верных друзей. Это и есть главные награды.

*С днем рождения,
Валерий Митрофанович!*

УДК 624.04.154:[624.07:69.032.22]

С.С. БОЛДЫРЕВ, инженер (hpq@ya.ru), А.Н. КЛИМОВ, инженер

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

Проектирование свайного фундамента высотного жилого комплекса «Загорье»

Рассмотрен опыт проектирования свайного фундамента высотного здания. Представлены результаты расчетов, испытаний свай статической нагрузкой и данные комплексной системы мониторинга, включающей элементы геодезического контроля деформаций конструкций и инструментального мониторинга внутренних напряжений в ответственных несущих конструкциях здания. Сравнение пяти вариантов фундаментной конструкции позволило определить оптимальные параметры свай и свайного ростверка. Принятые конструктивные решения позволили рационально использовать несущую способность грунтов основания и отказаться от применения дорогостоящих и более сложных в изготовлении свай-стоек.

Ключевые слова: высотные здания, свайный фундамент, висячие сваи, сложные инженерно-геологические условия, испытание свай.

S.S. BOLDYREV, Engineer (hpq@ya.ru), A.N. KLIMOV, Engineer
ОАО “Central Scientific-Research and Design Institute of Public and Residential Buildings (TSNIIEPzhilishcha)”
(9, structure 3, Dmitrovskoye Highway, 127434, Moscow, Russian Federation)

Designing of a Pile Foundation in the High-Rise Residential Complex «Zagorie»

An experience in the design of a pile foundation of a high-rise building is considered. Calculations of the foundation are presented. Approved structural solutions make it possible to rationally use the bearing capacity of foundation bed soils and abandon the use of expensive and more difficult to manufacture end-bearing piles. Data obtained with the help of the designed and operating complex system of monitoring, which includes the elements of geodesic control over deformations of structures and instrumental monitoring of body stresses in critical bearing structures of the building, are presented. The comparison of five variants of the foundation design made it possible to determine the optimal parameters of piles and raft foundation.

Keywords: high-rise buildings, pile foundation, friction piles, complex engineering-geological conditions, pile test.

В 2013 г. закончено возведение высотного многофункционального жилого комплекса «Загорье», расположенного в Южном административном округе в районе Бирюлево-Восточное (рис. 1), который на данный момент является одним из самых высоких жилых комплексов и городской доминантой столицы. Проект ЖК «Загорье» выполнен Центральным научно-исследовательским и проектным институтом жилых и общественных зданий. На протяжении 2000-х гг. по проектам ОАО «ЦНИИЭП жилища» построено пять зданий высотой более 100 м, а институт стал головной организацией по формированию нормативной базы высотного строительства.

В качестве основного конструктивного решения фундаментов первых высотных зданий г. Москвы принят плитный или коробчатый фундамент. Однако в процессе освоения городских территорий с неблагоприятными геологическими условиями от этого решения пришлось отказаться в пользу свайных и комбинированных плитно-свайных фундаментов (Ханиш Ю., Катценбах Р. Руководство по высотным зданиям. Комбинированные свайно-плиточные фундаменты. М.: ОАО «ЦНИИЭП жилища», 2006. 219 с.).

Практика показывает, что при повышенных нагрузках на фундамент (750 кПа и более) зачастую невозможно запроектировать свайный фундамент по методикам, изложенным в нормативных документах (СНиП 2.02.03–85 «Свайные фундаменты»). Это приводит либо к необходимости существенно увеличивать длину свай и переходить от



Рис. 1. Перспектива здания. 2014 г.

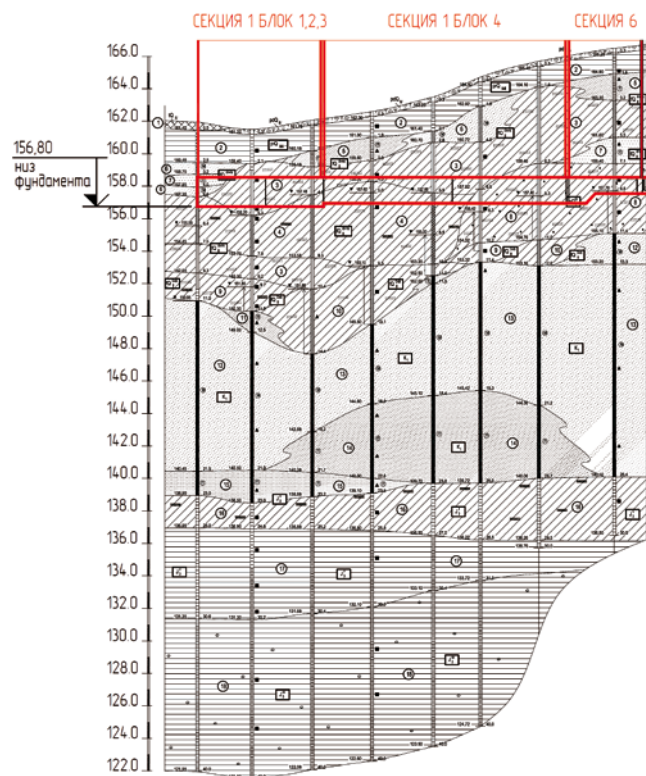


Рис. 2. Характерный инженерно-геологический разрез грунтового основания

висячих свай к сваям-стойкам, что значительно удорожает строительство, либо определять несущую способность свай численными методами с использованием современных программных комплексов [1–4].

В настоящей статье рассмотрен опыт проектирования свайного фундамента высотного здания «Загорье». Расчеты фундамента выполнены специалистами ОАО «ЦНИИЭП жилища» в сотрудничестве с кафедрой механики грунтов, оснований и фундаментов МГСУ. Принятые конструктивные решения позволили наиболее рационально использовать несущую способность грунтов основания и отказаться от применения дорогостоящих и более сложных в изготовлении свай-стоек.

ЖК «Загорье» состоит из 18 секций, из которых 17 имеют переменную этажность от 6 до 24 этажей, а одна, являющаяся центром всей композиции, имеет высоту 45 этажей.

Инженерно-геологическое строение площадки строительства характеризуется наличием повсеместно распространенных с глубины 3,7–9 м суглинков мягко- и текучепластичной консистенции с прослоями пылеватых песков общей мощностью 2,2–10,8 м, являющихся водовмещающими породами верхнего водоносного горизонта (рис. 2), причем под высотной частью комплекса мощность слабых грунтов достигает наибольшей величины (рис. 3). Участок относится к III (слож-

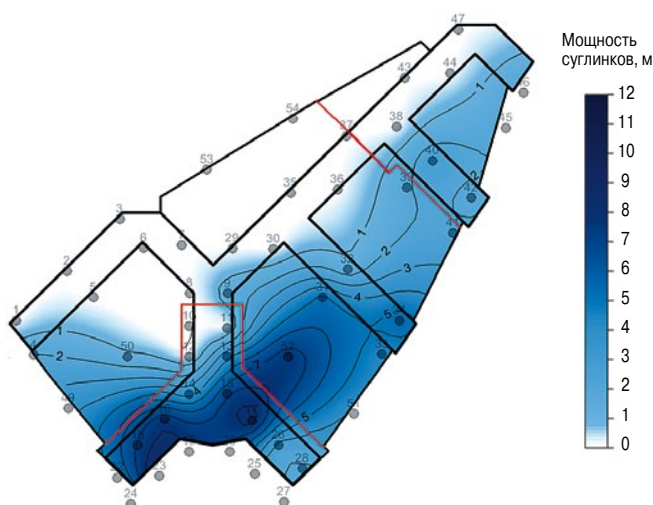


Рис. 3. Изополя распространения мягко- и текучепластичных суглинков под фундаментной плитой

ной) категории сложности по инженерно-геологическим условиям.

Конструктивная схема 45-этажной секции, состоящей из четырех блоков, общей площадью 4500 м² – монолитный железобетонный каркас. Авторами проекта реализована конструктивная схема, имеющая экономичное для подобного строения отношение расхода 1 м³. бетона несущих конструкций к общей площади первого и типового этажей, равное 0,39 и 0,35 соответственно (рис. 4). При этом перекрытия запроектированы толщиной 180 мм, стены и пилоны – толщиной 160–400 мм.

Общий вес высотной секции в уровне низа фундаментного ростверка составляет 341,2 тыс. т.

При проработке первого варианта конструктивного решения фундамента высотной секции в виде плиты на естественном основании было установлено, что в этом случае осадки здания достигают недопустимых значений до 44 см. Поэтому в качестве основного варианта был принят свайный фундамент с висячими сваями, опирающимися на верхнеюрские волжские и оксфордские глины твердой консистенции.

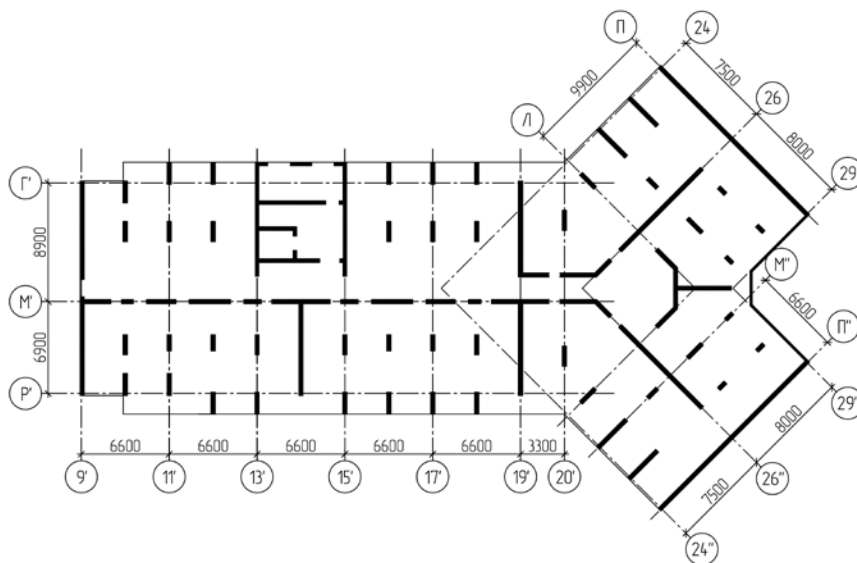


Рис. 4. Фрагмент плана вертикальных несущих конструкций (секция 1, блок 4)

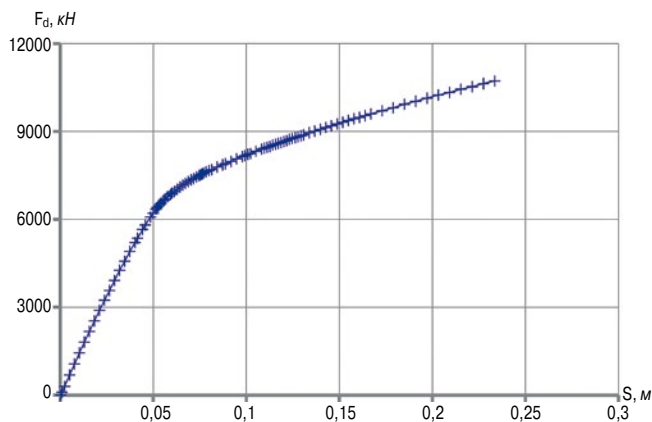


Рис. 5. График зависимости осадки от нагрузки для одиночной сваи диаметром 1 м, длиной 20 м

При проектировании свайных фундаментов были решены следующие задачи:

- выбор технологии устройства свайного основания;
- выбор способа заделки оголовков свай в плиту ростверка;
- определение толщины и конструктивной схемы свайного ростверка;
- определение с помощью виртуальных испытаний несущей способности свай;
- учет взаимного влияния свай в составе свайного поля;
- оптимизация схемы расстановки и назначение длин свай с учетом неравномерного распределения нагрузок и возникновения «краевого эффекта».

Значение несущей способности свай, определенное по СНиП 2.02.03–85, при данных геологических условиях оказывается очень малым. Так, для свай диаметром 1 м и длиной 20 м несущая способность F_d составляет всего 4000 кН. При нагрузке под подошвой фундамента 750–800 кПа запроектировать свайный фундамент невозможно из-за конструктивных требований к расположению свай. Поэто-

му несущая способность свай определена численным методом (виртуальный эксперимент) в программе Plaxis 3D Foundation при заданном предельном значении осадки фундамента 20 см.

По итогам виртуального эксперимента получены графики зависимости осадки свай от нагрузки, в результате чего значение несущей способности свай было повышено более чем вдвое: до 8500 кН для свай, рассмотренной выше (рис. 5).

Для дальнейшей оценки напряженно-деформированного состояния фундаментов с использованием программного комплекса для расчетов пространственных строительных систем ЛИРА версии 9.6 было необходимо определить жесткости свай, используя данные об усилиях и осадках, полученные в результате численного расчета основания и фундамента в трехмерной постановке. На этом этапе были выявлены несовершенства численного метода, основное из которых заключается в том, что по краям свайного поля жесткости свай значительно превышают жесткости средних свай. При этом для крайних свай прогнозируемые значения усилий и осадок не соответствовали данным виртуального эксперимента.

Для устранения данного эффекта было принято решение уменьшить жесткость крайних свай путем уменьшения их длины, а также провести ручную корректировку полученных по компьютерному расчету жесткостей свай (рис. 6). Следует отметить, что проектирование свайных фундаментов с переменной длиной свай в целом соответствует мировой практике [5].

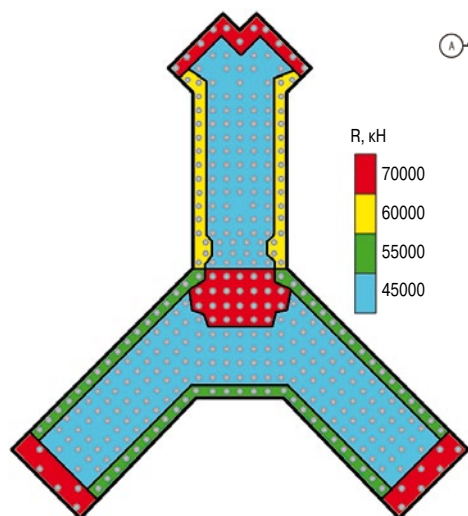


Рис. 6. Результат корректировки жесткостей свай

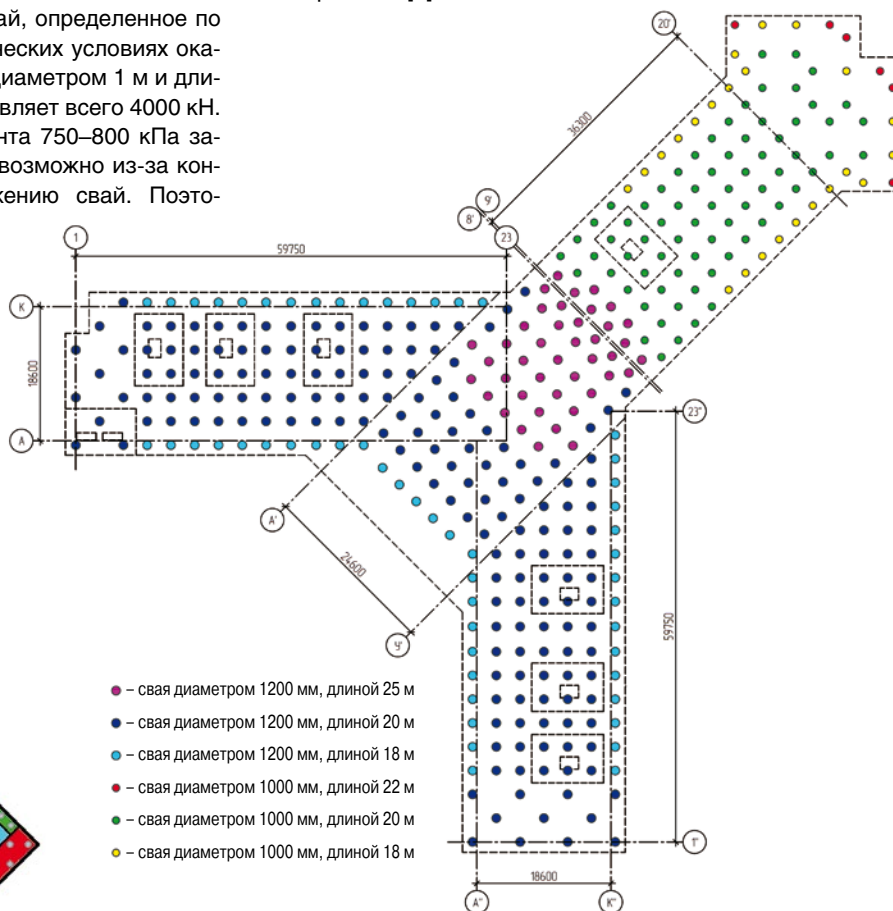


Рис. 7. План свайного поля секции I



Рис. 8. Возведение фундаментных конструкций высотной части комплекса



Рис. 9. Подготовка стенда для испытания сваи



Рис. 10. Контроль сплошности свай методом Sonic

На основании сравнения пяти вариантов фундаментной конструкции были определены оптимальные параметры свай и плитного ростверка. Буронабивные сваи приняты диаметром 1,2 м и длиной 18–25 м, а также 1 м при длине 18–22 м (рис. 7). В проекте максимальная нагрузка на сваю принята равной 11800 кН. Общее количество свай для 45-этажной секции 374 шт. Ростверк представляет собой

плоскую железобетонную конструкцию в виде плиты переменной толщины 1,6 и 1,8 м (рис. 8).

Для подтверждения обоснованности и надежности принятых проектных решений разработана программа статических испытаний буронабивных свай вертикальной нагрузкой и выполнена серия испытаний натуральных свай классическим способом с использованием анкерных свай, упорных балок и батарей домкратов (рис. 9, 10).

Специфика проведенных испытаний заключалась в необходимости достижения значительной осадки свай при нагрузках, близких к предельным (до 20 см и более). Вследствие этого испытания проводились в несколько циклов нагружения, разгрузки и повторного нагружения, которые были необходимы для регулировки испытательного стенда. Полученные данные по-своему уникальны и отражают сложный характер работы свай при циклических нагрузках (рис. 11, 12).

Результаты испытаний полностью подтвердили прогноз, полученный численными методами. Как видно из графиков на рис. 11, 12, при расчетных нагрузках на сваю грунт находится в стадии пластической работы, при которой зависимость деформаций от напряжений носит нелинейный характер.

Использование участка пластической работы грунта позволяет реализовать резервы несущей способности грунтового основания и добиться существенной экономии в затратах на материалы фундаментных конструкций и производство работ.

В процессе строительства и эксплуатации здания контроль напряжений и деформаций фундаментов осуществляется с помощью системы мониторинга. На данном объекте была запроектирована и запущена в эксплуатацию комплексная система мониторинга, включающая в себя элементы геодезического контроля деформаций конструкций и инструментального мониторинга внутренних напряжений в ответственных несущих конструкциях здания.

Геодезический мониторинг проводился в ходе строительства, а также запланирован в течение нескольких лет после его завершения. Периодичность проведения измерений принята раз в квартал. Среднее значение осадки фундамента высотной секции, полученное на последнем этапе геодезического мониторинга, практически полностью совпало с прогнозируемым значением: 16 см по расчету и фактически (рис. 13). Различия зафиксированы только в значениях относительной разности осадок, что обусловлено указанными выше несовершенствами численного метода расчета. На рассматриваемом объекте крены фундамента практически отсутствуют благодаря проведенной оптимизации конструктивного решения свайного поля. Это доказывает, что при проектировании столь сложных конструк-

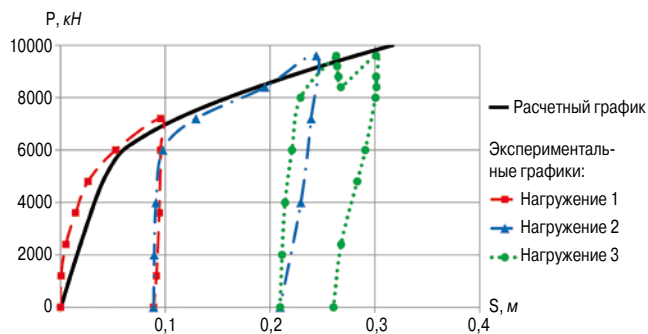


Рис. 11. График испытания сваи диаметром 1,2 м

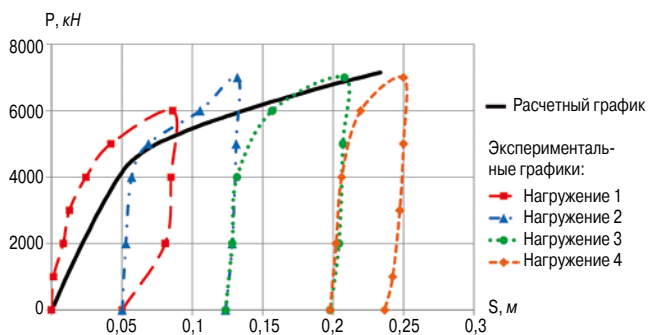


Рис. 12. График испытания сваи диаметром 1 м

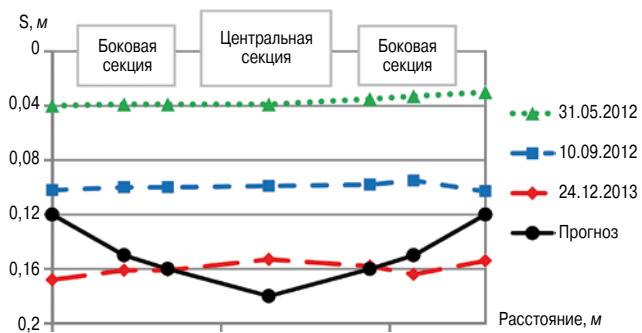


Рис. 13. Графики прогнозируемых и фактических осадок фундамента по сечению вдоль высотной секции

ций необходимо проводить всесторонний инженерный анализ данных численного расчета и при необходимости корректировку проекта.

Выводы

При проектировании уникальных зданий часто возникают ситуации, когда необходимо отступить от положений нормативных документов вследствие их неполноты или консервативности предлагаемых расчетных методов. Опыт проектирования фундамента жилого комплекса «Загорье»

показал, что существуют современные методы, которые позволяют в полной мере исследовать все факторы, влияющие на работу строительных конструкций и грунтов основания. Учет пластической стадии работы грунта дает возможность реализовать резервы несущей способности основания и добиться существенного экономического эффекта. А надежность использованных методов расчета подтверждается данными испытаний и мониторинга конструкций в процессе строительства и эксплуатации здания.

Список литературы

1. Таракановский В.К., Капустян Н.К., Климов А.Н. Опыт мониторинга процессов деформирования в грунтах основания высотных зданий в Москве // *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2010. № 6. С. 555–566.
2. Катценбах Р., Леппла Ш., Фоглер М., Дунаевский Р.А., Куттиг Х. Опыт оптимизации стоимости фундаментов высотных зданий // *Жилищное строительство*. 2010. № 5. С. 7–13.
3. Безволев С.Г. Методика расчетов оснований и фундаментов тяжело нагруженных сооружений в сложных геотехнических условиях // *Геотехника*. 2012. № 2. С. 14–45.
4. Шулятьев О.А. Фундаменты высотных зданий // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета*. 2014. № 4. С. 203–245.
5. Катценбах Р., Шмитт А., Рамм Х. Основные принципы проектирования и мониторинга высотных зданий Франкфурта-на-Майне. Случаи из практики // *Реконструкция городов и геотехническое строительство*. 2005. № 9. С. 80–99.

References

1. Tarakanovsky V.K., Kapustyan N.K., Klimov A.N. Experience of monitoring of processes of deformation in soil of foundation of high-rise buildings in Moscow. *Geoekologiya, inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya*. 2010. No. 6, pp. 555–566. (In Russian).
2. Kattsenbakh R., Leppla Sh., Fogler M., Dunayevsky R.A., Kuttig of X. Experience of optimization of cost of the bases of high-rise buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2010. No. 5, pp. 7–13. (In Russian).
3. Bezvolev of S.G. Metodik of calculations of the bases and the bases of hard loaded constructions in difficult geospecifications. *Geotekhnika*. 2012. No. 2, pp. 14–45. (In Russian).
4. Shulyatyev O.A. Bases of high-rise buildings. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta*. 2014. No. 4, pp. 203–245. (In Russian).
5. Kattsenbakh R., Schmitt And., Ramm X. Basic principles of design and monitoring of high-rise buildings of Frankfurt am Main. *Rekonstruktsiya gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo*. 2005. No. 9, pp. 80–99. (In Russian).

XVI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

ЭКСПОКАМЕНЬ EXPOSTONE 2015

Добыча, обработка
и использование
природного камня

ВДНХ, МосЭкспо, павильон №75

16-19 июня



ОРГАНИЗАТОРЫ: City&Malls PFM | Инвестиционная группа «Абсолют»

ПРИ УЧАСТИИ: HUMMEL GMBH (Германия) | Ассоциации CONFINDUSTRIA | MARMOMACCHINE-Assomarmomacchine (Италия)

ПОД ПАТРОНАТОМ: Торгово-промышленной палаты РФ

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ: Ассоциации строителей России | Российского общества инженеров строительства | Российского союза строителей
Союза архитекторов России | Союза дизайнеров Москвы | Союза московских архитекторов



T.: +7 (495) 967 1584

expostone@cmpfm.ru

www.expostone-russia.ru

УДК 624:699.86

В.А. ПУНТУС¹, канд. архитектуры (puntosva@mail.ru); К.К. МЯСЕПП², канд. техн. наук¹ Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
(190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4)² Санкт-Петербургский государственный академический институт живописи, скульптуры и архитектуры им. И.Е. Репина
(199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 17)

Концептуальное проектирование жилища для Арктики и Антарктиды

Приведены материалы по методическому проектированию жилых комплексов для Арктики и Антарктиды. Даны общие характеристики условий проектирования для данных регионов. На основе поиска аналогов и задания на проектирование приведены принципы конструирования и направления развития предлагаемых концепций. Показано, что практический интерес представляет создание приближенных методов расчета сопряженных тонкостенных элементов, базирующихся на упрощенных гипотезах и уравнениях: теории плоского кривого бруса, теории криволинейных стержней, прикладной теории пластин и оболочек.

Ключевые слова: энергосбережение, Арктика, Антарктида, высокие широты, мобильные, быстровозводимые и инвентарные здания; объемно-пространственные и архитектурные решения, концепция инженерно-конструктивных решений, отечественные и зарубежные нормативные источники, оболочки и системы подкрепления оболочек, принципы конструирования.

V.A. PUNTUS¹, Candidate of Architecture, (puntosva@mail.ru); K.K. MIASEPP², Candidate of Sciences (Engineering)¹ Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
(4, 2-nd Krasnoarmeiskaya Street, 190005 St. Petersburg, Russian Federation)² Saint-Petersburg State Academic Institute of Painting, Sculpture and Architecture named after I.E. Repin
(17, University Embankment, 199034, St. Petersburg, Russian Federation)

Conceptual Designing of Housing for the Arctic and Antarctic

Materials on methodical designing of housing complexes for the Arctic and Antarctic are presented. General characteristics of the design conditions for these regions are given. On the basis of the search for analogues and the design assignment, principles of the design and ways of the development of proposed conceptions are presented. It is shown that the practical interest is the creation of approximate methods for the calculation of interconnected thin-walled elements based on the simplified hypotheses and equations: the theory of flat curve beam, the theory of curved bar, and the applied theory of plates and shells.

