



ISSN 0044-4472

3'2015

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

научно-технический и производственный журнал

www.rifsm.ru

издается с 1958 г.



Курск встречает архитектурно-строительное академическое сообщество России
(к проведению ежегодного Общего собрания
членов Российской академии архитектуры и строительных наук
на базе Юго-Западного государственного университета,
Курск, 21–24 апреля 2015 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»

ООО «Домкор Индустрия»

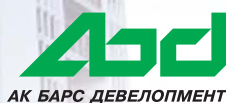
и объекты строительства в г. Набережные Челны (3 июля)

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.

3'2015

К проведению ежегодного Общего собрания РААСН, Курск 21–24 апреля 2015 г.

В.А. ИЛЬИЧЕВ, С.Г. ЕМЕЛЬЯНОВ, В.И. КОЛЧУНОВ, Н.В. БАКАЕВА, С.А. КОБЕЛЕВА
Моделирование и анализ закономерностей динамики изменения состояния
биосферосовместимых урбанизированных территорий. 3

Н.И. КАРПЕНКО, С.Н. КАРПЕНКО
О формировании физических соотношений для бетонных элементов
при объемном напряженном состоянии в приращениях 10

А.Т. ДВОРЕЦКИЙ, К.Н. КЛЕВЕЦ, Д.А. ДВОРЕЦКИЙ
Энергоэффективная архитектура зданий в смешанном климате 14

Н.В. КЛЮЕВА, Д.А. РЫПАКОВ
Расчет динамических догрузений в железобетонных элементах,
работающих на изгиб с кручением при трещинообразовании 19

Материалы и конструкции

М.А. КАЛИТИНА, А.В. КАЗЬМИНА, Ф.Ф. АРСЛАНБЕКОВА
Комплексные поликомпонентные добавки для бетона 23

Информация

Открытие крупнейшего домостроительного комбината –
новый шаг в развитии крупнопанельного домостроения в России 27

Юбилеры отрасли

70 лет главному проектному институту «ВЛАДИМИРГРАЖДАНПРОЕКТ» 28

Сохранение архитектурного наследия

С.В. ИЛЬВИЦКАЯ, А.В. СМИРНОВ
Роль культурно-досуговых центров в сохранении объектов культурного наследия 32

Расчет конструкций

Н.К. КАПУСТЯН, Г.Н. АНТОНОВСКАЯ, А.Н. КЛИМОВ, И.М. БАСАКИНА
Оценка сильных сейсмических воздействий на здания
по наблюдениям слабых вибраций. 37

Общие вопросы строительства

М.С. ЗАХАРОВ
Стратегия инновационного развития строительного комплекса Российской Федерации
на период до 2020 г. и проблемы инженерных изысканий 43

Founder of the journal

«TsNIIEP zhilykh i obshchestvennykh zdaniy» (TSNIIEPzhilishcha)»

Monthly scientific-technical and industrial journal

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

Editor-in-chief

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

Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

The authors

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

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

Reprinting

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

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

ZHILISHCHNOE STROITEL'STVO

Published since 1958

3'2015

To realization of the annual General meeting of RAACS, Kursk of April, 21–24 2015

V.A. ILYICHEV, S.G. EMELYANOV, V.I. KOLCHUNOV, N.V. BAKAYEVA, S.A. KOBEL'VA
Modeling and Analyzing of the Regularities the Dynamics State Change
of Biosphere Compatible Urban Areas 3

N.I. KARPENKO, S.N. KARPENKO
About Formation of Physical Ratios for Concrete Elements Under Volumetric Stress
State in Increments 10

A.T. DVORETSKY, K.N. KLEVETS, D.A. DVORETSKY
Energy-Efficient Architecture of Buildings in Mixed Climate 14

N.V. KLYUEVA, D.A. RIPAKOV
Calculation of Dynamic Added Stresses in Reinforced Concrete Elements Working
in Bending with Twisting in the Course of Fracturing 19

Materials and structures

M.A. KALITINA, A.V. KAZMINA, F.F. ARSLANBEKOVA
Influence of Complex Multicomponent Additives on Properties
of a Cement Stone and Concrete 23

Information

Commissioning of the Largest Integrated House-Building Factory
is a New Step in Development of Large-Panel House Construction in Russia. 27

Persons of the industry whose jubilees are celebrated

Design Institute «VLADIMIRGRAZHDANPROEKT» 70 Years! 28

Preservation of architectural heritage

S.V. ILVITSKAYA, A.V. SMIRNOV
The Role of Cultural and Recreational Center in the Preservation of Objects
of Cultural Heritage 32

Structural calculations

N.K. KAPUSTYAN, G.N. ANTONOVSKAYA, A.N. KLIMOV, I.M. BASAKINA
Evaluation of Strong Seismic Impacts on Buildings According to Observations
of Weak Vibrations 37

General issues of construction

M.S. ZAKHAROV
Strategy of Innovative Development of Construction Complex of the Russian Federation
for the Period until 2020 and Problems of Engineering Surveys 43

Editorial address: 9/3 Dmitrovskoye Hwy, 127434, Moscow, Russian Federation

Tel./fax: (499) 976-22-08, 976-20-36

Email: mail@rifsm.ru http://www.rifsm.ru/

УДК 69.003:504.052

В.А. ИЛЬИЧЕВ¹, д-р техн. наук, академик РААСН (ilyichev@mail.ru); С.Г. ЕМЕЛЬЯНОВ², д-р техн. наук,
В.И. КОЛЧУНОВ², д-р техн. наук, Н.В. БАКАЕВА², д-р техн. наук; С.А. КОБЕЛЕВА³, канд. техн. наук

¹ Российская академия строительства и архитектуры (103071, г. Москва, ул. Б. Дмитровка, 24)

² Юго-Западный государственный университет (305040, г. Курск, ул. 50-лет Октября, 94)

³ Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс (302020, г. Орел, Наугорское ш., 29)

Моделирование и анализ закономерностей динамики изменения состояния биосферосовместимых урбанизированных территорий

Предложен новый подход к моделированию динамики изменения состояния урбанизированных территорий на принципах биосферной совместимости и принципах самоорганизации. Построена концептуальная модель биосферосовместимых урбанизированных территорий в виде многокомпонентной природно-социотехнической структуры. Разработана математическая модель для описания сбалансированного состояния урбанизированных территорий как открытых динамических структур с выбором определяющих параметров для управления. В качестве критерия оценки эффективности строительных технологий предлагается использовать обобщенный показатель их экологической безопасности.

Ключевые слова: биосферная совместимость, урбанизированные территории, моделирование, гуманитарный баланс, природно-техногенная структура, инновации.

V.A. ILYICHEV¹, Doctor of Sciences (Engineering), Academician of RAACS (ilyichev@mail.ru), S.G. EMEL'YANOV², doctor of technical science, associate professor,
V.I. KOLCHUNOV², doctor of technical science, associate professor, N.V. BAKAYEVA², doctor of technical science, associate professor,
S.A. KOBEL'VA³, Candidate of Sciences (Engineering)

¹ Russian Academy of architecture and construction sciences (24, Dmitrovka Street, 103071, Moscow, Russian Federation)

² Southwest state university (94, 50 let Ocyabrya Street, 305040, Kursk, Russian Federation)

³ State University – Education-Science-Production Complex (29, Naugorskoe Highway, 127238, Orel, Russian Federation)

Modeling and Analyzing of the Regularities the Dynamics State Change of Biosphere Compatible Urban Areas

A new approach is suggested to modeling the dynamics of state change in urban areas and is based on the principles of biosphere compatibility and self-organization. Conceptual model of biosphere compatible urban areas is built in the form of a multicomponent natural and socio-technical structure. A mathematical model is developed to describe a balanced state urban areas as open dynamic structures with a choice of the governing parameters for management. As a criterion for evaluating the effectiveness of building technologies is proposed to use a generalized indicator of their environmental safety.

Keywords: biosphere compatibility, urban livelihood system, simulation, mechanism of self-organization, triple balance, natural and technogenic structure.

Основное противоречие современного типа жизнедеятельности заключается в том, что развитие общества по парадигме потребления ресурсов не способно не только улучшить качество жизни, но и таит в себе немало опасностей. Назрела необходимость структурировать эту проблему путем создания условий для безопасного самоподдерживающегося развития урбанизированных территорий на основе парадигмы биосферосовместимого единения природы и деятельности человека в интересах достижения и сохранения безопасных и комфортных условий проживания как нынешнего, так и будущего поколений людей. Научный поиск в этом направлении предполагает установление причинно-следственных связей между изъятием человеком природных ресурсов, вбрасыванием отходов его жизнедеятельности в окружающую среду и ухудшением здоровья населения городов и поселений, а также его возможной деградацией и социальной девальвацией ввиду снижения качества жизни [1].

С этих позиций при моделировании биосферосовместимых систем урбанизированных территорий необходимо учитывать взаимосвязь переменных их состояния, обусловленную воздействием внешней среды и внутренними процессами, в том числе и процессами самоорганизации.

Такие исследования возможны на основе модели, построенной в виде системы одновременных уравнений (Ильичев В.А., Колчунов В.И., Гордон В.А. Одновременные системы уравнений для моделирования взаимосвязей численности населения и характеристик среды обитания // Сб. мат. VII Крымской международной научно-практической конференции «Геометрическое и компьютерное моделирование: энергосбережение, экология, дизайн». Симферополь, Национальная академия природоохранного и курортного строительства, 27 сентября – 1 октября 2010 г. С. 17–23).

Одним из фундаментальных принципов преобразования поселения и урбанизированных территорий в биосферосовместимые и развивающие человека служит принцип тройственного баланса биотехносферы [2, 3]. Составными элементами тройственного баланса биотехносферы служат: численность населения; характеристики мест удовлетворения потребностей населения в поселении и потенциал жизни биосферы на окружающей территории.

Для описания динамики изменения состояния биосферосовместимых урбанизированных территорий на основе принципа тройственного баланса биотехносферы необходимы формализованные представления элементов это-

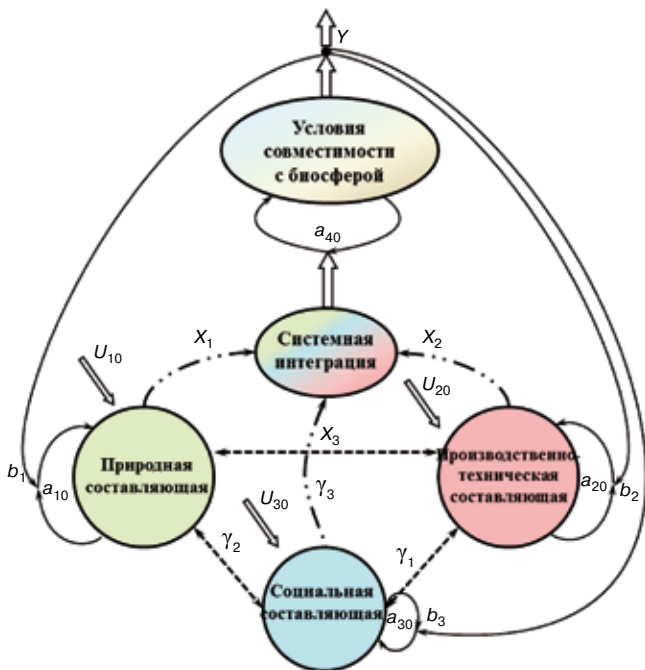


Рис. 1. Схема концептуальной модели биосферосовместимых урбанизированных территорий

го баланса. Многие показатели состояния биотехносферы хорошо известны и могут быть количественно определены в виде простейших регрессионных моделей, построенных за некий ретроспективный период. Однако в соотношении с уровнем развития человеческого потенциала как главного критерия жизнедеятельности человека на урбанизированных территориях такая постановка задачи не производилась. Это одна из важнейших задач предстоящих исследований в направлении количественной оценки баланса биотехносферы, с тем чтобы определить оптимальные показатели комфортного и безопасного состояния среды жизнедеятельности человека, а также чтобы целенаправленно внести соответствующие изменения в механизмы управления урбанизированными территориями (городом или поселением).

В соответствии с принципами парадигмы биосферной совместимости предложена концептуальная модель биосферосовместимых урбанизированных территорий в виде многокомпонентной природно-социотехнической структуры (рис. 1).

Модель включает три взаимодействующие между собой составляющие, выступающие элементами тройственного баланса биотехносферы:

- природную составляющую как часть внешней среды, содержащую ресурсы, которые необходимы для жизнеобеспечения человека на урбанизированных территориях, и подвергающуюся негативному антропогенному и техногенному воздействию;

- социальную составляющую как часть внешней среды, ожидающую удовлетворения своих рациональных жизнеобеспечивающих потребностей и при этом испытывающую опосредованное негативное техногенное воздействие со стороны окружающей среды;

- производственно-техническую составляющую, оказывающую воздействие на природную и социальную части и определяющую качество жизни на урбанизированных тер-

риториях и условия формирования комфортной и безопасной среды жизнедеятельности, развивающей человека.

Математическая модель динамики изменения состояния биосферосовместимых урбанизированных территорий в общем виде может быть описана нелинейным уравнением вида:

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i(x_1, x_2, \dots, x_n), i = 1, n, \quad (1)$$

где f_i – непрерывные или кусочно-непрерывные функции; x_n – координаты системы, отражающие положение некоторой точки на фазовой плоскости или в пространстве координат и характеризующие состояние составляющих системы в любой момент времени.

В качестве критерия оценки сбалансированного состояния биосферосовместимых урбанизированных территорий выступает количественное соотношение между показателями состояния ее составляющих:

- уровнем удовлетворения потребностей в природных ресурсах (так называемые первичные потребности – вода, кислород воздуха, минеральное сырье и т. п.);
- уровнем инновационной развитости инфраструктурной составляющей на урбанизированных территориях (в городах и поселениях);
- уровнем развития человеческого потенциала.

Принципы биосферной совместимости могут служить в качестве механизма самоорганизации урбанизированных территорий и способствовать социальному, духовному и экономическому их возрождению, улучшению демографии и прогрессивному развитию человека во всех отношениях. Положительную же динамику изменения состояния биосферосовместимых урбанизированных территорий определяют значения параметров их состояния и (или) их производных, которые остаются стабильными в заданном диапазоне с течением времени.

Математическое представление динамической системы определяется совокупностью нелинейных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \dot{X}_1 = a_{10}X_1 - a_{11}X_1^2 + \gamma_1 X_2 X_3 - b_1 Y; \\ \dot{X}_2 = a_{20}X_2 - a_{22}X_2^2 + \gamma_2 X_1 X_3 - b_2 Y; \\ \dot{X}_3 = a_{30}X_3 - a_{33}X_3^2 + \gamma_3 X_1 X_2 - b_3 Y; \\ \dot{Y} = a_{40}Y - a_{44}Y^2 + X_1 X_2 X_3. \end{cases} \quad (2)$$

В этих уравнениях представим следующие переменные.

Переменная X_1 характеризует степень потребления природных ресурсов и уровень загрязнения природной среды отходами.

Переменная X_2 характеризует уровень развитости производственно-инфраструктурной составляющей в регионе (использование «зеленых» технологий, количество инновационных производств, темпы обновления основных фондов и пр.).

Переменная X_3 характеризует степень удовлетворения рациональных жизнеобеспечивающих потребностей населения урбанизированных территорий (работа, жилье, образование, медицина и здравоохранение, транспорт и т. п.). Качество удовлетворения этих потребностей определяет уровень комфорта жизни.

Система нелинейных дифференциальных уравнений (2), принятых к моделированию динамики изменения

состояния биосферосовместимых урбанизированных территорий, должна быть дополнена начальными условиями при $t=0$: $X_1(0)=X_{10}$; $X_2(0)=X_{20}$; $X_3(0)=X_{30}$.

Внешние воздействия и управленческие решения также определяют динамику развития той или иной ситуации, сложившейся в жизнеобустройстве урбанизированных территорий. В этом случае динамика изменения их состояния описывается уравнениями с дополнительными членами в виде управляющих воздействий:

$$\begin{cases} \dot{X}_1 = a_{10}X_1 - a_{11}X_1^2 + \gamma_1 X_2 X_3 - b_1 Y + U_{10}; \\ \dot{X}_2 = a_{20}X_2 - a_{22}X_2^2 + \gamma_2 X_1 X_3 - b_2 Y + U_{20}; \\ \dot{X}_3 = a_{30}X_3 - a_{33}X_3^2 + \gamma_3 X_1 X_2 - b_3 Y + U_{30}; \\ \dot{Y} = a_{40}Y - a_{44}Y^2 + X_1 X_2 X_3, \end{cases} \quad (3)$$

где переменные U_{10} , U_{20} , U_{30} – управляющие воздействия, направленные на достижение целевого состояния – совместимости с биосферой и прогрессивного развития урбанизированных территорий.

Несложно видеть, что в представленной схематично концептуальной модели проявляется эффект синергетики (показатель Y), отражающий одновременно протекающие процессы жизнедеятельности на системном уровне. Формализуемые биосферосовместимые урбанизированные территории – это системы с обратной связью и поэтому в уравнениях (2) и (3) присутствуют коэффициенты обратной связи: a_{10} , a_{20} , a_{30} , a_{40} , которые характеризуют воздействия различных факторов внешней среды. При этом воздействия внешней среды могут иметь как стабилизирующее влияние (без изменений), так и стимулирующее влияние различных факторов на развитие урбанизированных территорий. В частности, коэффициенты отрицательных обратных связей a_{11} , a_{22} , a_{33} , a_{44} характеризуют стабилизирующее влияние внешней среды на реализацию функций биосферосовместимого города. Например, количество техногенных и бытовых отходов, перерабатываемых инновационной экологически безопасной производственно-инфраструктурной составляющей, имеет эффект компенсации вредного воздействия этой составляющей на природную среду. Таким образом, коэффициенты a_{ij} ($i = 1, 2, 3, 4$) описывают механизм самоорганизации отдельных компонентов в биосферосовместимой системе.

В свою очередь, коэффициенты отрицательных обратных связей b_1 , b_2 , b_3 характеризуют стабилизирующее влияние внешней среды, продиктованное, например, изменениями нормативно-правовой базы, демографическими процессами, миграцией населения и т. п.

Коэффициенты γ_1 , γ_2 , γ_3 , которые могут быть как положительными, так и отрицательными, характеризуют взаимное влияние между отдельными составляющими и компонентов природно-социотехнических структур. Опосредованное воздействие уровня загрязнения атмосферного воздуха, водной среды и других составляющих жизнеобеспечения на урбанизированных территориях на здоровье населения – это лишь часть параметров, входящих в состав параметров этих коэффициентов.

Параметры U_{10} , U_{20} , U_{30} отражают реализацию факторов управления.

Представленные в дифференциальных уравнениях (2) и (3) переменные зависят от многих параметров, описывающих прямое и опосредованное воздействие природной среды и

производственно-технической инфраструктуры на социум и определяющих через показатели загрязнения и условия жизнедеятельности здоровье и качество жизни населения. В связи с этим коэффициенты в этих уравнениях, отражающие изменение состояния составляющих рассматриваемой системы за принятую единицу времени (например, один год), могут быть представлены в виде некоторых функций или же суммой коэффициентов от всех взаимодействующих факторов:

$$a = a_1 + a_2 + \dots + a_n = \sum_{j=1}^n a_j. \quad (4)$$

В качестве примера представим абсолютное приращение уровня загрязнения природной составляющей природно-социотехнической структуры за промежуток времени Δt от реализации функции жизнеобеспечения в виде:

$$\Delta x_1 = (a_{11} - b_1 + a_2 x_2 + a_3 x_2 - c_1 x_2) x_1 \Delta t, \quad (5)$$

где коэффициенты a_{11} , b_1 – соответственно уровень озеленения и площадь естественных природных ландшафтов за принятую единицу времени, например один год, как фактора стабилизации уровня загрязнения природной среды ввиду жизнедеятельности человека на урбанизированных территориях; коэффициент a_2 характеризует уровень внедрения «зеленых» технологий (малоотходных, ресурсосберегающих, экологически безопасных и т. п.); коэффициент a_3 характеризует уровень природоохранных мероприятий и государственной поддержки различного рода (экологическое образование, экологические мероприятия и т. д.), способствующих в долгосрочной перспективе снижению уровня загрязнения природной среды; коэффициент c_1 характеризует уровень загрязнения атмосферного воздуха, воды и почвы, параметрического загрязнения окружающей среды от воздействия производственно-инфраструктурной составляющей (промышленности строительных материалов, стройиндустрии, транспортных процессов, промышленного производства и т. п.).

Последний коэффициент c_1 также является интегральной характеристикой и в свою очередь может быть суммой коэффициентов, отвечающих за определенный вид воздействия на компоненты природной среды:

$$c_1 = c_{11} + c_{12} + \dots + c_{1n} = \sum_{j=1}^n c_{1j}. \quad (6)$$

Вычисляя изменение уровня загрязнения природной среды в единицу времени и переходя к пределу при $\Delta t \rightarrow 0$, получим скорость изменения состояния природной составляющей $x_1(t)$:

$$\frac{dx_1}{dt} = \varepsilon_1(t) x_1, \quad (7)$$

где $\varepsilon_1 = a_{11} - b_1 + a_2 x_2 + a_3 x_2 - c_1 x_2$.

Аналогично дифференциальным уравнением могут быть описаны изменения в производственно-инфраструктурной составляющей:

$$\frac{dx_2}{dt} = \varepsilon_2(t) x_2, \quad (8)$$

где $\varepsilon_2 = a_{12} - b_2 - (a_2 - c_1) x_1 - (c_2 - a_{32}) x_1 x_2$.

Здесь коэффициенты a_{12} , b_2 характеризуют соответственно существующий уровень производственно-инфраструктурной составляющей урбанизированных территорий и потенциал ее экономического развития на основе

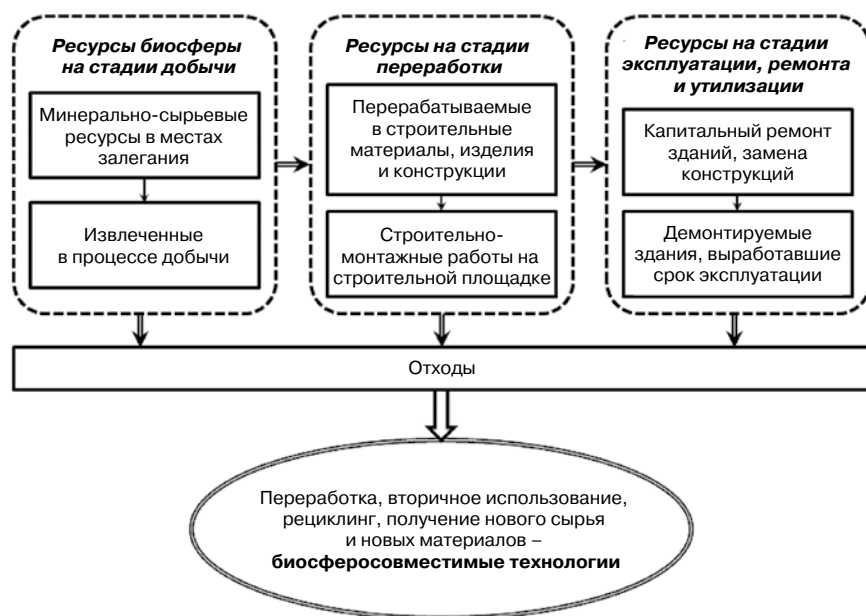


Рис. 2. Модель «ресурсного цикла»

инноваций. При этом в полезный социально-экономический оборот, определяющий потенциал экономического развития, вовлекаются и патологии производственной деятельности и жизнедеятельности человека: отходы вредных производств и члены общества, не вовлеченные в производственную сферу (безработные, преступники).

Коэффициенты a_2 , c_1 имеют тот же физический смысл, что и в формуле (5). При этом коэффициент c_1 отражает также и опосредованное воздействие на человека производства и городской инфраструктуры и учитывает загрязнения компонентов природной среды промышленными и бытовыми отходами и выбросами. Коэффициент характеризует прямые воздействия производственно-инфраструктурной составляющей системы на социальную среду и отражает условия, создаваемые городом на урбанизированных территориях для развития человека (рабочие места, жилье, транспорт, объекты здравоохранения и культуры). Коэффициент отражает количество потребляемых природных ресурсов (вода, кислород, земельные ресурсы), необходимых для функционирования систем жизнеобеспечения и жизнедеятельности человека. Уместно также отметить, что при принятии управленческих решений (параметры U) необходимо учитывать степень реновации урбанизированных территорий и вовлечение их в хозяйственный оборот; объем инвестиций в «зеленые» отрасли промышленности; уровень потребления энергоресурсов при обеспечении жизнедеятельности.