Keywords: energy saving, Arctic, Antarctic, high latitudes, mobile, quickly erected and inventory buildings; space and architectural solutions, concept of engineering and structural solutions, domestic and foreign normative sources, shells and shell reinforcement systems, design principles.

В настоящее время продолжается широкое изучение и неуклонное освоение приполярных и заполярных малообжитых районов Арктики, а в перспективе и ресурсов Антарктиды.

Многие страны проявляют большой интерес к планомерному изучению и освоению так называемых *высоких широт* (согласно рекомендации Женевской конференции 1964 г. территории, лежащие севернее 66°33 северной или южной широты, следует обозначать термином «высокие широты»). В нашей стране их часто называют Крайним Севером, Заполярьем, Арктикой.

Поэтому **актуальность** обращения к обозначенной теме не вызывает сомнений, более того, целесообразно именно комплексное обозначение границ исследования. В связи с этим в зону научно-проектных поисков попали как арктические, так и антарктические поселения: станции, обсерватории (обсерваторией является научно-исследовательская база, проводящая комплексные круглогодичные работы и, как правило, имеющая численность 20–50 чел.).

Напомним, что многие открытия в высоких широтах сделаны русскими экспедициями. В период 1819–1821 гг. русскими мореплавателями открыто и нанесено на карты око-

ло 60 островов и архипелагов в районе Антарктики и Океании, а о. Южная Георгия, являющийся субантарктической зоной, из-за которого возник военный конфликт между Аргентиной и Британией в 1982–1984 гг., также открыт русской экспедицией Ф. Беллинсгаузена.

Как удалось выяснить в ходе исследований, темпы развития архитектуры Антарктики в сравнении с арктической зоной гораздо выше [1, 2]. Это, в частности, определяется следующими причинами:

– по договору об Антарктиде (1958 г.) эта территория не принадлежит ни одной из стран; по данной причине разворачивать строительство традиционных городов и поселков нецелесообразно, содержать военный контингент допускается, но без оружия;

– образ жизни полярников, а также ученых-исследователей шестого континента практически мало отличается от континента военных, включая дневальные службы, дисциплину, ограничения по присутствию во время зимовки женского персонала и т. д.;

– в связи с этой причиной очень высокими темпами развивались не примитивные жилища (как у народов Севера – ютра, кувакса, чум и др.), а полносборные легкие, проду-



Рис. 1. Станция Принцессы Елизавета, Бельгия (<http://www.antarcticstation.org/>, дата обращения 14.02.2015): а – общий вид; б – на схеме плана Антарктиды; в – ветроэлектрогенераторы

маные с точки зрения всех логистических законов мобильные и быстровозводимые типы зданий;

– строительство в Антарктиде вообще не имеет цели обеспечения жилищно-бытовыми условиями «коренного» населения, его в строгом смысле понятия там нет;

– сама площадка строительства – Антарктида как будто бы специально создана для отработки моделей инженерных объектов для последующего планетарного освоения Луны и Марса;

– Антарктида является наиболее характерной криогенной зоной планеты. Скорости стоковых ветров, как нигде на планете, достигают величин около 100 м/с, а температуры – 90°С;

– доставка на континент топлива очень дорога и обременительна, поэтому есть предпочтения для развития экологически чистых, и по этим причинам оправданных, возобновляемых источников энергии;

– в отдельных случаях целесообразны также поиски решений с замкнутым циклом водопотребления (примером этому является бельгийская станция Принцессы Елизавета).

Предваряя дальнейшие рассуждения, следует остановиться на «модели освоения и развития поселений в Арктике и Антарктике по современному состоянию»:

– социальная концепция проживания с частичным семейным контингентом, т. е. с женщинами и детьми дошкольного возраста;

– концепция объемно-пространственного и архитектурного решения;

– ведущими факторами выделяются объемы, не вызывающие значительных снеготаносов, устойчивые к сильной ветровой нагрузке и компактные в функциональном и теплотехническом отношении;

– предпочтительны положения концепции инженерно-конструктивных решений (Пунтус В.А., Шаповальников В.Н., Данилов А.И. и др. Отчет о научно-исследовательской работе в рамках 3-го направления по научно-методическому руководству гидрометеорологической сети в Арктике и стандартными наблюдениями в Антарктике «Современные санитарные регламенты при устройстве и оборудовании ТДС (трудно доступных станций) Росгидромета. Заключительный. Тема 3.1.5. плана НИОКР Росгидромета на 2006 г. УДК 551.46.(02): 613.1, инв. № Р-5591. СПб, 2006. 57 с.), базирующиеся на применении оболочек, суперблоков и зданий мобильного типа [1–3];

– концепция энергосберегающего строительства в условиях высоких широт заключается в комплексном использовании форм конструкций, этажности, легких многослойных ограждений нового поколения;

– использование возобновляемых видов энергии;

– применение инженерных решений, частично использующих местные материалы;

– применение санитарно-технических и инженерных решений, адекватных экстремальным условиям рассматриваемых регионов (водоснабжение, электроснабжение, канализация);

– концепция внутреннего пространства, соответствующая особенностям изолированного существования контингента полярников;

– принципы положения и основы экологической безопасности жилища в Арктике и Антарктике.

Идея осуществления предлагаемого авторами подхода базируется на концептуальном проектировании и строительстве в зонах Арктики и Антарктики исходя из опыта применения **мобильных, быстро возводимых и инвентарных** зданий.

Практика применения этого класса легких зданий соответствует ограничениям по строительству в короткий строительный сезон (в Арктике июль – сентябрь, в Антарктике декабрь – март).

Легкие здания отличает принципиальная направленность на производство из модульных, легко собираемых и разбираемых конструкций, по возможности префабрицированного типа с сокращением построечных процессов на месте возведения комплекса. В особенности это касается производства работ, связанных с мокрыми строительными процессами. Приветствуется и так называемая сухая сборка.

Для последовательного развития формирующегося подхода необходимо сформулировать следующие цели и задачи.

Цель исследовательской работы: создание перечня требований для проектирования и исследования объемов и конструкций на примере металлических оболочек и комбинированных конструктивных схем.

Задачи исследования: провести анализ существующих отечественных и зарубежных примеров наиболее прогрессивных видов строительства и архитектурно-планировочных и объемных решений; выявить и реализовать информационную модель процесса исследования и проектирования; отобрать перспективные архитектурно-конструктивные элементы зданий; разработать нормативно-справочную базу для получения необходимой информации во время проектирования; сформулировать средства формирования предметно-пространственной среды обитания полярников.

Поиск аналогов. Аналогами стационарного строительства в российской Арктике и приоритетной зоне Антарктики могут стать предпроектные поисковые проработки как отечественных авторов прошлых лет, так и современные примеры строительства в высоких широтах.

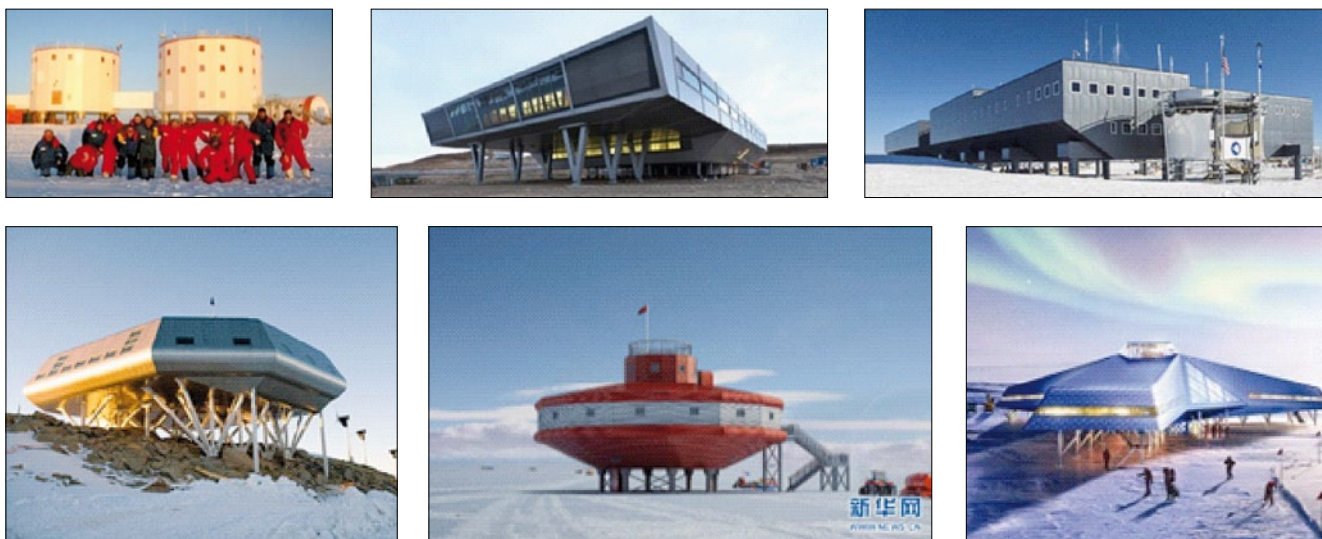


Рис. 2. Сравнительная схема формотипов рассматриваемых аналогов

В ряду появившихся за последние пять лет на шестом континенте объектов особое место занимает станция Принцессы Елизаветы.

Она практически не выбрасывает углекислый газ во внешнюю среду. Нулевая эмиссия обеспечена благодаря большим солнечным батареям и ветровым турбинам, которые дают необходимую электроэнергию и горячую воду.

Солнечные батареи работают в течение полярного дня, турбины эффективны во время полярной ночи. Вода в душах и туалетах очищена специальными бактериями и использована повторно до пяти раз. В трехэтажном корпусе станции, похожей на корабль НЛО, даже окна устроены так, чтобы сохранять тепловую энергию.

Одними из самых современных станций в Антарктиде являются построенные в последние годы сооружения Китая, Южной Кореи, Индии и Британии (рис. 1–4).

Все рассматриваемые архетипы аналогов представляют собой четыре основные группы (рис. 2):

- прямоугольные параллелепипеды и их простейшие генерации;
- многогранные призмы, их группировки и некоторые производные;
- простейшие тела вращения, цилиндры, цилиндровиды;
- комплексы на базе трилистников (рис. 4).

Концептуальное проектирование. В процессе постоянного методического проектирования авторами были отработаны многочисленные варианты (рис. 3) композиционных и конструктивных построений отдельных объемов, их групп и сочетаний (всего по теме представлены 22 проекта).

Ниже показаны некоторые основные их виды, отобранные по группе факторов, среди которых значимыми принимались соответствующие концепции мобильности, т. е. воз-

Задание на проектирование

Наименование объекта	Полярная станция-обсерватория на 15–20 человек
Местоположение	Югорский п-ов, у пр. Югорский Шар
Вид строительства	Новое
Стадийность проектирования	Эскизный проект
Общие требования	Запроектировать комплекс зданий и сооружений, включающий жилые и служебные помещения, генераторную, гараж и эллинг
Основные требования к архитектурно-планировочным решениям	Здания аэродинамичной формы, приподнятые над уровнем земли на сваях согласно принципам сохранения вечно мерзлых грунтов. Выполнить требования ориентации по сторонам света в соответствии с соображениями наименьшей снегозаносимости и ветрового давления
Основные требования к конструктивным решениям	Использовать легкие, комбинированные, эффективные конструкции. Свайное основание из железобетонных стоек или металлических труб. Ограждающие конструкции многослойные с применением эффективных минераловатных, полимерных и других заполнителей, в отделке – натуральные материалы (картон, текстиль, пробка, бумага, натуральная древесина), облицовка – коррозионно-стойкий металл. Возможен вариант устройства металлических оболочек
Особые требования	Гаражи и эллинги на 6 сухопутных и 3 водных вида транспорта, при блоке начальника станции – оружейная (2 помещения)
Нормативные источники	ГОСТ 22853–86 «Здания мобильные (инвентарные). Общие технические требования»; ГОСТ 25957–83 «Здания и сооружения мобильные (инвентарные). Классификация. Термины и определения»; ГОСТ 4.252–84 «СПКП. Строительство. Здания мобильные (инвентарные). Номенклатура показателей. Общие технические условия»; ГОСТ 23274–84 «Здания мобильные (инвентарные). Электроустановки. Общие технические условия»; ГОСТ 23345–84 «Здания мобильные (инвентарные). Системы санитарно-технические. Общие технические условия»; наиболее прогрессивные стандарты и регламенты зарубежных стран: Canadian Home Builders Association, Ontario, Ottawa 1989. 286 p.; Canadian Home Builders Association, Association Canadienne des Constructeurs, 20011; NFPA 501B - 2000. Standart for Mobile Homes, USA; BS 3632: 2005. Residential park homes. Specification. British Standarts, 20014

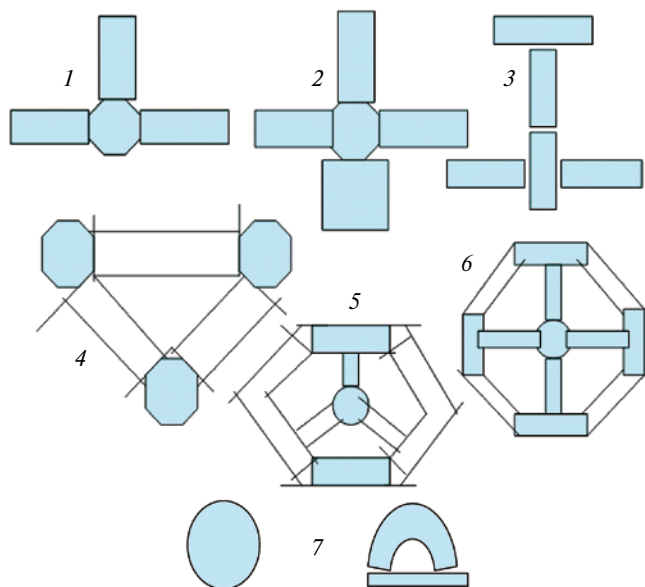


Рис. 3. Общая схема архетипов форм устойчивых композиций, полученных в процессе проектирования: 1 – неправильный трилистник; 2 – крестовидная композиция; 3 – «самолетик»; 4 – треугольник; 5 – шестигранник; 6 – восьмигранник; 7 – купол

возможности быстрого возведения, а также передислокации; функциональная простота и компактность; соответствие требованиям эксплуатации в арктической зоне.

При разработке эскизного проекта была сформулирована основная группа требований, изложенная в «задании на проектирование» (см. таблицу).

При методическом проектировании оценивалась оригинальность и простота объемно-планировочного решения генерального плана комплекса обсерватории, соответствие заданию на проектирование и особым требованиям, предъявляемым к зданиям, строящимся в зоне Арктики. Для всех предложений были приняты единые требования к размещению комплекса в отдельных функциональных блоках.

Предполагается возведение комплекса из 6 зданий.

1. Основной блок: жилые помещения, душевые, кают-компания и комната отдыха, спортзал, кухня, столовая, библиотека, подсобные помещения.
2. Блок начальника станции: жилые помещения, комната связи, оружейная.
3. Рабочий блок: помещения для различного рода исследований, компьютерный центр, подсобные помещения.
4. Генераторная.
5. Блок складских и гаражных помещений.
6. Эллинг.

Принципы конструирования. Для обозначения подходов к проектированию объемных модулей, предназначенных для формирования подобных комплексов, необходимо понимать суть работы предназначенных для этого конструкций. Еще в 1963 г. С.П. Тимошенко и С. Войновский-Кригер (С.П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер. Пластины и оболочки / Пер. с англ. / Под ред. Г.С. Шапиро. М.: Наука, 1963. 635 с.) отметили, что данные конструкции могут быть рассмотрены как оболочки по аналогии с резервуарами или сосудами. В отличие от технических сосудов и резервуаров в данном случае необходимо большое количество сопряженных элементов (дверные и оконные проемы, узлы опор, узлы выхода вертикальных коммуникаций и др.). Сопряжен-

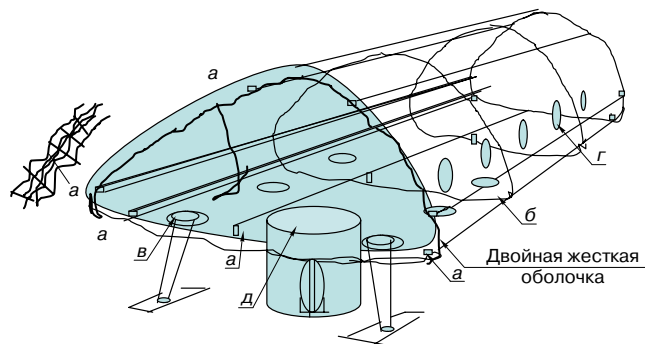


Рис. 4. Подкрепления оболочки в местах концентрации напряжений: а – ребристое продольное подкрепление; б – ребристое поперечное подкрепление; в – подкрепление трубы опорного элемента; г – подкрепление оконного проема (иллюминатора); д – подкрепление вертикальной шахты выхода



Рис. 5. Сравнительная схема архетипов на основе некоторых проектов отсутствующих у аналоговых

ные элементы конструкции находят самое широкое применение в различных областях техники: подводных и надводных кораблях, авиастроении, машиностроении, химической, пищевой и газовой промышленности и др.

Общим для всех конструктивных форм сопряжения элементов является совместная работа под нагрузкой. При этом под **основным** элементом понимается элемент, который подвергается непосредственным силовым воздействиям, например корпус сосуда. Под **подкрепляющим** – элемент, которому передаются усилия от основного элемента, например: патрубки, штуцеры, подкрепления отверстий и вырезов, опорные элементы оболочечных строительных конструкций. Существенная роль в обеспечении надежности и долговечности сопряженных элементов сосудов и аппаратов отводится фактору концентрации напряжений, т. е. местному увеличению напряжений из-за концентраторов: отверстий, вырезов, переходов одной оболочечной конструкции в другую и т. д. Подкрепляющие элементы, устанавливаемые на кромках отверстий и вырезов, предназначаются для снижения возникающей концентрации напряжений.

В расчетной и проектной практике назначение размеров подкреплений производится из условия ограничения максимальных приведенных напряжений на кромке выреза пределу текучести материала σ_T . При оценке местной прочности сопряженных элементах конструкций сосудов и аппаратов химической, пищевой промышленности и котлостроении существуют два направления. **Первое** из них берет начало из практики проектирования клепаных сосудов и аппаратов и сводится к требованию, согласно которому корпус сосуда с вырезом при действии внутреннего давления должен быть равнопрочным корпусу сосуда при отсутствии выреза. Это требование считается выполненным, если площадь удаленного металла в главной плоскости сопряжения равна площади подкрепления. Такой подход заложен в стандарте ГОСТ 24755–89 «Нормы и методы расчета на прочность укреплений отвер-

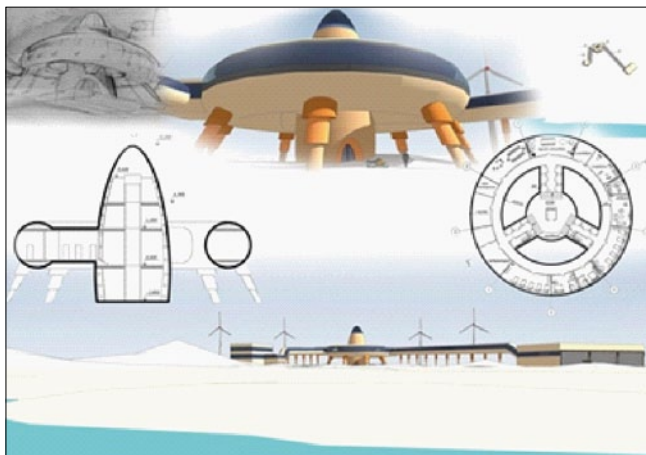


Рис. 6. Методическое проектирование объемов тороидального и эллипсоидного типов на основе оболочечных конструкций

ствий». **Второе** направление основано на расчетных методах определения концентрации напряжений и необходимости проведения проверочных расчетов узлов сопряжений. При этом считается, что оцениваемые напряжения по характеру своего воздействия являются местными и малые пластические деформации допускаются. В данном рассматриваемом примере оболочки система подкреплений превращает ее из тонкостенной в ребристую оболочку. Это вполне обоснованно, так как при воздействии распределенной пульсирующей нагрузки от ветрового потока с усилием 1000 Па ребристые усиления необходимы по двум причинам:

- препятствие сминанию тонкой стенки;
- предотвращение продавливания от закручивающего момента, особенно при неравномерной осадке опор (рис. 4).

В то же время расчет конструкций не должен исключать метода конечных элементов. Сама расчетная схема должна быть основана на двухоболочечном варианте с наружной прочной оболочкой и внутренней ограждающей. Ребристые элементы скрываются в теплоизоляционном слое.

При этом практический интерес представляет создание приближенных методов расчета сопряженных тонкостенных элементов, базирующихся на упрощенных гипотезах и уравнениях: теории плоского кривого бруса, теории криволинейных стержней, прикладной теории пластин и оболочек. Это направление не утратило своего значения и в настоящее время, несмотря на широкое внедрение в расчетную практику персональных компьютеров.

Использование приближенных методов, построенных на простых и физически наглядных моделях (расчетных схемах), позволяет быстро и с достаточной для практики точностью производить оценку напряженно-деформированного состояния узлов конструкций, учитывать взаимное влияние сопрягаемых элементов, их размеры, форму и принимать те или иные решения по конструктивному оформлению узлов (рис. 5, 6). Расчет вариантов может производиться на персональных ЭВМ с использованием программных продуктов.

Возможные направления эффективности предлагаемой концепции. Необходимо отметить, что в 1983 г. введен проект комплекса для зимовочного состава части контингента ст. «Молодежная» в составе 29-й САЭ (Советской антарктической экспедиции). В.А. Пунтус в составе 32-й и

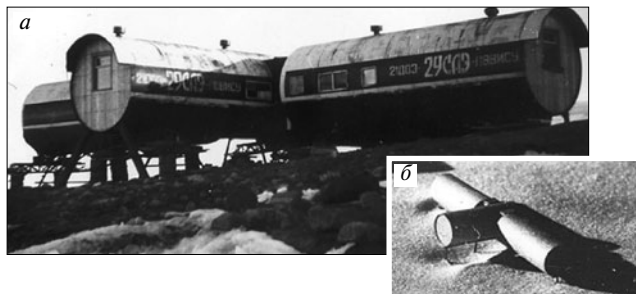


Рис. 7. Так называемые блок-контейнеры типа ЦУБ – цилиндрические унифицированные блоки (а). Модели, аналогичные блокам типа ЦУБ, в сборке; проверка на эксперименте (б)

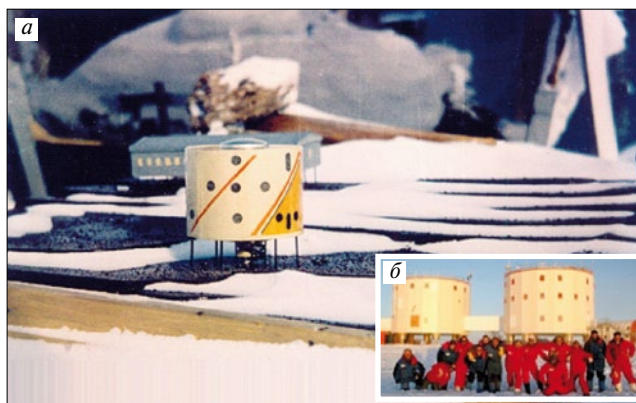


Рис. 8. Авторское поисковое предложение вертикальных цилиндрических форм зданий. Макет участвовал в модельных экспериментах, 1987 г., 33-я САЭ (а). Недавно построенная китайская станция (б)

33-й САЭ участвовал в доукомплектовании и окончательной установке комплекса на точке (рис. 7). В то же время были проведены параллельные эксперименты на моделях цилиндрических форм (рис. 8). Следует заметить, что сооружение в целом оказалось устойчивым к воздействию снегопереноса и отрицательных температур. Перед установкой блоков ЦУБ на фрагменте модели комплекса проводились метелевые испытания объемов на снегозанос. Резуль-

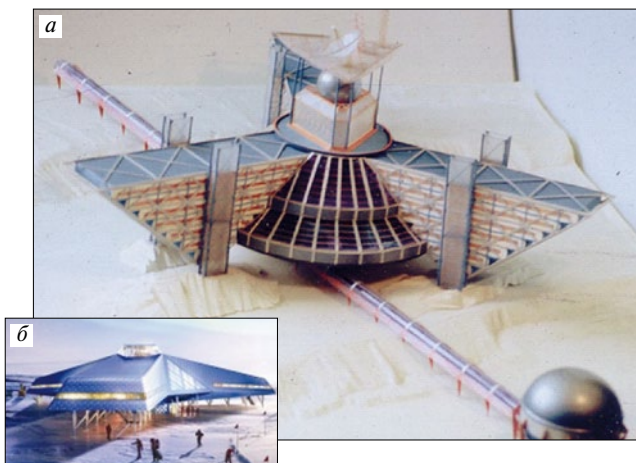


Рис. 9. Конкурсное предложение: а – научно-туристический центр для станции Беллинсгаузен на 300 зимовщиков и 500 чел. в сезонный период, 1990. Студент Е. Ледовская. Работа выполнена под руководством В.А. Пунтуса, публикуется впервые; б – станция Южной Кореи Джангбого, построена в 2013 г.

таты были положительные. В данный момент комплекс передан для использования научной экспедиции Республики Беларусь.

В процессе исследования темы и приближения к практическому результату (эскизное проектирование) в течение 2014 г. авторами намеренно выбраны передовые тенденции в проектировании и строительстве в зонах Арктики и Антарктики, так как именно в них мировое сообщество генерирует последние достижения в науке, технике, строительстве.

В строительстве антарктических станций применяются самые совершенные технологии сбережения энергии, сохранения окружающей среды, включая замкнутый цикл водопотребления, использование энергии солнца и ветра, экологически чистых материалов. Рассмотрение всех компонентов проектирования и строительства позволяет заострить внимание на эффективности предлагаемой концепции. Методические проработки более двух десятков проектов показали, что основой архитектурно-конструктивной схемы зданий могут быть оболочечные модули на основе металлоконструкций, смешанных видов конструктивных схем, а в отдельных случаях каркасных конструкций с эффективными, многослойными ограждающими конструкциями (рис. 6, 9).

Выводы

Проведен анализ существующих примеров наиболее прогрессивных видов строительства, а также их принципиальных объемных решений.

Разработана информационная модель процесса текущего и дальнейшего исследования.

Созданы прототипы перспективных объемных моделей зданий и их конструктивных схем.

Составлена база данных по проектированию.

Получена необходимая информация и обозначена нормативно-справочная база.

Созданы некоторые возможности формирования современных инженерных решений с учетом энергоэффективности и рационального природопользования.

Созданы предпосылки формирования предметно-пространственной среды обитания полярников.

Разработаны некоторые компоненты этой среды.

Список литературы

1. Мясепп К.К., Пунтус В.А., Тешебаев Ш.Б. Ограждающие конструкции зданий и сооружений в Арктике и Антарктике // Доклады 66-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. СПбГАСУ, 2009. Ч. II. С. 90–94.
2. Пунтус В.А., Тешебаев Ш.Б. Дизайн-концепция нейтрализации отрицательных факторов обитания на быстровозводимых планетарных объектах в экстремальных условиях // Вестник гражданских инженеров. 2008. № 4 (17). С. 12–14.
3. Пунтус В.А. Опыт применения легких зданий для освоения Антарктиды // Доклады 68-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. СПбГАСУ, 2011. С. 191–195.

4. Пунтус В.А., Тешебаев Ш.Б. Обеспечение бактериальной безопасности жилищ полярников на высокоширотных станциях в Антарктиде // Вестник гражданских инженеров. 2009. № 4 (21). С. 77–81.

References

1. Myasepp K.K., Puntus V.A., Teshebayev Sh. B. The protecting designs of buildings and constructions in the Arctic and Antarctic. *Reports of the 66th Scientific Conference of professors, teachers, scientists, engineers and graduate (Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)*. 2009. P. II, pp. 90–94. (In Russian).
2. Puntus V.A., Teshebayev Sh. B. The design concept of neutralization of negative factors of dwelling on the fast-built planetary objects in extreme conditions. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2008. No. 4 (17), pp. 12–14. (In Russian).
3. Puntus V.A. Experience of application of easy buildings for development of Antarktity. *Reports of the 66th Scientific Conference of professors, teachers, scientists, engineers and graduate (Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)*. 2011, pp. 191–195. (In Russian).
4. Puntus V.A., Teshebayev Sh. B. Ensuring bacterial safety of dwellings of polar explorers at high-altitude stations in Antarctica. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2009. No. 4 (21), pp. 77–81. (In Russian).

СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

11-14 марта
2015

СТИМ ЭКСПО

МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА
СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ

ufi
Member

СПЕШИТЕ СТАТЬ УЧАСТНИКОМ ВЫСТАВКИ!
Информация для посетителей и участников
на сайте www.vertolexpo.ru

Генеральный информационный спонсор: **Стройка** Почетный информационный спонсор: **СТРОЙПРОМ ЭКСПЕРТ**

ВЕРТОЛ ЭКСПО РОСТОВ-НА-ДОНУ, ПР. М. НАГИБИНА, 30
выставочный центр тел. (863) 268-77-68, www.vertolexpo.ru

* В 2014 г. проект «СТИМЭкспо» прошел независимый аудит и подтвердил статус международной выставки.

УДК 699.86:692.82

Т.А. АХМЯРОВ, инженер (tagir-a@yandex.ru), А.В. СПИРИДОНОВ, канд. техн. наук,
И.Л. ШУБИН, д-р техн. наук, директор

Научно-исследовательский институт строительной физики (127238, г. Москва, Локомотивный пр., 21)

Новое поколение энергоэффективных вентилируемых светопрозрачных и фасадных конструкций с активной рекуперацией теплового потока

Повышение теплотехнических характеристик светопрозрачных конструкций происходит в настоящее время в основном за счет «пассивных» мероприятий (увеличения числа камер в стеклопакете, числа стекол с селективным покрытием, использования более эффективных инертных газов, повышения толщины рамных профилей и пр.). Однако такой подход неэффективен в большинстве случаев с экономической точки зрения. На основе предложенных авторами новых принципов проектирования ограждающих конструкций стало возможным получить энергоэкономичные вентилируемые светопрозрачные конструкции, обеспечивающие как повышение их теплотехнических характеристик с возвратом (рекуперацией) значительной части теплового потока, ранее уходившего в атмосферу, так и вентилирование наружным воздухом помещений через наружные ограждения, включая окна и фасады, фактически без дополнительных энергетических потерь.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективные вентилируемые ограждающие конструкции, система активного энергосбережения, активная рекуперация теплового потока.

T.A. AKHMYAROV, engineer (tagir-a@yandex.ru), A.V. SPIRIDONOV, Candidate of Sciences (Engineering),
I.L. SHUBIN, Doctor of Sciences (Engineering), Director,
Scientific and Research Institute of Building Physics (21, Lokomotivny Passage, 127238, Moscow, Russian Federation)

New Generation of the Energy Efficient Ventilated Fenestration and Facade with Active Recovery of the Thermal Flow

Increase of heat technical characteristics of fenestration happens now, generally due to «passive» actions (increase in number of cameras in a double-glazed window, numbers of Low-E glasses, uses of more effective inert gases, increases of thickness of frame profiles and so on). However, such approach is inefficient in most cases from the economic point of view. On the basis of the new principles of design of the envelopes offered by authors, became possible to receive the energy-efficient ventilated fenestration and facade providing as increase of their heat technical characteristics with return (recovery) of considerable part of the heat flow which was earlier going to the atmosphere, and ventilation by external air of rooms through external protections including windows and facades, actually without additional energy losses.

Keywords: energy saving, energy efficient ventilated envelopes, system of active energy saving, active recovery of heat flow.

Светопрозрачные конструкции являются самым «слабым» элементом ограждающей оболочки здания с точки зрения теплотехнических характеристик. Так, минимально необходимые значения приведенного сопротивления теплопередаче стен, а также окон и балконных дверей для условий г. Москвы в соответствии с нормами 1995 г. (СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника») отличались в 2,94 раза (1 и 0,34 м²·°C/Вт), а в последнем общероссийском документе 2012 г. (СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»). Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 – в 5,8 раза (3,13 и 0,54 м²·°C/Вт). Правда, в московских нормативных документах (Государственная программа города Москвы «Градостроительная политика на 2012–2016 годы»), предназначенные для проектирования зданий начиная с 2016 г., это соотношение несколько уменьшено – «все» в 3,8 раза (3,8 и 1 м²·°C/Вт).

С точки зрения строительной теплофизики для экономии энергии на эксплуатацию зданий кажется более выгодным отказ от использования светопрозрачных конструкций. Однако применение естественного освещения является пока обязательным по санитарным нормам как в жилых и общественных, так и в большинстве производственных зданий (СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освеще-

ние»). Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*). Нерациональность строительства безоконных зданий была доказана еще в 1940–1960-х гг. (Н.М. Гусев. Основы строительной физики // М.: Стройиздат, 1975; В.К. Лицкевич. Жилище и климат // М.: Стройиздат, 1984; [1, 2]).

В связи с изложенным выше основные реальные тепловые потери из помещений происходят именно через светопрозрачные конструкции – от 30 до 60% от общих теплопотерь зданий через ограждающие конструкции (в зависимости от конструкции окон и фасадов, климатических условий, методики оценки и ряда других показателей).

В последние годы происходит достаточно активное развитие светопрозрачных конструкций и фасадов – как с точки зрения повышения функциональных и эксплуатационных показателей, так и по использованию современных технологий. На рис. 1, 2 показано совершенствование светопропускающего заполнения и деревянных окон по показателю приведенного сопротивления теплопередаче.

На сегодняшний день большинство серьезных компаний, изготавливающих светопрозрачные конструкции, могут без значительных проблем массово производить окна и фасады с приведенным сопротивлением теплопередаче 0,8–0,9 м²·°C/Вт [3]. Однако для того чтобы добиться зна-

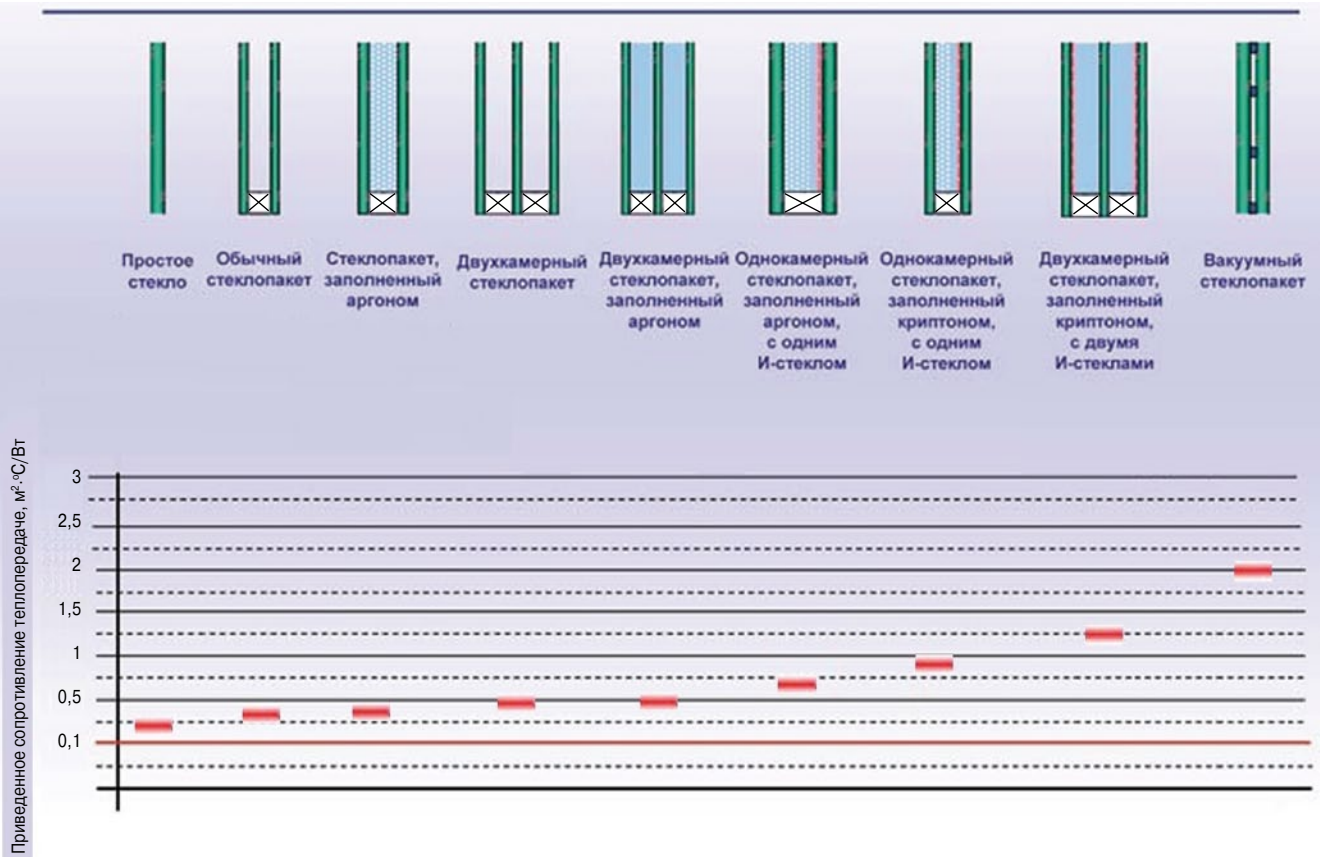


Рис. 1. Развитие светопропускающего заполнения оконных конструкций

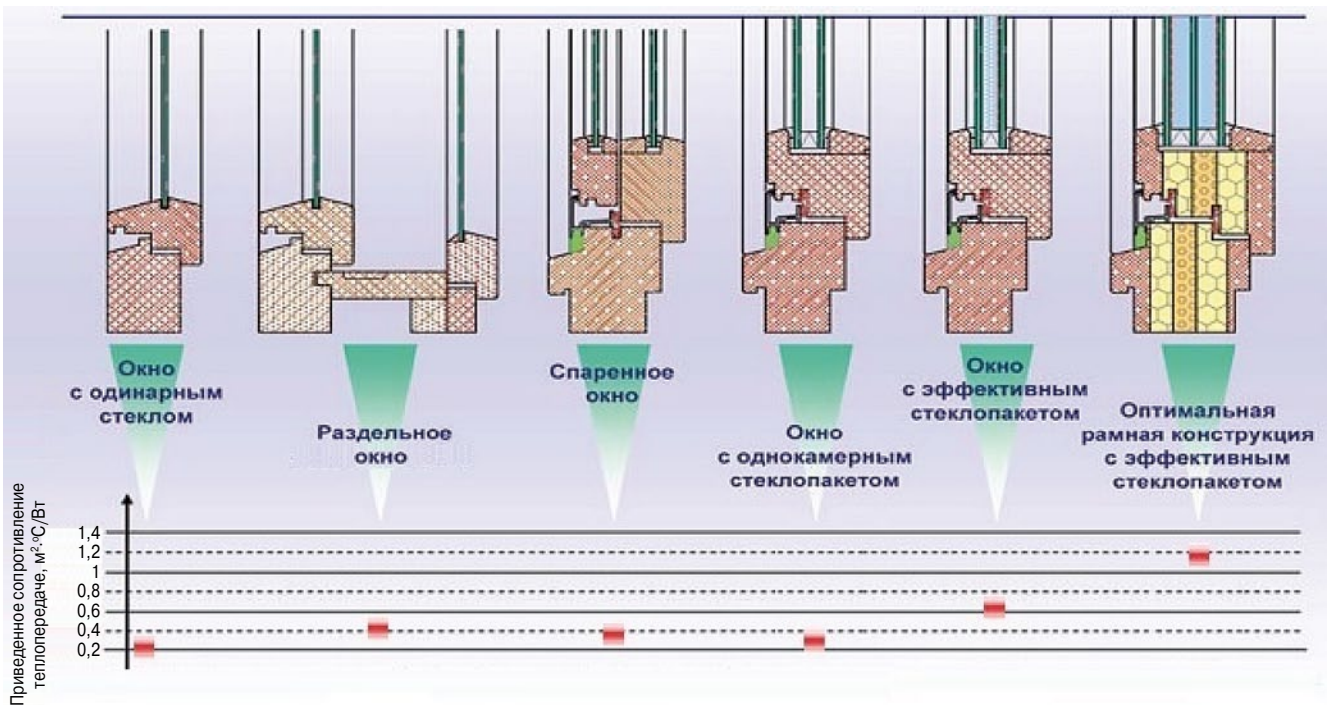


Рис. 2. Развитие конструкций деревянных окон

чений этого показателя, характеризующего теплотехническую эффективность конструкций, выше $1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, необходимо использование новых (и довольно дорогостоящих) технологических решений.

В то же время известны [4, 5] светопрозрачные конструкции, разработанные в последние годы, приведенное сопротивление теплопередаче которых достигает $1,5\text{--}2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

В качестве вариантов улучшения ряда функциональных показателей традиционных светопрозрачных конструкций и их остекления в настоящий момент используется много различных современных технологических новинок, в том числе:

– **электрохромные стекла:** эта технология разрабатывалась длительное время, однако сегодня она уже доведена до массового промышленного производства и показала свою эффективность при остеклении оконных и фасадных конструкций, особенно в регионах с жарким климатом, а также на южных и западных фасадах зданий. Суть этой технологии заключается в возможности изменения светопропускания остекления за счет использования специальных покрытий под воздействием электрического тока, что позволяет обеспечить в помещениях комфортный микроклимат;

– **новые поколения теплоотражающих и многофункциональных стекол:** такие стекла получают с использованием как традиционного магнетронного напыления специальных покрытий на стекла, так и с применением «наливных» и других технологий, что позволяет улучшить теплотехнические и светотехнические характеристики стеклопакетов и обеспечить их эффективную работу в зимних и летних условиях эксплуатации;

– **стекла с фотоэлектрическим эффектом:** только в последние несколько лет удалось разработать специальные полупрозрачные покрытия стекол с удовлетворительным КПД, обладающие способностью преобразования солнечного излучения в электрическую энергию, что позволяет использовать в инженерных системах зданий практически неиспользуемые ранее фасады зданий и обеспечить дополнительную энергетическую эффективность светопрозрачных и фасадных конструкций;

– **вакуумные стеклопакеты:** впервые такие стеклопакеты появились на рынке в начале 1990-х гг., однако они имели не только хорошие теплотехнические характеристики, но и ряд серьезных ограничений по применению в большинстве зданий. Однако в последние годы был достигнут значительный прогресс в доведении этих перспективных конструкций до промышленного производства, поэтому следует ожидать резкого увеличения предложения подобных стеклопакетов во многих странах – ЕС, США, Китае, Японии и, может быть, в России, что позволит обеспечить значительное повышение теплотехнических характеристик традиционных оконных конструкций (рис. 1);

– **стеклопакеты с электрообогревом:** в последнее десятилетие стали очень распространенными светопрозрачные покрытия крыш, перекрытия атриумов, стеклянные козырьки и т. п., которые в условиях РФ требуют удаления снеговых отложений. Для таких конструкций, а также для удаления конденсата в ограждениях бассейнов, стали очень популярными стеклопакеты и стекла с электрообогревом, которые изготавливаются с использованием, как правило, стекол с твердым теплоотражающим покрытием. За счет подведения к теплоотражающему покрытию электрическо-

го тока возможно обеспечение регулирования температуры стекол в достаточно широких пределах. Также эффективным является применение подобных стеклопакетов в северных климатических зонах России для увеличения зоны комфорта в жилых и рабочих помещениях;

– **заполнение межстекольного пространства стеклопакетов аэрогелем:** попытки заполнения аэрогелем межстекольного пространства стеклопакетов проводятся с конца 1970-х гг. и связаны с уникальными теплотехническими характеристиками этого материала, открытого американским химиком Стивеном Кистлером в 1931 г. Однако, несмотря на потрясающе низкую теплопроводность аэрогеля и его высокую прочность, при практическом его использовании в стеклопакетах возникает целый ряд технологических проблем, связанных как с заполнением полости между стеклами, так и с его высокой гигроскопичностью. Кроме того, этот материал полупрозрачен, довольно дорог, что мешает его широкому применению. По некоторым данным, в последние годы достигнут значительный прогресс в использовании аэрогелей в оконной промышленности;

– **композитные материалы рамных конструкций:** для повышения прочности, исключения стальных усилителей в стандартных ПВХ профилях, а также для повышения теплотехнических характеристик окон в целом разработано целое поколение оконных профилей из различных композитных материалов, в том числе стекловолокна, комбинации ПВХ и стеклопластика, смеси деревянных опилок и ПВХ крошки и многих других. Большинство из них имеют, однако, ограниченное использование на сегодняшний день. В связи с повышением теплотехнических и экологических требований к оконным конструкциям в большинстве развитых стран, а также с необходимостью утилизации отходов от производства ПВХ и других видов оконных конструкций в последние годы многие крупные фирмы обратили на эти материалы повышенное внимание, что позволяет надеяться на расширение их использования в ближайшие годы.

Следует отметить, что повышение теплотехнических характеристик светопрозрачных конструкций происходит в настоящее время, в основном за счет «пассивных» мероприятий (увеличения числа камер в стеклопакете, числа стекол с селективным покрытием, использования более эффективных инертных газов, повышения толщины рамных профилей и пр.). Однако, как и в ситуации с непрозрачными ограждениями [6], такой подход к повышению сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций неэффективен в большинстве случаев с экономической точки зрения.

Кроме того, переход в массовом строительстве на современные герметичные окна со стеклопакетами наряду с положительными факторами, такими как удобство эксплуатации, снижение теплопотерь и улучшение акустических характеристик, привел к ухудшению воздушного режима помещений. Практически все оконные и фасадные конструкции «европейского образца» не обеспечивают нормативного воздухообмена в помещениях. Это приводит как к неблагоприятным условиям микроклимата в них, так и к появлению на внутренних откосах и стенах грибка и плесени. Предлагаемые многими фирмами-производителями окон «залповые проветривания» помещений некомфортны и нивелируют все усилия по повышению теплотехнических характеристик светопрозрачных конструкций, а также дискредитируют саму политику энергосбережения. Для улучшения

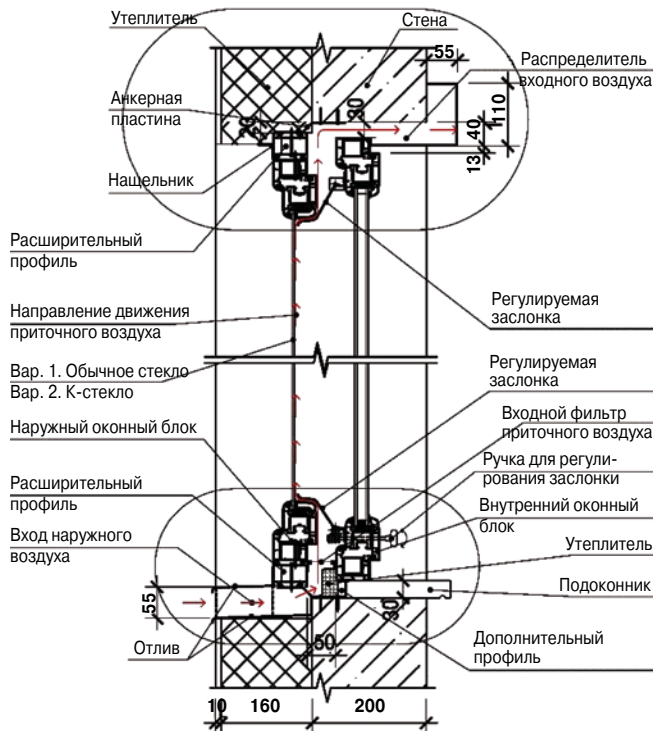


Рис. 3. Раздельный блок с использованием ПВХ-конструкций (стекло + стеклопакет)

вентиляции помещений (особенно в многоэтажных зданиях с естественной вентиляцией, которая в большинстве из них практически не работает) стали популярными так называемые вентиляционные клапаны – устройства для проветривания помещений (СТО НОСТРОЙ 2.23.61–2012 «ОКНА. Часть 1. Технические требования к конструкциям и проекти-

рованию»). Однако они несколько увеличивают стоимость светопрозрачных конструкций.

На основе предложенных авторами [7] новых принципов проектирования ограждающих конструкций стало возможным получить энергоэкономичные вентилируемые светопрозрачные конструкции, обеспечивающие как повышение их теплотехнических характеристик с возвратом (рекуперацией) значительной части теплового потока, ранее ушедшего в атмосферу, так и вентилирование наружным воздухом помещений через наружные ограждения, включая окна и фасады, фактически без дополнительных энергетических потерь.

Здание снаружи становится холоднее. Прохождение воздуха через специально организованную прослойку ведет к изменению температур ограждающих ее стенок, радиационного теплообмена между помещением, стеклами и теплоотражающими экранами. Более подробно механизм предлагаемого принципа функционирования современных энергоэффективных вентилируемых ограждающих конструкций (ЭВОК) описан ранее [6, 7, 8]. Как известно, передача теплоты через наружные ограждающие конструкции здания может происходить за счет теплопроводности, конвекции и излучения. При рассмотрении светопрозрачных ограждающих конструкций определяющей является теплопередача излучением.

Все вышеперечисленные составляющие теплотерь находятся во взаимосогласованной связи. При активном воздействии на механизм одной из них (к примеру, самой мощной, радиационной) за счет установки в созданной воздушной прослойке теплоотражающего экрана изменяются механизмы и условия действия и других составляющих теплотерь в связи с тем, что реальный теплоотражающий экран, отражая тепловое излучение обратно внутрь помещения, нагревается и сам, что изменяет температурное поле вблизи него. Очень важно место размещения экрана,

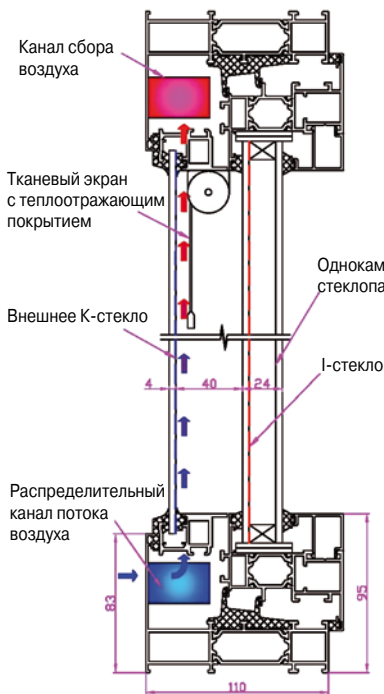


Рис. 4. Деревялоалюминиевый блок с активной рекуперацией выходящего теплового потока

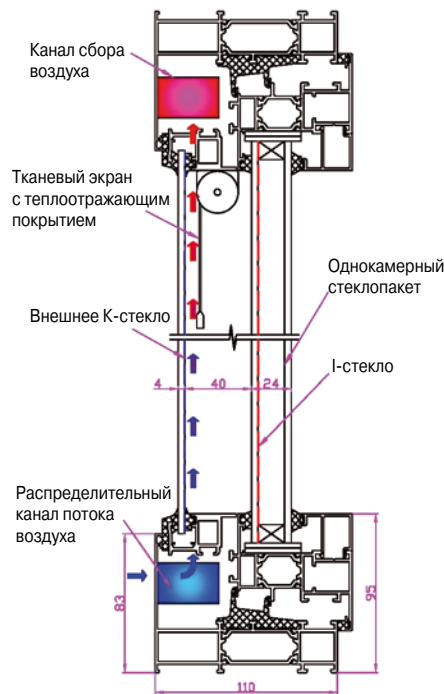


Рис. 5. Теплое алюминиевое окно с активной рекуперацией выходящего теплового потока

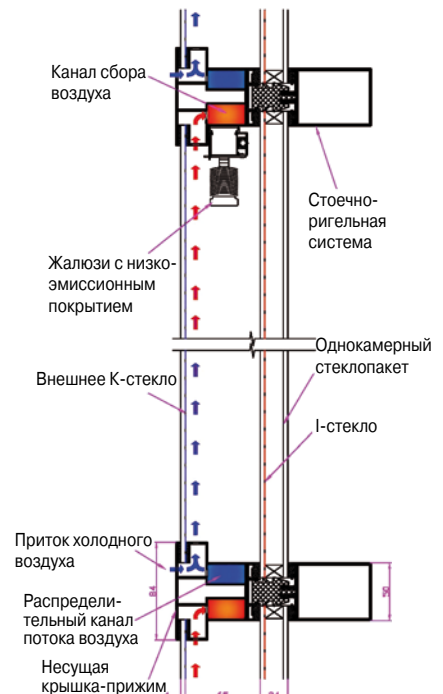


Рис. 6. Стойно-ригельная алюминиевая система с активной рекуперацией выходящего теплового потока



Рис. 7. Новый имидж старого здания (здание с двойным фасадом double-skin façade)

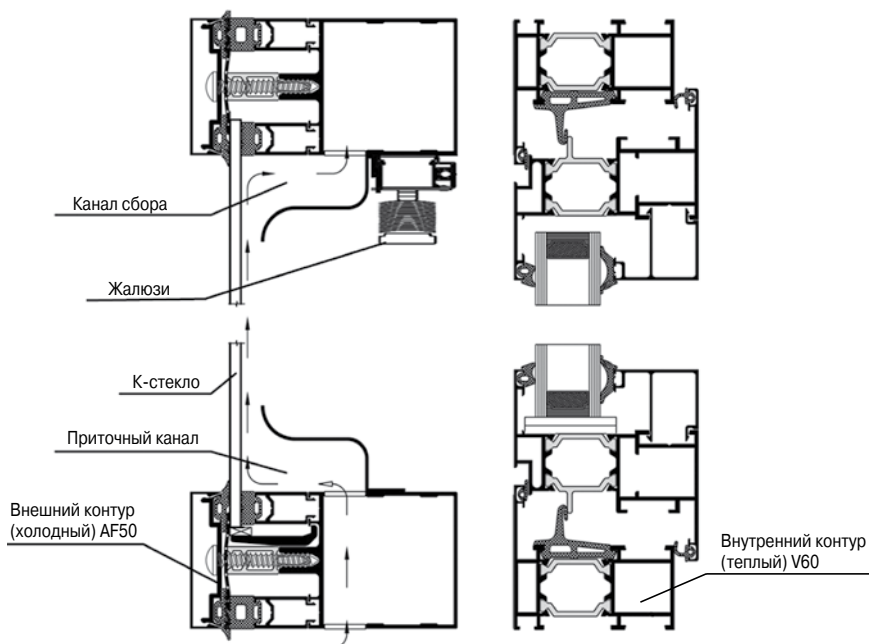


Рис. 8. Вариант двойного фасада с элементами активного энергосбережения

его характеристики и направление потока тепла от нагретого теплоотражающего экрана (уходит оно в атмосферу или возвращается, рекуперировано внутри помещения). Следует отметить, что совместное действие теплоотражающего экрана в воздушном промежутке и вентилирования через этот промежуток с активной рекуперацией тепла и влаги внутрь помещения наружным холодным воздухом **многokратно повышает тепловой эффект**, что доказано экспериментально в постановочных экспериментах [8, 9]. Характер описываемых процессов зависит от геометрии прослойки, теплофизических характеристик материалов, температуры внутреннего и наружного воздуха, расхода фильтрующегося воздуха, конструкции приемных и выводящих клапанов. Для каждого конкретного модуля энергоэффективных вентилируемых светопрозрачных ограждающих конструкций (ЭВСОК) эти параметры могут быть оптимизированы, а регулировка будет осуществляться только положением теплоотражающих экранов и расходом поступающего воздуха с применением рециркуляции вентвыбросов. Более подробно все эти процессы будут описаны в следующей статье цикла, в которой будут приведены результаты многовариантных исследований принципиально новых ограждающих конструкций (ЭВСОК), проведенных в НИИ строительной физики в 2013–2014 гг.