Изменение состояния социальной составляющей описывается уравнением:

$$\frac{dx_3}{dt} = \varepsilon_3 x_3, \quad (9)$$

где $\varepsilon_3 = a_{13} - b_2 + (c_2 - a_{32})x_1 x_2$.

Коэффициенты a_{13} , b_3 соответственно характеризуют пополнение и убыль численности населения урбанизированных территорий за счет рождаемости и смертности, а также за счет прибытия и убытия населения ввиду миграционных и других демографических процессов (социальная помощь, лечение, образование или разорение, заболе-

вания, безработица и т. п.). Коэффициенты c_1 и a_{32} определяют уровень развития человеческого потенциала исходя из состояния окружающей природной среды и качества жизни на урбанизированных территориях.

Таким образом, получена полная система трех нелинейных уравнений, содержащая определенное количество параметров, исходя из принятых ограничений системы, описывающая сбалансированное состояние природно-техногенной системы. В рамках исследуемой модели системы дифференциальных уравнений может быть выполнена аналитическая оценка динамики изменения компонентов человеческого потенциала как одного из главных критериев биосферной совместимости урбанизированных территорий [4].

В соответствии с принципами биосферной совместимости вопрос о разделении технических инноваций на

прогрессивные и регрессивные решается по их воздействию на симбиотическую жизнь биосферы и будущих поколений людей. Если технологии сокращают пространство и время симбиотической жизни биосферы, а вместе с ней и человека, то они регрессивны, если увеличивают – прогрессивны [5]. В рамках парадигмы биосферной совместимости проблема, развивающего человека, одной из важнейших проблем остается комплексная оценка потенциала энерго- и ресурсоэффективности гражданских зданий на всех стадиях жизненного цикла, включая добычу минерально-сырьевых ресурсов из биосферы; производство строительных материалов, изделий, конструкций; проектирование; возведение зданий; эксплуатацию; демонтаж и утилизацию конструкций, объектов, выработавших свой ресурс. Создание ресурсо- и энергоэффективных строительных материалов, изделий, конструктивных систем гражданских зданий отвечает перечню приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечню критических технологий, имеющих важное социально-экономическое, экологическое значение. Немаловажно, что в настоящее время в строительном комплексе все более реальным становится переход к малоотходным производствам и технологиям, характеризующимся максимально возможной переработкой или утилизацией отходов. Для решения одной из ключевых задач этой проблемы предложена концептуальная модель «полного ресурсного цикла» (рис. 2), в котором отходы, образующиеся в течение жизненного цикла объекта, пригодны к последующему ресурсному или энергетическому использованию [6–8].

Связи между элементами модели «ресурсного цикла» реализуются потоками минерально-сырьевых ресурсов из биосферы, готовой строительной продукции, отходов и возможных потерь, служащих источником сырья для производственно-инфраструктурной составляющей. Внешней средой системы является, с одной стороны, биосфера, через которую замыкаются техногенные циклы, а с другой – потребности человека. При такой постановке оценку эффективности строительных технологий целесообразно про-

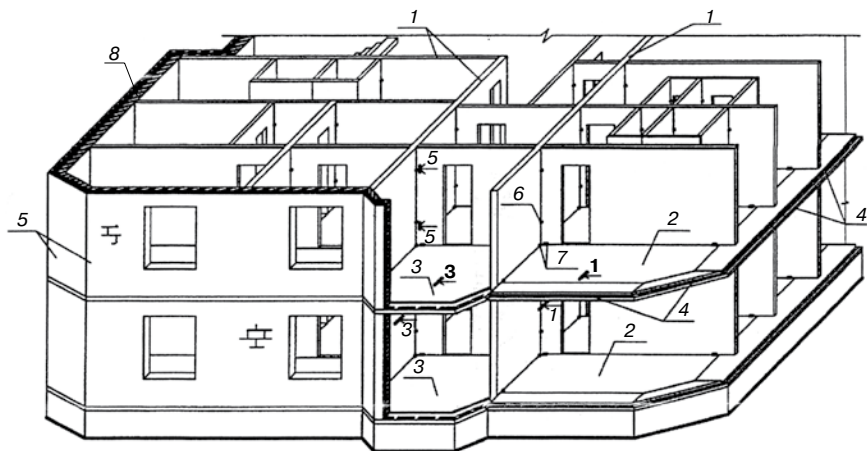


Рис. 3. Схема здания со смешанной сборно-монолитной конструктивной системой из панельно-рамных несущих элементов индустриального изготовления: 1 – продольные и поперечные панели-рамы; 2 – плиты перекрытия; 3 – плиты перекрытия с перфорированным краем; 4 – ригели с терморазъемами; 5 – наружные самонесущие на 1 этаж стены; 6 – арматурные выпуски; 7 – бетон замоноличивания; 8 – связи между панелями

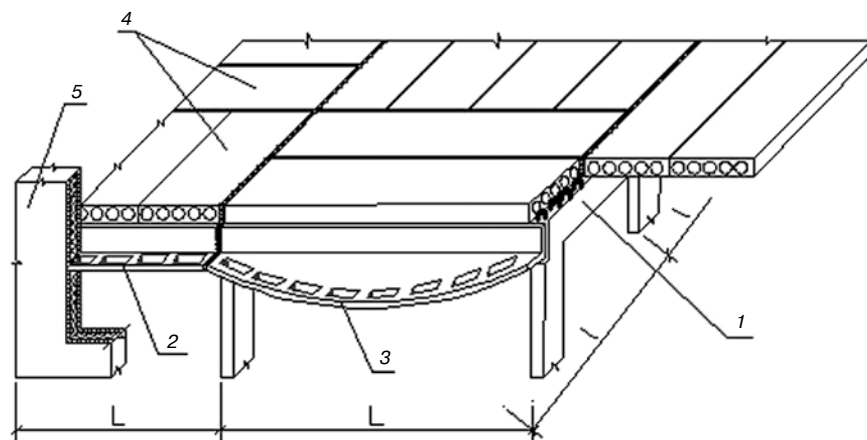


Рис. 4. Фрагмент конструктивной схемы здания с каркасом из панельных элементов: 1 – панель-рама; 2 – прямолинейный ригель с терморазъемами; 3 – криволинейный ригель с терморазъемами; 4 – панель перекрытия; 5 – стеновое ограждение

водить на основании обобщенного показателя экологической безопасности здания ($\Theta_{об}$) по формуле:

$$\Theta_{об} = (O_1 \cdot B_n \cdot C_n \cdot P_n \cdot F_n \cdot \Theta_n)^{1/6} < 1, \quad (10)$$

где O_1 – показатель безотходности строительных технологий; B_n – показатель выбросов загрязняющих веществ в атмосферу; C_n – показатель сбросов сточных вод в водные бассейны; P_n – показатель загрязнения почвогрунтов; F_n – показатель земельных ресурсов, выведенных из природопользования поселения (например, земли, занятые свалками отходов); Θ_n – показатель энергоёмкости строительной продукции. Анализ динамики обобщенного показателя экологической безопасности гражданского здания связан с его снижением из-за соответственного уменьшения каждого из входящих в него значений отдельных показателей.

В строительной отрасли России около 70% гражданского строительства обеспечивается за счет применения индустриальных технологий. Конструктивные системы гражданских зданий претерпели значительные изменения в сторону ресурсосбережения. Тем не менее резервы дальнейшего совершенствования таких конструктивных систем далеко не исчерпаны [9–11]. Например, в практике граждан-

ского строительства достаточно широко применяются конструктивные решения каркаса здания из индустриальных панельных элементов (рис. 3), включающих несущие продольные и поперечные стеновые панели, соединенные с плитами перекрытий, наружные самонесущие стены (Жилые и общественные здания: краткий справочник инженера-конструктора. Т. 2. / Под ред. Ю.А. Дыховичного, В.И. Колчунова. М.: АСВ, 2011. 400 с.). Недостатком этого конструктивного решения является то, что продольные и поперечные стеновые панели выполняются из одного материала – конструктивного бетона относительно высокой ресурсо- и энергоёмкости. Плиты перекрытия также имеют высокую энергоёмкость, а также низкие звукоизоляционные показатели. Междуетажные стыки наружных стен могут быть подвержены промерзанию, так как они не утеплены и не имеют должной термической защиты. Перечисленные недостатки могут быть устранены при создании и внедрении новой индустриальной энерго-, ресурсоэффективной конструктивной системы гражданских зданий на основе «ресурсного цикла» с малоотходными технологиями.

Юго-Западным государственным университетом и Орловским академическим центром РААСН [12] разработана новая комбинированная конструктивная система остова гражданских зданий из панельных элементов с заполнениями значительной части этих элементов энергоэффективными высокоэкологичными легко утилизируемыми материалами, производимыми из двухкомпонентного (природного и техногенного) сырья (рис. 4).

Предложенная конструктивная система позволяет не только существенно улучшить архитектурные и потребительские свойства гражданских зданий массового строительства, но и значительно снизить их себестоимость при обеспечении высокого уровня конструктивной безопасности и живучести [13].

Эффективность внедрения нового конструктивного решения рассчитана по формуле (10) и приведена в таблице.

В таблице показатели безотходности и энергоёмкости включают не только рациональное использование минерально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов на стадиях добычи и в производственном процессе, но и затрагивают конечную строительную продукцию. Новое конструктивное решение характеризуется на 30% меньшей массой за счет применения тонкостенных несущих элементов, а также расходом высокоэнергоёмкой арматурной стали, например в горизонтальных элементах на 10–15% (13–20 кг) на 1 м³ железобетона, в фундаментах – на 15–20% (15–35 кг). За счет применения строительных проектов с меньшим расходом энергии можно сэкономить около

Результаты сравнения конструктивных решений проектов гражданских зданий

| Наименование показателей, безразмерная величина | Конструктивное решение (рис. 3) | Конструктивное решение (рис. 4) |
|---|---------------------------------|---------------------------------|
| Показатель безотходности | 0,92 | 0,64 |
| Показатель выбросов загрязняющих веществ в атмосферу | 0,94 | 0,72 |
| Показатель сбросов сточных вод в бассейны рек | 0,85 | 0,61 |
| Показатель загрязнения почвогрунтов | 0,82 | 0,59 |
| Показатель территории, выведенной из системы природопользования поселения | 0,91 | 0,76 |
| Показатель энергоёмкости | 0,96 | 0,62 |
| Обобщенный показатель экологической безопасности гражданского здания | 0,895 | 0,653 |

2695–4831 кВт·ч электроэнергии на один кубический метр строительного объема здания в течение всего жизненного цикла. Отслужившие срок эксплуатации элементы энерго-, ресурсоэффективной конструктивной системы после демонтажа на 60–65% возвращаются в производственный процесс в качестве сырья для нового строительства, тем самым уменьшая нагрузку на городские полигоны, исключая образование несанкционированных свалок, а также сохраняя, например для городских парков и скверов, земельные участки. Анализируя схему «затраты–выпуск» прямо пропорционально количеству потребленных минерально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, сокращаются выбросы углекислого газа в атмосферу (на 12,6 т на 1 м³ строительного объема здания в течение всего жизненного цикла), сбросы технологических сточных вод в бассейны рек (на 4,6 т), загрязнения почвогрунтов (на 8,3 т). По величине обобщенного показателя экологической безопасности новое конструктивное решение в значительной степени обеспечивает реализацию принципов парадигмы биосферной совместимости городов и поселений, развивающих человека.

Вывод. Разработана концептуальная модель биосферосовместимых урбанизированных территорий в виде

многокомпонентной природо-социотехнической структуры взаимодействующих составляющих: социальной, природной и производственно-инфраструктурной. Математическое представление динамической системы построено на основе принципа тройственного баланса биотехносферы и определяется системой нелинейных дифференциальных уравнений. При этом необходимость принятия управляющих решений в отношении развития урбанизированных территорий описывается уравнениями с дополнительными членами. Оценка инноваций строительной индустрии производится на основе модели «полного ресурсного цикла», включающей замену природного сырья на промышленные отходы; повышение технико-строительных характеристик строительной продукции за счет применения двухкомпонентного сырья; снижение материалоемкости; увеличение долговечности и сокращение затрат на ремонты; проектирование зданий, сооружений и строительных конструкций с новыми возможностями для их модернизации, реконструкции и ремонта. В рамках модели «полного ресурсного цикла» оценку эффективности строительных технологий целесообразно проводить на основании обобщенного показателя экологической безопасности здания.

Список литературы

- Ильичев В.А. Биосферная совместимость – принцип, позволяющий построить парадигму жизни в гармонии с планетой Земля // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. 2013. № 1. С. 4–5.
- Ильичев В.А., Каримов А.М., Колчунов В.И., Алексашина В.В., Бакаева Н.В., Кобелева С.А. Предложения к проекту доктрины градоустройства и расселения (стратегического планирования городов – city planning) // *Жилищное строительство*. 2012. № 1. С. 2–10.
- Ильичев В.А., Малмыгин И.А. Расчет гуманитарных балансов Биотехносферы // *Градостроительство*. 2011. № 4. С. 38–44.
- Ilyichev V., Emelyanov S., Kolchunov V., Bakaeva N. About the Dynamic Model Formation of the Urban Livelihood System Compatible with the Biosphere // *Applied Mechanics and Materials*. 2015. 725–726. P. 1224–1230.
- Ильичев В.А., Емельянов С.Г., Колчунов В.И., Гордон В.А., Бакаева Н.В. Принципы преобразования города в биосферосовместимый и развивающий человека. М.: АСВ, 2015. 184 с.
- Ильичев В.А., Колчунов В.И., Кобелева С.А. Критериальная модель полного ресурсного цикла – основа экологической безопасности строительства // *Про-*

References

- Ilyichev V.A. Biospheric compatibility – the principle, allowing to construct a life paradigm in harmony with a planet Earth. *Biosferная совместимость: chelovek, region, tehnologii*. 2013. No. 1, pp. 4–5. (In Russian).
- Ilyichev V.A., Karimov A.M., Kolchunov V.I., Aleksashina V.V., Bakaeva N.V., Kobeleva S.A. Proposals to the Draft Doctrine of Urban Development and Resettlement (Strategic City Planning). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2012. No. 1, pp. 2–10. (In Russian).
- Ilyichev V.A., Malmygin I.A. Calculation of biotechnosphere humanitarian balances. *Gradostroitel'stvo*. 2011. No. 4, pp. 38–44. (In Russian).
- Ilyichev V., Emelyanov S., Kolchunov V., Bakaeva N. About the Dynamic Model Formation of the Urban Livelihood System Compatible with the Biosphere. *Applied Mechanics and Materials*. 2015. 725–726. P. 1224–1230.
- Ilyichev V.A., S.G. Emelyanov, V.I. Kolchunov, V.A. Gordon, N.V. Bakaeva Principy preobrazovania goroda v biosferosovmestimij i razvivajushij cheloveka. Moscow: ASV, 2015. 184 p. (In Russian).
- Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Kobeleva S.A. A criterion model of full resource cycle is a basis of ecological safety of construction. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2014. No. 12, pp. 3–6. (In Russian).

- мышленное и гражданское строительство*. 2014. № 12. С. 3–6.
- Ильичев В.А., Карпенко Н.И., Ярмаковский В.Н. О развитии производства строительных материалов на основе вторичных продуктов промышленности // *Строительные материалы*. 2011. № 4. С. 36–40.
 - Кобелева С.А. Систематизация и выявление направлений качественной оценки потенциала энерго- и ресурсосбережения гражданских зданий // *Строительство и реконструкция*. 2014. № 5 (55). С. 61–66.
 - Колчунов В.И. Основные направления развития конструктивных решений и обеспечение безопасности жилища // *Промышленное и гражданское строительство*. 2007. № 10. С. 15–18.
 - Николаев С.В. Социальное жилье на новом этапе совершенствования // *Жилищное строительство*. 2013. № 3. С. 2–9.
 - Кобелева С.А., Бакаева Н.В., Андрейцева К.С. Моделирование жилищной сферы, совместимой с биосферой // *Жилищное строительство*. 2014. № 6. С. 60–63.
 - Клюева Н.В., Колчунов В.И., Бухтиярова А.С. Ресурсо-энергосберегающая конструктивная система жилых и общественных зданий с заданным уровнем конструктивной безопасности // *Промышленное и гражданское строительство*. 2014. № 2. С. 37–41.
 - Клюева Н.В., Колчунов В.И., Рыпаков Д.А., Бухтиярова А.С. Прочность и деформативность сборно-монолитных каркасов жилых зданий пониженной материалоемкости при запроектных воздействиях // *Промышленное и гражданское строительство*. 2015. № 1. С. 5–9.
 - Il'ichev V.A., Karpenko N.I., Yarmakovskiy V.N. About Development of Building Materials Production on the Basis of Secondary Industrial Products (SIPs). *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2011. No. 4, pp. 36–40. (In Russian).
 - Kobeleva S.A. The systematization and identification of the directions of quality standard of the potential of energy- and resource-saving of civil buildings. *Stroitel'stvo i rekonstrukcija*. 2014. No. 5 (55), pp. 61–66. (In Russian).
 - Kolchunov V.I. Basic trends in developing structural designs and provision of dwelling safety. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2007. No. 10, pp. 12–14. (In Russian).
 - Nikolaev S.V. Social'noe zhil'e na novom jetape sovershenstvovaniya. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 3, pp. 2–9. (In Russian).
 - Kobeleva S.A., Bakayeva N.V., Andreytseva C.S. Modeling of the housing sphere compatible to the biosphere. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 6, pp. 60–63. (In Russian).
 - Klueva N.V., Kolchunov V.I., Bukhtiyarova A.S. Resource-energy saving structural system for residential and public buildings with a preset level of structural safety. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2014. No. 2, pp. 37–41. (In Russian).
 - Klueva N.V., Kolchunov V.I., Rypakov D.A., Bukhtiyarova A.S. Durability and Deformability of Precast-Cast-in-Place Frameworks for Residential Buildings with Low Material Consumption at Beyond-Design-Basis Impacts. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2015. No. 1, pp. 5–9 (In Russian).

НОВОСТИ

3D-печать получает все большее распространение в строительной сфере

В середине января 2015 г. в промышленном парке китайской провинции Цзянсу прошла выставка многоэтажных жилых домов, созданных при помощи особого 3D-принтера, способного печатать объекты высотой 6,4 м, шириной 9,75 м и длиной 152,4 м.

В качестве основного материала используется смесь из вторичных строительных отходов, стекла, стали и цемента. Приготовленный состав заливается слой за слоем в специальные емкости, где потом схватывается, формируя стены и перекрытия стандартной толщины. Делают детали по обычным CAD чертежам, после чего их перевозят и устанавливают на месте строительства. По словам создателей, один такой дом печатается за сутки, а благодаря новой технологии, теперь при стройке требуется в пять раз меньше рабочих и сохраняется до 60% строительных материалов, поэтому сам процесс станет менее шумным и более экологичным в отличие от обычных строек, в результате которых остается большое количество отходов. В то же время у «напечатанных» домов есть и минусы: низкая морозостойкость и высокая стоимость транспортировки.

Первые подобные объекты были созданы в марте 2014 г. компанией «Шанхай УинСан Декорэйшн Дизайн Инжиниринг Ко» (Shanghai WinSun Decoration Design Engineering Co). Используя гигантский принтер, она изготовила десять одинаковых зданий из бетона. Тогда каждое здание стоило примерно 5 тыс. USD. В настоящее время из всех домов, представленных на выставке, самые малогабаритные продаются по цене около 150 тыс. USD. Несмотря на стоимость, компания получила заказы уже на несколько тысяч необычных домов, в частности от правительства Египта.

Одно из представленных зданий уже насчитывает 5 этажей, однако создатели уверены, что это не предел. В планах компании создать самое высокое здание, которое может быть возведено с помощью 3D-принтера.



Опыт восточных коллег стремятся применить и в России. Над своим вариантом инновационного материала работают ученые Тверского Государственного технического университета. По словам доктора технических наук В.В. Белова, этот материал представляет собой смесь на основе водостойкого гипсового вяжущего, в которую для повышения прочности продукта будут внедрены измельченные отходы стеклохолста и твердых бытовых отходов: стеклобой, полимеры, бумага и картон. Получившаяся масса будет быстро твердеть при печати. В том случае, если испытания пройдут успешно, к 2016 г. изобретатели смогут возвести фрагмент стены для демонстрации возможностей новой технологии. Ученые рассчитывают, что новое производство также поможет решить проблему утилизации твердых бытовых отходов и стеклохолста в России, которых только на одном из тверских предприятий каждый месяц образуется порядка 30 т.

Тем не менее, о полноценном строительстве домов пока речи не идет, поскольку для этого требуется предприятие, заинтересованное в инновациях, и соответствующее оборудование. К тому же, по словам В.В. Белова, напечатанные на 3D-принтере дома на начальном этапе их производства будут стоить дороже жилья, построенного традиционными способами.

По материалам портала британского издания The Daily Mail
и службы информации АНСБ

УДК 624

Н.И. КАРПЕНКО, д-р техн. наук (niisf_lab9@mail.ru), С.Н. КАРПЕНКО, д-р техн. наук
Научно-исследовательский институт строительной физики НИИСФ РААСН (127238, г. Москва, Локомотивный пр., 21)

О формировании физических соотношений для бетонных элементов при объемном напряженном состоянии в приращениях

Рассматривается построение физических зависимостей между конечными приращениями ($\Delta\sigma_{b1}$, $\Delta\sigma_{b2}$, $\Delta\sigma_{b3}$) главных напряжений (σ_{b1} , σ_{b2} , σ_{b3}) и приращениями ($\Delta\varepsilon_{b1}$, $\Delta\varepsilon_{b2}$, $\Delta\varepsilon_{b3}$) главных деформаций (ε_{b1} , ε_{b2} , ε_{b3}) при объемном напряженном состоянии на шагах нагружения. Метод построения сводится к определению коэффициентов матрицы податливости на приращениях через специальным образом определяемые разности аналогичных коэффициентов податливости в физических зависимостях, связывающих общие главные напряжения (σ_{b1} , σ_{b2} , σ_{b3}) с главными деформациями (ε_{b1} , ε_{b2} , ε_{b3}) в конце и начале шага нагружения. При этом развивается способ построения физических соотношений в приращениях, который был разработан в [1] для плоского напряженного состояния. Как показано в [2, 3], использование физических соотношений в приращениях позволяет значительно снизить количество итераций и в ряде случаев применять безитерационный способ при расчете различных сложных железобетонных конструкций с учетом факторов физической нелинейности бетона.

Ключевые слова: объемное напряженное состояние, трехосное сжатие, случаи сжатия-растяжения, трехосное растяжение, главные напряжения, главные относительные деформации, приращения напряжений и деформаций, связи между напряжениями, деформациями и их приращениями (физические соотношения), формирование матриц податливости.

N.I. KARPENKO, Doctor of Sciences (Engineering) (niisf_lab9@mail.ru), S.N. KARPENKO, Doctor of Sciences (Engineering)
Research Institute for Building Physics of RAASN (21, Lokomotivny Passage, 127238, Moscow, Russian Federation)

About Formation of Physical Ratios for Concrete Elements Under Volumetric Stress State in Increments

The construction of physical dependencies between finite increments ($\Delta\sigma_{b1}$, $\Delta\sigma_{b2}$, $\Delta\sigma_{b3}$) of principal stresses (σ_{b1} , σ_{b2} , σ_{b3}) and increments ($\Delta\varepsilon_{b1}$, $\Delta\varepsilon_{b2}$, $\Delta\varepsilon_{b3}$) of main strains (ε_{b1} , ε_{b2} , ε_{b3}) under the volumetric stress state on the load steps is considered. The method of construction is reduced to the determination of coefficients of flexibility matrix at increments due to specially defined differences of analogous compliances in physical dependences connecting total main stresses (σ_{b1} , σ_{b2} , σ_{b3}) with main strains (ε_{b1} , ε_{b2} , ε_{b3}) in the end and beginning of the load step. At that, the method of construction of physical ratios in increments, which has been developed in [1] for the plane stress state, is evolving. As it is shown in [2, 3] the use of physical ratios in increments makes it possible to significantly reduce the number of iterations and, in certain cases, to use the non-iteration method for calculation of various complex reinforced concrete structures with due regard for factors of physical non-linearity of concrete.