На основе предложенных авторами новых принципов было разработано несколько вариантов светопрозрачных ограждающих конструкций (рис. 3–6). Авторы благодарят компанию ADITIM и Олега Фомина за помощь в подготовке рис. 4–6 для настоящей статьи.

На рис. 3 приведена конструкция ЭВСОК, практически не требующая изменений в профильных системах, – здесь совмещены рамы из ПВХ профиля (одна с одинарным стеклом, вторая – со стеклопакетом), между которыми и организованы основные принципы продольно-поперечной вентиляции с активной рекуперацией теплового потока за счет усиления отражения от дополнительных экранов. Это достаточно простой способ модернизации светопрозрачной

конструкции, однако затратный. Тем не менее и он окупается за незначительное время за счет резкого повышения теплотехнических характеристик окна.

Достаточно просто осуществить реконструкцию популярных деревоалюминиевых оконных блоков (рис. 4) в соответствии с предлагаемыми авторами принципами – необходимы новые наружные алюминиевые профили. В пространстве между наружным стеклом и внутренним стеклопакетом размещается не только подъемный теплоотражающий экран (жалюзи), но и необходимые для эффективной вентиляции межстекольного пространства и обеспечения активной рекуперации теплового потока распределительные устройства входа наружного воздуха и сбора нагретого воздушного потока.

Аналогично модернизации деревоалюминиевого окна (рис. 4) решается и вопрос совершенствования под предлагаемые авторами принципы ЭВСОК с активной рекуперацией теплового потока теплого алюминиевого окна (рис. 5).

В современных алюминиевых стоечно-ригельных фасадных системах возможна установка стеклопакетов значительной толщины (до 75 мм и более). Это позволяет осуществить модернизацию большинства современных фасадов под разработанную авторами концепцию энергоэффективных вентилируемых светопрозрачных ограждающих конструкций. Реализация идеологии энергоэффективных вентилируемых фасадных конструкций в этом случае возможна как на стандартных стеклопакетах, так и на несколько модифицированных алюминиевых профилях (рис. 6). Кроме того, использование предлагаемых авторами принципов особенно интересно в распространенных сегодня элементных фасадах в связи с тем, что возможно снижение относительных затрат на модернизацию конструкций за счет использования систем распределения и сбора воздуха сразу на нескольких этажах.

Одной из главных проблем отечественного строительного комплекса и ЖКХ является необходимость модернизации зданий, построенных в эпоху индустриального домостроения (1950-е – начало 2000-х гг.), которые имеют

огромные теплотери через наружные ограждающие конструкции. Санация, как правило, проводится за счет дополнительного пассивного утепления фасадов и замены некоторых инженерных систем. Проведенный в 2011–2013 гг. в г. Москве мониторинг затрат на отопление и вентиляцию осуществленных проектов (более 150 объектов) показывает как энергетическую, так и экономическую неэффективность такого подхода.

В последние годы популярным способом реконструкции старых энергетически неэффективных зданий стало создание дополнительного второго фасада (рис. 7), что получило в зарубежной практике название «double-skin façade» (двойной фасад). Такой прием позволяет не только обеспечить современные энергосберегающие свойства ограждающих конструкций, но и удобство обслуживания фасадов, а также сохранение исторического вида архитектурных памятников. Конечно, такой способ санации зданий значительно дороже, чем тот, что в подавляющем большинстве случаев применяется в нашей стране. Но и результат «дополнительного утепления фасадов», получаемый в России, неутешителен.

Предлагаемые авторами энергоэффективные вентилируемые светопрозрачные ограждающие конструкции идеально подходят для устройства двойных фасадов с активной рекуперацией тепла и влаги и реконструкции старых зданий (рис. 8). При использовании наших предложений возможно обеспечить не только дополнительное утепление наружных ограждений и достичь значений приведенного сопротивления теплопередаче, которые запланированы в России к 2030 г., уже сегодня, но и обеспечить комфортный микроклимат в помещениях зданий. Кроме того, предварительные оценки показывают, что при использовании ЭВОК и ЭВСОК возможно минимизировать дополнительную наружную теплоизоляцию, что приведет к меньшему сроку окупаемости затрат на санацию зданий.

Следует заметить, что ограждающие конструкции с активной рекуперацией теплового потока и влаги, основанные на принципах, изложенных в настоящей статье, а также в предыдущих публикациях [6, 8], могут обеспечить не только значительное увеличение приведенного сопротивления теплопередаче и уменьшение теплотери из помещений [9], но и эффективно работают как в зимний период года (рекуперация теплового потока, уходящего из зданий), так и в летний жаркий период (снижение затрат на кондиционирование).

Кроме того, при повышении теплотехнических характеристик светопрозрачных конструкций за счет использования предлагаемых технологий активного энергосбережения появляется возможность увеличения относительной площади остекления фасадов, что приведет к более эффективному использованию естественного освещения в строительстве.

В заключение необходимо отметить, что реализация предложенных авторами энергоэффективных вентилируемых светопрозрачных ограждающих конструкций (ЭВСОК) может быть выполнена практически на всех видах оконных систем и профилей. Однако осуществление наших предложений не так просто, как это может показаться из приведенных выше схем (рис. 3–6, 8). Для каждого из типов конструкций необходимо проведение соответствующих расчетов модулей ЭВСОК, организация систем вентилирования воздушных прослоек, а также создание системы сменных/регулируемых теплоотражающих экранов. Тем не менее по-

лучаемый выигрыш в энергосбережении оправдывает, по мнению авторов, эти затраты.

В следующей статье будут приведены результаты экспериментальных исследований ЭВСОК, проведенных в НИИСФ в 2013–2014 гг.

Список литературы

1. Соловьев А.К. Физика среды. М.: АСВ, 2011. 342 с.
2. Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Развитие светопрозрачных конструкций в России // *Светотехника*. 2014. № 3. С. 46–51.
3. Спиридонов А.В. Выгодно ли устанавливать энергосберегающие окна? // *Энергосбережение*. 2013. № 3. С. 62–67.
4. Carmody J., Selkowitz S., Arasteh D., Heschong L. Residential Windows – A Guide to New Technologies and Energy Performance. New York: W.W. Norton, 2007. 256 p.
5. John Carmody, Stephen Selkowitz, Eleanor Lee, Dariush Arasteh, Todd Willmert «Window Systems High-Performance Buildings», New York: W.W. Norton, 2003. 400 p.
6. Ахмяров Т.А., Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Создание наружных ограждающих конструкций с повышенным уровнем теплозащиты // *Энергосбережение*. 2014. № 6. С. 26–33.
7. Ахмяров Т.А., Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Принципы проектирования и оценки наружных ограждающих конструкций с использованием современных технологий «активного» энергосбережения и рекуперации теплового потока // *Жилищное строительство*. 2014. № 6. С. 8–13.
8. Ахмяров Т.А., Беляев В.С., Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Система активного энергосбережения с рекуперацией тепла // *Энергосбережение*. 2013. № 4. С. 36–46.
9. Беляев В.С., Лобанов В.А., Ахмяров Т.А. Децентрализованная приточно-вытяжная система вентиляции с рекуперацией тепла // *Жилищное строительство*. 2011. № 3. С. 73–77.

References

1. Solovyov A.K. Fizika sredy [Fizika of the environment]. M.: ASV, 2011. 342 p.
2. Spiridonov A.V., Choubin I.L. Development of translucent designs in Russia. *Svetotekhnika*. 2014. No. 3, pp. 46–51. (In Russian).
3. Spiridonov A.V. Whether it is favorable to establish energy saving windows? *Energoberezhnie*. 2013. No. 3, pp. 62–67. (In Russian).
4. Carmody J., Selkowitz S., Arasteh D., Heschong L. Residential Windows – A Guide to New Technologies and Energy Performance. New York: W.W. Norton, 2007. 256 p.
5. John Carmody, Stephen Selkowitz, Eleanor Lee, Dariush Arasteh, Todd Willmert of «Window Systems High-Performance Buildings», New York: W.W. Norton, 2003. 400 p.
6. Akhmyarov T.A., Spiridonov A.V., Choubin I.L. Creation of the external protecting designs with the increased heat-shielding level. *Energoberezhnie*. 2014. No. 6, pp. 26–33. (In Russian).
7. Akhmyarov T.A., Spiridonov A.V., Choubin I.L. The principles of design and an assessment of the external protecting designs with use of modern technologies of «active» energy saving and recovery of a thermal stream. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 6, pp. 8–13. (In Russian).
8. Akhmyarov T.A., Belyaev V.S., Spiridonov A.V., Choubin I.L. Sistema of active energy saving with recovery of heat. *Energoberezhnie*. 2013. No. 4, pp. 36–46. (In Russian).
9. Belyaev V.S., Lobanov V.A., Akhmyarov T.A. Detsentralizovannaya forced-air and exhaust system of ventilation with recovery of heat. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2011. No. 3, pp. 73–77. (In Russian).

УДК 69.057.13:624.078

В.В. ДАНЕЛЬ, канд. техн. наук (vdanel@mail.ru)

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

Платформенные стыки с трубобетонными элементами сборных и монолитных зданий

Железобетонные плиты с целью уменьшения веса и соответственно нагрузки на стены, фундамент и основание целесообразно изготавливать из легкого бетона. Это имеет большое значение в зданиях с большим шагом несущих стен (4,8–7,2 м). Но легкий бетон имеет почти в два раза меньший начальный модуль упругости, что приводит к уменьшению вертикальной жесткости платформенного стыка. В зданиях с монолитными стенами из тяжелого бетона и перекрытиями из легкого тоже возникает эта проблема. Уменьшить деформативность и увеличить надежность и несущую способность платформенного стыка позволит использование в опорных участках плит трубобетонных элементов круглого, прямоугольного или другого сечения с тяжелым бетоном. При использовании в перекрытиях легкого бетона вертикальные нагрузки на стены, фундаменты и основания уменьшаются на 11% и более, поэтому продолжать использовать в перекрытиях тяжелый бетон экономически нецелесообразно.

Ключевые слова: платформенный стык, трубобетонный элемент, крупнопанельные здания с большим шагом несущих стен, легкий бетон, тяжелый бетон.

V.V. DANEL, Candidate of Sciences (Engineering)

Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavskoye Highway, 129337, Moscow, Russian Federation)

Platform Joints with Pipebeton Elements Prefabricated and Monolithic Buildings

Reinforced concrete slab in order to reduce the weight and consequently the load on the walls, foundation and base it is expedient to manufacture of lightweight concrete. This is important in buildings with a large step load-bearing walls (4.8–7.2 m). But the lightweight concrete is almost 2 times less than the initial modulus. This leads to a decrease in the vertical stiffness of the platform interface. In buildings with solid walls and heavy concrete beams of light is also affected by this problem. Reduce deformability and increase reliability and load-bearing capacity of the platform interface will allow the use of reference sites plates pipebeton elements of circular, rectangular or other cross-section with heavy concrete. When used in lightweight concrete slabs vertical load on the walls, foundations and bases are reduced by 11 percent or more. At a cost of lightweight concrete on par with the heavy. Therefore continue to be used in heavy concrete slabs is not economically feasible.

Keywords: joint platform, pipebeton element, large-panel buildings with a large step load-bearing walls, lightweight concrete, heavy concrete.

На рис. 1, а показаны изополю нормальных напряжений σ_y , на рис. 1, б – нормальных напряжений σ_x в платформенном стыке из тяжелого бетона с учетом изгибающих моментов в плитах перекрытий при среднем нормальном сжимающем напряжении в горизонтальном сечении стеновых панелей $\sigma_y = 4000$ кПа. Растворные швы не доходят до боковых граней стеновых панелей на 0,5 см с каждой стороны. На практике это означает учет срывов растворных швов и пониженной прочности части шва на границе с воздухом. Материал стеновых панелей и плит перекрытий – бетон тяжелый класса по прочности В20. Растворные швы из цементного раствора М150 [1].

При этом среднее напряжение в горизонтальном сечении по растворным швам при ширине площадки опирания 13 см составляет 4923 кПа. При сжатии платформенного стыка в работе участвует участок плит перекрытий шириной, почти в четыре раза превышающей толщину стеновой панели. Причем прилегающий средний участок

шириной в две толщины панели уменьшается в толщине, а крайние, шириной по одной толщине, увеличиваются.

При сжатии платформенного стыка имеет место эффект выдавливания плит перекрытий из стыка. Плиты перекрытий начиная с 3-го сверху этажа крупнопанельных зданий находятся в условиях упругого защемления в платформенных стыках. Потому что каждая из пар сил по поверхностям

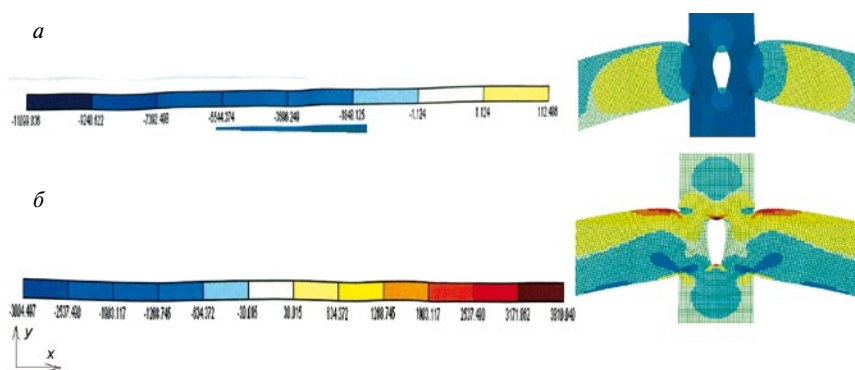


Рис. 1. Изополю нормальных напряжений σ_y (а) и нормальных напряжений σ_x (б) в платформенном стыке из тяжелого бетона с учетом изгибающих моментов в плитах перекрытий, кПа

контакта от изгибающего момента по периметру плит может быть в несколько раз меньше сил трения по этим же поверхностям. Изгибающие моменты вносят свой вклад в деформацию платформенного стыка и распределение напряжений.

Растягивающие напряжения σ_x в плитах перекрытия в пределах стыка накладываются на зону с наиболее интенсивными сжимающими напряжениями σ_y . В результате разрушение обычного платформенного стыка происходит по плитам перекрытий по вертикальным плоскостям в пределах стеновых панелей на небольшом расстоянии от их наружных граней [2].

Легкий бетон имеет почти в два раза меньший начальный модуль упругости. Это приводит к уменьшению вертикальной жесткости платформенного стыка. В зданиях с монолитными стенами из тяжелого бетона и перекрытиями из легкого бетона тоже возникает эта проблема.

Уменьшить деформативность и увеличить надежность и несущую способность платформенного стыка позволяет использование в опорных участках плит трубобетон-

ных элементов круглого, прямоугольного или другого сечения с тяжелым бетоном (Данель В.В. Патент на изобретение № 2014125013 (040704) от 20.06.2014).

На рис. 2 представлен платформенный стык с трубобетонными элементами в здании с монолитными стенами из тяжелого бетона и перекрытиями из легкого бетона. На рис. 3 показан платформенный стык с трубобетонными элементами в крупнопанельном здании между внутренними стенами из тяжелого бетона с перекрытиями из легкого бетона.

Платформенный стык с трубобетонными элементами (рис. 2, 3) состоит из торцов верхней 1 и нижней 2 стен, горизонтальных верхнего 3 и нижнего 4 растворных или бетонных швов, одной или двух плит 5 между швами, вертикального растворного или бетонного шва 6 между плитами, трубобетонных элементов 7 в опорных или опорных и приопорных участках плит, анкерных стержней 8.

Под опорным участком понимают участок плиты перекрытия в пределах боковых граней стеновых панелей. Но

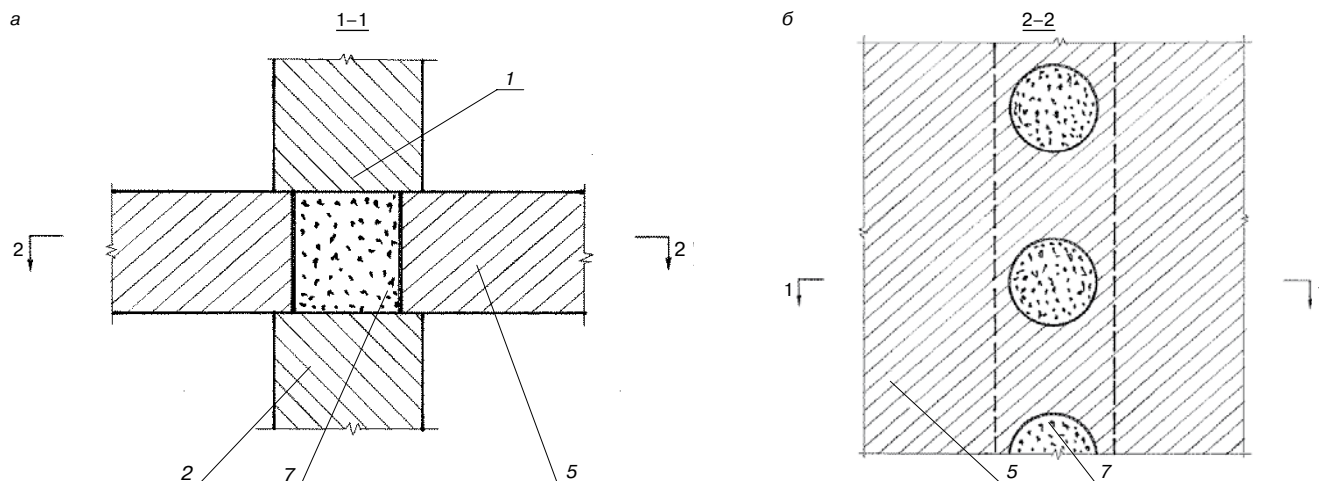


Рис. 2. Платформенный стык с трубобетонными элементами в здании с монолитными стенами из тяжелого бетона и перекрытиями из легкого бетона: а – поперечное сечение 1–1; б – продольное сечение 2–2

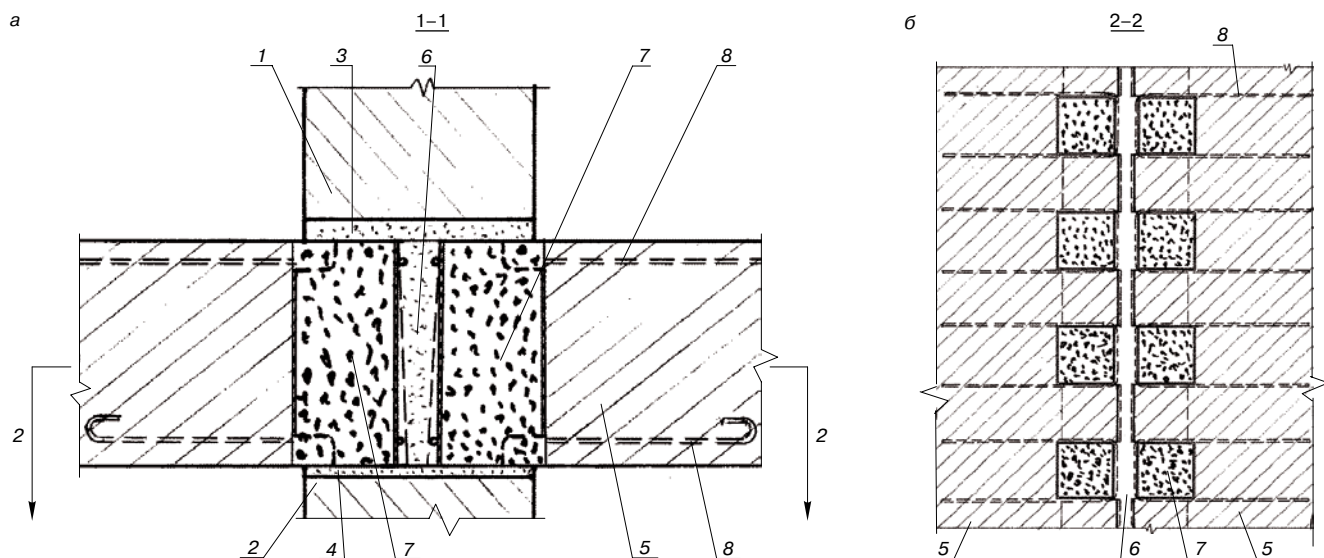


Рис. 3. Платформенный стык с трубобетонными элементами в крупнопанельном здании между внутренними стенами из тяжелого бетона с перекрытиями из легкого бетона: а – поперечное сечение 1–1; б – поперечное сечение 2–2

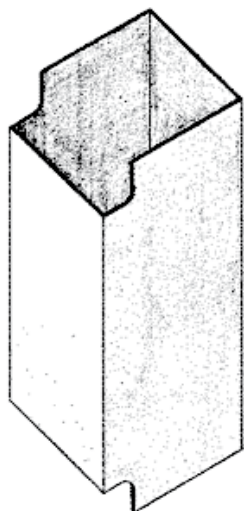


Рис. 4. Оболочка трубобетонного элемента квадратного поперечного сечения с вырезами

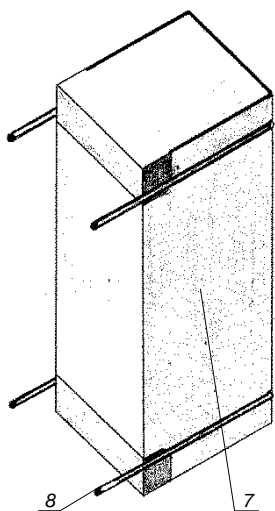


Рис. 5. Оболочка трубобетонного элемента квадратного поперечного сечения с вырезами, заполненная бетоном; 8 – трубобетонный элемент, соединенный с анкерными арматурными стержнями (стержни условно обрезаны)

так как бетон является связным материалом, в работе платформенного стыка участвует участок плит длиной около 4 толщин стеновой панели. Участки длиной по 1,5 толщины стеновой панели в каждую сторону от боковых граней панели называются приопорными: они также участвуют в работе платформенного стыка.

При этом надо иметь в виду, что оболочка трубобетонных элементов должна быть защищена от воздействия огня во время пожара. Для этого при необходимости она может иметь вырезы. На рис. 4 представлена оболочка трубобетонного элемента квадратного поперечного сечения с вырезами.

На рис. 5 представлена оболочка трубобетонного элемента квадратного поперечного сечения с вырезами, заполненная бетоном, – трубобетонный элемент, соединенный с анкерными арматурными стержнями (стержни условно обрезаны).

Анкеровка трубобетонных элементов осуществляется соединением их с арматурными стержнями и/или выступами в виде болтов с гайками и т. п.

Установка трубобетонных элементов при возведении монолитных зданий производится на строительной площадке, в опорных торцах сборных плит перекрытий – на заводском конвейере в индивидуальных формах.

В зданиях с большим шагом несущих стен (4,8–7,2 м) существует проблема больших нагрузок на стены. Из-за этого приходится ограничивать их этажность. Решением этой проблемы может быть изготовление плит перекрытий: сборных и монолитных, из легкого бетона. В этом случае вес самих плит уменьшается на 40%, вертикальные нагрузки на стены, фундаменты и основания – на 11% и более. Уменьшение нагрузки на вертикальные несущие конструкции повышает их огнестойкость по несущей способности при пожаре. Перекрытия из керамзитобетона обладают большей огнестойкостью. Уменьшить деформативность и увеличить надежность и несущую способность платформенного стыка с перекрытиями из легкого бетона позволит использование в опорных участках плит тру-

бобетонных элементов с тяжелым бетоном. По стоимости легкий бетон сравнялся с тяжелым. Поэтому продолжать использовать в перекрытиях тяжелый бетон экономически нецелесообразно. Применение трубобетонных элементов в стыках поможет отказаться от применения тяжелого бетона в перекрытиях.

Список литературы

1. Данель В.В., Кузьменко И.Н. Напряженно-деформированное состояние платформенных стыков крупнопанельных зданий с учетом изгибающих моментов от плит перекрытий // *Бетон и железобетон*. 2010. № 4. С. 19–22.
2. Грановский А.В., Смилянский А.Л. К численной оценке предельной несущей способности платформенных стыков // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2007. № 2. С. 14–19.

References

1. Danel V.V. Kuz'menko I.N. Stress-strain state of the platform joints of large buildings, taking into account the bending moments of slabs. *Beton i zhelezobeton*. 2010. No. 4, pp. 19–22. (In Russian).
2. Granovsky A.V., Smilyanskii A.L. For a numerical estimate ultimate bearing capacity of platform joints. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzhenii*. 2007. No. 2, pp. 14–19. (In Russian).

Подписка на электронную версию



Актуальная информация для всех работников
строительного комплекса

ЖИЛИЩНО-
СТРОИТЕЛЬСТВО

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

УДК 693.8 : 69.056.1

Л.М. КОЛЧЕДАНЦЕВ¹, д-р техн. наук (orgf@spbgasu.ru);
А.Н. УЛЬШИН², ведущий инженер-конструктор (lesha.ul@mail.ru)

¹ Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
(190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4)

² ООО «СтройИнвестПроект» (197198, г. Санкт-Петербург, ул. Маркина, 16а, литер А, помещение 2-Н)

Повышение комплексной технологичности стальной стержневой конструкции путем совершенствования конструктивно-технологического решения

Систематизированы существующие исследования повышения комплексной технологичности. Проведен анализ данных исследования с позиции влияния на технологичность отдельных процессов. Определены эффекты, возникающие в результате применения существующих способов повышения комплексной технологичности на трех стадиях: проектирования, изготовления, монтажа с позиции интересов организации, изготавливающей и монтирующей стальные стержневые конструкции. На основании анализа существующих способов повышения комплексной технологичности на стадии проекта выявлена дополнительная возможность оптимизации технологичности изготовления и монтажа. Поставлен ряд научных задач для получения возможности повышения комплексной технологичности за счет совершенствования конструктивно-технологического решения в организации, изготавливающей и монтирующей данные конструкции. Сформирован следующий способ повышения комплексной технологичности: совершенствование конструктивно-технологического решения стальных стержневых конструкций обеспечивается путем подбора оптимального варианта геометрической формы конструкции (подбираются варианты с близкими значениями конструктивной технологичности) и оптимизации отдельных частей конструкции.

Ключевые слова: комплексная технологичность, технологичность изготовления и монтажа, стальные конструкции, повышение технологичности.