Keywords: volumetric stress state, triaxial compression, compression-tension cases, triaxial tension, main stresses, main relative strains, increment of stresses and strains, connection between stress and strains and their increments (physical ratios), formation of flexibility matrix.

Остановимся сначала на некоторых общих преобразованиях, а затем перейдем к конкретному определению коэффициентов матрицы податливости на приращениях.

Вводимые в физические соотношения главные напряжения в бетоне полагаются расположенными в последовательности $\sigma_{b1} \geq \sigma_{b2} \geq \sigma_{b3}$. Положительными являются напряжения растяжения. Отдаленность (или близость) главных напряжений к их предельным значениям, характеризующим начало разрушения бетонного элемента, оценивается по критерию прочности [4]. Рассматривается случай активного нагружения, когда величины главных нагружений возрастают, хотя, возможно, и непропорционально одному параметру. При записи в приращениях в принципе это условие может нарушаться, однако при этом необходимо учитывать особенность определения коэффициентов податливости (или жесткости) на ветвях разгрузки. Сформулированные для каждого элемента физические соотношения в локальных осях n , m , l главных напряжений затем переводятся в глобальную (общую для всей конструкции) систему координат [5].

Согласно [5] физические соотношения для бетонных элементов в осях главных напряжений (n , m , l) записываются как для ортотропного тела.

Связи между главными напряжениями и главными деформациями (физические соотношения) можно записать в виде:

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_{b1} \\ \varepsilon_{b2} \\ \varepsilon_{b3} \\ \frac{1}{2}\gamma_{b12} \\ \frac{1}{2}\gamma_{b23} \\ \frac{1}{2}\gamma_{b31} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{b11} & C_{b12} & C_{b13} & 0 & 0 & 0 \\ C_{b12} & C_{b22} & C_{b23} & 0 & 0 & 0 \\ C_{b13} & C_{b23} & C_{b33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2}G_{b12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2}G_{b23} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2}G_{b31} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \sigma_{b1} \\ \sigma_{b2} \\ \sigma_{b3} \\ \tau_{b12} \\ \tau_{b23} \\ \tau_{b31} \end{Bmatrix} \quad (1)$$

или (более компактно):

$$\{\varepsilon_b\}_n = [C_b]_n \{\sigma_b\}_n, \quad (1^*)$$

где $\{\sigma_b\}_n$ и $\{\varepsilon_b\}_n$ – вектор-столбцы главных напряжений и деформаций; $[C_b]_n$ – матрицы податливости; C_{bps} ($ps=11, 22, 23, 12, 13, 23$) – коэффициенты податливости бетона продольным и поперечным деформациям; $G_{b12}, G_{b23}, G_{b31}$ – коэффициенты податливости деформациям сдвига; значения $\tau_{b12}, \tau_{b23}, \tau_{b31}$ и $\frac{1}{2}\gamma_{b12}, \frac{1}{2}\gamma_{b23}, \frac{1}{2}\gamma_{b31}$ – касательные напряжения и деформации сдвига, которые в главных осях равны нулю; они введены, чтобы использовать стандартные матричные преобразования при переходе от осей главных напряжений к глобальным осям X, Y, Z , в которых производится решение задачи. Эти преобразования, например, приведены в [5].

Запись физических соотношений (1) в приращениях представляется в виде:

$$\begin{Bmatrix} \Delta\varepsilon_{b1} \\ \Delta\varepsilon_{b2} \\ \Delta\varepsilon_{b3} \\ \frac{1}{2}\Delta\gamma_{b12} \\ \frac{1}{2}\Delta\gamma_{b23} \\ \frac{1}{2}\Delta\gamma_{b31} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{b11}^k & C_{b12}^k & C_{b13}^k & 0 & 0 & 0 \\ C_{b12}^k & C_{b22}^k & C_{b23}^k & 0 & 0 & 0 \\ C_{b13}^k & C_{b23}^k & C_{b33}^k & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2}G_{b12}^k & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2}G_{b23}^k & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2}G_{b31}^k \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta\sigma_{b1} \\ \Delta\sigma_{b2} \\ \Delta\sigma_{b3} \\ \Delta\tau_{b12} \\ \Delta\tau_{b23} \\ \Delta\tau_{b31} \end{Bmatrix} \quad (2)$$

или:

$$\{\varepsilon_b\}_n = [C_b^k] \{\Delta\sigma_b\}. \quad (2^*)$$

Переход от соотношений (1) для $\varepsilon_{b1}, \varepsilon_{b2}, \varepsilon_{b3}$ к соотношениям (2) для $\Delta\varepsilon_{b1}, \Delta\varepsilon_{b2}, \Delta\varepsilon_{b3}$ производится следующим образом.

Соотношения (1) записываются для двух рядом расположенных ступеней нагрузки: i и $i+1$. В первом случае всем величинам, входящим в (1), присваивается нижний индекс i , а во втором – индекс $i+1$.

Приращения напряжений и деформаций составят:

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_{b1} &= \sigma_{b1i+1} - \sigma_{b1i}; & \Delta\sigma_{b2} &= \sigma_{b2i+1} - \sigma_{b2i}; \\ \Delta\sigma_{b3} &= \sigma_{b3i+1} - \sigma_{b3i}; & \Delta\varepsilon_{b1} &= \varepsilon_{b1i+1} - \varepsilon_{b1i}; \\ \Delta\varepsilon_{b2} &= \varepsilon_{b2i+1} - \varepsilon_{b2i}; & \Delta\varepsilon_{b3} &= \varepsilon_{b3i+1} - \varepsilon_{b3i}. \end{aligned} \quad (3)$$

Вычтем из системы (1), записанной для ступени $i+1$, аналогичную систему, записанную для ступени i . Например, для первой строки (1) эта разница составит:

$$\begin{aligned} (\varepsilon_{b1i+1} - \varepsilon_{b1i}) &= \Delta\varepsilon_{b1} = (C_{b11i+1}\sigma_{b1i+1} - C_{b11i}\sigma_{b1i}) + \\ &+ (C_{b12i+1}\sigma_{b2i+1} - C_{b12i}\sigma_{b2i}) + (C_{b13i+1}\sigma_{b3i+1} - C_{b13i}\sigma_{b3i}). \end{aligned} \quad (4)$$

Умножим и разделим каждое слагаемое правой части (4) на разность относительных деформаций, представленных в (3), тогда соотношения (4) можно преобразовать к виду:

$$\begin{aligned} \Delta\varepsilon_{b1} &= \frac{(C_{b11i+1}\sigma_{b1i+1} - C_{b11i}\sigma_{b1i})}{\Delta\sigma_{b1}} \Delta\sigma_{b1} + \\ &+ \frac{(C_{b12i+1}\sigma_{b2i+1} - C_{b12i}\sigma_{b2i})}{\Delta\sigma_{b2}} \Delta\sigma_{b2} + \\ &+ \frac{(C_{b13i+1}\sigma_{b3i+1} - C_{b13i}\sigma_{b3i})}{\Delta\sigma_{b3}} \Delta\sigma_{b3}. \end{aligned} \quad (5)$$

Записывая соотношения (5) для $\Delta\varepsilon_{b2}$ и $\Delta\varepsilon_{b3}$ и производя усреднение побочных коэффициентов, приходим к трем уравнениям системы (2), где коэффициенты податливости равны:

$$\begin{aligned} C_{b11}^k &= \frac{C_{b11i+1}\sigma_{b1i+1} - C_{b11i}\sigma_{b1i}}{\Delta\sigma_{b1}}; \\ C_{b22}^k &= \frac{C_{b22i+1}\sigma_{b2i+1} - C_{b22i}\sigma_{b2i}}{\Delta\sigma_{b2}}; \\ C_{b33}^k &= \frac{C_{b33i+1}\sigma_{b3i+1} - C_{b33i}\sigma_{b3i}}{\Delta\sigma_{b3}}; \\ C_{b12}^k &= \frac{1}{2} \left[\frac{C_{b12i+1}\sigma_{b2i+1} - C_{b12i}\sigma_{b2i}}{\Delta\sigma_{b2}} + \frac{C_{b12i+1}\sigma_{b1i+1} - C_{b12i}\sigma_{b1i}}{\Delta\sigma_{b1}} \right]; \\ C_{b13}^k &= \frac{1}{2} \left[\frac{C_{b13i+1}\sigma_{b3i+1} - C_{b13i}\sigma_{b3i}}{\Delta\sigma_{b3}} + \frac{C_{b13i+1}\sigma_{b1i+1} - C_{b13i}\sigma_{b1i}}{\Delta\sigma_{b1}} \right]; \\ C_{b23}^k &= \frac{1}{2} \left[\frac{C_{b23i+1}\sigma_{b3i+1} - C_{b23i}\sigma_{b3i}}{\Delta\sigma_{b3}} + \frac{C_{b23i+1}\sigma_{b2i+1} - C_{b23i}\sigma_{b2i}}{\Delta\sigma_{b2}} \right]. \end{aligned} \quad (6)$$

Усреднение побочных коэффициентов $C_{b12}^k, C_{b13}^k, C_{b23}^k$ вводится, чтобы избежать влияния погрешностей в определении и напряжений на шагах нагружения на нарушение симметрии матрицы податливости на приращениях; при простом нагружении парность коэффициентов соблюдается без усреднения.

Представленный способ непригоден для определения сдвиговых коэффициентов податливости $G_{b12}^k, G_{b23}^k, G_{b31}^k$, поскольку в осях главных напряжений касательные напряжения и деформации сдвига равны нулю.

Поэтому для их определения используем свойство аналогии.

Согласно [1] коэффициенты податливости сдвигам в (1) можно представить в виде:

$$\left. \begin{aligned} G_{b12} &= C_{b1} + C_{b2} - 2C_{b12} \\ G_{b23} &= C_{b2} + C_{b3} - 2C_{b23} \\ G_{b31} &= C_{b3} + C_{b1} - 2C_{b13} \end{aligned} \right\}. \quad (7)$$

По аналогии принимаем:

$$\left. \begin{aligned} G_{b12}^k &= C_{b1}^k + C_{b2}^k - 2C_{b12}^k \\ G_{b23}^k &= C_{b2}^k + C_{b3}^k - 2C_{b23}^k \\ G_{b31}^k &= C_{b3}^k + C_{b1}^k - 2C_{b13}^k \end{aligned} \right\}. \quad (8)$$

В общем виде значения коэффициентов податливости, входящих в матрицу податливости $[C_b]_n$ в (1), определяются по формулам:

$$\begin{aligned} C_{b11} &= \frac{1}{E_b \nu_{b1}}; & C_{b22} &= \frac{1}{E_b \nu_{b2}}; & C_{b33} &= \frac{1}{E_b \nu_{b3}}; \\ C_{b12} &= -\frac{\mu_{b12}}{E_b \nu_b}; & C_{b13} &= -\frac{\mu_{b13}}{E_b \nu_b}; & C_{b23} &= -\frac{\mu_{b23}}{E_b \nu_b}, \end{aligned} \quad (9)$$

где E_b – начальный модуль деформации бетона; ν_{be} ($e=1, 2, 3$) – коэффициенты изменения секущих модулей деформации бетона по направлениям:

$$\nu_{be} = \hat{\nu}_{be} \pm (\nu_{0e} - \hat{\nu}_{be}) \sqrt{1 - \omega_{1e} \eta_e - \omega_{2e} \eta_e^2}, \quad (10)$$

где $\hat{\nu}_{be}$ – предельное значение ν_{be} при выходе напряжений на поверхность прочности (при $\eta_e=1$); ν_{0e} – на начальное значение ν_{be} , зависящее от вида трехосного напряженного состояния:

$$\omega_{1e} = 2 - 2,05 v_{be}; \quad \omega_{2e} = 1 - v_{be},$$

где $\eta_e \leq 1$ – уровни главных напряжений (всегда положительные величины):

$$\eta_e = \sigma_{be} / \hat{\sigma}_{be} \quad (e = 1, 2, 3), \quad (11)$$

где $\hat{\sigma}_{be}$ – предельные значения напряжений, соответствующие выходу напряжений на поверхность прочности (определяются по критериям прочности, приведенным в [4]); v_b^- – коэффициент изменения модуля деформации бетона, влияющего на поперечные деформации (определяется также по формуле (10) с указанными ниже особенностями); μ_{bek} ($e k = 12, 23, 13$) – коэффициенты поперечной деформации:

$$\mu_{bek} = \hat{\mu}_{bek} + (\mu_b - \hat{\mu}_{bek}) \sqrt{1 - \eta_3}, \quad (12)$$

где $\hat{\mu}_{bek}$ – значение коэффициентов поперечных деформаций при выходе напряжений на поверхность прочности; μ_b – начальный коэффициент поперечной деформации ($\mu_b = 0,15 - 0,2$); η_3 – уровень максимальных по модулю напряжений сжатия ($\eta_3 = \sigma_{b3} / \hat{\sigma}_{b3}$).

Значения (7) для коэффициентов податливости сдвигам можно преобразовать к виду:

$$G_{bek} = \frac{1}{E_b} \left(\frac{1}{v_{be}} + \frac{1}{v_{bk}} + \frac{2\mu_{bek}}{v_b^-} \right). \quad (13)$$

Значения коэффициентов (9)–(12) матрицы податливости зависят от вида трехосного напряженного состояния. По аналогии с записью составного критерия прочности [4] бетона будем выделять три вида напряженных состояний: трехосное сжатие, смешанные напряженные состояния «сжатие–растяжение» и трехосное растяжение.

Случай трехосного сжатия ($\sigma_{b1} < 0$; $\sigma_{b2} \leq 0$; $\sigma_{b3} \leq 0$). В этом случае можно принимать:

$$v_{b1} = v_{b2} = v_b^- = v_{b3}, \quad (14)$$

где v_{b3} определяется по формуле (10), полагая: $\eta_e = \eta_3$;

$$\hat{v}_{b3} = \hat{v}_b \Phi_R, \quad (15)$$

где \hat{v}_b определяется для вершины диаграммы одноосного сжатия по зависимостям [5, 6];

$$1 \geq \Phi_R = \left\{ \begin{array}{l} \frac{\hat{\sigma}_b}{\hat{\sigma}_{b3}} \\ \left[1 - c \left(\frac{\hat{\sigma}_{b3}}{\hat{\sigma}_b} \right)^{1/3} \right] \end{array} \right\}, \quad (16)$$

$$v_{0e} = v_{03} \approx \left[1 - c \left(\frac{\hat{\sigma}_{b3}}{\hat{\sigma}_b} \right)^{1/3} \right]$$

где $\hat{\sigma}_b$ – напряжения в бетоне в вершине диаграммы одноосного сжатия (в расчетах прочности $\hat{\sigma}_b = R_b$); $||$ – здесь и ниже знак абсолютной (положительной) величины;

$$c = (0,75 | \hat{v}_b - \hat{v}_{b3} |)^s; \quad s = R_1 / (R_2 - \hat{\sigma}_b)$$

с ограничением $R_2 - \hat{\sigma}_b \geq 12$ МПа; R_1, R_2 – эмпирические коэффициенты ($R_1 = 60$ МПа; $R_2 = 75$ МПа). На нисходящей ветви $s \approx 0$; $\hat{v}_{03} = 2,05 \hat{v}_{b3}$.

Предельные коэффициенты поперечной деформации определяются по формуле (12) при:

$$\hat{\mu}_{bek} = \mu_b (1 - \sqrt[3]{\hat{v}_{b3}}) \chi_{ek}, \quad (17)$$

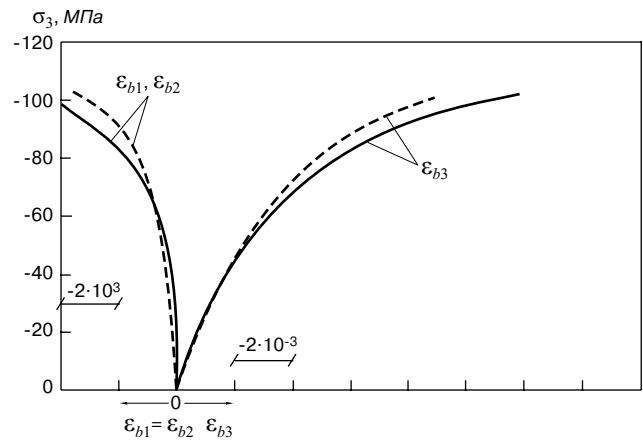


Рис. 1. Сопоставление опытных (сплошные линии из [7]) и теоретических (пунктирные линии) деформаций бетона при простом трехосном сжатии вида $\sigma_{b1} = \sigma_{b2} = 0, 1 \sigma_{b3}$

где

$$\chi_{ek} = \frac{|\hat{\sigma}_{be} - \hat{\sigma}_{bkl}| \Phi_R^s + |\hat{\sigma}_{b1} - \hat{\sigma}_{b3}| (1 - \Phi_R^s)}{\hat{\sigma}_{b1} - \hat{\sigma}_{b3}}, \quad (18)$$

здесь $s = 1$ для тяжелого бетона; $s = 2$ – для мелкозернистого.

На рис. 1 представлено сопоставление опытных (сплошные линии из опытов [7]) и теоретических (пунктирные линии по представленным выше зависимостям) деформаций бетона $\varepsilon_{b1}, \varepsilon_{b2}, \varepsilon_{b3}$ при трехосном сжатии.

Случай смешанного напряженного состояния: $\sigma_{b1} > 0$; $\sigma_{b2} \leq 0$; $\sigma_{b3} \leq 0$. При этом в зависимостях (9):

$$v_{b2} = v_{b3} = v_b^-, \quad (19)$$

где v_{b3} – определяется по формуле (10) при $e = 3$ с учетом следующих особенностей: если $|\hat{\sigma}_{b3}| \geq |\hat{\sigma}_b|$, тогда \hat{v}_{b3} определяется по формуле (15), если $|\hat{\sigma}_{b3}| < |\hat{\sigma}_b|$, тогда:

$$\hat{v}_b^- = 1 - (1 - \hat{v}_b) \left| \frac{\hat{\sigma}_{b3}}{\hat{\sigma}_b} \right|. \quad (20)$$

Напряжения сжатия сказываются также и на развитии неупругих деформаций вдоль действия растягивающего напряжения. Это учитывается принятием в формуле (10) для определения $v_{be} = v_{b1}$:

$$\hat{v}_{be} = \hat{v}_b^- \left[1 - (1 - \hat{v}_{bt})^4 \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_{be}}{\hat{\sigma}_{bt}}} \right], \quad (21)$$

где $e = 1$; \hat{v}_{bt} – значение v_{bt} в вершине диаграммы одноосного растяжения (вычисляется по формулам, приведенным в работах [5, 6]; $\hat{\sigma}_{bt}$ – напряжения растяжения в вершине диаграммы одноосного растяжения ($\hat{\sigma}_{bt} = R_{bt}$).

Коэффициенты поперечных деформаций определяются по формулам (12), (17), полагая в (17):

$$\chi_{ek} = \frac{|\hat{\sigma}_{be}^n - \hat{\sigma}_{bk}^n|}{|\hat{\sigma}_{b1}^n - \hat{\sigma}_{b3}^n|}, \quad (22)$$

$\hat{\sigma}_{be}^n - \hat{\sigma}_{bk}^n$ ($e k = 12, 23, 13$) – приведенные предельные главные напряжения; при этом, если главные напряжения являются положительными (в данном случае $\sigma_{b1} > 0$), то $\hat{\sigma}_{be} = \alpha_R \hat{\sigma}_{be}$ (в данном случае $\hat{\sigma}_{b1}^n = \alpha_R \hat{\sigma}_{b1}$) при $\alpha_R = |\hat{\sigma}_b / \hat{\sigma}_{b1}| = |R_b / R_{bt}|$; если $\hat{\sigma}_{be}$ является напряжением сжатия (является отрицательным), то $\hat{\sigma}_{be}^n = \hat{\sigma}_{be} (\hat{\sigma}_{bk}^n = \hat{\sigma}_{bk})$.

Случай смешанного напряженного состояния: $\sigma_{b1} > 0$; $\sigma_{b2} > 0$; $\sigma_{b3} < 0$. При этом:

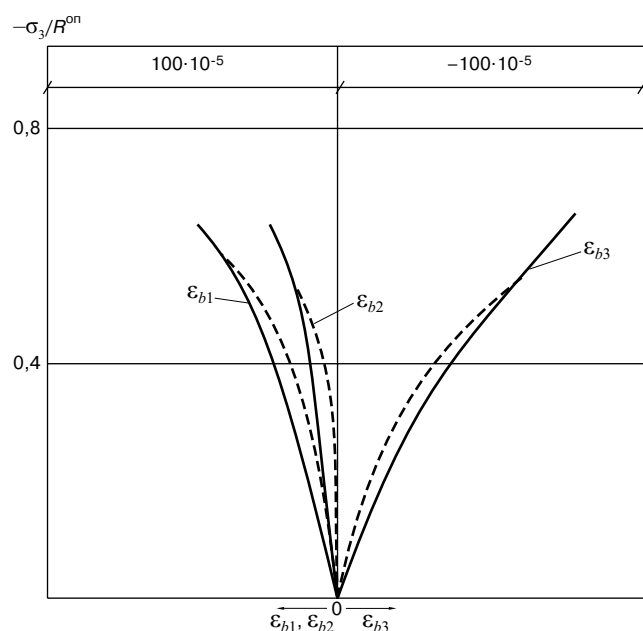


Рис. 2. Сопоставление опытных (сплошные линии из [7]) и теоретических (пунктирные линии) деформаций бетона при двухосном напряженном состоянии сжатие-растяжение вида $\sigma_{b1} = -0,103\sigma_{b3}$; $\sigma_{b2} = 0$

$$v_{b3} = v_b^-, \quad (23)$$

где v_{b3} определяется по формуле (10) при \hat{v}_{b3} , определяемом по формуле (20).

Значения v_{b1} , v_{b2} определяются по формуле (21) при соответственно $e=1,2$. Коэффициенты поперечной деформации μ_{bek} определяются по формулам (12), (17), (22), полагая в (22):

$$\hat{\sigma}_{b2}^{\Pi} = \alpha_R \hat{\sigma}_{b2}. \quad (24)$$

На рис. 2 представлено сопоставление опытных (сплошные линии из опытов [7]) и теоретических (пунктирные линии по представленным выше зависимостям состояния) для плоского смешанного напряженного состояния.

Случай трехосного растяжения ($\sigma_{b1} > 0$; $\sigma_{b2} > 0$; $\sigma_{b3} > 0$). Значения \hat{v}_{be} ($e=1, 2, 3$) определяются по формулам (10), (21), полагая в (21) и других зависимостях $v_b^- = 1$.

Коэффициенты поперечной деформации:

$$\mu_{bek} = \mu_b \approx 0,15 - 0,1. \quad (25)$$

Таким образом, используя представленные выше зависимости, можно записывать физические соотношения как в виде связей между общими напряжениями и деформациями согласно (1), (9) – (23), так и их приращениями согласно (2), (6), (8)–(25).

Детальная экспериментальная проверка связей между общими напряжениями и деформациями в виде (1) представлена в [5].

Список литературы

1. Карпенко С.Н. О построении общего метода расчета железобетонных плоских конструкций в конечных приращениях // *Бетон и железобетон*. 2005. № 3. С. 22–26.

2. Карпенко С.Н. Методы решения физически нелинейных задач железобетона в конечных приращениях. // *Известия Орловского ГТУ. Серия Строительство и транспорт*. 2009. № 6. С. 9–14.
3. Карпенко Н.И., Карпенко С.Н., Петров А.Н., Палювина С.Н. Модель деформирования железобетона в приращениях и расчет балок-стенки и изгибаемых плит с трещинами. Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2013. 153 с.
4. Карпенко Н.И., Карпенко С.Н. Составной критерий прочности бетона при объемном напряженном состоянии. Бетон и железобетон – взгляд в будущее // *Труды III Всероссийской и II Международной конференции по бетону и железобетону*. Москва: МИСИ–МГСУ, 2014. Т. IV. С. 156–165.
5. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. М.: Стройиздат, 1996. С. 60–91.
6. Карпенко Н.И., Соколов Б.С., Радайкин О.В. Анализ и совершенствование криволинейных диаграмм деформирования бетона для расчета железобетонных конструкций по деформативной модели // *Промышленное и гражданское строительство*. 2003. № 1. С. 28–30.
7. Kupfer H.B. Das nicht – lineare Verhalten des Betons bei zweiachsiger Beanspruchung // *Beton und – Stahlbetonbau*. 1973. № 11. Pp. 269–274.

References

1. Karpenko S.N. About creation of the general method of calculation of ferroconcrete flat designs in final increments. *Beton i zhelezobeton*. 2005. No. 3, pp. 22–26. (In Russian).
2. Karpenko S.N. Methods of the solution of physically nonlinear problems of reinforced concrete in final increments. *Izvestiya Orlovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya Stroitel'stvo i transport*. 2009, No. 6, pp. 9–14. (In Russian).
3. Karpenko N.I., Karpenko S.N., Petrov A.N., Palyuvina S.N. Model' deformirovaniya zhelezobetona v prirashcheniyakh i raschet balok–stenok i izgibaemykh plit s treshchinami [Model of deformation of reinforced concrete in increments and calculation of beams walls and the bent plates with cracks]. Petrozavodsk: Petrozavodsk state university, 2013. 153 p. (In Russian).
4. Karpenko N.I., Karpenko S.N. Compound criterion of durability of concrete at a volume tension. Concrete and reinforced concrete – a prospection. *Trudy III Vserossiiskoi i II Mezhdunarodnoi konferentsii po betonu i zhelezobetonu* [Works III of the All-Russian and II International conference on concrete and reinforced concrete]. Moscow: MISI–MGSU, 2014. V. IV, pp. 156–165. (In Russian).
5. Karpenko N.I. Obshchie modeli mekhaniki zhelezobetona [General models of mechanics of reinforced concrete]. M.: Stroyizdat, 1996, pp. 60–91. (In Russian).
6. Karpenko N.I., Sokolov B.S., Radaykin O.V. The analysis and improvement of curvilinear charts of deformation of concrete for calculation of ferroconcrete designs for deformativny model. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2003. No. 1, pp. 28–30. (In Russian).
7. Kupfer H.B. Das nicht – lineare Verhalten des Betons bei zweiachsiger Beanspruchung. *Beton und – Stahlbetonbau*. 1973. No. 11, pp. 269–274.

УДК 721:72.036

А.Т. ДВОРЕЦКИЙ, д-р техн. наук (dvoretskyat@ukr.net), К.Н. КЛЕВЕЦ, инженер,
Д.А. ДВОРЕЦКИЙ, инженер

Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского (295033, Симферополь, ул. Вернадского, 4)

Энергоэффективная архитектура зданий в смешанном климате

Основным фактором, влияющим на архитектуру энергоэффективных зданий, является климат. Проанализированы особенности климата в Крыму, который можно отнести к смешанному типу: с холодной зимой и жарким летом. При этом архитектура энергоэффективных зданий смешанного климата должна иметь признаки двух типов: с преобладанием летнего климата и с преобладанием зимнего климата, но не конфликтующие между собой. В связи с этим актуально совершенствование и развитие типологии зданий с учетом энергоэффективности. Проанализированы признаки энергоэффективных зданий и даны рекомендации по формообразованию оболочки здания, применению конструкций и устройств для охлаждения здания в жаркий период года и нагрев, в том числе пассивный, в холодное время года, направленных на повышение энергоэффективности зданий в смешанном климате.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергоэффективное здание, архитектура, ресурсосбережение, смешанный климат, типология, пассивный нагрев, солнцезащитное устройство.

A.T. DVORETSKY, Doctor of Sciences (Engineering) (dvoretskyat@ukr.net), K.N. KLEVETS, Engineer, D.A. DVORETSKY, Engineer
Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky (4, Vernadskogo Street, 295033, Simferopol, Russian Federation)

Energy-Efficient Architecture of Buildings in Mixed Climate

A main factor influencing on the architecture of energy-efficient buildings is the climate. Peculiarities of the climate in Crimea, which can be attributed to the mixed type with cold winter and hot summer, are analyzed. At that, the architecture of energy-efficient buildings of the mixed climate must have the characteristics of two types: with a predominance of summer climate and with a predominance of winter climate but not conflicting with each other. In this regard, the improvement and development of the typology of buildings with due regard for energy efficiency is actual. The characteristics of energy-efficient buildings are analyzed; recommendations on shaping of the building envelope, the use of designs and devices for cooling the building during the hot period of the year and heating, including passive one, during the cold period of the year aimed at improving the energy efficiency of buildings in the mixed climate are made.

Keywords: energy efficiency, energy-efficient building, architecture, resource saving, mixed climate, typology, passive heating, shading device.

Климат оказывает значительное воздействие на выбор вариантов сохранения энергии и функций пассивного солнечного отопления и охлаждения и, в свою очередь, на архитектуру здания. Отношения между этими факторами и климатом имеют достаточно возможностей, чтобы существенно снизить затраты на отопление и охлаждение здания.

Индикаторами реализации принципа двойственности Доктрины градоустройства и расселения [1, 2] является, с одной стороны, количественная оценка загрязнений, с другой стороны, количественные характеристики состояния качества жизни и уровня человеческого потенциала на урбанизированной территории и установление корреляционных зависимостей между ними.

Например, степень реновации территории от отходов и вовлечение ее в хозяйственный оборот; объем инвестиций в «зеленые» отрасли промышленности и создание новых рабочих мест; доступность жилья; снижение потребления энергоресурсов на обеспечение жизнедеятельности городов; уменьшение выбросов углекислого газа и пр.

Впервые категория «энергетическая эффективность» была использована в документах Конференции министров окружающей среды в г. Орхусе «Окружающая среда для

Европы» (Дания, июнь 1998 г.). В декларации, принятой на этой конференции, было заявлено, что «...политика в области энергоэффективности является одним из важнейших элементов достижения национальных и международных задач в области экономики, охраны окружающей среды, устойчивого энергоснабжения и технологии, оказывающих воздействие на качество жизни (Алексашина В.В. Архитектура и строительство промышленных предприятий. Термины, определения, понятия. Словарь-справочник. М.: Архитектура С, 2009. 392 с.).

В «Энергетической стратегии России на период до 2020 года» повышение энергоэффективности обозначено как высший приоритет государственной энергетической политики.

Энергоэффективность предполагает не просто эффективное использование ресурсов, в том числе и в топливно-энергетическом секторе, но и является средством регулирования благоприятной среды обитания.

Архитектурная типология изучает в том числе и влияние климатологии, архитектурной светотехники и акустики, требований санитарной гигиены и безопасности на архитектуру зданий и сооружений; определяет количественные и качественные параметры зданий и сооружений, соответствующие современному уровню развития,

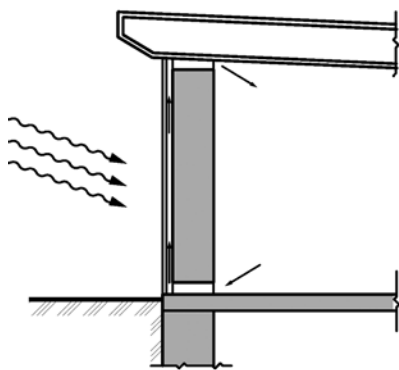


Рис. 1. Стена Тромба

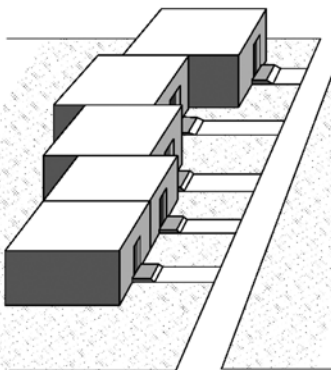


Рис. 2. Блокированные дома

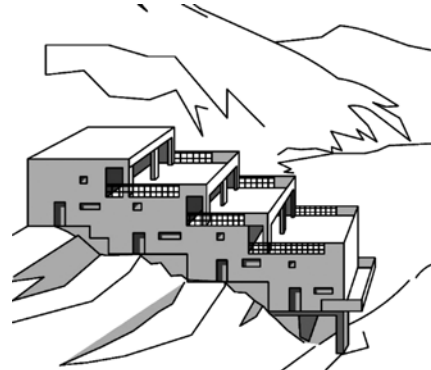


Рис. 3. Террасированные дома

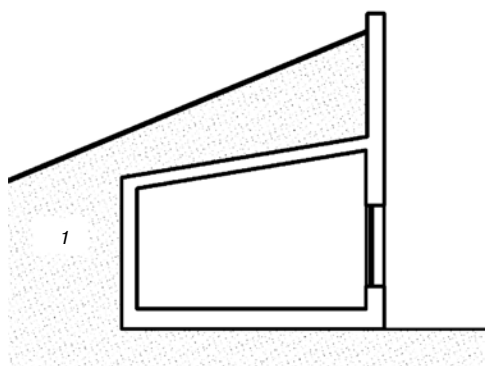


Рис. 4. Дом с обваловкой: 1 – грунт

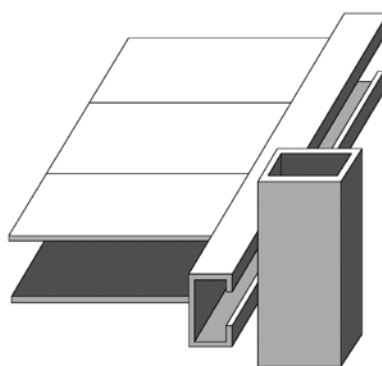


Рис. 5. Схема устройства галерейного дома

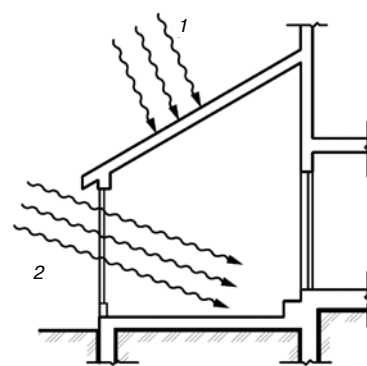


Рис. 6. Схема устройства летнего помещения для тепловой защиты: 1 – летние лучи; 2 – зимние лучи

материальным и культурным потребностям и возможностям общества. В этой связи особое значение на современном этапе развития человечества приобретает сохранение, поддержание, воспроизводство природной среды; переход на энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии.

Сложную и развитую систему классификации зданий можно дополнить разделом на основе признаков энергоэффективности зданий, учитывающих климатические особенности, региональные особенности в строительстве, национальные традиции, ландшафт и др.

Условно климат в Европе и Европейской части России можно поделить на три типа: зимний доминирующий климат; летний доминирующий климат; смешанный климат.

Зимний доминирующий климат (северные страны Европы и северные районы Европейской части России. Средняя зимняя температура в январе -10 , -20°C , средняя летняя в июле $+10^{\circ}\text{C}$). Энергоэффективная архитектура зданий должна подчиняться главному условию – защите здания от охлаждения в течение значительного периода года. В этой связи характерными особенностями энергоэффективной архитектуры районов с зимним доминирующим климатом являются:

- энергоэффективная форма здания с оптимальным коэффициентом компактности [3];
- остекление северного фасада минимальное или по возможности вовсе отсутствует;
- низкая теплопроводность ограждающих конструкций, соответствующая градусо-суткам отопительного периода (для России по СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003») [4];

– зонирование внутреннего пространства здания – максимальное окружение жилых помещений вспомогательными помещениями с температурой внутреннего воздуха не ниже 12°C . В энергоэффективных домах жилые, отапливаемые помещения группируются вместе и располагаются в южной части здания, а неотапливаемые, в свою очередь, группируются в северной части здания, выполняя роль буферных помещений;

– пассивный солнечный нагрев здания (помещения для нагрева, стена Тромба (рис. 1) и др.) является одним из нескольких подходов к проектированию под общим названием пассивного солнечного дизайна. В сочетании должным образом эти подходы могут способствовать отоплению, охлаждению и естественному освещению почти для любого здания;

– блокированные дома (рис. 2). Такой прием, как «блокировка», благодаря снижению площади наружных стен позволяет снизить теплопотери до 40% [5], а материалоемкость строительства снижается на 8–10%; также этот прием снижает площадь застраиваемой территории на 30–40%, сокращает протяженность коммуникаций и т. д. Целесообразно группировать не более пяти объектов, так как при увеличении числа заблокированных объектов энергоэффективность снижается. Во всех случаях высота здания два этажа [6];

– использование рельефа для тепловой защиты здания – террасированные дома (рис. 3). Ориентация таких зданий должна быть строго южной, тогда северный фасад будет «утеплен» рельефом, а в плане, в северной части здания будут размещаться подсобные, неотапливаемые и не требующие естественного освещения помещения;



Рис. 7. Студия Alejandro Sanchez Garcia Arquitectors. Частный дом (Мексика)



Рис. 8. Проект итальянского архитектора Иоза Гини

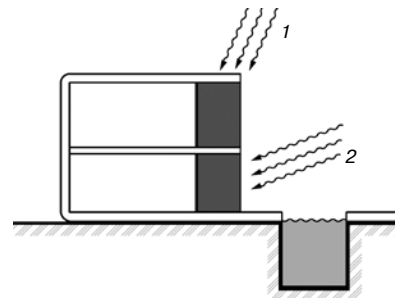


Рис. 9. Солнцезащитная форма оболочки: 1 – летние лучи; 2 – зимние лучи



Рис. 10. Архитектурная студия McClellan Architects. Lake House 2



Рис. 11. Солнцезащитное устройство. Дом возле Качи, Республика Крым. Проект Н. Шарова, М. Моргуновой

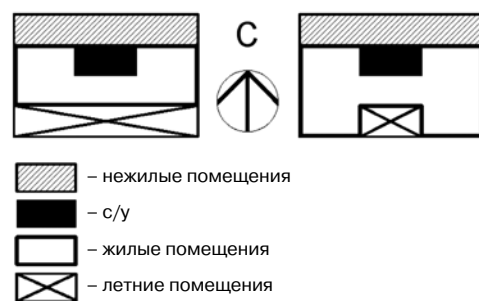


Рис. 12. Схемы зонирования

– дома, в которых для повышения экономии энергии используется прием обваловки или заглубления (рис. 4). Одним из главных аспектов проектирования таких зданий является определение объема обсыпки, от которого будет зависеть количество сэкономленной энергии. Чем более протяженное и менее компактное здание, тем выше будут показатели теплопотерь. Но при этом из-за того, что земля летом холоднее, чем здание, тепло из него будет переходить в землю, что будет являться способом охлаждения здания. В таком случае при проектировании в жарком климате здание с большей поверхностью будет иметь преимущество с точки зрения его охлаждения;

– галерейные дома. В случае необходимости увеличения плотности застройки обычно увеличивается этажность жилых домов. Но если мы говорим об экономичном возведении и эксплуатации жилого дома, то его этажность не должна превышать пять этажей, так как в этом случае нет необходимости устройства лифта. При увеличении этажности наиболее подходящим для энергоэффективного строительства будет галерейный тип дома (рис. 5).

Неотапливаемая галерея и коммуникационные узлы могут служить буферными зонами на северном фасаде, тогда (если речь идет о жилом доме) квартиры будут иметь одностороннюю южную ориентацию. Для увеличения компактности и во избежание перегрева кухни можно располагать летние помещения на юге, которые будут служить для нагрева воздуха в холодные месяцы года.

Летний доминирующий климат (южные страны Европы. Средняя зимняя температура в январе +10°C, средняя летняя в июле +25°C). Энергоэффективная архитектура зданий должна подчиняться главному условию – защите здания от перегрева в течение значительного периода года. В этой связи характерными особенностями или признаками

энергоэффективной архитектуры районов с летним доминирующим климатом являются:

– зонирование внутреннего пространства здания – применение помещений для тепловой защиты (веранды, оранжереи, внутренние дворики, зимние сады, лоджии или террасы) (рис. 6, 7);

– теплопроводность ограждающих конструкций, соответствующая градусо-суткам отопительного периода (СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003»);

– солнцезащитная форма оболочки здания, не пропускающая солнечные лучи в жилые помещения (рис. 8, 9);

– конструктивные элементы здания в качестве солнцезащиты (неостекленные лоджии и террасы, внутренние дворики, свесы кровли, козырьки) (рис. 10);

– светопрозрачные конструкции с максимальным отражением солнечной радиации. Тепловой поток, отраженный от остекления, не имеет теплового воздействия на пространство за остеклением;

– наружные стационарные и трансформируемые солнцезащитные устройства (рис. 11). Внешнее затенение светопрозрачной конструкции наиболее эффективно и позволяет уменьшить количество излучения (особенно прямого излучения), падающего на остекление, влияя тем самым на температуру пространства позади стекла. Эффективность затенения зависит от типа солнцезащитного устройства и его размещения по отношению к стеклу. Конструкция солнцезащитного устройства может быть спроектирована за счет графических или аналитических инструментов. Одним из таких инструментов является солнечная карта.

Смешанный климат (климат Крыма, кроме южного берега. Средняя температура в январе -3°C, с холодной пятидневкой 18°C и со средней температурой в июле 22°C и жаркой пятидневкой 25°C).



Рис. 13. Дом под Симферополем.
Проект А.Т. Дворецкого



Рис. 14. Стадия проектирования

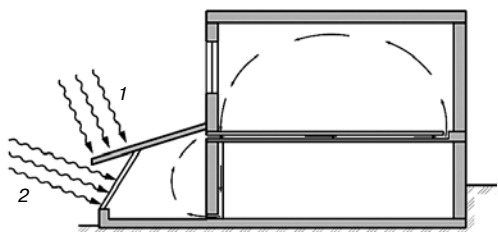


Рис. 15. Принципиальная схема устройства оранжереи для нагрева воздуха: 1 – летние лучи; 2 – зимние лучи



Рис. 16. Оранжерея для солнечного нагрева

Энергоэффективная архитектура для смешанного климата должна иметь признаки, относящиеся к двум первым типам климата, но не конфликтующие между собой. К тому же солнечная энергия в Крыму имеет значительный потенциал – до 2500 солнечных часов в год. Учет солнечной энергии при отоплении и охлаждении здания рассмотрен в [7].

Выделим основные признаки энергоэффективных зданий для смешанного климата:

- общая схема функционального зонирования, которая соответствует энергоэффективным жилым домам для смешанного климата, представлена на рис. 12. С северной стороны здания располагаются нежилые помещения с температурой не ниже +12°C в качестве буферных. С южной стороны здания размещены помещения для воздушного нагрева здания и 40–50% окон здания [8];

- солнцезащитная форма оболочки здания может быть той, которая представлена на рис. 8, с одним дополнением: помещение перед жилым помещением должно иметь светопрозрачное ограждение;

- теплоизоляционные свойства оболочки здания должны иметь коэффициент сопротивления теплопередаче не ниже минимально допустимого для 45 широты (СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003»);

- устройство остекленных помещений, служащих для нагрева воздуха. Это могут быть остекленные веранды, оранжереи, зимние сады. Они также являются буферными (неотапливаемыми) помещениями, но располагаются не в северной, а в южной части дома, где они будут подвергаться прямым солнечным лучам в холодный период года. Для того чтобы этого не происходило в летний период, необходимо предусмотреть солнцезащитные устройства. Более подробное описание выбора формы, места и ориентации помещения для нагрева воздуха описаны в [7, 8];

- важными элементами в конструкции энергоэффективного здания в смешанном климате являются солнцезащитные устройства.

Часть признаков энергоэффективного здания реализована при проектировании и строительстве **энергоэффективного дома под Симферополем** (рис. 13).

С учетом холодного времени года:

- ориентация максимальная остекленного фасада здания южная. На южный фасад приходится 50% площади окон (рис. 14). Остекление северного фасада минимальное или отсутствует. На северный фасад приходится 10% площади окон;

- зонирование внутреннего пространства здания – выделение части нежилых помещений (тамбура и лестничной клетки) в буферные с температурой 12°C (рис. 12). Это позволяет сократить расходы на отопление на 12% в холодную пятидневку и до 20% за весь отопительный период;

- помещение для пассивного солнечного нагрева подробно рассмотрено

в (Патент Украины 49144. Пристрій для обігріву приміщення / Дворецкий А.Т.: зарегистрировано 26.04.2010). Площадь светопрозрачной конструкции помещения (оранжереи) равна 12 м² (рис. 15, 16). Среднечасовая интенсивность солнечной радиации на вертикальный фасад в январе 17 Вт/ч [9]. Нагретый воздух с помощью вентилятора и системы воздуховодов подается в жилые помещения. Холодный воздух из жилых помещений поступает в оранжерею. Осуществляется пассивный нагрев здания. В январе тепловые поступления от пассивного нагрева через окна южной ориентации и помещения для солнечного нагрева составляют 0,2 Вт/ч.

С учетом жаркого времени года:

- помещения для тепловой защиты. Застекленная веранда, защищающая пространство перед входом в здание от перегрева летом и дающая тепло в солнечные дни зимой;

- конструктивные элементы здания в качестве солнцезащиты. В летние месяцы часть окон южного фасада защищена от высокого солнца выступом мансардного этажа (площадь первого этажа 50 м², площадь мансардного этажа 56 м². Для защиты от перегрева используются лиственные деревья;

- теплоизоляционные свойства оболочки здания имеют коэффициент сопротивления теплопередаче не ниже минимально допустимого для 45 широты: для стен – 2,8; окон и дверей – 0,6; перекрытия над цоколем – 3,3; перекрытия между этажом и мансардой – 2,8;

- тепловые потери здания в холодную пятидневку составляют 2,1 кВт/ч;

- пассивный солнечный нагрев здания в холодную пятидневку обеспечивает 10% необходимого тепла через оранжерею (Патент Украины 49144. Пристрій для обігріву приміщення / Дворецкий А.Т.: зарегистрировано 26.04.2010);

- за весь отопительный период доля пассивного солнечного нагрева здания достигает 20%;

- суммарная экономия энергетических ресурсов за отопительный период в результате пассивного солнечного нагрева и зонирования помещений здания составляет около 30%.

Выводы

Предметом настоящей статьи являются архитектурно-планировочные решения, способствующие повышению энергоэффективности зданий. Инженерные решения должны приниматься после всестороннего учета архитектурных решений, направленных на повышение энергоэффективности зданий. Это позволит значительно сократить затраты на отопление и охлаждение зданий и окажет существенное положительное влияние на биосферную совместимость отдельных зданий и городов в целом.

Требования к энергоэффективному строительству, в частности учет архитектурных особенностей зданий для смешанного климата, таких как пассивный солнечный нагрев здания, солнцезащита здания, должны быть закреплены в строительных нормах.

Стимулирующим фактором в проектировании и возведении энергоэффективных зданий может быть закон о привязке цены здания при его продаже или аренде к классу энергоэффективности здания.

Список литературы

1. Ильичев В.А., Емельянов С.Г., Колчунов, В.И., Бакаева Н.В. Социальные ожидания, жилищные программы и качество жизни на урбанизированных территориях // *Промышленное и гражданское строительство*. 2014. № 2. С. 3–7.
2. Ильичев В.А., Каримов А.М., Колчунов В.И., Алексахина В.В., Бакаева Н.В. Предложения к проекту доктрины градоустройства и расселения (стратегического планирования городов – city planning) // *Жилищное строительство*. 2012. № 1. С. 2–10.
3. Сергейчук О.В. Оптимизация формы энергосберегающего здания // *MOTROL* (Lublin, Poland). 2008. № 10A. С. 121–130.
4. Умнякова Н.П., Бутовский И.Н., Чеботарев А.Г. Развитие методов нормирования теплозащиты энергоэффективных зданий // *Жилищное строительство*. 2014. № 7. С. 19–23.
5. Файст В. Основные положения по проектированию пассивных домов. М.: АСВ, 2008. 144 с.
6. Береговой А.М., Прошин А.П., Береговой В.А. Энергосбережение в архитектурно-строительном проектировании // *Жилищное строительство*. 2002. № 5. С. 4–6.
7. Дворецкий А.Т. Влияние солнечной радиации на продолжительность отопительного периода и периода охлаждения зданий в Крыму // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. 2014. № 3 (7). С. 74–80.
8. Дворецкий А.Т., Клевев К.Н. Анализ влияния разных типов устройств остекленной веранды на тепловой баланс энергоэффективного дома // *Строительство и реконструкция*. 2014. № 5 (55). С. 54–59.
9. Дворецкий А.Т., Дворецкий Д.А. Солнечная энергия оранжереи в тепловом балансе малоэтажного здания // *Строительство и техногенная безопасность*. 2012. № 41. С. 14–19.