L.M. KOLCHEDANTSEV¹, Doctor of Sciences (Engineering) (orgf@spbgasu.ru); A.N. UL'SHIN², Leading Engineer-Designer (lesha.ul@mail.ru)

¹ Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (4, 2-ya Красноармейская Street, 190005 Saint Petersburg, Russian Federation)

² ООО «СтройИнвестПроект» (Placement 2-H, Letter A, 16a, Markina Street, Saint Petersburg, 197198, Russian Federation)

Improvement of Complex Constructability of Steel Lattice Structure by Means of Enhancing the Structural-Technological Conception

Existing studies of improving the complex constructability are systematized. The analysis of data from the position of the influence on the constructability of some processes has been made. Effects appearing as a result of the use of existing methods of improving the complex constructability at three stages – designing, producing and installing - have been determined from the position of the organization producing and installing steel lattice structures. On the basis of the analysis of existing methods of improving the complex constructability at the design stage an additional possibility to optimize the constructability of production and installation has been revealed. A number of research tasks for obtaining the possibility to improve the complex constructability due to the enhancement of the structural-technological concept in the organization that produces and installs these structures have been set. The following method of improving the complex constructability has been formed: the improvement of the structural-technological concept of steel lattice structures is ensured by selecting the optimal variant of the geometric shape of the structure (variants with close levels of structural constructability are selected) and optimization of some parts of the structure.

Keywords: complex constructability, constructability of production and installation, steel structures, improvement of constructability.

Одним из наиболее важных способов оптимизации технологических процессов в проектировании, изготовлении, транспортировке и монтаже стальных конструкций является повышение комплексной технологичности.

Анализ представленных в табл. 1 данных [1–7] с точки зрения влияния на технологичность отдельных процессов позволил авторам составить табл. 2, в которой отражены эффекты, возникающие в результате применения существующих способов повышения комплексной технологичности на трех стадиях, с позиции интересов организации, изготавливающей и монтирующей стальные стержневые конструкции. Основным требованием для возможности применения в организации, изготавливающей и монтирующей данные конструкции, является высокая точность определения показателей технологичности (включение в

них оптимального количества параметров технологичности изготовления и монтажа и параметров конструкции) с учетом различий в технологии изготовления и монтажа [8, 9].

На основании анализа существующих способов повышения комплексной технологичности на стадии проекта авторы выявили дополнительную возможность оптимизации технологичности изготовления и монтажа и в связи с этим необходимость решения ряда научных задач для получения возможности повышения комплексной технологичности за счет совершенствования конструктивно-технологического решения в организации, изготавливающей и монтирующей данные конструкции (на стадии, когда известна технология изготовления и монтажа).

Основными научными задачами являются:

Таблица 1

Существующие способы повышения комплексной технологичности конструирования, изготовления, транспортировки и монтажа стальных и железобетонных конструкций

Процессы в составе комплексного показателя	Описание способа повышения	Ссылка в списке литературы
Металлоконструкции		
Конструирование, изготовление, монтаж	Вариативное проектирование конструкций (вариативность шага колонн, пролета) при укрупненном учете массы конструкции, трудоемкости изготовления и монтажа. Трудоемкость изготовления и монтажа определяется по укрупненным нормам ЕНиР или формулам зависимости от двух параметров – массы и длины без учета технологий изготовления и монтажа. Технологичность конструирования, изготовления, монтажа оценивается в масштабе всего здания, а не на уровне одной конструкции	Коклюгина Л.А. (Коклюгина Л. А. Оценка и выбор конструктивного решения металлических конструкций для реализации инвестиционного проекта. Дисс... канд. техн. наук. Казань, 2000.125 с.) Кузнецов И.Л., Салахутдинов М.А., Гимранов Л.Р [1], Салахутдинов М.А., Кузнецов И.Л. [2], Гончаренко Д.Ф., Евель С.М. [3]
Конструирование, изготовление	Вариативность проектирования положения узлов внутри стержневой конструкции (изменение плоских координат узлов, связывающих стержни). Определение оптимального положения узлов происходит исходя из поиска минимальной суммы затрат на материал (периметр пластины) и трудоемкости операций сварки, резки пластин при изготовлении	Алексейцев А.В. [4]
Конструирование, изготовление, транспортировка, монтаж	Вариативность проектирования форм и с ними множество критериев оценки процессов конструирования, изготовления, транспортировки и монтажа описательного характера. На стадии проектирования учитываются некоторые общие требования по технологичности изготовления и монтажа, приемлемые для всех технологий	Исаев А.В., Кузнецов И.Л [5]
Железобетонные конструкции		
Конструирование и эксплуатация	Комплексная оценка технологичности на стадии проекта с учетом двух периодов – строительства и эксплуатации. С учетом оптимального сочетания минимального расхода материала и эксплуатационных расходов (отопление).	Шаленный В.Т., Папирный Р.Б. [6], Хромец Ю.Н., Гелайко В.Б. [7]

Таблица 2

Оценка влияния способа повышения комплексной технологичности на технологичность отдельных процессов с позиции интереса организации, изготавливающей и монтирующей стальные конструкции

Актуальный источник	Технологичность монтажа	Технологичность изготовления	Конструктивная технологичность
[1–3]	Технологичность монтажа определяется одним параметром – трудоемкостью монтажа. Трудоемкость монтажа определяется двумя способами: – по нормам ЕНиР; – по формуле зависимости от массы и длины. По нормам ЕНиР и формуле зависимости от массы и длины не учитываются различия в технологии монтажа конструкций, но тем не менее приблизительно значения трудоемкости монтажа могут быть близки к фактическим при рассмотрении конструкций до 12 м. В случае монтажа конструкций свыше 12 м значительное влияние оказывают операции укрупнения, которые зависят от параметра укрупняемого узла, используемых вспомогательных средств, что не может быть учтено ЕНиР и формулой зависимости только лишь от массы и длины	Технологичность изготовления определяется одним параметром – трудоемкостью изготовления. Трудоемкость изготовления определяется двумя способами: – по нормам ЕНиР; – по формуле зависимости от массы и длины. Прогнозирование повышения технологичности изготовления возможно при одной устаревшей технологии изготовления на заводе. В случае изготовления по современной технологии или на монтажном участке изменение технологичности изготовления не прогнозируется	Конструктивная технологичность повышается за счет вариантного проектирования схем здания (поиска оптимального шага колонн, пролета)
[4]	Влияния на показатель технологичности монтажа нет, так как изменение положения промежуточных узлов не влияет на трудоемкость монтажа	Технологичность изготовления повышается при любых технологиях изготовления. Оптимизация изготовления частичная, так как повышение технологичности изготовления происходит за счет уменьшения трудоемкости лишь некоторых операций изготовления – сварки, резки пластин за счет изменения углов между стержнями и, как следствие, изменения длины сварных швов и периметра пластин	Конструктивная технологичность практически не меняется исходя из того, что оптимизация происходит в рамках одной конструкции за счет изменения положения промежуточных узлов
[5]	Оптимизация технологичности монтажа частичная, так как уменьшение трудоемкости монтажа происходит только за счет трудоемкости операции постоянного закрепления. (При любых технологиях монтажа трудоемкость операции постоянного закрепления имеет одинаковые значения.)	Оптимизация технологичности изготовления частичная, так как повышение технологичности изготовления происходит только за счет уменьшения трудоемкости операций сварки и сборки. (При любых технологиях изготовления трудоемкость операции сварки и сборки имеет одинаковые значения.)	Конструктивная технологичность не изменяется, так как рассматриваются одинаковые по форме конструкции; оптимизация идет в рамках одного типа конструкций
[6, 7]	Технологичность монтажа не имеет в исследовании высокой значимости, данное обстоятельство никак не учитывает интересы монтирующей организации	Технологичность изготовления не имеет в данном исследовании высокой значимости, данное обстоятельство никак не учитывает интересы изготавливающей организации	Применительно к стальным стержневым конструкциям конструктивная технологичность имеет первостепенное значение, технологичность эксплуатационную можно вообще не учитывать

– оценка технологичности изготовления и монтажа с учетом всех возможных технологий изготовления и монтажа в организации, изготавливающей и монтирующей стальные стержневые конструкции;

– оценка технологичности изготовления и монтажа с учетом всех значимых параметров технологичности и параметров конструкций: стержня, краевых узлов, промежуточных узлов, укрупнительных узлов;

– повышение технологичности изготовления и монтажа без уменьшения конструктивной технологичности.

Учитывая научные задачи, выдвинутые авторами, сформирован следующий способ повышения комплексной технологичности: совершенствование конструктивно-технологического решения стальных стержневых конструкций обеспечивается путем подбора оптимального варианта геометрической формы конструкции (подбираются варианты с близкими значениями конструктивной технологичности), оптимизации отдельных частей конструкции.

Подбор оптимального варианта геометрической формы происходит путем оценки параметров вариантных типов конструкций и определения на основании их: конструктивной технологичности, технологичности изготовления, техно-

логичности монтажа и далее комплексной технологичности в условиях конкретной технологии изготовления и монтажа, на основании значения которой и делается выбор.

Оптимизация отдельных частей (узел, стержень) конструкции происходит за счет изменения значений параметров этих частей, имеющих наибольшее влияние на комплексную технологичность.

Такой подход позволяет увеличить комплексную технологичность по сравнению с традиционным вариантным проектированием.

Основные преимущества предлагаемого авторами способа повышения технологичности:

– совершенствование технологичности происходит за счет поиска альтернативных проектному варианту типов конструкции (несущих одинаковую нагрузку, имеющих одну длину, одну полезную площадь и близкие массы), которые обладают большей технологичностью изготовления и монтажа при определенных технологиях в организации;

– оценка технологичности изготовления и монтажа с учетом всех значимых параметров технологичности и параметров конструкций – стержня, краевых узлов, промежуточных узлов, узлов укрупнения при всех возможных технологиях изготовления и монтажа.

Список литературы

1. Кузнецов И.Л., Салахутдинов М.А., Гимранов Л.Р. Новые конструктивные решения стальных каркасов легких многопролетных зданий // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2011. № 1. С. 88–92.
2. Салахутдинов М.А., Кузнецов И.Л. Оптимизация параметров нового конструктивного решения стального каркаса многопролетного здания // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2012. № 2. С. 94–98.
3. Гончаренко Д.Ф., Евель С.М. Определение показателей технологичности металлических конструкций // *Научный вестник строительства* // 2009. № 51. С. 15–18.
4. Алексейцев А.В. Эволюционная оптимизация стальных ферм с учетом узловых соединений стержней // *Инженерно-строительный журнал*. 2013. № 5. С. 28–37.
5. Исаев А.В., Кузнецов И.Л. Вариантность критериев оптимальности при синтезе рационального конструктивного решения на примере стропильных ферм // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2009. № 1 (11). С. 92–98.
6. Шаленный В.Т., Папирык Р.Б. Повышение технологичности проектных решений монолитных и сборно-монолитных зданий и сооружений // *Промышленное и гражданское строительство*. 2010. № 2. С. 19–21.
7. Хромец Ю.Н., Гелайко В.Б. Выбор рациональных проектных решений с учетом затрат на эксплуатацию зданий // *Промышленное и гражданское строительство*. 2008. № 4. С. 40–42.
8. Еремеев П.Г. Научно-техническое сопровождение при проектировании, изготовлении и монтаже металлоконструкций // *Монтажные и специальные работы в строительстве*. 2007. № 3. С. 28–42.
9. Рябов С.А., Лугачева Н.А. Технологичность конструкций. Кемерово: КузГТУ, 2006. 65 с.

References

1. Kuznecov I.L., Salahutdinov M.A., Gimranov L.R. New constructive solutions of steel frameworks of easy multiflying buildings. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2011. No. 1, pp. 88–92. (In Russian).
2. Salahutdinov M.A., Kuznecov I.L. Optimization of parameters of the new constructive solution of a steel framework of the multiflying building. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2012. No. 2, pp. 94–98. (In Russian).
3. Goncharenko D.F., Evel' S.M. Definition of indicators of technological effectiveness of metal designs. *Nauchnyj vestnik stroitel'stva*. 2009. No. 51, pp. 15–18. (In Russian).
4. Alekseyceev A.V. Evolutionary optimization of steel farms taking into account nodal connections of cores. *Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal*. 2013. No. 5, pp. 28–37. (In Russian).
5. Isaev A.V., Kuznecov I.L. Alternativeness of criteria of an optimality at synthesis of the rational constructive decision on the example of rafter farms. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2009. No. 1, pp. 92–98. (In Russian).
6. Shalennyj V.T., Papiryk R.B. Increase of technological effectiveness of design solutions of monolithic and combined and monolithic buildings and constructions. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2010. No. 2, pp. 19–21. (In Russian).
7. Hromec Ju.N., Gelajko V.B. Choice of rational design decisions taking into account costs of operation of buildings. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2008. No. 4, pp. 40–42. (In Russian).
8. Eremeev P.G. Scientific and technical maintenance at design, production and installation of a metalwork. *Montazhnye i special'nye raboty v stroitel'stve*. 2007. No. 3, pp. 28–42. (In Russian).
9. Ryabov S.A., Lugacheva N.A. Tekhnologichnost' konstruksiy [Technological effectiveness of designs]. Кемерово: КузГТУ. 2006. 65 p.

УДК 628.8

О.Д. САМАРИН, канд. техн. наук (samarin1@mtu-net.ru)

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

Выбор относительной влажности внутреннего воздуха при использовании роторных регенераторов в системах теплоутилизации

Рассмотрен процесс изменения состояния влажного воздуха в системе механической вентиляции или кондиционирования воздуха при использовании утилизации теплоты по схеме с роторным регенератором с целью предварительного подогрева притока в холодный период года. Приведены правила построения эквивалентного «сухого» процесса охлаждения воздуха при наличии конденсации водяных паров в теплоизвлекающей части регенератора. Исследованы особенности теплопередачи в роторных регенераторах при наличии конденсации и изложен алгоритм расчета фактического количества утилизируемой теплоты в зависимости от принятого значения относительной влажности внутреннего воздуха с учетом построения процесса охлаждения в I-d-диаграмме. Дана оценка влияния внутренней влажности на суммарные теплотраты, необходимые для подогрева притока, и определено оптимальное значение влажности. Изложение проиллюстрировано числовыми и графическими примерами.

Ключевые слова: теплоутилизация, конденсат, роторный регенератор, температурная эффективность, относительная влажность.

O.D. SAMARIN, Candidate of Sciences (Engineering) (samarin1@mtu-net.ru)

Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl Highway, 129337, Moscow, Russian Federation)

The Choice of Relative Humidity of Indoor Air in the Course of Using Rotor Regenerators in Systems of Heat Recovery

The process of change in the state of humid air in the system of mechanical ventilation and conditioning of air when the heat recovery is used according to the scheme with the rotor regenerator for preliminary heating of air inflow during the cold season of the year is considered. Rules of developing the equivalent "dry" process of air cooling when the condensation of water vapors takes place in the heat removing section of the regenerator are presented. The peculiarities of heat transfer in rotor regenerators in the presence of condensation were studied; the algorithm of calculation of factual amount of the recovered heat depending on the accepted value of the relative humidity of indoor air with due regard for the construction of the cooling process in the I-d-diagram is presented. The evaluation of influence of internal humidity on overall heat input necessary for heating the air inflow is made; the optimal value of humidity is determined. The presentation is illustrated with numerical and graphical examples.

Keywords: heat recovery, condensate, rotor regenerator, temperature efficiency, relative humidity.

Проблема снижения энергопотребления при строительстве и эксплуатации здания и его инженерных систем является чрезвычайно актуальной. Особое значение она приобретает в настоящее время в связи с принятием Федерального закона № 261 от 23 ноября 2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Различные подходы к решению этой проблемы высказывались рядом авторов как в нашей стране, так и за рубежом [1–5].

В системах вентиляции и кондиционирования воздуха уменьшить энергозатраты можно различными способами. В первую очередь необходимо рационально выбирать расчетные параметры внутреннего микроклимата, чтобы сократить до минимума расход теплоты и холода на обработку приточного воздуха. Поэтому для холодного периода года, когда речь идет в основном о подогреве и увлажнении притока, ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» предусматривает для основной части зданий пониженную относительную влажность $\varphi_{\text{в}}$. Ее оптимальный диапазон составляет 30–45%, в отличие от теплого периода, когда

возможно увеличение $\varphi_{\text{в}}$ до 60%. Так получается потому, что именно на испарение воды в процессе повышения влажностного содержания притока расходуется значительная часть общих теплотрат.

Представляет интерес вопрос о выборе оптимальной величины $\varphi_{\text{в}}$ при использовании роторных регенеративных теплообменников для утилизации теплоты вытяжного воздуха. Несмотря на некоторые недостатки и ограничения, в последнее время использование подобных устройств постепенно расширяется, главным образом из-за повышенной по сравнению с другими типами утилизаторов температурной эффективности. На рис. 1 представлено изображение соответствующих процессов обработки воздуха в I-d-диаграмме, где сделаны следующие допущения:

– принято, что точка У, показывающая состояние уходящего из помещения воздуха, совпадает с точкой состояния внутреннего воздуха в помещении В, поскольку рассматривается перемешивающая вентиляция;

– процесс изменения состояния воздуха в помещении является изотермическим, поскольку предполагается, что отопительные приборы оборудованы автоматическими терморегуляторами и, следовательно, снижают свою теплоот-

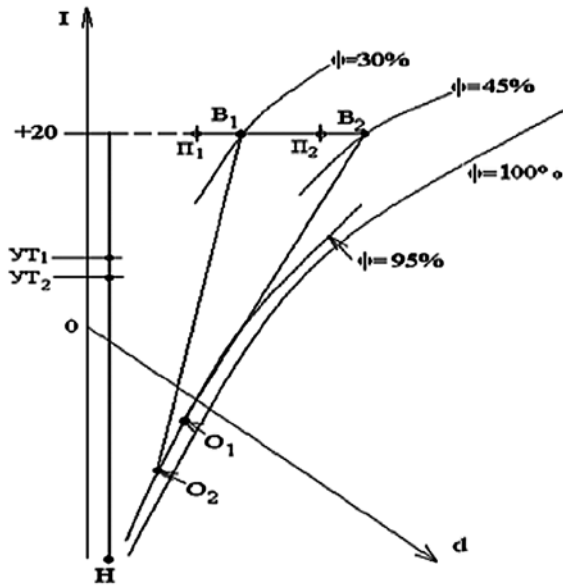


Рис. 1. Процессы обработки воздуха в I-d-диаграмме при теплоутилизации с использованием роторного регенератора

дачу по мере появления теплопоступлений, так что избытки явной теплоты равны нулю;

- пренебрегается незначительным повышением температуры притока в вентиляторе;

- считается, что расходы приточного и уходящего воздуха равны, что позволяет добиться максимально возможной температурной эффективности [6–8] и одновременно дает возможность использовать простейшие формулы для ее расчета в зависимости от конструктивных параметров аппарата.

Остальные обозначения имеют следующий смысл: точка Н – наружный воздух; УТ – подогретый в регенераторе; П – приточный; О – охлажденный после регенератора в вытяжной части установки. Процесс увлажнения притока показан условно в виде изотермы, продолжающей процесс в помещении, поскольку для расчета суммарных затрат теплоты и влаги имеют значение только начальное и конечное состояние воздуха, но не конкретный путь, соединяющий соответствующие точки.

При этом в отличие от схемы с промежуточным теплоносителем, где положение точки О практически фиксировано исходя из минимальной температуры поверхности теплообмена, принимаемой не ниже +2° из условия незамерзания конденсата, для роторных регенераторов такое ограничение отсутствует. В самом деле, частота вращения ротора не слишком велика и обычно лежит в диапазоне 6–12 мин⁻¹. С одной стороны, это позволяет ограничить захват вытяжного воздуха и перенос его пластинами насадки в приток. В то же время продолжительность пребывания насадки в потоке вытяжного воздуха при этом в любом случае не превышает нескольких секунд, но за это время сколько-нибудь существенного намерзания конденсата не происходит либо он успевает оттаять в период прогрева пластин. Поэтому можно принять любой коэффициент температурной эффективности регенератора, который обеспечивают технические характеристики конкретного аппарата. Для рассматриваемого расчета было использовано значение $k_{эф} = 0,75$, которое лежит в характерном диапазоне 0,6–0,85 [6, 7].

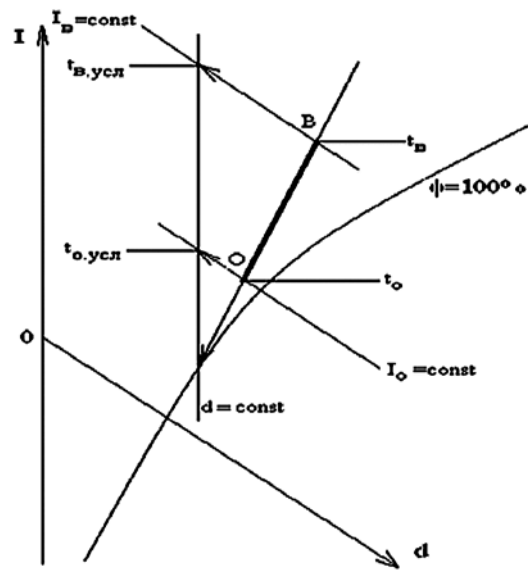


Рис. 2. Построение в I-d-диаграмме условного «сухого» процесса охлаждения воздуха

Обычно охлаждение влажного воздуха в поверхностных теплообменниках при условии выпадения конденсата рассчитывается с помощью введения эквивалентного «сухого» процесса, при построении которого на I-d-диаграмме определяются условные начальная и конечная температуры. Способ построения показан на рис. 2. Исходя из этого, в выражении для $k_{эф}$ нужно использовать именно $t_{в,усл}$ и $t_{о,усл}$:

$$k_{эф} = \frac{t_{ум} - t_n}{t_{в,усл} - t_n} = 1 - \frac{t_{в,усл} - t_{о,усл}}{t_{в,усл} - t_n}, \text{ откуда}$$

$$t_{о,усл} = t_{в,усл} (1 - k_{эф}) + t_n k_{эф}. \quad (1)$$

Поскольку относительная влажность в точке О (ϕ_o) составляет порядка 95%, условная температура $t_{о,усл}$ очень близка к действительной t_o . В большинстве случаев можно считать, что $t_{о,усл} = t_o + 0,5^\circ$. В то же время величину $t_{в,усл}$ можно выразить через t_b из условия постоянства энтальпии:

$$t_{в,усл} = t_b + 2,48(d_b - d_o + 0,3), \text{ где } d_o = 630 \frac{P_{нас}(t_o)}{B} \cdot \frac{\phi_o}{100}, \quad (2)$$

где t_n – температура наружного воздуха и B – барометрическое давление, которые для условий г. Москвы по СНиП 23-01-99* «Строительная климатология» составляют соответственно –28°С и $9,9 \cdot 10^4$ Па, а давление насыщенного пара $P_{нас}$ вычисляется при температуре t_o по известным зависимостям (Самарин О.Д. Основы обеспечения микроклимата зданий. М.: Изд-во АСВ. 2014. 208 с.). При этом, опять-таки из-за близости ϕ_o к 100%, можно полагать, что влагосодержание для вспомогательной линии $d = const$, необходимой для построения на рис. 2, можно с достаточно большой точностью принять на уровне $d_o - 0,3$, что и было учтено в записи формулы (2). Что же касается параметра d_b , он рассчитывается исходя из температуры t_b , равной в данном случае +20°С, и текущего значения относительной влажности ϕ_b .

Если теперь подставить выражение для $t_{в,усл}$ в формулу (1), получаем уравнение с одним неизвестным – температурой в точке О. Поскольку оно является существенно

Параметры состояния влажного воздуха
для основных точек на рис. 1

$\phi_{в}, \%$	$I_{в}, \text{кДж/кг}$	$t_{о}, \text{°C}$	$I_{о}, \text{кДж/кг}$ при $\phi_{о}=95\%$	$I_{п}, \text{кДж/кг}$	$q_{уд}, \text{Вт/(кг/ч)}$
30	31,23	-14,3	-11,33	28,61	3,71
35	33,09	-13,87	-10,79	30,47	3,86
40	34,94	-13,43	-10,24	32,3	4,01
45	36,8	-13	-9,69	34,18	4,17

нелинейным из-за экспоненциального характера зависимости $P_{нас}(t)$, для его решения необходимо использовать численные методы. В рассматриваемом случае была составлена программа для ЭВМ, в которой реализован метод простой итерации. Результаты расчетов приведены в таблице.

Энтальпию наружного воздуха для расчетных условий холодного периода года в соответствии с данными СНиП 23-01-99* «Строительная климатология» можно принять равной $-27,3$ кДж/кг. Тогда удельный расход теплоты на окончательный догрев и доувлажнение притока при его расходе, равном 1 кг/ч, можно вычислить по выражению:

$$q_{уд} = (I_n - I_{н} - I_{в} + I_{о}) / 3,6, \text{ Вт.} \quad (3)$$

Соответствующие значения приведены в последней колонке таблицы.

Нетрудно увидеть, что с ростом $\phi_{в}$ энергозатраты в системе увеличиваются, хотя в целом и остаются не слишком значительными из-за высокой эффективности утилизатора. Это можно объяснить повышением разности $(t_{в,усл} - t_{о,усл})$, вызванным все большим отклонением точки В вправо от вспомогательной линии $d = \text{const}$ на $I-d$ -диаграмме, что хорошо видно на рис. 2. Вслед за этим, как показывает выражение (1), при фиксированном значении $k_{эф}$ будет повышаться и $t_{о,усл}$, а значит, и $t_{о}$. Заметим, что при использовании теплоутилизации по схеме с промежуточным теплоносителем величина $q_{уд}$ при увеличении $\phi_{в}$ будет оставаться практически постоянной [9].

Таким образом, при использовании утилизации теплоты вытяжного воздуха с помощью роторных регенеративных теплообменников в холодный период года целесообразно принимать относительную влажность внутреннего воздуха 30%, т. е. на минимальном уровне из оптимального диапазона. Следовательно, рекомендации [6], касающиеся главным образом систем кондиционирования воздуха без теплоутилизации, справедливы и в данном случае.

Список литературы

1. 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.
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. Горшков А.С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопо-

требления зданий // *Инженерно-строительный журнал*. 2010. № 1. С. 9–13.

4. Robert Dylewski, Janusz Adamczyk. Economic and ecological indicators for thermal insulating building investments // *Energy and Buildings*. 2012. No. 54. P. 88–95.
5. Самарин О.Д., Гришнева Е.А. Повышение энергоэффективности зданий на основе интеллектуальных технологий // *Энергосбережение и водоподготовка*. 2011. № 5. С. 12–14.
6. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. М.: Евроклимат. 2006. 640 с.
7. Богословский В.Н., Поз М.Я. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Стройиздат. 1983. 416 с.
8. Miseviciute V., Martinaitis V. Analysis of ventilation system's heat exchangers integration possibilities for heating season // Papers of 8th conf. of VG TU "Environmental engineering". 2011. Vol. 2. P. 781–787.
9. Самарин О.Д. Выбор параметров внутреннего микроклимата при утилизации теплоты в системах вентиляции // *Жилищное строительство*. 2013. № 2. С. 46–47.