References

1. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Emelyanov S.G., Bakaeva N.V. Social Expectations, Housing Programs and Quality of Life

on Urbanized Areas. *Promyshlennoe i Grazhdanskoe Stroitel'stvo*. 2014. No. 2, pp. 3–7. (in Russian).

2. Ilyichev V.A., Karimov A.M., Kolchunov V.I., Aleksashina V.V., Bakaeva N.V., Kobeleva S.A. Proposals to the Draft Doctrine of Urban Development and Resettlement (Strategic City Planning). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2012. No. 1, pp. 2–10. (In Russian).
3. Sergeychuk O.V. Optimization of the Form of Energy Conservation Buildings. *Motornizacja i energetyka rolnictwa*. Lublin, 2008. No. 10A, pp. 121–130. (In Russian).
4. Umnyakova N.P., Butovskiy I.N., Chebotarev A.G. Development of the Regulation Methods of Heat Shield of Energy Efficient Buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 7, pp. 19–23. (In Russian).
5. Feist V. Summary of designing passive houses. Moscow: ASB, 2008. 144 p.
6. Beregovoi A.M., Proshin A.P., Beregovoi V.A. Energy Saving in Architecture Design. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2002. № 5, pp. 4–6. (In Russian).
7. Dvoretzky A.T. Influence of Solar Radiation on the Duration of the Heating Period and the Period of Cooling of Buildings in Crimea. *Biosfernaya Sovmestimost'. Chelovek, Region, Tehnologija*. 2014. No. 3 (7), pp. 74–80. (In Russian).
8. Dvoretzky A.T., Klevets K.N. Analysis of the Impact of Different Types of Glazed Veranda on the Heat Balance of the Energy-Efficient Home. *Stroitel'stvo i Rekonstrukcija*. 2014. No. 5 (55), pp. 54–59. (In Russian).
9. Dvoretzky A.T., Dvoretzky D.A. Solar Energy of Greenhouse in Heat Balance of Small Building. *Stroitel'stvo i Tehnogennaja Bezopasnost'*. Collection of scientific papers. 2012. No. 41, pp. 14–19. (In Russian).

Подписка на электронную версию



Актуальная информация для всех работников
строительного комплекса

СТРОИТЕЛЬСТВО

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

УДК 69.04

Н.В. КЛЮЕВА, д-р техн. наук (klynavit@yandex.ru), Д.А. РЫПАКОВ, инженер (rypakov89@mail.ru)
Юго-Западный государственный университет (305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94)

Расчет динамических догрузений в железобетонных элементах, работающих на изгиб с кручением при трещинообразовании

Предложена методика расчета динамических догрузений при образовании трещин в предварительно напряженных железобетонных элементах, работающих на изгиб с кручением. Показано, что в момент разрушения бетона по пространственной спиралеобразной трещине в растянутой арматуре создаются продольные колебания арматурного стержня и соответственно продольные динамические усилия. Численное значение этого усилия на первой полуволне колебаний предложено определять на энергетической основе. Приведенная методика расчета может быть использована при назначении контролируемого предварительного напряжения в преднапряженных железобетонных элементах, а также при расчете параметров живучести железобетонных рамно-стержневых конструктивных систем зданий и сооружений в запроектном состоянии.

Ключевые слова: кручение с изгибом, трещинообразование, динамическое догружение.

N.V. KLYUEVA, Doctor of Sciences (Engineering) (klynavit@yandex.ru), D.A. RIPAKOV, Engineer (rypakov89@mail.ru)
Southwest State University (94, 50 let Oktyabrya Street, Kursk, 305040, Russian Federation)

Calculation of Dynamic Added Stresses in Reinforced Concrete Elements Working in Bending with Twisting in the Course of Fracturing

The methods for calculation of dynamic added stresses when cracks are forming in pre-stressed reinforced concrete elements working in bending with twisting are proposed. It is shown that at the time of destruction of concrete along the spatial spiral crack, longitudinal oscillations of the reinforcement bar and, accordingly, longitudinal dynamic forces are generated in stretched reinforcement. It is proposed to determine the numerical value of this force during the first half-wave of oscillations on an energy base. The presented calculation methodology can be used for the assignment of the controlled preliminary stress in pre-stressed reinforced concrete elements as well as for the calculation of durability parameters of reinforced concrete frame-bar structural systems of buildings and structures under the beyond design conditions.

Keywords: twisting with bending, crack formation, dynamic added stress.

В работах [1–3] приведены результаты исследований плоских и пространственных каркасов многоэтажных зданий, в их числе и результаты определения динамических догрузений при внезапных структурных перестройках в таких системах из упрягохрупко-пластических материалов. Были рассмотрены изгибаемые и внецентренно сжатые железобетонные элементы каркасов зданий при симметричных пролетах и нагрузках. В общем случае конструктивных решений каркасов зданий при несимметричном нагружении смежных пролетов в ригелях каркаса здания помимо изгибающих возникают и крутящие моменты (рис. 1, а, б). При совместном действии изгибающих и крутящих моментов в момент образования трещин возможно динамическое догружение рассматриваемого нагруженного элемента и смежных элементов конструктивной системы.

Как было показано в [1], для проектирования преднапряженных железобетонных конструкций с высоким уровнем предварительного напряжения образование трещин в растяну-

том бетоне вызывает существенные динамические догружения в растянутой арматуре. Эти напряжения необходимо учитывать при назначении начального контролируемого напряжения в преднапряженных конструкциях и тем бо-

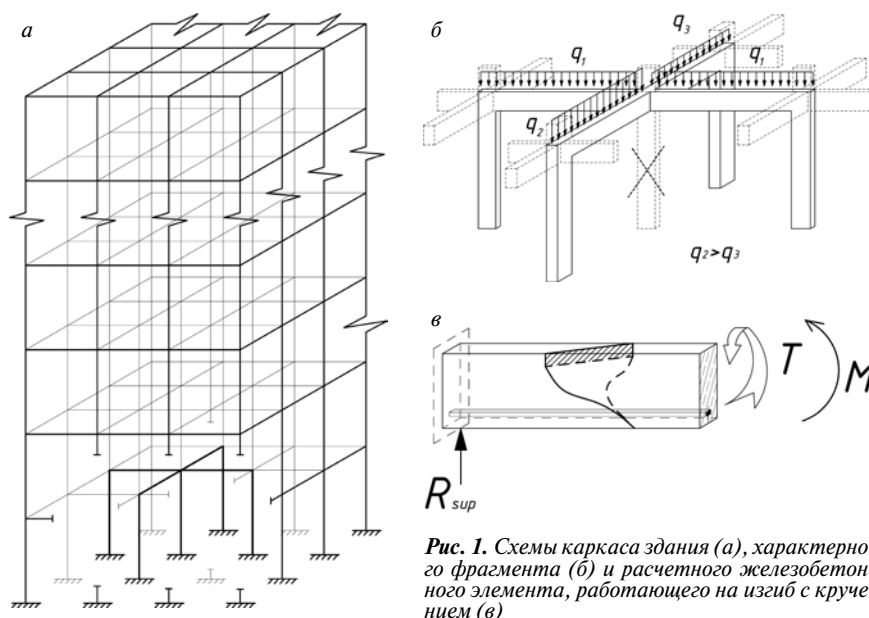


Рис. 1. Схемы каркаса здания (а), характерного фрагмента (б) и расчетного железобетонного элемента, работающего на изгиб с кручением (в)

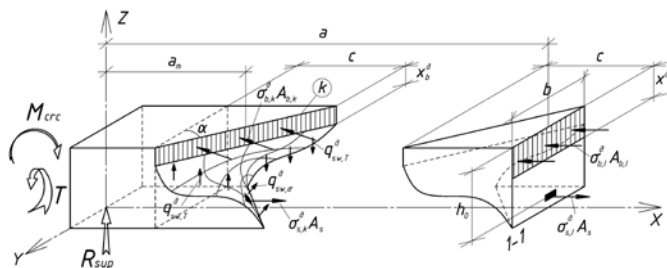


Рис. 2. Двухблочная расчетная схема железобетонного элемента при совместном действии изгибающего и крутящего моментов

лее при расчете живучести железобетонных конструктивных систем. Например, при расчете каркаса многоэтажного здания на запроектное воздействие, вызванное внезапным выключением одной из колонн, в оставшихся элементах каркаса возникают динамические догружения. При этом, если при заданной эксплуатационной нагрузке в конструктивных элементах каркаса (ригелях) трещины не возникли, то хрупкое образование трещин после отмеченного запроектного воздействия приведет к приращению динамических напряжений в арматуре в сечениях элементов с трещинами, работающих на изгиб с кручением (рис. 1, в), и соответственно к догружениям всех элементов конструктивной системы.

В настоящей работе решена задача по определению приращений динамических напряжений в арматуре преднапряженных железобетонных элементов, работающих на изгиб с кручением, в момент трещинообразования. В соответствии с [4, 5] в качестве расчетной принимается схема, состоящая из двух блоков: первого – приопорного блока, образуемого опорным сечением и вертикальным сечением, проходящим перпендикулярно продольной оси железобетонного элемента по краю пространственной трещины, и второго – образуемого пространственной трещиной и вертикальным сечением, проходящим через конец фронта этой трещины в сжатом бетоне (рис. 2).

При этом помимо гипотез, принятых в [4, 5], вводятся дополнительные.

- Растягивающие напряжения, действующие по направлению главных деформаций удлинения бетона в момент нарушения его сплошности (образования пространственной трещины), прикладываются перпендикулярно к поверхности трещины и в момент трещинообразования вызывают так называемый деформационный эффект [6, 7].
- При определении динамических догружений в арматуре, вызванных хрупким разрушением бетонной матрицы, метрика пространственной спиралеобразной трещи-

ны отождествляется с метрикой плоского сечения введением соответствующего корректирующего параметра.

Используя принятую расчетную схему, определяем неизвестные в расчетном сечении 1–1: напряжения в растянутой арматуре $\sigma_{s,I}$, сжатом бетоне $\sigma_{bt,I}$ и высоту сжатой зоны в сечении 1–1 перед образованием трещины в растянутой зоне железобетонного элемента находим путем решения уравнений (1)–(3):

– уравнение пропорциональности относительных деформаций для двухкомпонентного (бетон и арматура) элемента в сечении 1–1:

$$\sigma_{s,I} = \frac{E_s \cdot [\sigma_{bt,I} \cdot (h_0 - x) - R_{bt} \cdot \lambda x]}{E_b \cdot \lambda x} + \sigma_{sp}, \quad (1)$$

где σ_{sp} – значение предварительного напряжения в напрягаемой арматуре; λ – коэффициент упругопластичности бетона в сжатой зоне, определяемый в соответствии с [8];

– уравнение для определения напряжений в сечении 1–1 как для внецентренно-сжатого элемента:

$$\sigma_{bt,I} = \frac{(M_{crc} - P \cdot e_{op}) \cdot (3 - \lambda^2)}{J_{red} \cdot (6 - 3\lambda)} \cdot x + \frac{P}{A_{red}}, \quad (2)$$

где P – усилие преднапряжения.

– уравнение суммы проекций всех сил, действующих в сечении 1–1 на ось X :

$$-\sigma_{bt,I} \cdot b \cdot x + \sigma_{s,I} A_s + R_{bt} \cdot (h_0 - x) \cdot b = 0. \quad (3)$$

Система уравнений (1)–(3) решается методом итераций, принимая $\lambda = 1$, т. е. $\lambda x = x$ (эпюра напряжений в сжатой зоне бетона имеет треугольную форму). В случае, если в результате решения системы уравнений напряжения в бетоне достигают предельных (R_b), система уравнений решается повторно, принимая соответствующие значения λ ($0 \leq \lambda < 1$).

Используя первую расчетную гипотезу, определим напряжения в арматуре с учетом динамического догружения, вызванного хрупким образованием трещины в растянутой зоне железобетонного элемента (рис. 3). В момент перед образованием трещины в растянутой зоне действуют усилия растянутого бетона $N_{bt} = R_{bt} \cdot A_{bt}$ и арматуры N_s (рис. 3, а). При достижении в растянутом бетоне усилия $N_{bt} > R_{bt} \cdot A_{bt}$ происходит его хрупкое разрушение, и усилие, воспринимаемое бетоном до трещинообразования, мгновенно передается за растянутую арматуру, создавая в ней продольные колебания арматурного стержня и соответственно динамическое усилие N_s^d (рис. 3, б), значение которого можно определить по напряжениям в арматуре, следуя [1] и диаграмме, приведенной на рис. 3:

$$\sigma_{s,I}^d = \sigma_{s,I} + 2 \cdot \frac{R_{bt} \cdot b \cdot (h_0 - x)}{A_s}. \quad (4)$$

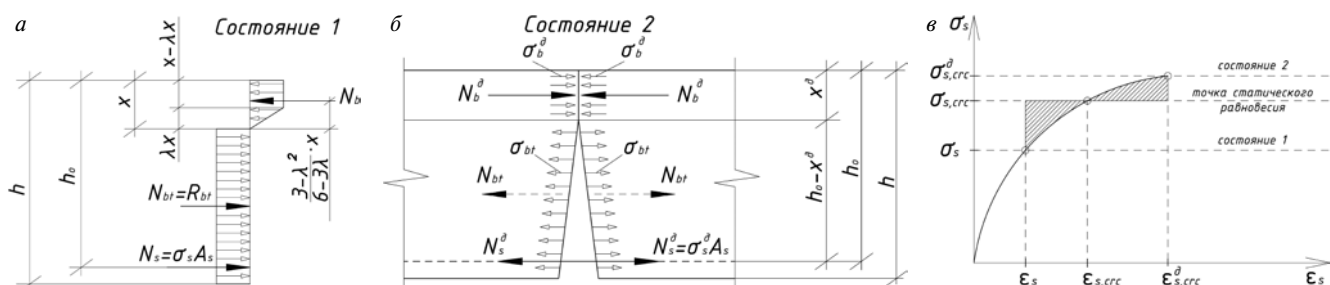


Рис. 3. Эпюры напряжений до (а) и после (б) появления трещины в растянутой зоне (состояние 1, 2) и диаграмма $\sigma_s - \epsilon_s$ для определения значения динамического напряжения в растянутой арматуре (в)

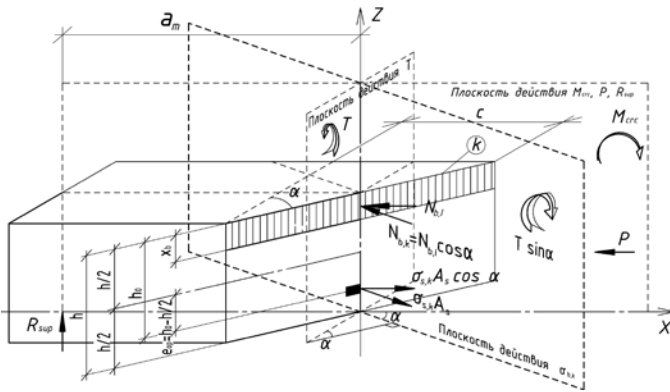


Рис. 4. К расчету параметров сечения k — напряжений в арматуре $\sigma_{s,k}^0$, $\sigma_{s,k}^d$, сжатом бетоне $\sigma_{b,k}$, $\sigma_{b,k}^d$, высоты сжатой зоны x_b , x_b^d без учета и с учетом хрупкого образования трещины в растянутой зоне железобетонного элемента

По той же схеме, что и в состоянии 1 (до образования трещины), используя гипотезу плоских сечений и уравнения равновесия усилий, действующих в сечении 1–1 на ось X , определяем неизвестные $\sigma_{b,I}^0$ и x^0 :

$$\sigma_{s,I}^0 = \frac{E_s \cdot \sigma_{b,I}^0 \cdot (h_0 - x^0)}{E_b \cdot \lambda x^0} + \sigma_{sp}, \quad (5)$$

$$-\sigma_{b,I}^0 \cdot b \cdot x^0 + \sigma_{s,I}^0 A_s = 0. \quad (6)$$

Опорную реакцию рассматриваемого элемента R_{sup} находим из уравнения равновесия моментов внутренних и внешних сил в сечении 1–1 относительно оси Y , которая проходит через точку приложения равнодействующей усилий в сжатой зоне бетона:

$$-\sigma_{s,I}^0 A_s \left[h_0 - \frac{(\lambda^2 - 3\lambda + 3)}{(6 - 3\lambda)} \cdot x^0 \right] + M_{crc} + R_{sup} a = 0, \quad (7)$$

где a — расстояние от опоры до сечения 1–1 по горизонтали, которое определяется в соответствии с рекомендациями [4, 5].

Касательное напряжение в сжатом бетоне τ_t , вызванное кручением, определяем из уравнения равновесия моментов внутренних и внешних сил, действующих в сечении 1–1 относительно оси, перпендикулярной этому сечению и проходящей через точку приложения равнодействующей усилий в сжатой зоне:

$$2 \times 0,5 \tau_t \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{b}{3} \cdot x^0 - T = 0. \quad (8)$$

Для определения неизвестных в рассматриваемом пространственном сечении — напряжений в арматуре $\sigma_{s,k}^0$, сжатом бетоне $\sigma_{b,k}^0$, высоты сжатой зоны x_b^0 и погонного усилия в хомутах, возникающего на нижней и боковых гранях железобетонного элемента от крутящего момента $q_{sw,\sigma}^0$ и $q_{sw,T}^0$ с учетом динамического догружения, вызванного хрупким образованием трещины в растянутой зоне железобетонного элемента, используем расчетные схемы первого и второго блоков и вторую дополнительную расчетную гипотезу.

Высоту сжатой зоны бетона x_b в условном наклонном сечении k определим из следующих соотношений (рис. 4):

— продольное усилие в сжатой зоне бетона сечения k как проекция на плоскость k продольного усилия в сжатом бетоне в сечении 1–1:

$$N_{b,k} = \sigma_{b,I} \cdot b \cdot x \cdot \cos \alpha; \quad (9)$$

— продольное усилие в сжатом бетоне, выраженное через напряжения и площадь сжатой зоны:

$$N_{b,k} = \sigma_{b,k} \cdot \sqrt{c^2 + b^2} \cdot x_b; \quad (10)$$

— напряжения в сжатом бетоне сечения k :

$$\sigma_{b,k} = \sigma_{b,I} \cdot \cos \alpha + \frac{T \cdot \sin \alpha}{k \cdot A_{red,k}} \cdot \frac{(3 - \lambda^2)}{(6 - 3\lambda)} \cdot x_b, \quad (11)$$

где c — длина проекции наклонного сечения k на плоскость, совпадающую с продольной осью элемента, которая определяется в соответствии с предложениями [4, 5]; k — поправочный коэффициент, определяемый в соответствии с принятой второй расчетной гипотезой.

Из совместного решения уравнений (9)–(11) после соответствующих преобразований получено следующее уравнение для определения высоты сжатой зоны бетона x_b :

$$\sigma_{b,I} \cdot b \cdot x = \sigma_{b,I} \cdot \sqrt{c^2 + b^2} \cdot x_b + \frac{T \cdot \sin \alpha}{k \cdot A_{red,k}} \cdot \frac{(3 - \lambda^2)}{(6 - 3\lambda)} \cdot x_b \cdot \frac{x_b \cdot \sqrt{c^2 + b^2}}{\cos \alpha}. \quad (12)$$

Напряжения в арматуре с учетом динамического догружения $\sigma_{s,k}^d$, вызванного хрупким образованием трещины в растянутой зоне железобетонного элемента, в сечении k определяем так же, как и для сечения 1–1:

$$\sigma_{s,k}^d = \sigma_{s,k} + 2 \cdot \frac{R_{br} \cdot \sqrt{c^2 + b^2} \cdot (h_0 - x_b) \cdot k}{A_s}, \quad (13)$$

где $\sigma_{s,k} = \sigma_{s,I} \cdot \cos \alpha$.

Высоту сжатой зоны бетона с учетом динамического догружения, вызванного хрупким образованием трещины в растянутой зоне железобетонного элемента x_b^d , определяем из уравнения статики как сумму моментов всех сил относительно оси Y , проходящей через точку приложения равнодействующей усилий в сжатой зоне:

$$\sigma_{s,k}^d \cdot \cos \alpha \cdot A_s \cdot \left(h_0 - \frac{\lambda^2 - 3\lambda + 3}{6 - 3\lambda} \cdot x_b^d \right) - M_{crc} - R_{sup} \cdot a_m = 0, \quad (14)$$

где a_m — расстояние от опоры до центра тяжести сжатой зоны сечения k по горизонтали, определяемое в соответствии с [4, 5].

Напряжения в сжатой зоне бетона с учетом динамического догружения, вызванного хрупким образованием трещины в растянутой зоне железобетонного элемента $\sigma_{b,k}^d$, находим из уравнения суммы проекций всех сил, действующих в сечении k на ось X :

$$-\sigma_{b,k}^d \cdot \cos \alpha \cdot x_b^d \cdot \sqrt{c^2 + b^2} + \sigma_{s,k}^d \cdot \cos \alpha \cdot A_s = 0, \quad (15)$$

Погонное усилие в хомутах, возникающее на нижней грани железобетонного элемента от крутящего момента $q_{sw,\sigma}^0$ определим из уравнения для суммы проекций всех сил, действующих в сечении k на ось Y :

$$-q_{sw,\sigma}^0 \cdot \sqrt{c^2 + b^2} - \sigma_{b,k}^d \cdot \sin \alpha \cdot x_b^d \cdot \sqrt{c^2 + b^2} + \tau_t \cdot x_b^d \cdot (\sqrt{c^2 + b^2}) = 0, \quad (16)$$

где τ_t — касательное напряжение, действующее в сжатом бетоне рассматриваемого сечения k .

Погонное усилие в хомутах на боковых гранях железобетонного элемента в рассматриваемом сечении k от действия крутящего момента $q_{sw,T}^0$ найдем из уравнения суммы

моментов всех сил относительно оси X , проходящей через точку приложения равнодействующей усилий в сжатой зоне бетона:

$$-q_{sw,\sigma}^0 \cdot \sqrt{c^2 + b^2} \cdot \left(h_0 - \frac{\lambda^2 - 3\lambda + 3}{6 - 3\lambda} \cdot x_b^0 \right) + 2q_{sw,T}^0 \cdot b/2 \cdot \sqrt{(h_0 - x_b^0)^2 + c^2} + 2 \times 0,5 \tau_T \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot x_b^0 - T = 0. \quad (17)$$

Учитывая мгновенный характер хрупкого разрушения бетона при оценке напряженного состояния в железобетонном элементе, работающем на изгиб с кручением, в расчетных зависимостях после образования трещин используется динамический предел прочности бетона и стали [1].

Приведенная методика апробирована расчетом по оценке динамического догружения в модели конструкции опытного железобетонного элемента прямоугольного сечения размерами 60×140 мм, выполненной из бетона В30, армированного одним рабочим преднапряженным арматурным стержнем диаметром 6 мм класса А500. Значение начального контролируемого напряжения принято $0,9R_{s,ser}$. Расчет производился на усилия $M=1,07$ кН·м и $T=0,35$ кН·м. В результате расчета полученное динамическое напряжение в растянутой арматуре в сечении k составило 680 МПа, что на 65% выше усилия преднапряжения. Такое динамическое воздействие может привести к разрыву арматуры. Следовательно, при назначении верхнего уровня преднапряжения в процессе проектирования железобетонных элементов, работающих на изгиб с кручением, необходимо учитывать динамическое догружение от хрупкого образования трещин в растянутой зоне железобетонного элемента.

Вывод

Построенные расчетные зависимости могут быть использованы для оценки динамических догружений в арматуре обычных и преднапряженных железобетонных элементов, работающих на изгиб с кручением, в момент трещинообразования. Эти зависимости необходимы при расчете параметров живучести железобетонных рамно-стержневых конструктивных систем зданий и сооружений в запредельных состояниях.

Список литературы

1. Колчунов В.И., Андросова Н.Б., Ключева Н.В., Бухтиярова А.С. Живучесть зданий и сооружений при запроектных воздействиях. М.: АСВ, 2014. 208 с.
2. Гордон В.А., Ключева Н.В., Потураева Т.В., Бухтиярова А.С. Расчет динамических усилий в конструктивно-нелинейных элементах стержневых пространственных систем при внезапных структурных изменениях // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2008. № 6. С. 26–30.
3. Колчунов В.И., Кудрина Д.В. Экспериментально-теоретические исследования преднапряженных железобетонных элементов рам в запредельных состояниях // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2010. № 3. С. 14–17.
4. Колчунов В.И., Сафонов А.Г. Построение расчета железобетонных конструкций на кручение с изгибом // *Известия Орловского государственного технического университета*. 2008. № 4. С. 7–13.
5. Колчунов В.И., Сафонов А.Г., Колчунов В.И. Практический учет концентрации угловых деформаций в зоне со-

пряжения ребра с полкой железобетонных обвязочных ригелей при кручении с изгибом // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2009. № 2. С. 6–10.

6. Колчунов В.И., Ключева Н.В., Колчунов В.И., Яковенко Н.А. Проблемные задачи развития гипотез механики разрушения применительно к расчету железобетонных конструкций // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2014. № 3. С. 41–45.
7. Баширов Х.З., Горностаев И.С., Колчунов В.И., Яковенко И.А. Напряженно-деформированное состояние железобетонных составных конструкций в зоне нормальных трещин // *Строительство и реконструкция*. 2013. № 2. С. 11–19.
8. Бондаренко В.М., Колчунов В.И. Расчетные модели силового сопротивления железобетона. М.: АСВ. 2004. 474 с.

References

1. Kolchunov V.I., Androsova N.B., Klyueva N.V., Bukhtiyarova A.S. *Zhivuchest' zdaniy i sooruzheniy pri zaproektnykh vozdeystviyakh* [Survivability of buildings and structures at the design basis impacts]. Moscow: ASV, 2014. 208 p.
2. Gordon V.A., Klyueva N.V., Poturaeva T.V., Bukhtiyarova A.S. *Raschet dinamicheskikh usilii v konstruktivno-nelineinykh elementakh sterzhnevyykh prostranstvennykh sistem pri vnezapnykh strukturnykh izmeneniyakh*. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzhenii*. 2008. No. 6, pp. 26–30. (In Russian).
3. Kolchunov V.I., Kudrina D.V. *Eksperimental'no-teoreticheskie issledovaniya prednapryazhennykh zhelezobetonnykh elementov ram v zapredel'nykh sostoyaniyakh*. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzhenii*. 2010. No. 3, pp. 14–17. (In Russian).
4. Kolchunov V.I., Safonov A.G. *Postroenie rascheta zhelezobetonnykh konstruktssii na kruchenie s izgiбом*. *Izvestiya Orlovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2008. No. 4, pp. 7–13. (In Russian).
5. Kolchunov V.I., Safonov A.G., Kolchunov V.I. *Prakticheskii uchet konsentratsii uglovyykh deformatsii v zone sopryazheniya rebra s polkoi zhelezobetonnykh obvyazochnykh rigelei pri kruchenii s izgiбом*. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzhenii*. 2009. No. 2, pp. 6–10. (In Russian).
6. Kolchunov V.I., Klyueva N.V., Kolchunov V.I., Yakovenko N.A. *Problemye zadachi razvitiya gipotez mekhaniki razrusheniya primenitel'no k raschetu zhelezobetonnykh konstruktssii*. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2014. No. 3, pp. 41–45. (In Russian).
7. Bashirov Kh.Z., Gornostaev I.S., Kolchunov V.I., Yakovenko N.A. *Napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie zhelezobetonnykh sostavnykh konstruktssii v zone normal'nykh treshchin*. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya*. 2013. No. 2, pp. 11–19. (In Russian).
8. Bondarenko V.M., Kolchunov V.I. *Raschetnye modeli silovogo soprotivleniya zhelezobetona* [Computational models of the power of resistance of reinforced concrete]. Moscow: ASV. 2004. 474 p.

УДК 666.972.1

М.А. КАЛИТИНА, канд. техн. наук (mkalitina@bk.ru), А.В. КАЗЬМИНА, канд. пед. наук,
Ф.Ф. АРСЛАНБЕКОВА, канд. биол. наук

Российский государственный социальный университет (129226, Москва, ул. Вильгельма Пика, 4, стр. 1)

Комплексные поликомпонентные добавки для бетона

Исследовано влияние комплексных поликомпонентных добавок на основе суперпластификатора С-3 и на основе поликарбоксилатных эфиров на свойства цементного камня и бетона. Показано, что совместное применение в составе комплексных добавок суперпластификаторов, неорганического электролита и микрокремнезема, обладающих хорошо совместимыми механизмами их влияния на процессы гидратации, гидратообразования и формирования структуры твердения цементов, взаимно дополняет и усиливает действие каждого ингредиента добавки. Это позволяет направленно формировать структуру цементного камня, воздействовать на целый комплекс свойств бетонов, в нужной степени повышая их качественные и технологические показатели. Показано, что применение комплексной добавки с поликарбоксилатным суперпластификатором позволяет получать бетоны с более высокими эксплуатационными свойствами.

Ключевые слова: поликомпонентные добавки, суперпластификаторы, поликарбоксилаты, микрокремнезем, гидратация цемента.

M.A. KALITINA, Candidate of Sciences (Engineering) (mkalitina@bk.ru),
A.V. KAZMINA, Candidate of Sciences (Pedagogic), F. F. ARSLANBEKOVA, Candidate of Sciences (Biological)
Russian State Social University (4/1, Vilgelm Pick Street, Moscow, 129226, Russian Federation)

Influence of complex multicomponent additives on properties of a cement stone and concrete

This article presents the effect of complex multicomponent additives based on traditional superplasticizer C-3 and superplasticizer new generation of polycarboxylate based on the properties of cement stone and concrete. It was found that the combined use in complex superplasticizers additives, inorganic electrolyte and microsilica, have a good compatibility mechanisms of their influence on the processes of hydration, hydrate formation and structures of cement hardening, complement and reinforce the effect of each ingredient additive that allows the targeted form the structure of cement paste, work on a set of properties cementitious materials in the desired degree of increasing their quality and technological parameters. It is shown that the use of complex additives with polycarboxylate superplasticizers allows to obtain more concrete with high performance.

Keywords: multicomponent additives, superplasticizers, polycarboxylates, microsilica, cement hydration.

В настоящее время в России остро стоит проблема повышения качества и надежности конструкционных материалов на основе цемента, снижения их стоимости, снижения расхода дефицитных и дорогостоящих компонентов, увеличения производительности технологических линий.

Одним из перспективных путей решения этой проблемы является применение различных химических добавок, круг которых постоянно расширяется исследованиями ученых всего мира. Появились новые модификаторы для вяжущих и бетонов, различные добавки и наполнители, армирующие волокна, новые технологии, новые теории структурообразования, активно развиваются процессы моделирования, компьютерного проектирования структур будущих бетонов, автоматизированные системы управления технологическими процессами [1–4].

Известно, что надежным средством достижения высокой технологичности производства бетонов, резкого улучшения их качества и строительно-технических свойств являются суперпластификаторы (СП). Применение СП позволяет эффективно решать ряд первостепенных вопросов, прежде всего получать бетоны широкой номенклатуры и высокого качества, в том числе высокопрочные, самоуплотняющиеся и т. д.

В настоящее время хорошо зарекомендовали себя два основных типа пластифицирующих добавок: суперпластификаторы на основе нафталинформальдегидсульфонатов (НФС), разработанные еще в середине XX в. и отличающи-

еся достаточно высоким водоредуцирующим свойством и «всеядностью» к применяемым материалам – цементу и заполнителям, и суперпластификаторы последнего поколения на основе поликарбоксилатных эфиров (ПКЭ), совмещающие в себе высочайшее водоредуцирующее действие и гибкую технологическую основу, позволяющую широко варьировать свойства бетонной смеси и бетона. В зарубежной литературе СП этой группы получили название «гиперпластификаторы». Отличаются они тем, что диспергирование (дефлокуляция, разрушение агломератов, пластификация и т. д.) происходит по электростатическому принципу (электростатическое + стерическое (пространственное) отталкивание мелких частиц. Однако на сегодняшний день механизм действия добавок на основе поликарбоксилатов исследован недостаточно, мнения ряда авторов противоречивы [5–8].

Для поликарбоксилатов характерно наличие анионной основной и гидрофобных незаряженных боковых цепей. Вид и длина основной, а также длина и частота расположения боковых цепей могут меняться в широком диапазоне, что позволяет эффективно управлять процессами адсорбции этих пластификаторов на зернах вяжущего [9–11].

Однако СП являются относительно дорогими ингредиентами бетонных смесей, что сдерживает их применение. Поэтому изыскание способов снижения расхода СП в составе бетонных смесей при сохранении, а по возможности

Таблица 1

Влияние комплексных добавок на капиллярно-пористую структуру цементного камня (время твердения 28 сут)

| Вид и содержание добавки, мас. % | В/Ц | Степень гидратации, %, d=0,176 нм | Удельная поверхность, $\times 10^{-3}$, м ² /кг | Суммарная пористость, $\times 10^2$, см ³ /г | Распределение пор по размерам, $\times 10^2$, см ³ /г | | | |
|--|------|-----------------------------------|---|--|---|--------------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | $r_1 > 10^3$, нм | $10^3 > r_2 > 10^2$, нм | $10^2 > r_3 > 10$, нм | $10 > r_4 > 4$, нм |
| – | 0,26 | 60 | 19,7 | 10,26 | 0,65 | 3,57 | 5,15 | 0,89 |
| КД-1 (СП С-3 (0,3) + NaNO ₂ (0,5) + МК (7)) | 0,22 | 68 | 27,2 | 6,39 | 0,21 | 0,67 | 4,37 | 1,34 |
| КД-2 (SV (0,15) + NaNO ₂ (0,5) + МК (7)) | 0,2 | 72 | 28 | 6,6 | 0,17 | 0,76 | 3,97 | 1,7 |

Таблица 2

Влияние комплексных добавок на прочностные характеристики бетона (расход материалов на 1 м³ бетона, кг): цемент – 400, песок – 672, щебень – 1109; осадка конуса – 2,5 см; время твердения 28 сут)

| Вид и содержание добавки, мас. % | В/Ц | Плотность, кг/м ³ | Прочность при сжатии, МПа | Прочность при изгибе, МПа | Прочность при раскалывании, МПа | Прочность сцепления с арматурой, МПа | Призменная прочность, МПа | Модуль упругости, $\times 10^4$, МПа |
|--|------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| – | 0,49 | 2300 | 31,9 | 4,9 | 3,8 | 6,1 | 27,4 | 2,6 |
| КД-1 (СП С-3 (0,3) + NaNO ₂ (0,5) + МК (7)) | 0,4 | 2390 | 55,2 | 7,1 | 4,7 | 12,3 | 41,9 | 3,4 |
| КД-2 (SV (0,15) + NaNO ₂ (0,5) + МК (7)) | 0,38 | 2410 | 56,4 | 7,3 | 5,1 | 13,5 | 43,1 | 3,5 |

и улучшении технологичности и качества бетонов является актуальным. Один из наиболее эффективных и доступных способов в решении этой задачи – применение СП в составе комплексных поликомпонентных добавок, вводимых с водой затворения или при помолу цемента.

В работе были проведены исследования влияния комплексных трехкомпонентных добавок КД-1 и КД-2 на важнейшие эксплуатационные характеристики бетона. Комплексная добавка КД-1 представляет собой сочетание суперпластификатора С-3 с неорганическим электролитом NaNO₂ и микрокремнеземом, комплексная добавка КД-2 представляет собой поликарбоксилатный суперпластификатор зарубежного производства (SV) в сочетании с неорганическим электролитом NaNO₂ и микрокремнеземом.

Выбор этих ингредиентов обусловлен различными по своей природе, но хорошо совместимыми механизмами их влияния на процессы гидратации, гидратообразования и формирования структур твердения цементов. Ингредиенты этих добавок, действуя каждый в своем направлении, по определенному, присущему ему механизму, взаимно дополняют и усиливают друг друга. Суммируя эти воздействия, можно направленно формировать структуру цементного камня, добиваясь получения материалов на основе цемента с высокими эксплуатационными свойствами.

Механизм структурообразующего влияния суперпластификаторов заключается в том, что этот ингредиент, сильно пластифицируя цементное тесто или резко снижая его водосодержание, обуславливает повышение плотности и однородности формирующегося из него цементного камня, оптимизируя его капиллярно-пористой структуры. В этих условиях полезно было бы дополнительно воздействовать на равномерность распределения гидратов в твердеющем цементном камне, что позволило бы обеспечить большее количество контактов срастания частиц гидратов друг с другом, релаксировать внутренние напряжения за счет рассредоточения центров гидратообразования в объеме формирующейся структуры и «залечить» гидратами ее ослабленные участки – межзерновые поры.

Это и достигается использованием добавки неорганического электролита, изменяющего условия зарождения и развития гидратов в заполняемом ими пространстве за счет изменения состава и свойств жидкой фазы. С помощью неорганического электролита в составе комплексной добавки удается частично сместить зону преимущественного гидратообразования с поверхности исходных цементных зерен в межзерновое пространство и тем самым кольматировать гидратными продуктами наиболее крупные пустоты в структуре цементного камня.

Сочетание СП с неорганическим электролитом обеспечивает регулируемое протекание процессов гидратации, особенно на ранних стадиях, снимая замедляющее гидратацию цемента действие суперпластификаторов.

Микрокремнезем (МК), имеющий очень высокую дисперсность и состоящий преимущественно из аморфного высокоактивного кремнезема, способствует не только связыванию гидроксида кальция в низкоосновные гидросиликаты кальция (ГСК), синтезируемые в результате пуццолановой реакции, но и более равномерному распределению этой самой структурно-активной гидратной фазы в пространстве. В отсутствие МК гидросиликатная фаза (ГСК-фаза) в цементном камне концентрируется преимущественно вблизи поверхности исходных цементных зерен, а межзерновое пространство лишь частично заполняется сростками кристаллических масс портландита, что, несомненно, создает ослабленные участки в формирующейся структуре. Кремнеземсодержащий ингредиент добавки устраняет этот недостаток, обеспечивая более равномерное распределение ГСК-фазы в цементном камне, максимально кольматируя в том числе и объем пор, ранее в лучшем случае заполненных портландитом.

Исследования влияния комплексных добавок на дисперсность гидратов и капиллярно-пористую структуру цементного камня, представленные в табл. 1, показывают, что введение комплексных добавок КД-1 и КД-2 приводит к росту удельной поверхности гидратных новообразований, снижению общей пористости цементного камня. Кроме того, наблюдается уменьшение среднего радиуса пор,

повышение объема гелевых пор, что, в свою очередь, должно привести к улучшению строительно-технических свойств материалов на основе цемента.

Исследования влияния комплексных добавок на прочностные характеристики тяжелых бетонов, приведенные в табл. 2, показывают, что бетон с комплексными добавками КД-1 и КД-2, изготовленный из равноподвижных смесей с осадкой конуса 2,5 см и твердевший в нормальных условиях, в возрасте 28 сут имеет прочность при сжатии на 73 и 77% (соответственно) выше прочности бездобавочного состава.

Бетоны, содержащие комплексные добавки, более устойчивы к действию раскалывающих и изгибающих нагрузок. Для образцов, твердевших в нормальных условиях, прирост прочности при раскалывании в возрасте 28 сут для бетонов с КД-1 и КД-2 составил 24 и 34% соответственно по сравнению с бездобавочными бетонными образцами. Прирост прочности при изгибе бетона с добавками КД-1 и КД-2 составил 45 и 49% по сравнению с бездобавочным составом.

Повышение прочностных характеристик бетона с комплексными добавками связано с менее напряженным состоянием формирующейся в этих условиях структуры цементного камня в бетоне в результате более равномерного распределения гидратов, их повышенной дисперсностью, а следовательно, и большим числом контактов между ними, меньшим развитием кристаллизационного давления, более выраженной волокнистой структурой ГСК.

Важнейшим фактором прочности железобетона является прочность сцепления с арматурой. Наиболее эффективно прочное сцепление с бетоном всей поверхности арматуры, а не ее отдельных участков или концов. Арматура применялась класса А-II (А300) диаметром 12 мм, периодического профиля. Сцепление арматуры с бетоном изучалось на призмах размером 15×15×10 см. Призмы испытывались путем выдергивания арматуры из бетона на разрывной машине «Шоппер» мощностью 500 кН. В случае прочного сцепления арматуры с бетоном по всей поверхности соприкосновения появляются многочисленные новые, медленно расширяющиеся трещины, которые достигают опасных размеров только тогда, когда сталь начинает течь. Отсюда следует, что, повышая прочность сцепления бетона с арматурой, можно уменьшить раскрытие трещин и увеличить прочность железобетонных конструкций. Из данных табл. 2 видно: добавки КД-1 и КД-2 увеличивают прочность сцепления бетона с арматурой более чем в два раза по сравнению с бездобавочным составом, что связано с формированием однородной, плотной и прочной структуры, возникновением более прочного контакта с частицами заполнителя. Это позволяет использовать бетоны с такими добавками в густоармированных строительных конструкциях, а также использовать более дешевую гладкую арматуру.

Исследования деформаций и прочности бетона при кратковременном нагружении производили на центрально-сжатых призмах 10×10×40 см с замером продольных деформаций на базе 300 мм. Модуль упругости определялся в области упругих деформаций при уровне нагружения $\sigma/R_{\text{np}}=0,2$.

Бетоны с комплексными добавками КД-1 и КД-2 показали более высокие значения призмочной прочности и рост

модуля упругости. Прирост призмочной прочности составляет 53–57%.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что синергизм воздействия ингредиентов комплексных добавок, оказывая благоприятное влияние на процессы структурообразования, гидратации и твердения, способствует формированию однородной, мелкокристаллической и низкопористой структуры бетона с меньшим числом очагов напряжения, что, в свою очередь, позволяет получить высокие эксплуатационные характеристики материалов на основе цемента.

В зависимости от области применения добавок, вида производимых изделий и составляющих их материалов могут быть использованы как комплексные добавки на основе традиционных суперпластификаторов, так и комплексные добавки с поликарбоксилатным суперпластификатором; при этом эффект действия последних существенно выше и проявляется при значительно более низких дозировках по сравнению с СП С-3, что делает их применение более эффективным с целью максимальной оптимизации практически всех показателей качества цементного камня и бетона.

Список литературы

1. Добшиц Л.М., Кононова О.В., Анисимов С.Н., Лешканов А.Ю. Влияние поликарбоксилатных суперпластификаторов на структурообразование цементных паст // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 5–5. С. 945–948.
2. Сеськин И.Е., Баранов А.С. Влияние суперпластификатора С-3 на формирование прочности пресованного бетона // *Строительные материалы*. 2013. № 1. С. 32–33.
3. Изотов В.С., Ибрагимов Р.А. Влияние новой комплексной добавки на основные свойства цементных композиций // *Строительные материалы*. 2012. № 6. С. 63–64.
4. Селяев В.П., Неверов В.А., Куприяшкина Л.И., Маштаев О.Г. Природные и искусственные микрокремнеземы в качестве наполнителей вакуумных изоляционных панелей // *Строительные материалы*. 2014. № 10. С. 60–61.
5. Lothenbach B., Winnefeld F., Figi R. The influence of superplasticizers on the hydration of Portland cement. *Proceedings of the 12th International Congress on the Chemistry of Cement*. Montreal. 2007, pp. 211–233.
6. Koizumi K., Umemura Y., Tsuyuki N. Effects of Chemical Admixtures on the Silicate Structure of Hydrated Portland Cement. *Proceedings of the 12th International Congress on the Chemistry of Cement*. Montreal. 2007, pp. 64–71.
7. Гамалий Е.А., Трофимов Б.Я., Крамар Л.Я. Структура и свойства цементного камня с добавками микрокремнезема и поликарбоксилатного пластификатора // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура»*. 2009. Вып. 8. № 16 (149). С. 29–35.
8. Калашников В.И., Мороз М.Н., Тараканов О.В., Калашников Д.В., Суздальцев О.В. Новые представления о механизме действия суперпластификаторов, совместно размолотых с цементом или минеральными породами // *Строительные материалы*. 2014. № 9. С. 70–71.
9. Сорвачева Ю.А., Петрова Т.М., Гибсон К., Федченко А.А. Влияние суперпластификаторов на основе поликарбок-

силатов на щелочесиликатное расширение бетона // *Строительные материалы*. 2014. № 5. С. 15–16.

10. Ушеров-Маршак А.В. Химические и минеральные добавки в бетон. Харьков: Колорит, 2005. 281 с.
11. Гувалов А.А., Кабусь А.В., Ушеров-Маршак А.В. Влияние органоминеральной добавки на раннюю гидратацию цемента // *Строительные материалы*. 2013. № 9. С. 95–96.

References

1. Dobshits L.M., Kononova O. V., Anisimov S.N., Leshkanov A.Y. Influence the polycarboxylate superplasticizers on structurization of cement pastes. *Fundamental'nye Issledovaniya*. 2014. No. 5–5, pp. 945–948. (In Russian).
2. Seskin I.I., Baranov A.S. Influence of superplasticizer C-3 on formation of strength of pressed concrete. *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2013. No. 9, pp. 32–33. (In Russian).
3. Izotov V. S., Ibragimov R. A. Influence of a new complex additive on the main properties of cement compositions. *Stroitel'nye Materialy*. 2012. No. 6, pp. 63–64. (In Russian).
4. Selyaev V.P., Neverov V.A., Kupriyashkina L.I., Mashtaev O.G. Natural and artificial micro-silica as fillers for vacuum Insulation panels. *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2014. No. 10, pp. 60–61. (In Russian).
5. Lothenbach B., Winnefeld F., Figi R. The influence of superplasticizers on the hydration of Portland cement.

Proceedings of the 12th International Congress on the Chemistry of Cement. Montreal. 2007, pp. 211–233.

6. Koizumi K., Umemura Y., Tsuyuki N. Effects of Chemical Admixtures on the Silicate Structure of Hydrated Portland Cement. *Proceedings of the 12th International Congress on the Chemistry of Cement*. Montreal. 2007, pp. 64–71.
7. Gamaliy E.A., Trofimov B.J., Kramar L.Y. Structure and properties of cement paste with the addition of silica fume and polycarboxylate plasticizer // *Vestnik YuUrGU. Seriya «Stroitel'stvo i arkhitektura»*. 2009. Vol. 8. No. 16 (149), pp. 29–35. (In Russian).
8. Kalashnikov V.I., Moroz M.N., Tarakanov O.V., Kalashnikov D.V., Suzdaltsev O.V. New ideas about action mechanism of superplasticizers grinded jointly with cement or mineral rocks. *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2014. No. 9, pp. 70–71. (In Russian).
9. Sorvacheva Yu.A., Petrova T.M., Giebson C., Fedchenko A.A. Influence of polycarboxylate based superplasticizers on the alkali-silica expansion of the concrete. *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2014. No. 5, pp. 15–16. (In Russian).
10. Usherov-Marshak A.V. Khimicheskie i mineral'nye dobavki v beton [Chemical and mineral additives in concrete]. Kharkov: Color. 2005. 281 p.
11. Guvalov A.A., Kabus A.V. Usherov-Marshak A.V. Influence of an organo-mineral additive on early hydration of cement. *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2013. No. 9, pp. 95–96. (In Russian).

ВИНТОВЫЕ ГРУНТОВЫЕ АНКЕРА

АТЛАНТ

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

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

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



Открытие крупнейшего домостроительного комбината — новый шаг в развитии крупнопанельного домостроения в России

27 февраля 2015 г. в Московской области открыт домостроительный комбинат «Град» – крупнейший ДСК, построенный за последние 30 лет. Производительность комбината – 525 тыс. м² в год, из которых 425 тыс. м² жилья и 75 тыс. м² объектов социальной инфраструктуры (детские сады, школы, культурные центры). в год. Общий объем инвестиций в проект составил 9 млрд р. В церемонии открытия приняли участие министр строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ М.А. Мень, губернатор Московской области А.Ю. Воробьев, председатель правления ООО «УК «РОСНАНО» А.Б. Чубайс и президент ГК «Мортон» А.В. Ручьев.



Предприятие, построенное в Наро-Фоминском районе Московской области, – совместный проект ГК «Мортон» и ОАО «РОСНАНО», направленный на внедрение в массовое строительство высокотехнологичных решений. Предприятие ориентировано на индустриальное строительство жилых домов и общественных зданий, проекты которых одобрены Минстроем РФ. Особенностью продукции ДСК являются технологические решения, внедренные портфельными компаниями ОАО «РОСНАНО»: применение стеклопакетов с энергосберегающим покрытием, использование гиперпластификаторов и композитных материалов. Основными зарубежными поставщиками оборудования стали ведущие мировые производители – Sommer, Weckenmann, Elematic, AWM, Teko.