References

1. V.G. Gagarin, V.V. Kozlov. 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).
2. V.G. Gagarin, V.V. Kozlov. 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).
3. Gorshkov A.S. Energy efficiency in construction: problems of standardizing and measures to decrease energy consumption of buildings. *Inzhenerno-stroitel'ny zhurnal*. 2010. No. 1, pp. 9–13. (In Russian).
4. Robert Dylewski, Janusz Adamczyk. Economic and ecological indicators for thermal insulating building investments. *Energy and Buildings*. 2012. No. 54, pp. 88–95.
5. Samarin O.D., Grishneva E.A. Increasing of building energy efficiency using smart technologies. *Energoberezhniye i vodopodgotovka*. 2011. No. 5, pp. 12–14. (In Russian).
6. Belova E.M. Central'nye sistemy kondicionirovaniya vozdukh v zdaniyakh [Central air conditioning systems in buildings]. Moscow: Yevroklimat. 2006. 640 p.
7. Bogoslovsky V.N., Poz M.Ya. Teplofizika apparatov utilizacii tepla system otopleniya, ventiljacii i kondicionirovaniya vozdukh [Thermal physics of heat recovery units of heating, ventilating and air conditioning systems]. Moscow: Stroyizdat. 1983. 416 p.
8. Miseviciute V., Martinaitis V. Analysis of ventilation system's heat exchangers integration possibilities for heating season. Papers of 8th conf. of VG TU "Environmental engineering". 2011. Vol. 2, pp 781–787. (In Russian).
9. Samarin O.D. Selection of parameters of internal microclimate under heat recovery in ventilation systems. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 2, pp. 46–47. (In Russian).

УДК 72.036

И.А. ПРОКОФЬЕВА, канд. архитектуры (archirina@mail.ru)

Московский архитектурный институт (Архитектурная академия) (107031, Москва, ул. Рождественка, 11/4, корп. 1, стр. 4)

Геометрическое выражение физических закономерностей «живого квадрата» в архитектуре

Рассмотрена тема «живого квадрата» и создания на основании его закономерностей гармоничной, «живой» архитектуры. Основным принципом метода «живой архитектуры» является подбор длин и размеров таким образом, чтобы противоположные плоскости не были четко параллельны друг другу. Это достигается как пропорциями и размерами, так и сочетанием различных плоскостей и их форм. Данная работа посвящена геометрическому обоснованию физических закономерностей «живого квадрата».

Ключевые слова: композиция, пропорция, закон, структура, модуль, геометрия, форма, традиция, современность.

I.A. PROKOFIEVA, Candidate of Architecture (archirina@mail.ru)

Moscow Architectural Institute (State Academy) (11/4, Structure 1, Bldg 4, Rozhdestvenka Street, 107031 Moscow, Russian Federation)

Geometric Expression of «Alive Square» Physical Rules in Architecture

The theme of «alive square» and the creation on the its basis « alive « architecture are considered. The basic principle of the method of « alive architecture» is a selection of lengths and sizes so that the opposite plane were not clearly parallel to each other. This is achieved as the size and proportions, and a combination of different planes and their forms. This work is devoted to the geometric justification of physical rules of « alive square».

Keywords: composition, proportion, rule, structure, module, geometry, form, tradition, modernity.

Известно высказывание немецкого архитектора XIX в. Г. Земпера: «Законы композиции в архитектуре, так же как и в музыке, неизменны». Многие исследования в области архитектуры посвящены поиску гармонии, заложенной в композиции сооружения. Данное доминирующее направление было обусловлено основой определения термина «композиция», как гармоничного сочетания, соединения элементов в единое целое в соответствии с замыслом автора. Изменение какого-либо элемента или части композиции, как правило, приносит значительный ущерб композиционной целостности, архитектурному облику объекта. В таком случае автору приходится создавать новую композицию, фактически новый объект. Поэтому следует четко понимать, что композиция – целостное, законченное решение произведения, в котором «нельзя ничего убрать или добавить». Композиция в архитектуре и градостроительстве дает возможность определить художественный облик, объемно-пространственное и планировочное решение объекта (здания, сооружения, архитектурного ансамбля, городской среды и т. д.). Для разных эпох и архитектурных стилей, направлений, школ характерны различные типы композиции, устоявшиеся композиционные правила и даже каноны. Однако существуют и такие композиционные правила и методы, которые используются мастерами разных эпох, например построение по принципу золотого сечения.

Ученые, занимаясь исследованиями в области архитектуры, используют модели, приемы и методы для определения гармонии в архитектуре. Наиболее популярным является метод пропорционального анализа.

Пропорциональный анализ как метод современного исследования можно условно разделить на два типа:

- пропорциональное построение *a posteriori* (после, от последующего, опытного); т. е. исследователь предлагает свою модель пропорционального построения изучаемого объекта);
- построение *a priori* (до, от предшествующего), когда исследователь предъявляет пропорциональную модель, описывающую метод построения зодчего, автора изучаемого объекта.

На основании изучения многочисленных источников и научных работ, посвященных пропорциям, исследователи выделяют **два основных вида пропорционирования** в архитектуре по типу первичного модуля или меры:

- **на основе антропоморфного начала**, в котором архитектурный объект есть подобие человека. Следует отметить, что на протяжении истории архитектуры с древнейших времен до XX в. все единицы измерения были напрямую связаны с размерами человека, который принимался за единицу измерения, эталон красоты, вершину мироздания;
- **на основе абстрактного начала** – математические, числовые или геометрические соотношения и комбинации (отсутствие какого-либо прототипа, образа или добия). Этот вид пропорционирования стал наиболее распространен в XX в.

В XX в. исследователи пытались установить, какие геометрические фигуры и математические отношения наиболее часто встречаются в памятниках архитектуры, произведениях декоративно-прикладного искусства, скульптуре, музыке, в элементах живой и неживой природы. Вопрос о том, как сделать архитектуру подобной живому организму, созданному природой, волновал многих на протяжении веков. Периодически исследователи обращаются к **золотому сече-**

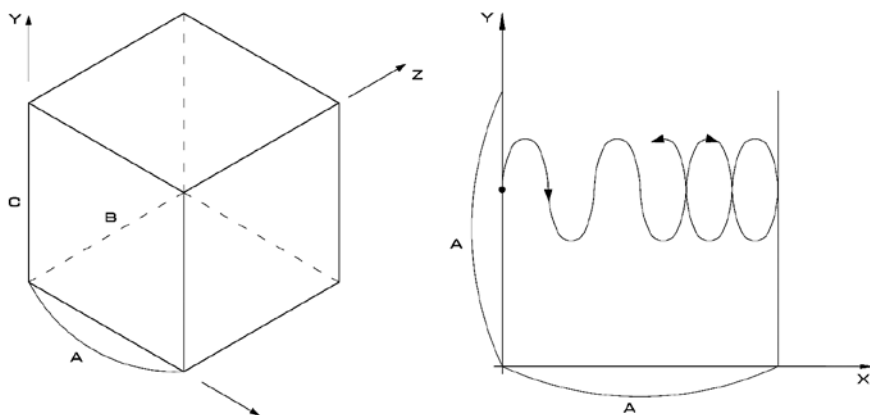


Рис. 1. Стоячие волны

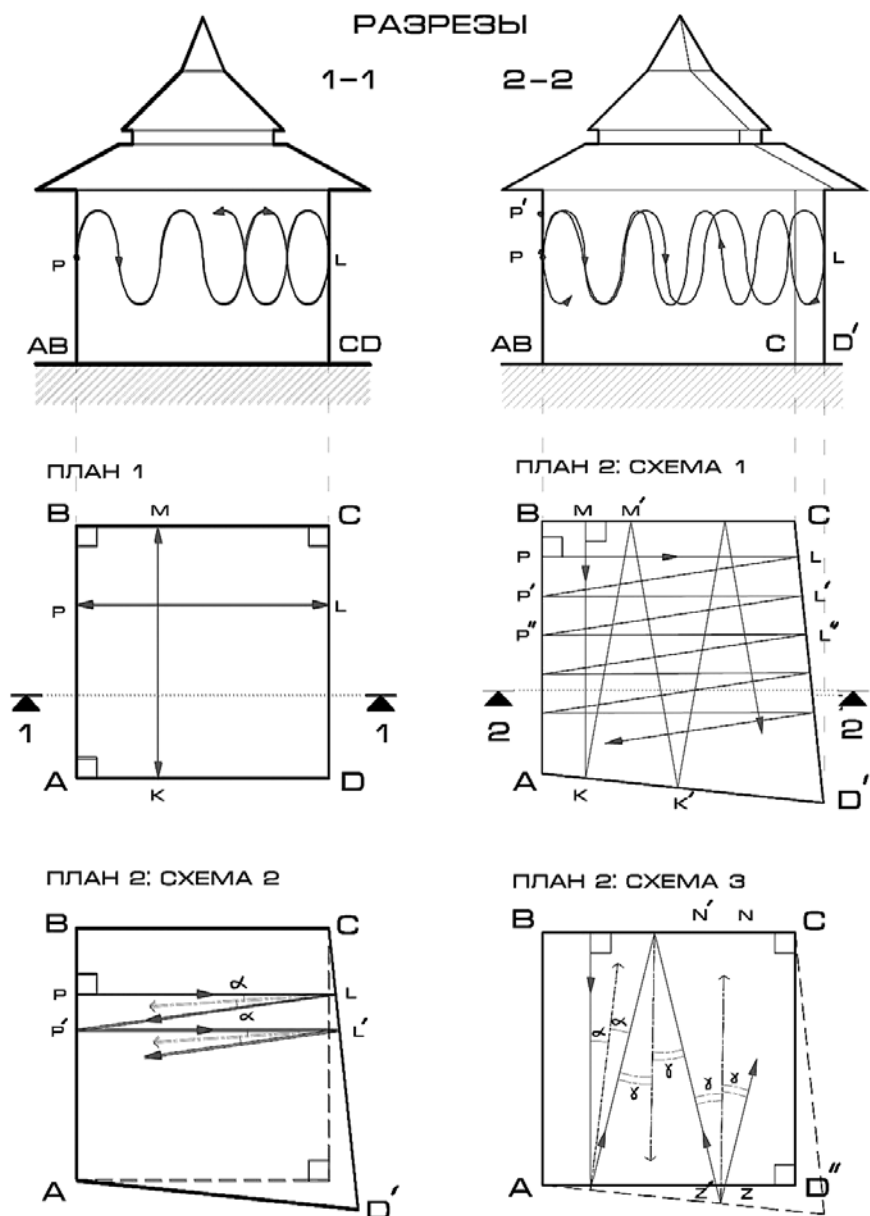


Рис. 2. Геометрическое выражение физических закономерностей «живого квадрата» (схема автора)

нию. В современной архитектуре возникают модные направления – модерн, архитектурная бionика, зеленая архитектура и т. д. Законы природы – это законы самоорганизации, где все подчинено определенному строю и порядку. В частности, модерн – это внешнее подражание теме природы, а принципы золотого сечения повторяют, копируют основные пропорции, наиболее распространенные в живой природе.

В данных примерах, хочется отметить, что образная составляющая природы важна, но она не всегда присутствует в гармоничном пространстве или является определяющим фактором. Существуют определенные законы, которые задают гармонию пространства.

Изучению взаимосвязи пропорций сооружений и их гармонии посвящено значительное количество исследований (Витрувий. «Десять книг об архитектуре»; Палладио А. «Четыре книги об архитектуре»; Гримм Г.Д. «Пропорциональность в архитектуре»; Мессель Э. «Пропорции в античности и в средние века»; Виолле-ле-Дюк Э. «Беседы об архитектуре»), однако лишь некоторые исследователи определяли гармонию не только как результат установленных пропорций и соразмерностей, но и как следствие особого подбора длин, размеров, например системы «парных сажений» в русском деревянном строительстве как культовых, так и жилых сооружений (Черняев А.Ф. «Золото Древней Руси. Русская матрица – основа золотых пропорций»; Павлов А.Н. Системы мер и пропорций в структуре деревянных шатровых храмов XVI–XVIII вв.). Саженистая система мер основана на размерах человека, а они, в свою очередь, выстраиваются в «золотую пропорцию» – золотое сечение. Следует отметить, что изучению сочетания системы размеров, которые приводят к определенной гармонии, посвящено немного работ. И.В. Жолтовский (Жолтовский И.В. Проекты и постройки. М.: Госиздательство по строительству и архитектуре, 1955; Айрапетов Ш.А. О принципах архитектурной композиции И.В. Жолтовского. Издательство: Едиториал УРСС, 2004) обращался к принципу гармонии, заложенному в живом квадрате, но при этом не объяснял его сущности, не указывая, почему в архитектуре с «живыми» размерами очевидна гармония пространства. Смысл «живого квадрата» заключается в том, что все

размеры объекта выстраиваются не только в определенной системе саженей, но **они не должны быть равными**. Поэтому стены поверхности объекта соответственно не должны быть идеально параллельными. Другими словами, обязательно должна быть заложена погрешность в несколько процентов. Система парных мер в саженях и создавала это условие в архитектуре. Следует отметить, что, например, при строительстве буддистских культовых храмов, как исторических, так и современных, используется такая система размеров, что стены в сооружении не параллельны, тогда в интерьере нет «стоячих» волн, они угасают (рис. 1). На рис. 2 показано, что это происходит, когда отрезок BC не равен AD и соответственно AB не равно CD. В таком случае волны (света, звука и т. д.), отражаясь от противоположной поверхности, приобретают некоторый угол отражения, что приводит к их «затуханию». И в таком пространстве отсутствуют «стоячие» т. е. «незатухающие» волны, а человек в этом пространстве чувствует себя наиболее комфортно. Возможно, именно в этом и состоит объяснение живой пропорции «живого квадрата».

При использовании криволинейных поверхностей работает тот же принцип: концертные залы, храмы всегда имеют сферические поверхности. Как правило, это потолок или стены. По современным понятиям такие архитектурные решения связываются непосредственно с требованиями акустики. Однако принцип работы угасания волн, отсутствия резонанса тот же. В дополнение к обозначенному направлению можно отметить, что в некоторых храмах использовали сосуды, вмонтированные в потолок и стены, которые также работали на угасание волн и создавали благоприятные акустические характеристики.

Список литературы

1. Есаулов Г.В. Уникальное в глобальном // *Сб. тезисов международной научной конференции «Современная архитектура мира: основные процессы и направления развития»*. М.: НИИТИАГ, 2012. С. 49–50.
2. Прокофьева И.А. Морфотипы индивидуального жилого дома. Голландия, Япония: традиционные – современные формы // *Жилищное строительство*. 2014. № 11. С. 26–29.
3. Прокофьева И.А. Жилой дом Кендзо Танге. Особенности пространственного построения // *Сб. научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и молодых ученых «Наука, образование и экспериментальное проектирование в МарХИ»*. Т. 1. М.: Архитектура-С, 2012. С. 180–181.
4. Прокофьева И.А. К. Куракава – классик современной архитектуры // *Сб. тезисов международной научной конференции «Современная архитектура мира: основные процессы и направления развития»*. М.: НИИТИАГ, 2012. С. 65–66.
5. Прокофьева И.А. Васильева А.В. Современное состояние московских малоэтажных ансамблей // *Строительные материалы*. 2012. № 1. С. 42–44.

В современном архитектурном проектировании, к сожалению, подобным вопросам не уделяют значения: все водится *параллельно и перпендикулярно*. Однако при создании гармоничной эстетики в современном искусстве, например в мультипликации при создании 3D-моделей объектов (людей, животных и др.), вносят некоторые незначительные искажения в их размеры, т. е. объекты не делают идеально симметричными при моделировании, закладывая обязательно определенную асимметрию. Существуют примеры, когда современная архитектура учитывает богатейший опыт и традиции истории и способна напоминать о прошлом [1]. Например, классики современной архитектуры К. Танге, К. Куракава проектировали свои объекты, применяя опыт традиционной японской архитектуры, одним из основных принципов которой является создание «живой архитектуры», где здание и сооружение – «живой организм» [2–4]. В архитектуре советского периода также встречаются примеры использования принципов организации гармоничного пространства, основанных на «живых пропорциях» [5].

Тема «живого квадрата», «живой архитектуры» в современных условиях, к сожалению, не является основной для исследований в области пропорционирования. Однако она, как и золотое сечение, является основой создания гармонии в архитектуре и, что не менее важно, создания благоприятной, комфортной среды для современной жизни. «Живая архитектура» имеет свои закономерности, их физическое и геометрическое обоснование. Следует подробно изучить это явление, данную традицию, которая должна и может быть широко использована в современной практике строительства зданий и сооружений.

References

1. Esaylov G.V. A unique global. *Collection of abstracts of the International Conference on «Modern architecture of the world: the basic processes and development trends»*. M.: NIITAG. 2012, pp. 49–50. (In Russian).
2. Prokofieva I.A. Morphological types of individual houses. Holland, Japan: traditional – modern forms. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 11, pp. 26–29. (In Russian).
3. Prokofieva I.A. Kendzo Tange house. Features of spatial construction. *Collection of scientific-practical conference faculty members and young scientists «Science, education and experimental design in MAI»*. Moscow. 2012. Vol. 1, pp. 180–181. (In Russian).
4. Prokofieva I.A. K. Kurakava – the classic of modern architecture. *Collection of abstracts of the International Conference «Modern architecture of the world: the basic processes and development trends»*. Moscow. 2012, pp. 65–66. (In Russian).
5. Prokofieva I.A. Vasilyev A.V. Current state of the Moscow low ensembles. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 1, pp. 42–44. (In Russian).

ПОДПИСКА НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ ЖУРНАЛА

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

УДК 624.152

С.Г. БОГОВ, инженер (s.bogov@georec.spb.ru), Н.П. БОЧКАРЕВ, инженер
ООО «ИСП Геореконструкция» (190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 4., оф. 414)

Геотехнический мониторинг при нулевом цикле строительства зданий с подземным пространством

В Санкт-Петербурге с начала 2000-х гг. в результате активного строительства новых объектов вблизи исторических зданий и сооружений происходит развитие сверхнормативных деформаций с образованием трещин в кирпичной кладке. Наиболее опасным для памятников архитектуры становится близость расположения с местами проведения работ нулевого цикла, вызывающих неизбежное изменение напряженно-деформированного состояния оснований фундаментов. В процессе устройства свай и вскрытия котлованов в непосредственной близости от существующих объектов в зданиях развивались не только трещины, но и локальные потери несущей способности конструкций. Ситуация является непростой, поэтому кроме математического моделирования и расчетов напряжений и усилий требуется ведение «активного» геотехнического сопровождения и мониторинга за реальными деформациями. В статье приведены отдельные данные мониторинга двух объектов, расположенных в исторической части Санкт-Петербурга в период ведения работ нулевого цикла.

Ключевые слова: глубокие котлованы, геотехнический мониторинг, струйная технология закрепления грунтов.

S.G. BOGOV, Engineer (s.bogov@georec.spb.ru), N.P. BOCHKEREV, Engineer
ООО «ISP Georeconstruction» (4, of. 414, Izmaylovsky Avenue, 190005 Saint Petersburg, Russian Federation)

Geotechnical Monitoring During Zero Cycle of Constructing Buildings with Underground Space

In Saint Petersburg, since the beginning of 2000s, as a result of the active construction of new objects near historical buildings and structures the development of above-limit deformations with forming cracks in the masonry takes place. The most dangerous for architectural monuments is their proximity to the places of «zero» cycle works that causes the unavoidable change in the stress-strain state of foundation bases. During the process of pile installation and excavation of pits in the close proximity to the existing objects not only the crack development but also local losses of bearing capacity of structures took place in the buildings. The situation is not simple, that's why in addition to mathematical modeling and calculations of stresses and forces it is necessary to conduct the «active» geotechnical support and monitoring of real deformations. The article presents some data on monitoring of two objects located in the historical part of Saint Petersburg during the «zero» cycle works.

Keywords: deep excavations, geotechnical monitoring, jet grouting of soil stabilization.

Современный мегаполис, такой как Санкт-Петербург, не может развиваться в настоящее время без освоения подземного пространства. Для исторического центра города решить вопросы инфраструктуры без освоения подземного пространства представляется невозможным. Поэтому необходимо проводить мониторинг реальных деформаций с целью прогноза работы конструкций и грунтов и обеспечения безопасности соседней застройки.

Объект № 1 расположен в центральной части города. Строящееся здание представляло собой 14-этажный жилой дом сложной формы в плане, с цокольным этажом. Конструктивная схема здания – система внутренних монолитных железобетонных стен, колонн, пилостр и опирающихся на них монолитных железобетонных перекрытий. Фундаменты здания – буронабивные сваи длиной 25 м диаметром 0,52 м, выполняемые по технологии FUNDEX из бетона В25 с дневной поверхности. По сваям выполнена монолитная железобетонная плита толщиной 0,8 м. Для ограждения котлована предусмотрено неизвлекаемое шпунтовое ограждение типа «Ларсен V» длиной 18 м. Размер котлована в плане 52×31,5 м, глубина котлована составляла 7,5 м.

Инженерно-геологические условия площадки № 1. Площадка сложена под техногенным слоем послеледниковыми морскими и озерными, верхнечетвертичными озерно-ледниковыми и ледниковыми суглинками, подстилаемыми

нижнекембрийскими глинами. Мощность техногенных отложений составляет до 3 м, они представлены песками, супесью с обломками кирпича и другим строительным мусором с примесью органических веществ. Морские отложения представлены выклинивающимися песками пылеватыми водонасыщенными средней плотности. Мощность слоя песков доходит в пределах участка до 1 м. Залегающие под ними верхнечетвертичные озерно-ледниковые су-

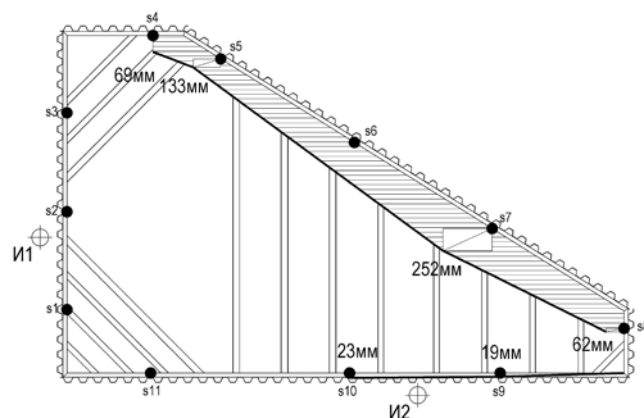


Рис. 1. Совмещенная схема расположения геотехнического оборудования с эпюрой перемещения верха шпунта на момент полного вскрытия котлована

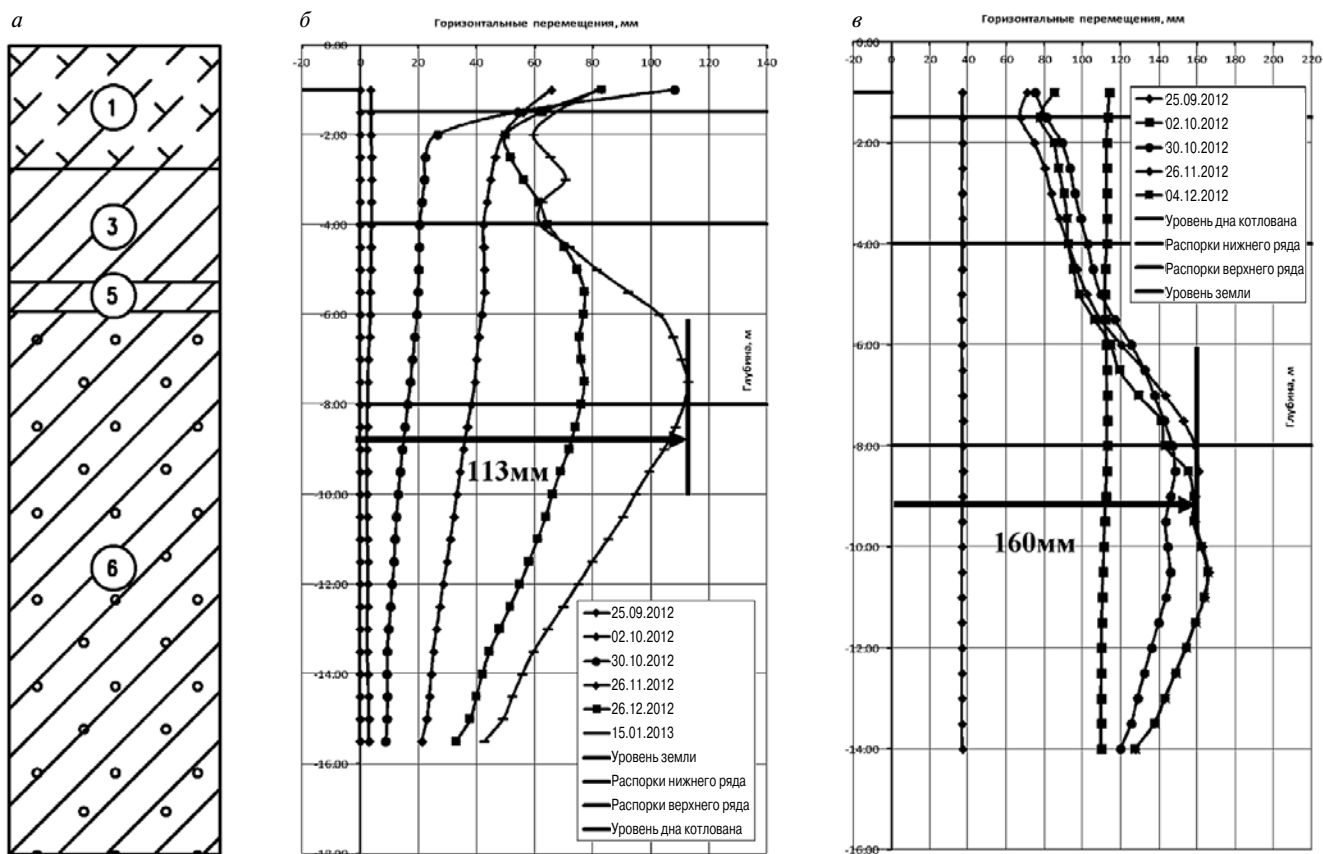


Рис. 2. Результаты грунтовой инклинометрии: а – геология; б – графики горизонтального смещения инклинометра И-1; в – графики горизонтального смещения инклинометра И-2

глинки, в пределах площадки имеющие мощность до 2,3 м и выклинивающиеся в северо-восточном направлении, выветрелые тугопластичной консистенции, подстилаются суглинками ленточными текучими, локально выклинивающимися в середине площадки (мощность до 6 м). Под ними повсеместно залегает слой пылеватых слоистых суглинков текучепластичных до 2,8 м. На глубинах 5,4–10 м залегает кровля ледниковых отложений лужской морены, представленных в пределах верхних 2,4–11,3 м мягкопластичными суглинками с гравием и галькой, подстилаемыми пластичными супесями с гравием, галькой и обломками песчаника 3,6–8,8 м. Внизу почти повсеместно залегает относительно выдержанный 1,6 м слой твердых суглинков с гравием и обломками песчаника. Их подошва находится на глубине 24,5 м. Ниже залегают твердые нижнекембрийские глины, в пределах верхнего метра – дислоцированные. Значения физико-механических характеристик грунтов приведены в табл. 1. Подземные воды приурочены к насыпным грунтам и пылеватым пескам на глубине около 1 м.

Результаты мониторинга. На площадке строительства была организована система мониторинга. Согласно схеме установлено геотехническое оборудование (рис. 1). В ходе работ проводились инклинометрические измерения и измерения смещения верха шпунта по светоотражающим маркам. На момент полного вскрытия котлована перемещения шпунтового ограждения по И-1 в уровне дна котлована достигли 113 мм, а по И-2 – 160 мм (рис. 2, б, в), при этом максимальные перемещения шпунтового ограждения по инклинометру И-2 произошли ниже дна котлована и составили 165 мм (рис. 2, в).