Предприятие активно использует современные технологии на всех этапах производственного цикла, начиная от проектирования и заканчивая доставкой продукции. На базе самых современных IT-технологий осуществляется интеграция всего производственного процесса: проектирования, производства, хранения на складе, транспортировки до объекта, строительства.

На одной площадке возможно производство изделий для каркасного и крупнопанельного домостроения, производство цветного и фактурного бетона под любой архитектурно-планировочный проект одновременно. Подобные технологии необходимы, чтобы решить задачи в сфере жилищного строительства. В рамках программы «Жилье для российской семьи» предстоит построить 25 млн м² жилья эконом-класса. Это должно быть качественное и энергоэффективное жилье. Для ДСК разработаны проекты домов «Град-1М» и «Град-2М».



Ассортимент продукции не привязан к конкретной серии здания, он может быть легко изменен по необходимости. Серии жилых домов, детских садов и поликлиник, которые разработаны для данного предприятия, по мнению М.А. Меня, достойны того, чтобы после прохождения Госэкспертизы быть включенными в формируемый Минстроем перечень типовых проектов.

70 лет



ГОЛОВНОМУ ПРОЕКТНОМУ ИНСТИТУТУ

«ВЛАДИМИРГРАЖДАНПРОЕКТ»

Проектный институт «Владимиргражданпроект» является ведущей и самой крупной проектной организацией Владимирской области. Специалисты института подготавливают проектно-сметную документацию по объектам жилищного, гражданского и производственного назначения; социальной сферы; здравоохранения; по проектированию инженерных коммуникаций и сооружений; разрабатывают генеральные планы городов и поселков; проекты территориального планирования; ведут комплексное проектирование застройки микрорайонов. ГУП «Владимиргражданпроект» одним из первых аккредитован Госстроем России в качестве базовой территориальной проектной организации в области архитектуры и градостроительства и входит в число лидеров проектно-строительного комплекса России.

С образованием Владимирской области в 1944 г. и приближением окончания Великой Отечественной войны возросла необходимость ускорения развития народного хозяйства. Решением Владимирского облисполкома от 19 апреля 1945 г. при отделе коммунального хозяйства создана проектная контора «Облпроект», насчитывающая всего 20 сотрудников, от которой и берет свое начало современный головной проектный институт «Владимиргражданпроект».

В 1950-е гг. в связи со значительным ростом объемов строительства, необходимостью оперативного и четкого ре-

шения сложных вопросов проектирования к «Облпроектору» присоединены сначала архитектурная мастерская при главном архитекторе города (в мае 1951 г.), затем контора «Облгорсельхозпроект» (в октябре 1958 г.), в результате чего возникла солидная проектная организация «Владпроект», численность которой к началу 1960-х гг. была доведена до 200 человек.

Первыми руководителями «Облпроекта» и влившихся в него организаций были И.П. Колодяжный, В.И. Грибов, А.В. Саврасов, В.А. Бардин, В.П. Бельтюков, П.А. Слесарев, М.А. Швецов, П.Я. Козинец. В те годы «Облпроектором», а затем «Владпроектором» разработана документация гостиницы «Владимир» (арх. Н.В. Ликин), стадиона «Торпедо» (арх. Л.Г. Зотов, В.А. Погорелко), универмага (арх. В.Г. Аврутский), Дома политпросвещения (арх. Л.Г. Зотов), парка 850-летия г. Владимира (арх. В.Г. Аврутский), Октябрьского проспекта с путепроводом.

Для решения задач, поставленных Правительством СССР, «Владпроект» 18 июля 1964 г. был преобразован в Институт гражданского строительства, планировки и застройки городов и поселков «Владимиргражданпроект».

С 1963 г. в течение 11 лет проектную организацию возглавлял А.Г. Апреликов. В эти годы разработана проектно-сметная документация крупного жилого района по проспекту Строителей (арх. В.И. Пентман, инж. Р.И. Володина) и Восточного района на 120 тыс. жителей (арх. Ю.А. Спичев). Запроектированы и построены проспект Ленина – центральная его часть (арх. Б.А. Шиганов), здание филармонии (арх. В.И. Пентман, В.О. Строганов), школа рабочей молодежи (арх. В.Б. Бабаян), загородная гостиница «Клязьма» (арх. Л.Н. Зайцева).

Значительных успехов институт достиг с приходом талантливого руководителя А.И. Гришина (1974–1979 гг.). Под его руководством была произведена структурная перестройка, образована система комплексных зональных мастерских, созданы новые архитектурные мастерские – градостроительства и благоустройства. А.И. Гришин собрал в институте лучшие архитектурные силы, пригласив специалистов из разных городов. Проектирование велось на конкурсной основе, активно работал архитектурно-технический Совет, который был школой для молодых специалистов. Возглавлял архитектурное проектирование



17-этажный кирпично-панельный дом (ул. Тракторная)



Благоустройство территории Дворца культуры молодежи

пользовавшийся большим авторитетом главный архитектор института В.В. Вероужский.

Велось дальнейшее проектирование Восточного района (арх. А.С. Парахин), был разработан проект детальной планировки Юго-Западного района (арх. И.Н. Маринина), запроектированы областной Дворец культуры (арх. В.Е. Пичугин), поликлиника и все больничные здания по ул. Добросельской, БСП «Красный крест» (арх. А.М. Уваров), 13–14–16-этажные жилые дома в г. Владимире (арх. А.А. Осипов, Г.А. Севастьянов, Л.Н. Зайцева), заповинаящийся 9-этажный жилой дом на углу ул. Добросельской и Суздальского проспекта (арх. Р.Н. Лебедева), здание курсов пограничников на Октябрьском проспекте (арх. Н.И. Петров). Много сил и энергии для повышения значимости и престижа института отдала главный конструктор института почетный строитель г. Владимира Л.П. Смирнова. В последующие годы институтом руководили Е.Г. Бирюков (1979–1985 гг.), А.А. Самохвалов (1985–1992 гг.).

С 1978 г. начались разработки проектов районной планировки административных районов Владимирской



Здание областного суда

области, наращивались работы по корректировке генеральных планов городов и поселков, разрабатывались отраслевые схемы и ТЭО развития туризма во Владимирской области.

Наиболее значимыми являлись проекты районной планировки Владимирской и Ковровской групп административных районов (арх. Н.Е. Волков, Л.Г. Архипова, инж. Н.Ф. Савченко, Т.Е. Перевозчикова, Т.А. Параничева, Л.А. Фартученко) и проекты охранных зон исторических городов; генеральные планы городов Вязники (арх. Л.Н. Зайцева), Кольчугино (арх. А.А. Осипов), Ковров (арх. С.Г. Голубев), Гороховец (арх. В.Ф. Брылев), Киржач (арх. С.Г. Голубев), Камешково (арх. А.Д. Ефимов) и др.

В 1982 г. разработан проект ТЭО Александровского туркомплекса (арх. С.Г. Голубев, А.Ф. Боровик), а в 1983 г. – схема развития туризма Владимирской области (арх. Н.Е. Волков, Л.Г. Архипова, инж. Н.Ф. Савченко, Т.Е. Перевозчикова, Т.А. Параничева). По программе развития Нечерноземья в те годы подготовлено около двух десятков генеральных планов сельских поселков.

Также велось проектирование объектов Юго-Западного района и проспекта Ленина, были разработаны проекты нового здания универмага (арх. В.Л. Караулов), Дома политпросвещения (арх. Е.А. Мордовский), реконструкции стадиона «Торпедо» (арх. В.Н. Никитенко, К.К. Ячменев), здания авиамеханического техникума по ул. Офицерской (арх. А.А. Приббе), а также разрабатывались серии культурно-бытовых и торговых зданий, детских садов и школ, жилых домов. В 1984–1987 гг. внедрена принципиально новая, оригинальная серия крупнопанельных домов на основе компоновочных объемно-планировочных элементов (КОПЭ), которая явилась значительным этапом в крупнопанельном домостроении (арх. А.А. Осипов, В.И. Фомин, констр. Н.Н. Мирошников).

С 1992 по 2009 г. институт возглавлял А.А. Шефов. Этот период пришелся на создание в России рыночной экономики и оказался серьезным испытанием для сотрудников и руководства института. Чтобы сохранить творческий потенциал института, необходимо было повысить производитель-



Комплекс жилых домов по улице Мира

ность труда специалистов. Огромную роль в этом сыграло внедрение компьютерной техники. Специалисты института сумели завоевать ведущие позиции на рынке проектирования объектов гражданского назначения.

Предпринятые меры позволили коллективу института не только выжить, но и проявить себя лидирующей проектной организацией, способной решать серьезные задачи на уровне лучших российских проектировщиков. За последние годы сотрудники института разработали сотни объектов, украсивших Владимир и другие города России.

- Проект национального природного парка «Мещера» (арх. Н.Е. Волков, инж. Т.Е. Перевозчикова, инж. Т.А. Параничева)
- Концепция генерального плана Владимира (арх. Н.Е. Волков, С.Г. Голубев, В.Б. Торопов)
- Расчетно-кассовый центр во Владимире (арх. Д.Б. Крамников, В.Д. Караулов)
- Комплекс зданий на пл. Победы во Владимире (арх. Я.В. Борисов, Е.Д. Чистова)
- Расчетно-кассовый центр в Муроме (арх. О.В. Балыкина)
- Транспортно-пешеходная магистраль от пл. Фрунзе до Садовой площади в г. Владимире (Лыбедская магистраль, ГИП А.В. Кириллов)
- Два 17-этажных монолитных жилых дома в г. Красногорске и Солнечногорске Московской области (арх. А.В. Черепушкин, Д.В. Супруненко)
- Здание областного суда (арх. Н.И. Петров)
- Здание РКЦ Центробанка по ул. Гоголя (арх. В.Д. Караулов, Д.Б. Крамников)
- Перинатальный центр (арх. В.В. Денисова)
- Благоустройство историко-ландшафтного комплекса «Боголюбовский луг – церковь Покрова на Нерли» (арх. В.Д. Караулов, Д.Б. Крамников)
- Застройка центральной части Суздальского проспекта (арх. Я.В. Борисов)
- Комплекс многоэтажных жилых домов по ул. Мира (арх. Я.В. Борисов)
- 17-этажный кирпично-панельный дом по ул. Тракторной (арх. Н.В. Шихманова)

- Энергоэффективный 3-этажный 18-квартирный жилой дом в г. Собинке Владимирской области (арх. Н.Н. Ильина)
- Проект планировки жилого комплекса «Пиганово», мкр. Юрьеvec в г. Владимире (арх. А.С. Солодов, А.Н. Петров)
- Средняя общеобразовательная школа на 1200 учащихся в мкр. 8ЮЗ г. Владимира (арх. Н.Н. Ильина)
- Дошкольное образовательное учреждение на 135 мест в микрорайоне 8ЮЗ г. Владимира (арх. А.А. Сучков)
- Проект планировки территории технопарка «Парацельс» (арх. Ю.Н. Кровяков)
- Детский оздоровительно-реабилитационный центр «Шередарь» в Петушинском р-не, МО Нагорное с/п, д. Заднее Поле (арх. А.Б. Шиганов)
- Реконструкция здания акушерского корпуса для нужд ГБУЗ ВО «ОКБ» (арх. В.В. Денисова)
- Реконструкция аэродрома «Добрыньское» Владимир (арх. Ю.Н. Кровяков).

В связи с острой необходимостью строительства жилых домов повышенной этажности специалисты института в 2010 г. на базе 5–9-этажных жилых домов серии КОПЭ раз-



РКЦ-Владимир



Детский сад в мкр. № 8 ЮЗ (г. Владимир)

работали документацию 17-этажного кирпично-панельного дома с уникальной конструкцией самонесущей наружной кирпичной стены, которая была запатентована в 2013 г. (авторы патента Н.Н. Мирошников, А.В. Ивонтьев).

Важное значение для строительного комплекса области имела передача ГУП «Владимиргражданпроект» в 2005 г. функций регионального центра по ценообразованию в строительстве. На базе существовавшего сектора оценки и ценообразования было создано соответствующее подразделение – РЦЦС.

С апреля 2009 г. институт возглавляет Н.Е. Волков.

ГУП «Владимиргражданпроект» одним из первых аккредитован Госстроем России в качестве базовой территориальной проектной организации в области архитектуры и градостроительства, входит в число лидеров проектно-строительного комплекса России.

Институт является членом Торгово-промышленной палаты Владимирской области. Регулярно участвуя в международных архитектурных фестивалях «Зодчество» и «Стройиндустрия и архитектура» в Москве, коллективы проектировщиков ГУП «Владимиргражданпроект» получают дипломы и грамоты. Институт имеет аккредитацию на право проведения негосударственной экспертизы проек-

ной документации. Свидетельство выдано Федеральной службой по аккредитации «Росаккредитация».

В декабре 2009 г. создано новое производственное подразделение ГУП «Владимиргражданпроект» – сектор обследования зданий и сооружений.

В настоящее время ГУП «Владимиргражданпроект» оснащен компьютерной техникой и программными средствами на 100%. Каждый проектировщик имеет автоматизированное рабочее место. Система менеджмента качества института «Владимиргражданпроект» сертифицирована на соответствие требованию ГОСТ Р ИСО 9001.

За достигнутые успехи ГУП «Владимиргражданпроект» неоднократно награждался грамотами Госстроя, Администрации области и г. Владимира, дипломами за призовые места в рейтинге проектных организаций области и как участник различных выставок и смотров, включен в Российский реестр надежных партнеров.

Всего за 70 лет специалистами ГУП «Владимиргражданпроект» разработано более 10 000 проектов зданий и сооружений, многие из которых стали доминантами населенных пунктов.

gp.wladimir.ru



Сберегательный банк на пл. Победы (г. Владимир)

УДК 72.03

С.В. ИЛЬВИЦКАЯ¹, д-р архитектуры, А.В. СМИРНОВ², архитектор (asldot@yandex)

¹ Государственный университет по землеустройству (105064, Москва, ул. Казакова, 15)

² Российская международная академия туризма (141420, Московская обл., г. Химки, мкр-н Сходня, ул. Октябрьская, 10)

Роль культурно-досуговых центров в сохранении объектов культурного наследия

Рассмотрены вопросы сохранения историко-архитектурного наследия, существующие варианты организации на его базе необходимых функциональных процессов, отвечающих современным потребностям населения. Показано, что одна из основных возможностей вовлечения объектов историко-архитектурного наследия в жизнь российского общества связана с развитием культурного туризма. Для успешного привлечения туристов, помимо основной, наиболее распространенной в отечественной практике музейно-выставочной функции объекта наследия, требуется создание развитой туристической инфраструктуры. Это накладывает современные требования к культурно-досуговой инфраструктуре окружающей объект историко-архитектурного наследия среды. На конкретном примере показана возможность интеграции историко-архитектурных объектов наследия в жизнь российского общества путем создания на их основе новых multifunctional культурно-досуговых центров как центров притяжения туристов и местного населения.

Ключевые слова: объект историко-архитектурного наследия, историческая среда, культурный туризм, культурно-досуговый центр.

S.V. ILVITSKAYA¹, Doctor of Architecture, A.V. SMIRNOV², Architect (asldot@yandex)

¹ State University of Land Use Planning (15, Kazakova Street, 105064, Moscow, Russian Federation)

² Russian International Academy for Tourism (10, Oktyabrskaya Street, micro-district Skhodnya, Khimki, 141420, Moscow region, Russian Federation)

Role of Cultural-Leisure Centers in Preservation of Cultural Heritage Objects

Issues of the preservation of the historical-architectural heritage, existing variants of organization of necessary functional processes on its base, which meet the modern needs of the population, are considered. It is shown that one of the basic possibilities to involve objects of historical-cultural heritage in the life of the Russian society is connected with the development of cultural tourism. To attract tourists successfully, besides the main museum-exhibition function of the heritage object the most common in domestic practice, it is necessary to create the developed touristic infrastructure. This imposes the contemporary requirements for the cultural-leisure infrastructure of environment surrounding the object of historical-architectural heritage. On the concrete example, the possibility of integration of historical-architectural objects of the heritage in the life of Russian society by means of creation, on their base, of new multifunctional cultural-leisure centers as centers of attraction of tourists and local population is shown.

Keywords: object of historical-architectural heritage, historical environment, cultural tourism, cultural-leisure center.

Существующий объем памятников истории и культуры, подлежащих государственной охране в Российской Федерации, составляет в настоящее время около 140 тыс. объектов (в том числе: памятники архитектуры – около 62 тыс. объектов; памятники монументального искусства – более 3600 объектов; памятники археологии – около 26 тыс. объектов; памятники истории – около 30 тыс. объектов), 25 тыс. из которых памятники истории и культуры федерального значения, остальные – памятники истории и культуры регионального и местного (муниципального) значения. (Памятники истории и культуры (объекты культурного наследия) народов Российской Федерации. [Электронный ресурс] / При поддержке Министерства культуры РФ. Режим доступа: <http://kulturnoe-nasledie.ru> Дата обращения: 13.01.2015) (рис. 1).

Данные объекты являлись, а многие и остаются центрами притяжения российского населения, выполняя в его жизни различные функции – проживания, административные, трудовой занятости, духовные и образовательные (рис. 2).

Обладая определенными художественными достоинствами, памятники архитектуры отражают в присущем им художественном образе, планировочной и композиционной структурах, декоративном убранстве характер общественных, бытовых и трудовых процессов, а также эстетические взгляды эпохи их создания. В Конвенции об охране памят-

ников архитектурного наследия Европы, к которой наша страна присоединилась в марте 1991 г., говорится, что «архитектурное наследие является незаменимым выражением богатства и разнообразия культурного наследия Европы, несет в себе неоценимые свидетельства нашего прошлого и представляет собой общее наследие всех европейцев...». Сохранение ценного архитектурного наследия непосредственно связано с его использованием в современной жизни общества. Отреставрированное сооружение, если оно не передано в эксплуатацию, обречено на гибель (рис. 3),



Рис. 1. Деревянная церковь начала XIX века в Архангельской области



Рис. 2. Гиперболоидная водонапорная башня конструкции академика В.Г. Шухова на станции Петушки (Владимирская обл.). Памятник архитектуры

поэтому необходимость наделения памятника определенными функциями стала очевидной. В связи с этим встают вопросы поиска рациональных направлений использования памятников архитектуры, решение которых имеет большое значение как для сохранения самих памятников, так и для оптимальной организации на их базе необходимых функциональных процессов, отвечающих современным потребностям общества [1] (рис. 4).

Определяя комплексную политику в области сохранения архитектурного наследия, государства – члены Совета Европы, подписавшие Конвенцию об охране архитектурного наследия (Конвенция об охране архитектурного наследия Европы. [Электронный ресурс] / The Council of Europe's. Режим доступа: <http://conventions.coe.int/Treaty/RUS/Treaties/Html/121.htm>. Дата обращения: 13.01.2015), обязуются «поощрять:

- использование находящейся под охраной недвижимости с учетом потребности современной жизни;

- переоборудование, в случае необходимости, старых построек для нового использования...», а также, «признавая значение обеспечения доступа населения к находящейся под охраной недвижимости... принимать такие меры, которые могут оказаться необходимыми, с тем чтобы обеспечение такого доступа и особенно какие-либо структурные изменения не сказались пагубно на архитектурном и историческом характере такой недвижимости и ее окружении» (рис. 5, а).

Первоначально заданная сооружению функция определила специфику его объемно-планировочной структуры, характер архитектурного и декоративного решений, а талант архитектора и строителя позволил в дальнейшем оценить



Рис. 3. Праздник «Огурцов» в г. Суздале



Рис. 4. Ресторан в историческом здании в г. Юрьев-Польском (Владимирская обл.)

его как произведение архитектуры. В настоящее время при рассмотрении вопросов современного использования такого сооружения приходится одновременно решать две порой взаимоисключающие задачи: во-первых, сохранение самого сооружения как памятника, его архитектурных и художественных достоинств, градостроительного значения, а также значения в окружающей исторической и природной среде; во-вторых, организация в нем в соответствии с современными потребностями общества определенного функционального процесса при условии соблюдения всех функциональных, технологических, эксплуатационных требований, предъявляемых к проектируемому процессу [2].

Противоречия между постоянно растущими требованиями современной организации к общественной деятельности и необходимостью обеспечить сохранность памятника, его территории и окружающей среды обуславливают сложность совместного решения таких задач. Это является одной из причин того, что проблема приспособления памятников архитектуры до сих пор остается мало разработанной (рис. 5, б).

В нашей стране найдены определенные формы использования памятников архитектуры как с учетом сохранения или частичной корректировки (в соответствии с современными условиями) их первоначальной функции, так и на основе нового функционального назначения с учетом возможного сохранения их архитектурных, конструктивных, эксплуатационных и градостроительных характеристик.

Результаты такой практики в целом можно определить следующим образом: памятник либо функционирует в соответствии со своим первоначальным назначением (в качестве учебного учреждения, больницы, гостиного двора, театра, церкви, жилого дома и др.) (рис. 5, в), либо используется как экспонат или объект для показа, например в составе музея под открытым небом, либо ему придается другая функция, обусловленная разного рода соображениями (гра-

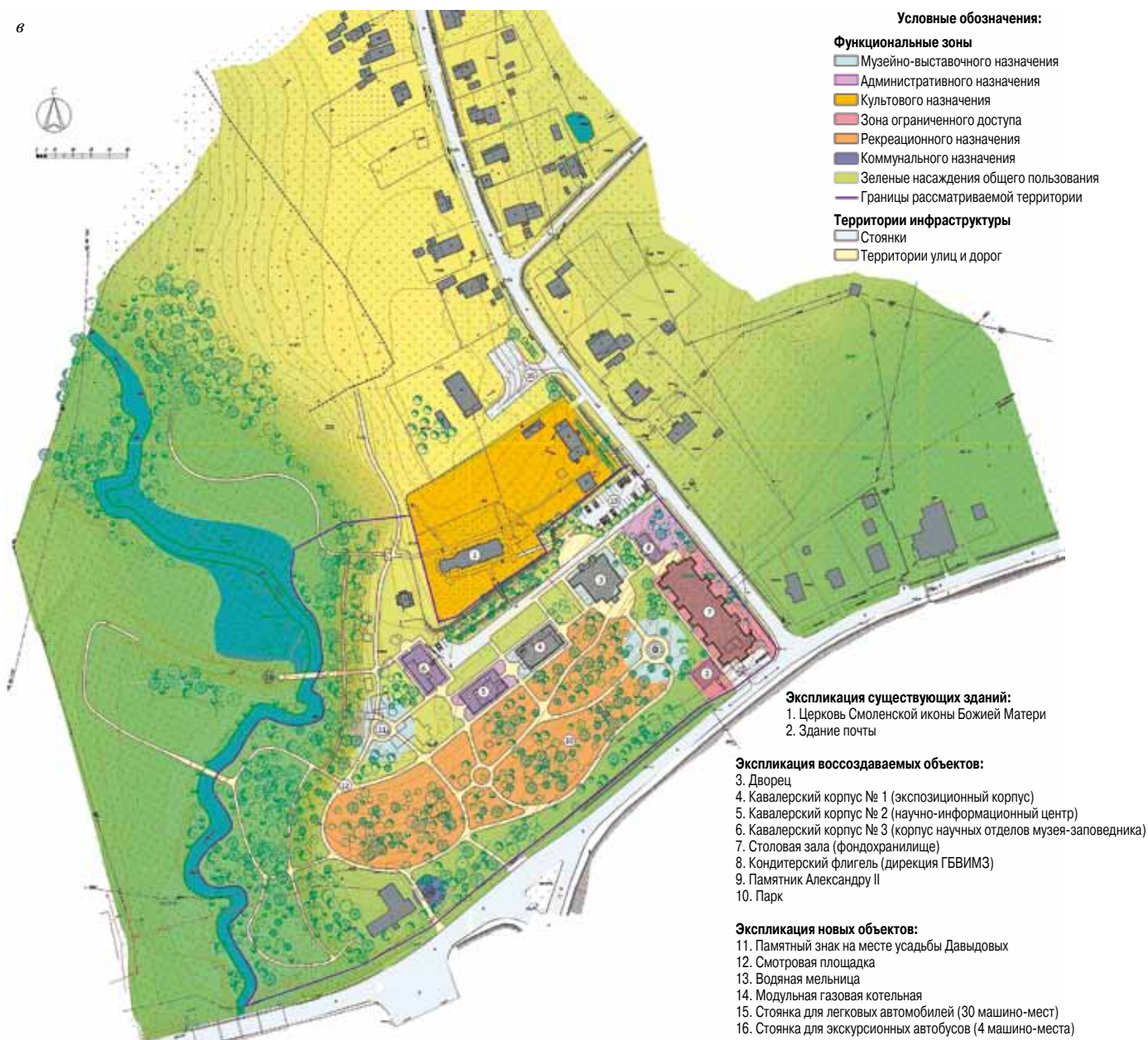


Рис. 5. Проект Императорского дворцово-паркового ансамбля в с. Бородино (Московская обл.): а – визуализация здания музея; б – визуализация территории; в – схема функционального зонирования территории

Условные обозначения:

- Функциональные зоны**
- Музейно-выставочного назначения
 - Общественного назначения
 - Гостиничного комплекса
 - Рекреационного назначения
 - Зона контроля (КТП)
 - Санитарная зона
 - Коммунального назначения
 - Зеленые насаждения общегосударственного пользования
 - Границы рассматриваемой территории
 - Территории инфраструктуры
 - Стоянки
 - Территории улиц и дорог

Экспликация сохраняемых, реконструируемых и проектируемых объектов в границах рассматриваемой территории

1. Выставочный корпус № 1. Детский рисунок
2. Выставочный корпус № 2. Военная игрушка
3. Историческая казарма 1941 г.
4. Историческая казарма 1812 г.
5. Здание офицерского собрания
6. Ресторан самообслуживания на 140 посадочных мест
7. Гостиничный корпус № 1 на 42 проживающих
8. Спальный корпус № 5
9. Административный корпус
10. Гостиничный корпус № 2 на 28 проживающих
11. Гостиничный корпус № 3 на 65 проживающих
12. Гостиничный корпус № 4 на 36 проживающих
13. Оздоровительный корпус
14. Модульная газовая котельная
15. Пост охраны
16. КПП
17. Здание кордегардии № 1 (пост охраны)
18. Здание кордегардии № 2 (кассы, организатор экскурсий)
19. Экспозиция под открытым небом «Артиллерия – бог войны»
20. «Марсово поле»
21. Исторический театр
22. Беседка
23. Очистные сооружения
24. Хозяйственное здание-склад
25. Общественный туалет
26. Площадка для омулетных кабин сезонного использования

Экспликация объектов на прилегающей территории:

27. Охраняемая парковка на 50 автомашин
28. Стоянка на 4 автобуса
29. Стоянка на 51 машино-место и 6 экскурсионных автобусов



Рис. 6. Проект Культурно-исторического центра «Бородино» вблизи с. Бородино: а – визуализация территории; б – схема функционального зонирования территории

достоительного, экономического, административного, хозяйственного характера и др.) (рис. 6, а).