Очевидным следствием горизонтального перемещения ограждения внутрь котлована были вертикальная просадка грунта за пределами котлована и разрывы в асфальтовом покрытии дорожного полотна (рис. 3).

На рис. 1 приведена эпюра перемещений верха шпунтового ограждения, которая наглядно показывает деформацию контура шпунтового ограждения. Эпюра построена по результатам геодезических измерений по маркам на шпунте. Величины перемещений верха шпунта составили 200–250 мм и хорошо коррелируют с величиной просадки грунта (200 мм), что фактически подтверждает положение о том, что горизонтальные смещения массива грунта в сторону котлована являются фактором риска вертикальных перемещений для окружающих зданий (величина вертикальных смещений зданий \cong величина горизонтального перемещения грунта).

Вскрытие котлована, сопровождающееся горизонтальными перемещениями ограждений, опасно особенно для старых зданий на ленточных бутовых фундаментах на естественном основании развитием неравномерных деформаций, превышающих нормируемые. Для зданий на свайном фундаменте, которое находится со стороны деформировавшегося контура шпунта, оно менее опасно, однако следует учитывать возможное развитие явлений горизонтального смещения свай и отрицательного трения грунта, которые при проектировании не рассчитывались на возникновение данных усилий. Так, здание на свайном фундаменте, расположенное в зоне влияния строительства объекта № 1, получило осадку 10–20 мм.

Причиной развития деформаций шпунтового ограждения в данном случае является в большей степени проект-

ное размещение распорок относительно стенок котлована. Также свой вклад вносят: отсутствие надежного защемления низа шпунтового ограждения в плотных слоях грунта, недостаточная глубина погружения и жесткость ограждения. На рис. 4 приведена принципиальная схема разложения сил от действия давления грунта. Раскладывая давление на две составляющие, одну по оси распорки, а другую перпендикулярно к ней, видно, что составляющая N_1 воспринимается распорной системой, в то время как N_2 фактически



Рис. 3. Просадка асфальтового покрытия у колонн соседнего дома ≈ 200 мм

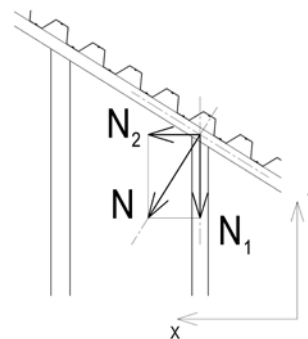


Рис. 4. Схема распределения сил от активного давления грунта

должна восприниматься обвязочным поясом и сварными швами. Данное действие сил подтверждают геодезические измерения перемещения шпунта, которые по оси X имеют большие значения по сравнению с перемещениями по оси Y.

При вскрытии котлована зимой было зафиксировано явление морозного пучения грунтов за стенками котлована. Подобное явление отмечается зимой на всех объектах в условиях пылевато-глинистых водонасыщенных грунтов и выражается в виде дополнительных смещений инклинометров (массива грунта) к фронту промерзания и изменению усилий в распорных креплениях даже при полном вскрытии котлована.

Объект № 2 расположен в центральной, исторической части города. Строительство многоквартирного жилого комплекса, состоящего из зданий в 7–8 этажей, ведет-

ся на месте ранее застроенной территории. Фундаменты здания – буронабивные сваи длиной 31,5–40,5 м диаметром 0,52 м, выполняемые с дневной поверхности по технологии FUNDEX из бетона В25. Надземная часть состоит из восьми крупных корпусов, часть из которых является новыми объектами строительства, а часть – реконструируемыми зданиями. Новое здание имеет одно- и двухуровневое общее подземное пространство сложной конфигурации, весь котлован разрабатывается по захваткам. Размер рассматриваемого котлована в плане 61,6×25,8 м, глубина котлована составляет 8,5 м (рис. 5). Проектом предусмотрено вскрытие котлована под защитой ограждения из металлических шпунтовых свай. Внутренние контуры котлована выполнены из шпунтовых свай Arcelor AZ42-700N (24 м), на-

Физико-механические характеристики грунтов объекта № 1

№	Наименование грунта и мощность слоя	Геол. индекс	W	γ , кН/м ³	e	I_L	ϕ	c, кПа	E, МПа
1	Насыпной грунт	tg_{IV}		16,5					
2	Пески пылеватые водонасыщенные средней плотности	ml_{IV}	–	19,5	0,75	–	25	1	10
3	Суглинки тугопластичные выветрелые	lg_{III}	0,28	19,7	0,77	0,45	17	15	11
4	Суглинки текучие ленточные	lg_{III}	0,43	17,8	1,21	1,12	7	5	5
5	Суглинки слоистые текучепластичные	lg_{III}	0,33	19	0,91	0,85	9	8	7
6	Суглинки пластичные с гравием и галькой	g_{III}	0,25	20,1	0,68	0,56	15	15	10
7	Супеси пластичные с гравием, галькой, обломками песчаника	g_{III}	0,16	21,7	0,44	0,32	21	10	12
8	Твердые суглинки с гравием и обломками песчаника	g_{III}	0,2	21,1	0,54	-0,05	23	20	18
9	Глина твердая дислоцированная	€	0,21	20,7	0,6	-0,33	23	58	20
10	Глина недислоцированная твердая	€	0,18	21	0,53	-0,47	27	110	31

Таблица 1

Физико-механические характеристики грунтов объекта № 2

№	Наименование грунта и мощность слоя	Геол. индекс	W	γ , кН/м ³	e	I_L	ϕ	c, кПа	E, МПа
1	Насыпные грунты слежавшиеся	t_{IV}							
$R_0=0,1$ МПа									
2	Пески пылеватые рыхлые	lm_{IV}	Влаж. Нас. водой	18	0,85	–	25	2	5
3	Слабозаторфованные грунты	lm_{IV}	0,62	16,5	1,539	1,01	5	13	3
4	Пески пылеватые средней плотности	lm_{IV}	Нас. водой	19,7	0,7	–	30	3	15
5	Супеси пластичные	lm_{IV}	0,3	19,2	0,818	0,75	9	8	
6.1	Пески мелкие средней плотности	lm_{IV}	Нас. водой	20,2	0,6	–	33	5	27
6	Пески мелкие плотные	lm_{IV}	Нас. водой	20,7	0,55	–	36	4	38
7	Суглинки текучие с прослоями текучепластичных	lm_{IV}	0,29	19,3	0,8	1,17	8	6	6
8	Суглинки текучие с прослоями текучепластичных ленточные	lg_{III}	0,4	18,1	1,1	1,09	4	6	5
9	Суглинки текучепластичные слоистые	lg_{III}	0,3	19,2	0,838	0,88	7	6	8
10	Супеси пластичные неяснослоистые	lg_{III}	0,25	19,9	0,681	0,65	11	8	11
11	Супеси твердые	g_{III}	0,15	22	0,401	-0,16	22	31	21

Таблица 2

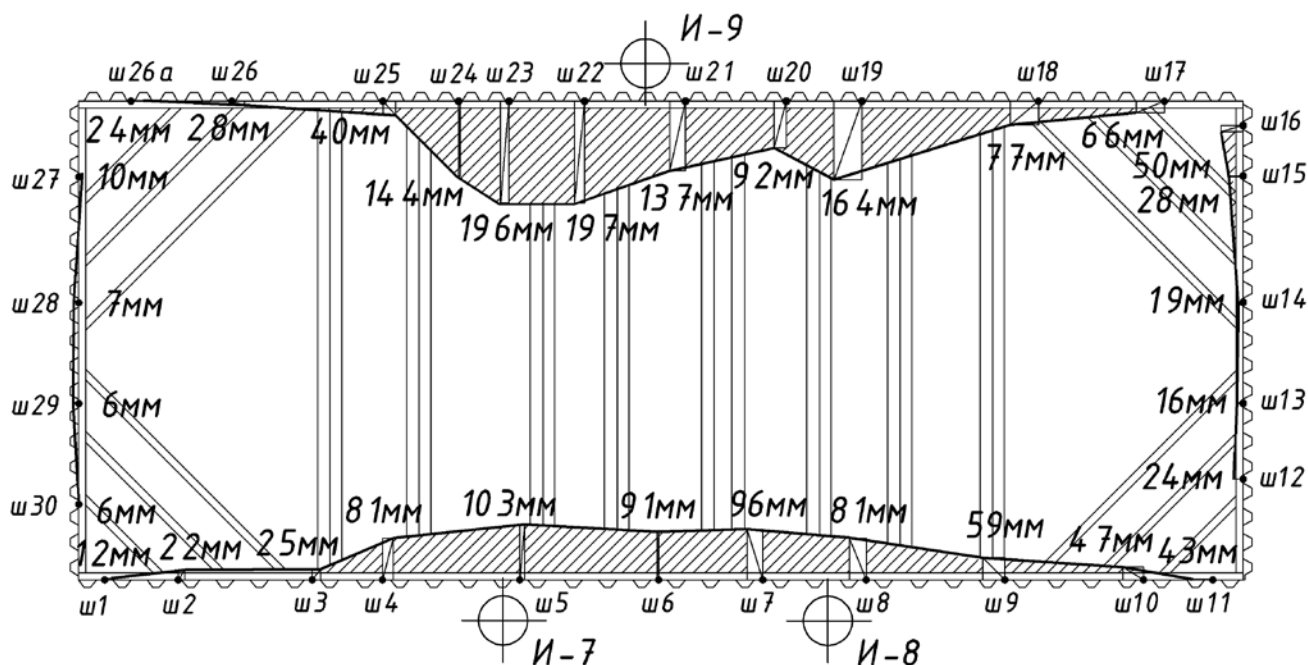


Рис. 5. Сводная схема расположения геотехнического оборудования на котловане и эпюры перемещения верха шпунта на момент полного вскрытия котлована

ружный контур котлована усиленный, выполнен из шпунтовых свай Arcelor AZ19-700 (24 м) и Arcelor HZ 1080M A-12 (24 м). Распорная система двухъярусная, в качестве распорок применяются металлические трубы 720×10 мм.

На площадке в зоне влияния строительства расположена жилая застройка – сохраняемые трех- и шестизэтажные здания. Фундаменты зданий ленточные с давлением по подошве ~200 кПа. Часть зданий ранее получила аварийные деформации и была расселена.

Инженерно-геологические условия площадки № 2.

В геологическом строении участка до глубины 40 м принимают участие современные четвертичные отложения, представленные насыпными грунтами; озерно-морскими отложениями, песками пылеватыми рыхлыми, слабозаторфованными грунтами, песками пылеватыми средней плотности, супесями пластичными, песками мелкими средней плотности и плотными, суглинками текучими с прослоями текучепластичными, ленточными, суглинками текучепластичными слоистыми, супесями пластичными неяснослоистыми, ледникового генезиса, представленные супесями твердыми, песками пылеватыми плотными, гравийными грунтами, супесями пластичными с прослоями твердых; среднечетвертичные отложения озерно-ледникового генезиса, представленные суглинками тугопластичными с прослоями полутвердых и песками крупными плотными, представленные супесями и суглинками твердыми. Подземные воды вскрыты на глубинах 1,5–2,8 м. Подземные воды приурочены к послеледниковым пескам и песчаным прослоям озерно-ледниковых суглинков.

Результаты мониторинга. При изготовлении буронабивных свай очередной раз было отмечено известное явление – влияние на окружающую застройку, выражающееся в подъеме фундаментов [1, 4]. Максимальный подъем ленточных бутовых фундаментов соседних зданий глубиной заложения 2,2 м, находящихся в зоне влияния, составил поряд-

ка 10–17 мм. При этом по винтовым грунтовым маркам, погруженным в грунт на глубину 2 м и расположенным рядом с выполняемыми сваями свайного поля строящегося здания, были получены разнонаправленные значения деформаций: максимальный подъем марок составил 65 мм, при этом осадка марок составила порядка 48 мм.

В ходе работ было выполнено оснащение котлована геотехническим оборудованием (рис. 5): до начала вскрытия котлована были установлены инклинометрические скважины для контроля за смещением массива грунта по глубине, а также светоотражающие марки для контроля за смещением верха шпунтового ограждения. В ходе вскрытия котлована по мере монтажа распорных конструкций устанавливались датчики фиксации напряжений. Всего было установлено 40 датчиков. Учитывая, что на объекте были допущены значительные горизонтальные смещения шпунта, усилия в распорках отличались от расчетных. Максимальные зафиксированные напряжения сжатия в распорках составили 221 МПа, растяжения – 101 МПа.

На момент вскрытия котлована перемещения шпунтового ограждения по И-7 в уровне дна котлована достигли 70 мм, по И-8 – 61 мм, по И-9 – 158 мм. Максимальные же перемещения шпунтового ограждения составили 89 мм по И-7, 65 мм по И-8, 172 мм по И-9 (рис. 6). Данные величины деформаций соотносятся с эпюрой перемещения верха шпунта по светоотражающим маркам (рис. 5), которые показывают на предельные деформации как наружного (усиленного) контура шпунта, так и внутреннего.

Отмечаем тот факт, что основные деформации реализовались до момента полного вскрытия котлована. После вскрытия котлована на проектную глубину рост деформаций практически прекратился и составил порядка 2–3 мм/мес. Это свидетельствовало о достижении равновесного состояния системы. В ходе дальнейших наблюдений было отмечено, что после демонтажа распорок перемещения ограждения котлована получили значительный прирост: 16 мм по И-7 и до 63 мм по И-9. Это обстоятельство необходимо учи-

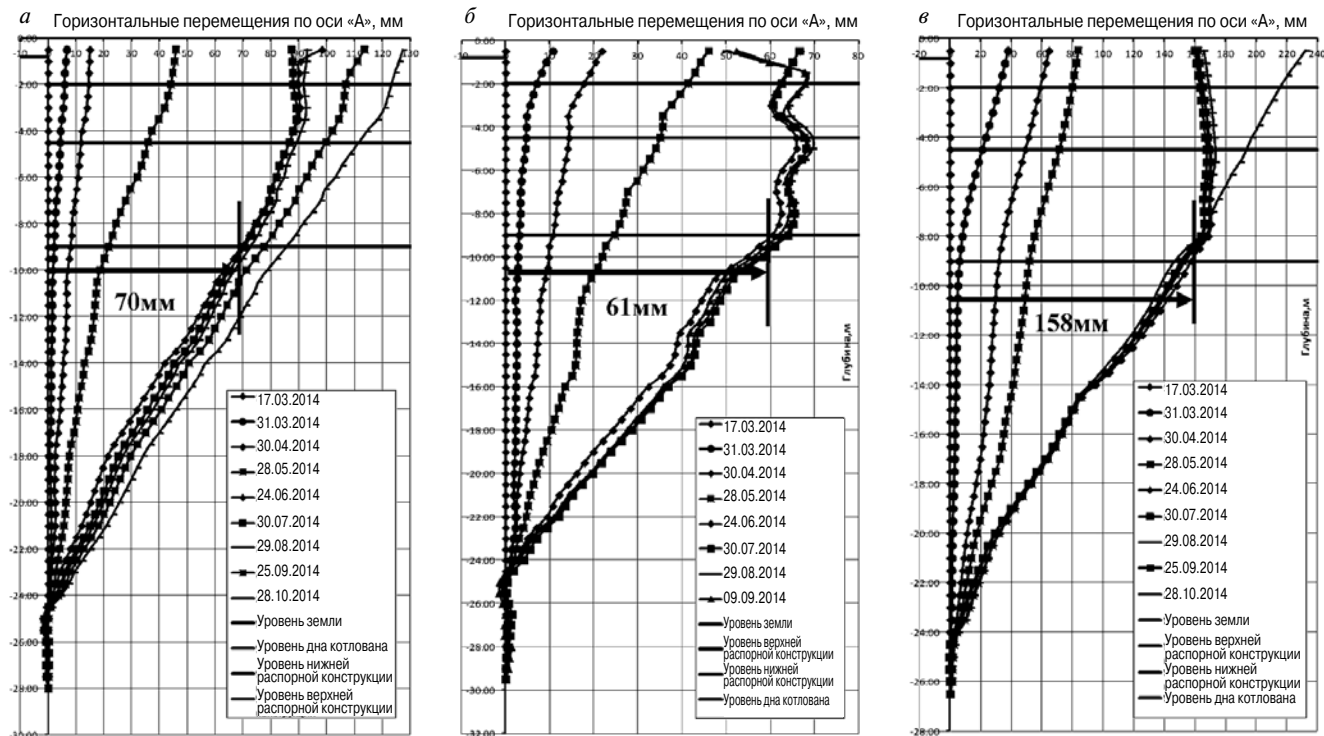


Рис. 6. Результаты грунтовой инклинометрии: а – графики горизонтального смещения инклинометра И-7; б – графики горизонтально-го смещения инклинометра И-8; в – графики горизонтального смещения инклинометра И-9

тывать при прогнозе влияния нового строительства на окружающую застройку.

Проведенные измерения по датчикам напряжений в распорных конструкциях показали, что происходило постоянное перераспределение усилий: часть датчиков показывала рост растягивающих усилий, часть – рост сжимающих напряжений, а по другим отмечалась стабилизация. При этом отдельные распорки испытывали одновременно сжимающие и растягивающие напряжения, связанные с эксцентриситетом приложения нагрузок из-за некачественного их сопряжения с обвязочным поясом.

В результате проведенных геотехнических работ по мониторингу при устройстве котлована были отмечены нарушения в технологии производства работ: установка распорок производилась после вскрытия части котлована на значительную глубину; обвязочные балки выполнялись не одновременно по всему периметру шпунтового ограждения котлована, а фрагментарно.

Таким образом, разработка котлована производилась не послойно по всей площади котлована, а велась от краев к центру: сначала грунт разрабатывался на проектную глубину в зонах с угловыми распорками с попутным их монтажом, затем производилась выемка центральной части котлована с монтажом распорок. В результате такого характера производства работ основные перемещения ограждения котлована происходили еще до установки элементов распорных конструкций.

Закключение

1. Результаты мониторинга на объектах показывают, что устройство буронабивных свай, устраиваемых по технологии без извлечения грунта, в условиях Санкт-Петербурга приводят к подъему фундаментов существующих зданий на расстоянии, превышающем глубину выполняемых свай. За подъемом от свай, который может превысить нормируемые, следует консолидационная осадка, по величине близкая к

величине первоначального подъема. Очевидно, что столь значительное воздействие на грунты оснований приводит к изменению их деформационных и физико-механических свойств, что необходимо контролировать.

2. Наблюдения за вскрытием котлованов показали, что к расчетной величине осадки необходимо добавлять еще технологическую, включающую в себя осадку от демонтажа распорок и последующего извлечения шпунта. При демонтаже распорок перемещения ограждения котлованов в зависимости от их глубины могут превысить расчетную величину перемещения. При извлечении шпунта после изготовления железобетонных конструкций ниже нуля, как правило, реализуется осадка, превышающая толщину металла шпунтины. Таким образом, суммарная осадка окружающих котлован новых зданий может быть значительно превышена в пять и более раз.

3. При вскрытии котлованов в зимний период следует учитывать явление морозного пучения грунтов за стенками котлована. Подобное явление отмечается зимой на всех объектах в условиях пылевато-глинистых водонасыщенных грунтов и выражается в виде дополнительных смещений инклинометров (массива грунта) к фронту промерзания и изменению усилий в распорных креплениях даже при полном вскрытии котлована.

4. В условиях кризиса и реализации идеи импортозамещения в случаях, когда импортный шпунт будет снижать эффективность строительства, целесообразным является устройство ограждения котлованов, используя цементогрунтовые столбы, армированные прокатным профилем – трубой, двутавром. При этом для снижения величин деформаций межевых стен соседних зданий, примыкающих к строительной площадке, их следует пересаживать на цементогрунтовые столбы, перенося нагрузку с уровня ранее существовавших исторических подошв фундаментов ниже, например ниже уровня дна вскрываемого котлована. При вскрытии котлованов для ограничения перемещений ограж-

дений при вскрытии, ниже дна котлована устраивается распорное крепление – противодиффузионная завеса из секующихся цементогрунтовых элементов. Эта мера позволила бы ограничить перемещения шпунтового ограждения до полного вскрытия и устройства плиты [2–5]. Эта мера реально позволяет снижать деформации и может устраиваться как в песчаных, так и в слабых глинистых грунтах.

Список литературы

1. Богов С.Г. Проблемы устройства свайных оснований в городской застройке в условиях слабых грунтов Санкт-Петербурга // *Развитие городов и геотехническое строительство*. 2004. № 8. С. 119–128.
2. Богов С.Г. Адаптация струйной технологии для целей освоения подземного пространства в исторической части Санкт-Петербурга в условиях слабых грунтов // *Жилищное строительство*. 2014. № 3. С. 25–30.
3. Богов С.Г. Применение цементных растворов для струйной технологии закрепления грунтов с учетом их реологических свойств // *Гидротехника*. 2013. № 4. С. 84–86.
4. Шашкин А.Г., Богов С.Г., Туккия А.Л. Адаптация технологии изготовления свай без извлечения грунта к инженерно-геологическим условиям Санкт-Петербурга // *Жилищное строительство*. 2012. № 11. С. 18–21.
5. Богов С.Г., Бочкарев Н.П., Смолак В.Я. Результаты мониторинга при строительстве здания с развитым подземным пространством в условиях слабых грунтов Санкт-Петербурга // *Международная конференция по геотехнике Технического комитета 207 ISSMGE «Взаимодействие оснований и сооружений. Подземные сооружения и подпорные стены»*. Санкт-Петербург: ООО «ПИ Георекострукция». 2014. Т. 1. С. 125–130.

5. Для безопасной разработки глубоких котлованов нужен комплексный подход, состоящий из первичных геотехнических расчетов безопасности вскрытия, надежных конструкторских решений, адекватного исполнения (технологии вскрытия), мониторинга всех процессов вскрытия, геотехнического сопровождения для внесения в случае необходимости соответствующих корректив.

References

1. Bogov S.G. Problems of the device of the pile bases in city building in the conditions of weak soil of St. Petersburg. *Razvitie gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo*. 2004. No. 8, pp. 119–128. (In Russian).
2. Bogov S.G. Adaptation of jetting technology for development of underground space in the historical part of Saint-Petersburg under conditions of weak soils. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 3, pp. 25–30. (In Russian).
3. Bogov S.G. Use of cement mortars for jet technology of fixing of soil taking into account their rheological properties. *Gidrotekhnika*. 2013. No. 4, pp. 84–86. (In Russian).
4. Shashkin A.G., Bogov S.G., Tukkiy A.L. Adaptation of manufacturing techniques of pile without removing the soil to the geotechnical conditions of St. Petersburg. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2012. No. 11, pp. 18–21. (In Russian).
5. Bogov S.G., Bochkaryov N.P., Smolak V.Ya. Results of monitoring at construction of the building with the developed underground space in the conditions of weak soil of St. Petersburg. *The International conference on geotechnics of Technical Committee 207 ISSMGE «Interaction of the bases and constructions. Underground constructions and retaining walls»*. St. Petersburg: JSC PI Georekonstruktion, 2014. Vol. 1, pp. 125–130. (In Russian).

XI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ

ЖКХ РОССИИ

18–20 МАРТА 2015

- ▶ **Выставка оборудования, материалов и технологий для ЖКХ**
- ▶ **Конференции, круглые столы по актуальным вопросам развития отрасли, презентации программ**
- ▶ **Сопутствующие мероприятия, направленные на укрепление деловых связей в отрасли**
- ▶ **Экскурсии по объектам городского хозяйства**



ОПЫТ. КОНТАКТЫ. РЕШЕНИЯ.

**В НОВОМ
КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНОМ ЦЕНТРЕ
ЭКСПОФОРУМ**

КАК ДОБРАТЬСЯ:

ОБЩЕСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТ

- от ст. м. «Московская»
- автобус № 187
- маршрутные такси К545, К299

БЕСПЛАТНЫЕ АВТОБУСЫ

- от ст. м. «Московская» (интервал 15 минут)
- от ст. м. «Кировский завод» (интервал 20 минут)

ОРГАНИЗАТОР

EXPOFORUM

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
МЕДИАПАРТНЕР
Санкт-Петербург
topspb.tv



тел./факс: +7 (812) 240 40 40 (доб. 131, 291, 108)
КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР «ЭКСПОФОРУМ»
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1
WWW.GKH.EXPOFORUM.RU

6+

УДК 711.643

В.Т. ИВАНЧЕНКО, канд. техн. наук, А.А. ЗАЙЦЕВ, инженер (Zaycev1-1@mail.ru),
А.А. ГРАЖДАНКИН, инженер

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

Экспериментальное жилое здание в Сочи

В экспериментальном двухэтажном жилом здании в качестве утеплителя использовано базальтовое волокно в несущей ограждающей конструкции панели. Для обеспечения минимальных потерь тепла в процессе эксплуатации выполнен расчет теплового баланса и запроектирована энергосберегающая конструкция стен, пола, перекрытия, покрытия, оконных проемов. Примененная конструкция здания позволила обеспечить требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания. Для энергоснабжения использована автономная энергосистема с фотоэлектрическими модулями, ветрогенераторами и аккумуляторными батареями. Система обеспечивает подачу переменного тока напряжением 220 В, круглосуточный и круглогодичный режим эксплуатации здания, работу электрооборудования при пасмурной погоде. Проводится мониторинг параметров среды для улучшения микроклимата в помещениях.

Ключевые слова: базальтовое волокно, тепловой баланс, автономная энергосистема, ветрогенератор, фотоэлектрический модуль.

V.T. IVANCHENKO, Candidate of Sciences (Engineering), A.A. ZAYTSEV, Engineer (Zaycev1-1@mail.ru), A.A. GRAZHDANKIN, Engineer
Kuban State Technological University (2, Moskovskaya Street, Krasnodar, 350072, Russian Federation)

An Eco-Friendly Autonomous Residential Building in Sochi

The basalt fiber is used as heat insulator in the bearing enclosing structure of the panel in the autonomous experimental two-storey residential building of panel type. To ensure minimal heat losses in the process of operation the calculation of heat balance was made and energy-saving construction of walls, floors, ceilings and window apertures is designed. The used design of the building makes it possible to meet the requirements for heat consumption for heating and ventilation of the building. For power supply an autonomous eco-friendly power system with the use of photoelectric modules, wind generators, and storage batteries has been designed. The system ensures the supply of alternating current of 220 V, round-the-clock and year-round operation of the house, operation of electrical equipment during cloudy weather. The monitoring of environment parameters for improving the microclimate in premises is conducted.

Keywords: basalt fiber, heat balance, autonomous power system, wind generator, photoelectrical module.

Известно, что затраты на содержание и управление зданием могут многократно превзойти инвестиции всего за несколько лет, однако в современных условиях застройщики заинтересованы в минимальных затратах при возведении жилого здания. Доказать эффективность использования современных технологий возможно при условии строительства экспериментальных зданий. Учет многолетнего жизненного цикла здания – от проекта до сноса; поиск баланса между незначительным увеличением инвестиционных затрат и существенным уменьшением стоимости содержания и эксплуатации зданий – это необходимые условия качественных проектных решений [1–6].

Экспериментальное двухэтажное жилое здание панельного типа с использованием в качестве утеплителя базальтового волокна в несущей ограждающей конструкции панели построено в Сочи.

Для обеспечения минимальных потерь тепла в процессе эксплуатации выполнен расчет теплового баланса и запроектирована энергосберегающая конструкция стен, пола, перекрытия, покрытия, оконных проемов. В качестве ограждающих конструкций использованы конструкционные термоструктурные панели с утеплителем толщиной 100 мм и коэффициентом теплопроводности 0,038 Вт/(м·°С), обшитые с двух сторон цементно-стружечными плитами (ЦСП) толщиной 25 мм. ЦСП на 90% состоит из щепы хвойных пород деревьев. Ее физико-механические свойства близки к древесине – низкая теплопроводность, хорошая звукоизоляция. По сертификату

пожаробезопасности соответствует классам Г1, В1, Д1 – не поддерживает горение. Кроме того, это экологически чистый материал: отсутствие вредных примесей, фенола, асбеста и формальдегидных смол.

Покрытие – деревянные стропильные ноги с утеплителем толщиной 150 мм. Перекрытие – деревянные балки шагом 1 м с утеплителем толщиной 100 мм. Пол утепленный на деревянных лагах, толщина утеплителя 100 мм. Окна – два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах с расчетным сопротивлением теплопередаче 0,7 м²·°С/Вт. Конструкция здания позволила обеспечить требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания.



Рис. 1. Жилое автономное здание (Сочи, ул. Новая Заря, 7)

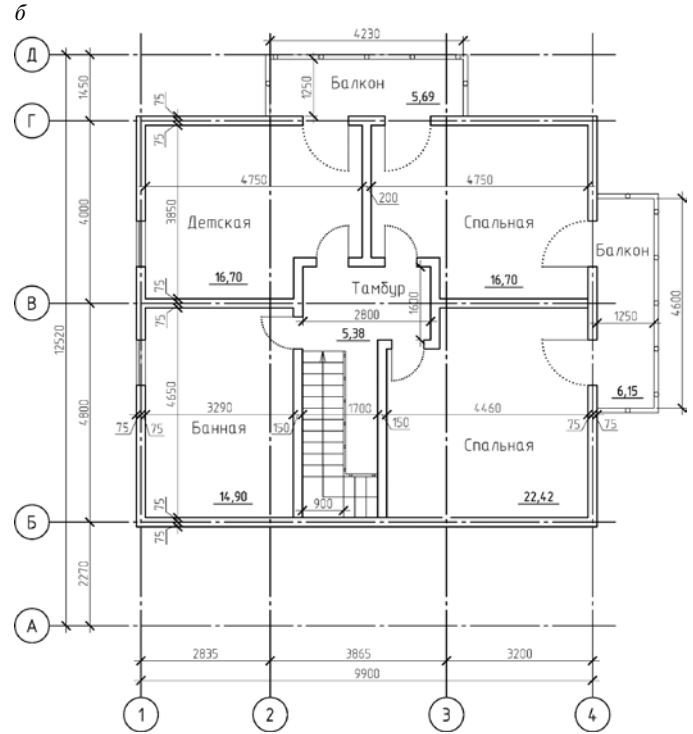
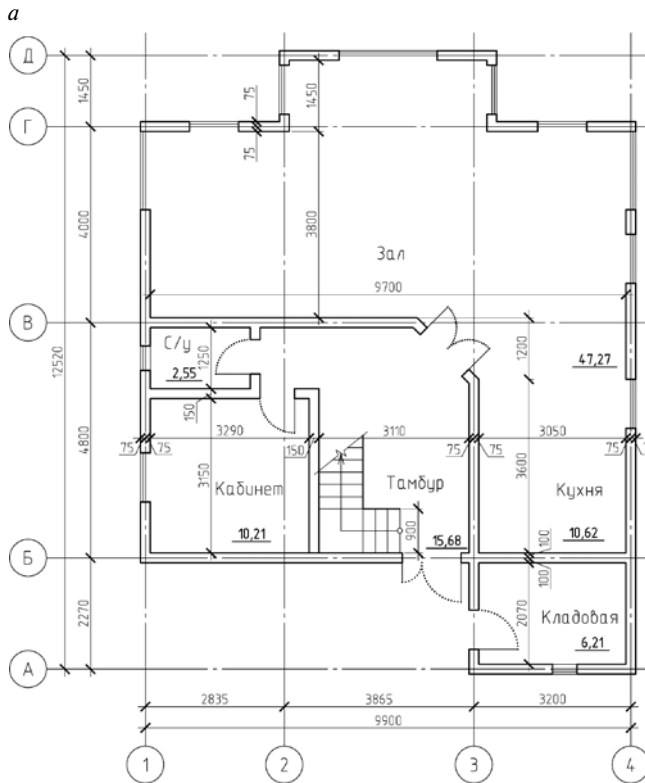


Рис. 2. Планы первого (а) и второго (б) этажей

Расчет теплового баланса выполнен согласно СП 50.13330. 2012 «Тепловая защита зданий» Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Расчетное значение удельной характеристики расхода на отопление и вентиляцию в соответствии с п. Г.1 определяется по формуле: $q_{от}^p = (k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} - k_{рад}) \cdot \nu \cdot \zeta) \cdot (1 - \xi) \cdot \beta_h = 0,18 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$. По табл. 13 СП 50.13330.2012 принимаем нормируемое значение $q_{от}^{тр} = 0,55 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$. На основании п. 10.1 должно обеспечиваться условие $q_{от}^p = 0,18 \leq q_{от}^{тр} = 0,55$.

В результате расчета здание относится к классу энергосбережения А⁺⁺ согласно табл. 15 СП 50.13330. 2012.

Совместно со специалистами ООО «Солнечный центр» (г. Краснодар) для энергоснабжения здания разработана и применена автономная экологически чистая энергосистема, включающая поликристаллический фотоэлектрический модуль – 24 шт. (Eclipse, Италия 156P60 SOL250P 250Wp/30V); малозумный ветрогенератор – 2 шт. (Nheolis Nheowind 3d 04 300 W/24V, Франция–Китай); для резервно-

го питания используется аккумуляторная батарея – 12 шт. (Ventura AGM GPL 12-200).

Система обеспечивает подачу переменного тока напряжением 220 В, круглосуточный и круглогодичный режим эксплуатации здания, работу электрооборудования при пасмурной погоде. Отсутствие резервного источника питания на горючем топливе позволит не оказывать существенного негативного влияния на экологическую безопасность эксплуатации жилища в городе-курорте Сочи. Также система имеет следующие преимущества: отказ от подвода электросети; отсутствие затрат на разрешительную документацию; нет зависимости от повышения цен на электроэнергию; независимость от отключения электроэнергии.

В целях обеспечения заданных параметров микроклимата будет проведен мониторинг системы энергообеспечения здания, предусматривающий получение и обработку следующих показателей:

- конденсация влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции в холодный период года;
- температура внутри помещений в теплый период года;
- влажность ограждающих конструкций;
- количество поступающей энергии от примененной системы энергообеспечения в солнечную и пасмурную погоду в различное время года;
- расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий.

По результатам исследований будут сделаны выводы о целесообразности использования современных технологий при возведении энергоэффективных домов.

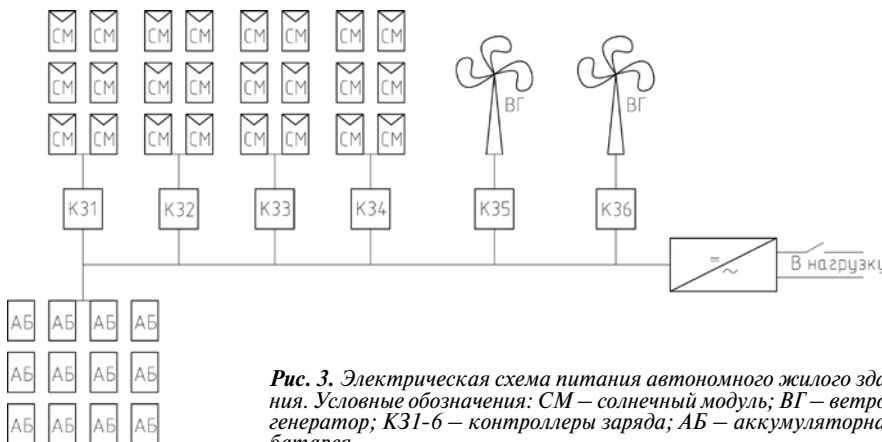


Рис. 3. Электрическая схема питания автономного жилого здания. Условные обозначения: СМ – солнечный модуль; ВГ – ветрогенератор; КЗ1-6 – контроллеры заряда; АБ – аккумуляторная батарея

Список литературы

1. Галлямова Г.Р., Кобельков Г.В. Энергосберегающие технологии при строительстве зданий: пассивный дом // *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования*. 2013. Т. 2. № 71. С. 228–232.
2. Елохова А.Е. Особенности пассивного дома в России // *Вестник МГСУ*. 2009. № 4. С. 313–316.
3. Иванова-Погребняк К.Л. «Пассивный дом» и активная экономия // *Саморегулирование и бизнес*. 2012. № 29. С. 34–39.
4. Смолярго Г.А., Дронова А.В. Возможности совершенствования качеств наружных стен при возведении и эксплуатации малоэтажных «пассивных домов» // *Известия Юго-Западного государственного университета*. 2010. № 3. С. 66–70.
5. Сапачева Л.В. Экоустойчивая позиция российских архитекторов // *Жилищное строительство*. 2010. № 12. С. 19–22.
6. Ремизов А.Н. О стимулировании экоустойчивой архитектуры и строительства // *Жилищное строительство*. 2014. № 3. С. 41–43.

References

1. Galliamova G.R., Kobelkov G.V. Energy saving technologies at construction of building: passive house. *Actual problems of modern science, equipment and education*. 2013. Vol. 2. No. 71, pp. 228–232. (In Russian).
2. Elokhorv A.E. Features of design of the passive house in Russia. *Vestnik MGSU*. 2009. No. 4, pp. 313–316. (In Russian).
3. Ivanova-Pogrebnyak K. «The passive house» and active economy. *Samoregulirovanie i biznes*. 2012. No. 29, pp. 34–39. (In Russian).
4. Smolargo G.A., Dronova A.V. Possibilities of improvement of qualities of external walls at construction and operation of low «passive» houses. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta*. 2010. No. 3, pp. 66–70. (In Russian).
5. Sapacheva L.V. Ecosteady position of the Russian architects. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2010. No. 12, pp. 19–22. (In Russian).
6. Remizov A.N. On Stimulation of Environmentally Sustainable Architecture and Building. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 3, pp. 41–43. (In Russian).



ЗАГОРОДОМ

Выставка загородного домостроения



Международная выставка
загородного домостроения

18–21 МАРТА 2015

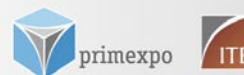
Санкт-Петербург, КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

Загородная жизнь с комфортом:
от проекта дома до отделки «под ключ»

Забронируйте стенд:
www.zagorodom-expo.com



ОРГАНИЗАТОРЫ:



Тел.: +7 (812) 380 6014, 380 6017
e-mail: zagorodom@primexpo.ru

УДК 624:332.142.6

А.Н. РЕМИЗОВ, архитектор (re.mi@mail.ru)

НП «Совет по «зеленому» строительству» (г. Москва, Гранатный пер., 12, оф. 28)

Архитектура и экоустойчивость: сложность взаимоотношений

Рассмотрены понятия «экоустойчивая архитектура» и «зеленое строительство». Отмечено, что Россия заметно отстает в сфере экоустойчивого строительства, причинами чего являются несовершенное законодательство, крайне консервативная нормативная база и отсутствие стимулирования со стороны государства, что приводит к отсутствию заинтересованности со стороны застройщиков и инвесторов. Приведены основные инструменты формирования и оценки зданий. Сформулированы конкретные предложения, способствующие развитию экоустойчивого строительства.

Ключевые слова: экоустойчивая архитектура, зеленое строительство, государственное стимулирование, добровольная сертификация.

A.N. REMIZOV, Architect, (re.mi@mail.ru),

Russian Sustainable Architecture and Building Council (12, of. 28, Granatnyi Lane, 123001 Moscow, Russian Federation)

Architecture and Eco-sustainability – Complexity of Relationship

Conceptions of “eco-sustainable architecture” and “green construction” are considered. It is noted that Russia is lagging behind in the field of eco-sustainable construction and reasons for this are imperfect legislation, extremely conservative normative base and the lack of the state stimulation that leads to the absence of interest from developers and investors. Main instruments of formation and assessment of buildings are presented. Concrete proposals favoring the development of eco-sustainable construction are formulated.

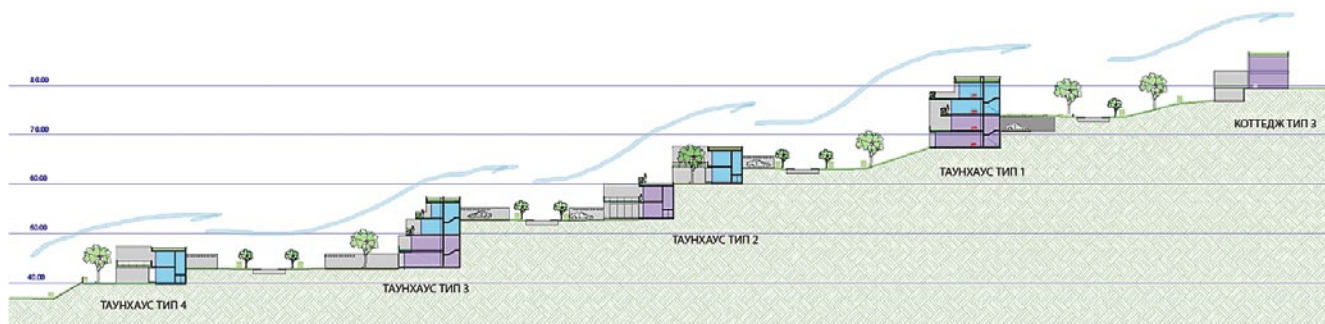
Keywords: eco-sustainable architecture, green construction, state stimulation, voluntary certification.

Понятие «экоустойчивая архитектура», «зеленое строительство» не имеют точных определений. «Зеленую» архитектуру часто называют «экологической», «энергоэффективной», «дружелюбной к природе», «биосферной» или «биоклиматической». Все эти понятия только части общего тренда экоустойчивой архитектуры, устремленного в будущее. Более широкое понятие «устойчивое развитие» может иметь различные определения, которые отражают позиции многих лиц и организаций. Устойчивое развитие основано на мудрости целостного подхода, выраженного в определении ООН о трех взаимосвязанных столпах устойчивого развития: экологическом, экономическом и социально-культурном. Преобразование их в пригодные для использования в строительном секторе инструменты не простая задача. Тем не менее в настоящее время есть ряд международных и отечественных стандартов и систем оценок, которые способствуют созданию более или менее «зеленых» и экоустойчивых зданий. Эти стандарты отражают экономические, социальные и географические особенности, оказывают влияние на законодательство и нормативную базу. Они основаны на таком видении построения общества, где все три принципа устойчивого развития являются естественным выбором для бизнеса, профессионального сообщества и власти. Сейчас в сфере экоустойчивого строительства Россия пока заметно отстает даже от своих ближайших соседей – Белоруссии и Казахстана, причинами чего являются несовершенное законодательство, крайне консервативная нормативная база и отсутствие стимулирования со стороны государства, что приводит к отсутствию заинтересованности со стороны застройщиков и инвесторов [1–6].

В сложившейся практике проектирования и строительства при принятии решений в центре внимания стоят капитальные затраты. Такой односторонний подход входит в противоречие с долгосрочным мышлением. Затраты на содержание и управление зданием могут многократно превзойти инвестиции всего за несколько лет. Качественные проектные решения должны учитывать многолетний жизненный цикл здания – от проекта до сноса, находить баланс между незначительным увеличением инвестиционных затрат и существенным уменьшением стоимости содержания и эксплуатации зданий.

Влияние на окружающую среду оказывают поток материалов и потребности в энергии для строительства, эксплуатации и содержания зданий и сооружений. Потенциалы ресурсосбережения, снижения выбросов CO₂ заложены не только в новом строительстве, но и в ремонте, энергоэффективной санации и экологической реновации существующих зданий, которые составляют около 99% общего фонда недвижимости. Снижение потока материалов за счет продления эксплуатации существующих зданий вносит радикальный вклад в сохранение ресурсов, сравнимый с материальным обеспечением всего нового строительства.

Научные и технические средства в «зеленом» строительстве – солнечные панели, стандарты пассивного дома, рекуперация тепла сами по себе еще недостаточны. Преобладающий инженерный подход заключается в опоре на технические возможности и рационализм и не рассматривает всю сложность человеческого поведения. Инженерным возможностям недостает социально-культурных отправных точек и стратегий для достижения цели. Архитекторы пока тоже недостаточно подготовлены. Доминируют или художе-



Разрез верхнего участка поселка «АГОЙ-ПАРК» (Краснодарский край). Естественная вентиляция морским бризом



Поселок «АГОЙ-ПАРК». Вид с моря

ственный стиль, или архитектура с включением лишь отдельных аспектов «зеленого» строительства. Все, что мы сейчас наблюдаем, безусловно важно, но это лишь оптимизация отдельных аспектов строительства вместо внедрения всеохватывающих экоустойчиво-ориентированных принципов планирования, в которых экономические, экологические и социальные аспекты рассматриваются во взаимном влиянии друг на друга.

В настоящее время происходит смена парадигмы в развитии отрасли строительства. На смену «зеленому» подходу, где здания рассматриваются как часть проблемы негативного влияния строительной деятельности на окружающую среду, приходит экоустойчивый подход, где здания становятся инструментом решения этой проблемы, становятся интегрированной частью среды обитания и расширяют возможности и людей, и природы. В «зеленой» парадигме здания классифицировали в зависимости от величины создаваемой ими нагрузки на окружающую среду. Так, после стандартных зданий, которые вносили незначительный вклад в устойчивое развитие, появились энергоэффективные здания, пассивные дома, оказывающие меньшую нагрузку на среду. Следующим шагом стали так называемые CO₂ нейтральные здания, которые не должны оказывать негативного воздействия на окружение и пользователей. В этом подходе здания рассматривали как изолированные объекты строительства. Но здание не остров. Возмещение ущерба от человеческой деятельности, интеграция в окружающую среду, долговременное развитие стали новым экоустойчивым подходом, характерным для европейских стран.

Для каждого подхода имеются свои инструменты формирования и оценки соответствующих зданий. Так, если мы хотим строить энергоэффективные здания, то и система сертификации будет соответствующей, например LEED или система сертификации НОСТРОЙ. Для строительства CO₂ нейтральных зданий нужны другие инструменты их формирова-

ния, например BREEAM. Если целью является строительство экоустойчивых, интегрированных в среду зданий, то и системы сертификации фокусируются на критериях, ведущих к этой цели, например стандарт DGNB или CAP-СПЗС. Необходимо понимать: какое целеполагание выбрано, такой стандарт и следует применять. Поэтому совершенно невозможно смешивать различные методы, «выбирая лучшее в каждом стандарте».

Профессиональное архитектурное сообщество уделяет внимание этим вопросам. С целью разработки принципов и норм экоустойчивой архитектуры, гарантирующей создание здоровой, экологичной и эффективной среды обитания, решением IV пленума Союза архитекторов России (2010 г.) были учреждены Совет по экоустойчивой архитектуре CAP и междисциплинарное Некоммерческое партнерство «Содействие устойчивому развитию архитектуры и строительства – Совет по «зеленому» строительству» (НП СПЗС). В него вошли многие научные, экологические, производственные, учебные организации, в том числе НП СРО ГАРХИ, МГСУ, МАРХИ при поддержке Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН).

Одним из итогов деятельности НП СПЗС явилась разработка национальных стандартов экоустойчивой архитектуры, опирающихся на взаимодействие технологической инженерно-направленной деятельности и социально-культурных запросов, базирующихся на ценностных показателях: культурном, экономическом, средовом, социальном, потребительском.

Стандарты экоустойчивой архитектуры зафиксированы в Системе добровольной сертификации (СДС) «Оценка экоустойчивости среды CAP-СПЗС», которая получила высокую оценку как профессионального сообщества, так и академиков РАЕН. Система сертификации, разработанная на основе российских законодательных актов, стандартов ISO, разработок Всемирной организации по здравоохранению, рекомендаций международных организаций по «зеленому» строительству, стандартов DGNB, была зарегистрирована в Федеральном агентстве по метрологии и стандартизации (Росстандарте) в 2013 г.

Система сертификации CAP-СПЗС служит инструментом как формирования, так и контроля экоустойчивой среды обитания. Система дает прозрачную оценку зданий на всех этапах проектирования, строительства и эксплуатации, включая их утилизацию. Преимущества экоустойчивого строительства реализуются в повышении качества и снижении стоимости объекта строительства при расчете жизненного цикла, в значительной экономии ресурсов, в минимальных отходах и выбросах, в снижении эксплуатационных расходов, в управлении рисками, в высоком уров-

не комфорта, который способствует укреплению здоровья и повышению работоспособности. В соответствии с СДС «САР-СПЗС» уже построен ряд зданий, в том числе первый в России «активный дом», ведется проектирование сотни других объектов.

Союзом архитекторов России и НП СПЗС проделана большая работа по совершенствованию законодательства и нормативной базы. Круглые столы и конференции с участием ведущих международных экспертных и консультативных организаций, таких как KPMG и DGNB, позволили разработать стратегию и сформулировать конкретные предложения, способствующие развитию экоустойчивого строительства. Были предложены следующие меры.

В области законодательства:

– внесение в Градостроительный кодекс и в Закон о техническом регулировании положений о стандартах и нормах экоустойчивого строительства;

– включение критерия оценки жизненного цикла объекта строительства и реконструкции для всех типов зданий и сооружений в Федеральный закон № 44 от 05.04.2013 г. «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» и в Постановление Правительства РФ № 87 от 16.02.2008 г. «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;

– разработка федеральных и региональных законодательных актов по стимулированию экоустойчивого строительства, предусматривающих поддержку проектов с использованием стандартов экоустойчивого строительства; льготное кредитование и компенсацию процентов по кредитам в зависимости от полученного рейтинга при сертификации экоустойчивых зданий; государственную поддержку инвестиций в производство «экоустойчивых» материалов, оборудования и техники; налоговые льготы на недвижимость; таможенные льготы; льготы по тарифам; пониженные ставки по ипотеке; предоставление преференций при предоставлении ТУ и согласовании строительства экоустойчивых объектов; требование обязательной экоустойчивой сертификации при выдаче субсидий; энергосервисный контракт.

В области нормативной базы:

– создание единого реестра строительных материалов и изделий с выявлением их полного жизненного цикла – «от

колыбели до колыбели» для расчета эффективности зданий и сооружений (зарубежный аналог: EPD – European Product Declaration);

– разработка и корректировка сводов правил и строительных норм в области типологии зданий, строительной физики, пожарной безопасности, строительных материалов и технологий.

В области добровольных стандартов:

– создание национального экоустойчивого стандарта на базе зарегистрированной в Росстандарте системы добровольной сертификации САР-СПЗС «Оценка экоустойчивости среды обитания».

В качестве дополнительных мер предлагается обеспечить прямое финансирование экоустойчивых проектов из бюджетов и целевых фондов; прямые инвестиции в экоустойчивые муниципальные здания; внедрение независимой системы рейтинговой сертификации экоустойчивой архитектуры как инструмента формирования и подтверждения соответствия стандартам экоустойчивого строительства.

Реализация мер государственного регулирования и стимулирования экоустойчивого строительства гарантирует ощутимый экономический результат за счет эффективного использования ресурсов, более качественного проектирования и строительства, служит целям создания благоприятной среды, укрепления здоровья и увеличения продолжительности жизни населения.

Архитекторы, в силу своей профессии, должны объединить вокруг себя все профессиональное сообщество сектора строительства и эксплуатации зданий для создания экоустойчивой архитектуры, интегрированной в среду обитания, для дальнейшей работы по совершенствованию норм и стандартов, подготовке специалистов в области экоустойчивой архитектуры. Некоммерческое партнерство «Содействие устойчивому развитию архитектуры и строительства – Совет по «зеленому» строительству» (НП СПЗС) с 2012 г. проводит обучающие курсы по системе сертификации экоустойчивых зданий и территорий. Подготовлено более ста специалистов «Registered professional, Consultant, Auditor DGNB», а также «Консультант САР-СПЗС». Но лучшими аргументами в пользу экоустойчивой архитектуры должно стать именно строительство экоустойчивых зданий и поселений.

Список литературы

1. Цицин К.Г. Энергоэффективные технологии – будущее жилищного строительства // *Эффективное антикризисное управление*. 2013. № 2 (77). С. 50–51.
2. Сапачева Л.В. Экоустойчивая позиция российских архитекторов // *Жилищное строительство*. 2010. № 12. С. 19–22.
3. Корчагина О.А., Островская А.А., Юдина О.А., Ильясова О.И. «Зеленое» строительство // *Components of scientific and technological progress*. 2013. № 3 (18). С. 42–45.
4. Данилов С.И. Активный, потому что пассивный и умный // *Инициативы XXI века*. 2011. № 4–5. С. 72–83.
5. Бунина О.А. Состояние и перспективы развития объектов «зеленого» строительства в городе Ставрополе // *Современные наукоемкие технологии*. 2009. № 3. С. 50–51.
6. Ремизов А.Н. О стимулировании экоустойчивой архитектуры и строительства // *Жилищное строительство*. 2014. № 3. С. 41–43.

References

1. Tsitsin K.G. Power effective technologies – the future of housing construction. *Effektivnoe antikrizisnoe upravlenie*. 2013. No. 2 (77), pp. 50–51. (In Russian).
2. Sapacheva L.V. Ecosteady position of the Russian architects. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2010. No. 12, pp. 19–22. (In Russian).
3. Korchagina O.A. Ostrovskaya A.A. Yudina O.A. Ilyasova O.I. «Green» construction. *Components of scientific and technological progress*. 2013. No. 3 (18), pp. 42–45. (In Russian).
4. Danilov S. I. Aktivny, because passive and clever. *Initiativy XXI veka*. 2011. No. 4–5, pp. 72–83. (In Russian).
5. Bunina O.A. State and prospects of development of objects of green construction in the city of stavoropol. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. 2009. No. 3, pp. 50–51. (In Russian).
6. Remizov A.N. On Stimulation of Environmentally Sustainable Architecture and Building. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 3, pp. 41–43. (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/>

Крупнейшая международная строительная выставка Северо-Запада России

18–21 марта 2015

Место проведения:

Санкт-Петербург,
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

Подробнее на сайте:

www.interstroyexpo.com

В рамках выставки:



Международный
конгресс
по строительству

Генеральный
информационный партнер:



Медиа-партнер:



Ведущий
интернет-партнер:



Ведущий отраслевой партнер:



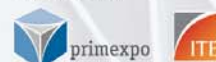
Стратегический
партнер:



При поддержке:



Организаторы:



Тел. +7 (812) 380 60 14
E-mail: build@primexpo.ru

МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРОИТЕЛЬНО-ИНТЕРЬЕРНАЯ ВЫСТАВКА

BATIMAT®

RUSSIA

Архитектура. Строительство. Дизайн. Интерьер

2015

31 марта - 3 апреля

МВЦ «Крокус Экспо»
г. Москва

- Крупнейший выставочный центр в Восточной Европе*
- Вся строительная индустрия в единые сроки
- Участники – ведущие российские и европейские производители
- Более 70 000 посетителей-специалистов
- Насыщенная деловая программа, профессиональные конкурсы
- Мастер-классы известных дизайнеров и архитекторов

* по данным AUMA/KME Consulting Group

ОРГАНИЗАТОРЫ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ОТРАСЛЕВОЙ
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:

Оконный Интернет
tybet.ru

Реклама

www.batimat-rus.com

+7 (495) 961 22 62