Первый вариант обеспечивает достаточное сохранение памятника при условии неизменности или наименьшей изменчивости технологических характеристик функциональных процессов, осуществляемых в памятнике. В противном случае совершенствование и развитие функции, связанное с переменами в технологическом и инженерном оборудовании, ведет к серьезным изменениям памятника. Второй вариант наиболее полно отражает достоинства памятников и служит их сохранению. Третий вариант связан с трудностями по преодолению возможного несоответствия между основными типологическими характеристиками памятника и особенностями предполагаемого вида его использования, для осуществления которого необходима определенная структура пространства, отвечающая специальным условиям функционирования, например для культурно-просветительских, лечебно-оздоровительных, жилых, туристических, административных, хозяйственных и других целей (рис. 6, б).

На сегодняшний день следует отметить, что одна из основных возможностей вовлечения объектов историко-архитектурного наследия в жизнь российского общества связана с развитием культурного туризма. Для успешного привлечения туристов, помимо основной, наиболее распространенной в отечественной практике музейно-выставочной функции объекта наследия, требуется создание развитой туристической инфраструктуры. Это накладывает современные требования к культурно-досуговой инфраструктуре, окружающей объект историко-архитектурного наследия [1].

Современная российская практика создания культурно-досуговой инфраструктуры в исторической среде зачастую имеет децентрализованный, стихийный характер застройки. Это связано с проблемой коммерциализации культуры, с развитием культурного туризма прежде всего как коммерческой деятельности. Это приводит к потере ряда визуально-эстетических и физико-технических качеств самих объектов историко-архитектурного наследия [3]. С другой стороны, анализ российских центров культурного туризма показал, что наибольшей популярностью пользуются объекты наследия, на основе которых были созданы культурно-досуговые центры в исторической среде, которые подразумевают упорядоченное, централизованное комплексное развитие инфраструктуры, включающей в себя музейно-выставочную, клубную, рекреационно-туристическую функции и общественное питание.

Культурный туризм имеет дело с двумя важнейшими составляющими: природным и культурным наследием. Это и особенные культурные ландшафты, и исторические города и селения, и памятники архитектуры, и музеи разных типов, и археологические раскопки, и ремесла, и праздники, и, наконец, традиционная народная кухня [4, 5].

Интеграция историко-архитектурных объектов наследия в жизнь российского общества взаимосвязана с созданием новых культурно-досуговых центров в исторической среде данной местности. Задача современного архитектора в комплексном научном подходе к критериям сохранности исторической среды, изменение которых будет являться фактором определяющим архитектуру нового культурно-досугового центра в исторической среде [6, 7].

Культурно-досуговый центр в исторической среде – это новый многофункциональный тип культурно-досугового комплекса с модернизированными к современным условиям социо-

культурными функциями, такими как: образовательно-просветительская (дополнительное художественное образование и повышение квалификации); культурно-досуговая (клубная деятельность); музейная (интерактивная с участием посетителей) и научно-исследовательская; туристическая (паломническая) с развитой инфраструктурой (мотели, гостиницы, кафе, рестораны и др.) и др. Архитектура культурно-досугового центра направлена на восстановление преемственности традиций за счет включения объектов культурного наследия и его исторической среды в жизнь населения страны в целях сохранности и обновления памятников, а также обеспечения потребностей населения в культурном досуге.

Список литературы

1. Лазарев А.Г., Протопопова Д.А. Возможные пути сохранения архитектурного и историко-культурного наследия // *Жилищное строительство*. 2010. № 10. С. 8–11.
2. Долгова В.О. Проблема сохранения архитектурных и ландшафтных объектов культуры и исторического наследия в малых городах России // *Градостроительство*. 2013. № 4 (26). С. 73–77.
3. Гринцевич Е.А. Оценка экономического потенциала архитектурных объектов культурного наследия // *Экономика и предпринимательство*. 2011. № 5. С. 122–124.
4. Есаулов Г.В. Результаты научно-творческой деятельности РААСН за период с 2009 по 2013 годы // *Градостроительство*. 2014. № 3 (31). С. 18–22.
5. Сапачева Л.В. Обсуждение научным сообществом нового научного направления – геоники // *Строительные материалы*. 2013. № 10. С. 44–45.
6. Гришина О.А., Гришин А.И. Историко-культурное наследие в контексте устойчивого развития // *Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова*. 2012. № 5. С. 16–24.
7. Кудерская Н.И. Правовые аспекты охраны архитектурно-градостроительного наследия // *Вопросы российского и международного права*. 2011. № 2. С. 128–149.

References

1. Lazarev A.G. Possible ways to preserve the architectural and historical and cultural heritage. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2010. No. 10, pp. 8–11. (In Russian).
2. Dolgova V.O. The problem of preservation of architectural and landscape features of culture and historical heritage in the small cities of Russia. *Gradostroitel'stvo*. 2013. No. 4, pp. 73–77. (In Russian).
3. Grintsevich E.A. Assessment of the economic potential of architectural cultural heritage. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2011. No. 5, pp. 122–124. (In Russian).
4. Esaulov G.V. Results of scientific and creative activity RAASN from 2009 for 2013. *Gradostroitel'stvo*. 2014. No. 3 (31), pp. 18–22. (In Russian).
5. Sapacheva L.V. Discussion of the new scientific direction by scientific community – geonicknames. *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2013. No. 10, pp. 44–45. (In Russian).
6. Grishina O.A., Grishin A.I. Istoriko-cultural heritage in the context of a sustainable development. *Vestnik Rossiiskogo ekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plekhanova*. 2012. No. 5, pp. 16–24. (In Russian).
7. Kuderskaya N.I. Legal aspects of protection of architectural and town-planning heritage. *Voprosy rossiiskogo i mezhdunarodnogo prava*. 2011. No. 2, pp. 128–149. (In Russian).

УДК 699.841

Н.К. КАПУСТЯН^{1,2}, д-р физ.-мат. наук (nkapustian@gmail.com), Г.Н. АНТОНОВСКАЯ¹, канд. техн. наук, А.Н. КЛИМОВ², инженер, И.М. БАСАКИНА¹, канд. техн. наук

¹ Институт экологических проблем Севера УрО РАН (163000, Архангельск, наб. С. Двины, 23)

² ОАО «ЦНИИЭП жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)» (127434, Москва, Дмитровское ш., 9, стр. 3)

Оценка сильных сейсмических воздействий на здания по наблюдениям слабых вибраций

На экспериментальных примерах представлена возможность прогнозирования сильных сейсмических воздействий (землетрясений, забивки свай) на существующее или проектируемое здание. Методика состоит в записи акселерограммы от слабых «пробных» воздействий (ударов, вибраций от транспорта), выполнении динамических расчетов с последующим пересчетом значений.

Ключевые слова: вибровоздействия, собственные колебания, динамический расчет, акселерограмма.

N.K. KAPUSTYAN^{1,2}, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics) (nkapustian@gmail.com), G.N. ANTONOVSKAYA¹, Candidate of Sciences (Engineering), A.N. KLIMOV², Engineer, I.M. BASAKINA¹, Candidate of Sciences (Engineering)

¹ Institute of Ecological Problems of the North, Ural Branch, Russian Academy of Sciences (23, Northern Dvina River Embankment, 163000 Arkhangelsk, Russian Federation)

² Central Research and Design Institute for Residential and Public Buildings (TSNIEPzhilishcha) (9, structure 3, Dmitrovskoye Highway, 127434, Moscow, Russian Federation)

Evaluation of Strong Seismic Impacts on Buildings According to Observations of Weak Vibrations

On the basis of experimental examples, the possibility of forecasting strong seismic impacts (earthquakes, piling) on the existing building or the building under designing is presented. The methodology includes recording of accelerograms of weak "trial" impacts (shocks, transport vibrations), execution of dynamic analysis with the subsequent recalculation of values.

Keywords: vibro-impacts, self-induced vibrations, dynamic analysis.

Оценка состояния зданий и сооружений после сейсмических воздействий важна для обеспечения безопасности как проектируемых, так и существующих зданий, особенно исторических или реконструируемых. На практике для объектов в сейсмоактивных районах проводится расчет с использованием спектрального метода или путем приложения воздействия в виде акселерограммы землетрясения в компьютерной модели [1–4]. Опыт показывает, что в зданиях со сложной объемно-пространственной композицией в несущих конструкциях возникают зоны концентрации напряжений, что приводит к необходимости усиления конструкций, т. е. корректировки проекта. Поэтому полезно иметь набор «тестовых» примеров для сходных сооружений, чтобы заранее предвидеть картину распределения напряжений.

В настоящее время в России проектируется достаточно много крупных православных храмов, особенно в городах советского периода или в районах новостроек. Проекты храмов предназначены в том числе для районов с природной сейсмичностью (Северный Кавказ, Сибирь, Дальний Восток) или с относительно сильными техногенными вибровоздействиями. Существенно, что набор помещений при заданной посещаемости храма можно считать «типовым», определяющим основу планировочного решения, т. е. обсуждаемый ниже пример может рассматриваться как «типовой храм». При создании архитектурного облика (количества глав, устройство покрытия и пр.) также полезно ориентироваться на приводимые ниже расчеты с использованием набора акселерограмм землетрясений. Для предполагаемых опасных вибровоздействий на объект (природных или техногенных) или для уточнения поля напряжений в кон-

кретном проекте предлагается способ их оценки с использованием более слабых колебаний, «пробных» сигналов, например от транспорта, зарегистрированных на стройплощадке.

Для существующей застройки задача оценки сейсмических воздействий требует по меньшей мере расчета собственных частот, а для уникальных зданий, в том числе исторических, – создания расчетной модели. Задача осложняется тем, что необходимо учитывать состояние исторического объекта, например деградацию стройматериалов стен и фундаментов [5, 6]. На практике, например при прогнозе воздействий, связанных с выполнением свайных полей вблизи зданий, полный объем расчетов не реализуется даже для памятников архитектуры. Как правило, достаточно получить оценку добавочных деформаций. Это можно сделать до начала забивки также методом регистрации слабых «пробных» сейсмических сигналов.

Общим для оценки безопасности при сильных воздействиях на проектируемые и существующие здания является идея пересчета воздействий от наблюдаемых слабых «пробных» колебаний к таковым от сильных сейсмических событий на основании линейности системы и сходства диапазонов частот сигналов.

Аппаратура регистрации колебаний, схемы наблюдений и обработки. Представленный подход основан на натурной регистрации слабых колебаний. Учитывая требования соответствия полос частот: основных собственных частот колебаний здания, «пробных» воздействий и более сильных событий, например землетрясений, наиболее подходящими являются сейсмологические датчики, причем можно использовать как велосиметры (датчики коле-

бательной скорости), так и акселерометры (датчики ускорений). Основные требования – высокая чувствительность и полоса частот от 0,2–0,5 Гц и выше. Важно также, чтобы аппаратура регистрации обеспечивала запись слабых колебаний, т. е. микровольты по амплитуде скоростей или ускорений. Авторы одинаково успешно использовали датчики разных типов: велосиметры – отечественные СМ-ЗКВ (ТУ 4314-001-02698826-01) и импортные СМГ-6ТD (Guralp, Великобритания); акселерометры СМГ-5Т (Guralp) [9] с регистраторами GSR-24 (GeoSIG, Швейцария) и отечественными АDAS-3 (ТУ 4314-71332728-003–2013).

Схема наблюдений в экспериментах примерно одна и та же: работы можно проводить с минимальным количеством датчиков – 2 шт., причем один из них располагается стационарно, а другой перемещается последовательно по выбранным точкам – на грунте или на конструкциях. Стационарный датчик, как правило, располагается на грунте. Длительность записи в каждой точке по нашему опыту не менее 30 мин, что позволяет выбрать «спокойный» участок (без помех), а также записать несколько цугов слабых «пробных» сигналов – от метрополитена, от транспорта. Для регистрации колебаний от железнодорожных поездов проводится несколько включений или принимается большая длительность записи. Частота опроса сигнала не менее 100 Гц. Регистрация ведется по компонентам X, Y, Z, причем горизонтальные компоненты (X, Y) ориентированы по осям плана здания (для техногенных воздействий) либо, при прогнозировании воздействия землетрясения, как принято в сейсмологии, – по странам света.

Обработка данных сводится к просмотру записей, выбору нужных участков, например цуга слабых воздействий, расчету спектров мощности, по которым определяется полоса частот «пробного» сигнала, при необходимости – полосовая фильтрация записи с удалением «ненужных» частотных составляющих. При сопоставлении спектров записей на грунте и на конструкциях может быть получен спектр реакции или определен набор собственных частот колебаний здания и значения амплитуд на этих частотах. Для получения оценочных значений для сильного воздействия можно воспользоваться величинами максимальной амплитуды на записях, как это сделано ниже. При необходимости задания в расчет акселерограммы принимается запись акселерометра, полученная на грунте около здания. Для проверки правильности модели или расчетов результат расчетов сравнивается с параметрами реальной записи на конструкциях (готового здания или возводимого), как показано ниже.

Пример 1. Прогноз добавочных деформаций при выполнении свайных полей вблизи исторических зданий. Пример иллюстрирует случай, когда полосы частот «пробного» сигнала и прогнозируемого воздействия совпадают. Работа выполнялась в связи с реконструкцией морского причала в бухте Благополучия на Соловках. Рядом с причалом расположено историческое здание – Преображенская гостиница (рис. 1), находящаяся в плачевном состоянии, но в будущем подлежащая восстановлению. Оценка доба-

вочных деформаций, возможных при погружении свай методом виброудавливания, требовалась для решения вопроса о мерах по укреплению здания.

Авторами было предложено использовать метод «пробных» воздействий. В качестве слабого «пробного» сигнала использовались удары кувалдой около причала. Регистрация велась на грунте и на наиболее разрушенных блоках здания. Удары кувалды имеют широкополосный спектр, содержащий частоты, характерные для виброудавливания свай. Далее в г. Архангельске на причале (тип установки будущих работ известен) проводилась регистрация на грунте сигнала при действии этой установки. Несмотря на предполагаемое сходство свойств грунтов для свайных оснований на Соловках и в Архангельске, было проведено уточнение: на пристани в Архангельске также были произведены удары кувалдой. Отношения амплитуд записей на Соловках и в Архангельске для X и Z компонент соответственно:

$$K_x = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ м/с} : 2 \cdot 10^{-5} \text{ м/с} \approx 6,5;$$

$$K_z = 6,6 \cdot 10^5 \text{ м/с} : 6 \cdot 10^5 \text{ м/с} \approx 1,1.$$

Различия в амплитудах объясняются большей влажностью грунтов на Соловках и проявляются в основном на горизонтальной компоненте.

При согласованных полосах частот получены значения максимальных амплитуд для одноименных компонент X(Z): A_0^k и A_i^k – соответственно для ударов кувалды на грунте и в i -й точке здания, A_0^c – на грунте при виброудавливании. Оценка амплитуды на здании при виброудавливании A_i^c для компоненты X(Z) вычисляется по пропорции: $A_i^c = (A_0^c \cdot K_{x(z)} \cdot A_i^k) / A_0^k$. При регистрации велосиметром добавочная деформация ($\Delta \varepsilon$) определяется из отношения колебательной скорости к скорости распространения (V): $\Delta \varepsilon = A_i^c / V$. В нашем случае на здании при виброудавливании свай колебательные скорости по горизонтали составят 1,3 мм/с, по вертикали – 0,4 мм/с. Используя оценки (Я.И. Цейтлин, Н.И. Смолий. Сейсмические и ударные воздушные волны промышленных взрывов. М.: Недра, 1981. 192 с.), полученные значения не представляют опасности. Кроме того, неопределенности при расчете добавочных деформаций авторы компенсировали сравнением с колебаниями при ветровых воздействиях, присутствующих постоянно на здании и «безвредных» для него, – они на порядок меньше в обычное время, а при сильных порывах ветра сопоставимы. Прогноз оказался верным, так как забивка свай не привела к ухудшению состояния здания.

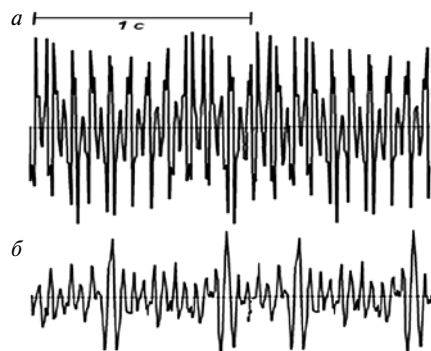


Рис. 1. Оценка воздействий на Преображенскую гостиницу, в бухте Благополучия на Соловках (фото) по сейсмограммам: виброудавливания свай (а); ударов (б)

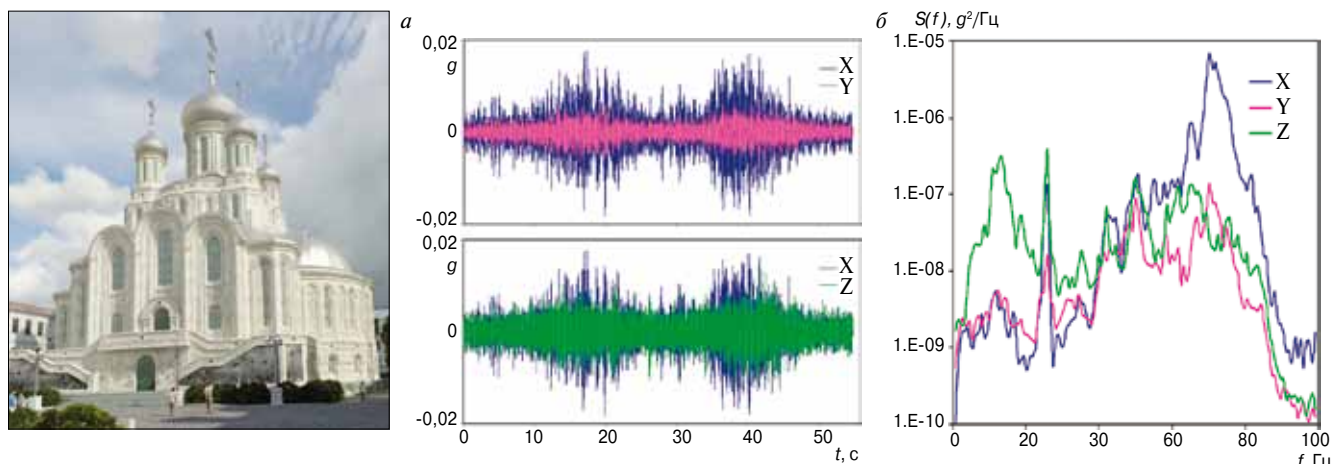


Рис. 2. Проект храма (фото) и параметры сейсмических воздействий: а – акселерограммы по компонентам X, Y, Z; б – спектры мощности

Пример 2. Прогноз сейсмических воздействий на храм. В этом случае иллюстрируется ситуация, когда полосы частот «пробного» и прогнозируемого воздействий не полностью совпадают, так как записи землетрясений содержат низкие частоты, которые могут соответствовать первым формам колебаний зданий, но они отсутствуют в техногенном «пробном» сигнале.

Работа выполнялась в связи с оценкой воздействия метрополитена на строящийся в Сретенском монастыре храм Новомучеников и Исповедников Российских на крови, что на Лубянке (рис. 2), генпроектировщик ООО «ПМ Точка сборки». Размеры храма (площадь около 6000 м²) и набор помещений соответствуют потребностям промышленных городов советского периода и новым микрорайонам мегаполисов, что позволяет его считать «типичным» по основным конструктивным решениям. Храм выполнен в монолитном железобетоне, покрытие – железобетонные своды и облочки, фундамент плитный на естественном основании.

Наблюдения велись во время строительства при выходе на первые надземные отметки (+6,100 м). Использовались датчики: велосиметр CMG-6TD (на грунте) и акселерометры CMG-5T с регистраторами GSR-24 – один постоянно вел запись на фундаментной плите, второй перемещался по этажам до отм. +6,100 м. Акселерограмма, принятая к расчету (одновременный проезд двух поездов метро), и спектры мощности приведены на рис. 2. Основное воздействие метрополитена приходится на диапазон частот 10–20 Гц, что совпадает с результатами для другого района Москвы [4], хотя присутствуют колебания и на более низких частотах.

Проверка расчетной модели проводилась путем сравнения результатов расчетов (перемещений) и экспериментальных замеров (пересчет ускорений в перемещения) для модели «усеченного» здания, соответствующего состоянию строительства на момент измерений.

Для динамического анализа использована модель, созданная для расчета здания на основные сочетания нагрузок, предоставленная генпроектировщиком и доработанная нами с учетом специфики работы здания при динамических воздействиях. Модуль упругости сжатых

элементов принят равным начальному модулю упругости бетона E_0 , учитывая, что распределение усилий между элементами конструкции зависит в основном от соотношения жесткостей этих элементов. В процессе эксплуатации здания постепенное уменьшение жесткости конструкций, происходящее вследствие проявления реологических свойств бетона, приведет к уменьшению частот собственных колебаний [7]. Этот эффект, однако, незначительно сказывается на величине усилий в конструкциях от рассмотренных динамических нагрузок.

При проверке расчетной модели и далее при рассмотрении здания в целом вибрационные нагрузки прикладывались к расчетной модели в виде акселерограмм, полученных по результатам наблюдений [8]. Динамические воздействия заданы вдоль основных осей расчетной схемы: X, Y, Z. Параметр затухания (коэффициент диссипации) принят $\xi=0,1$, что соответствует рекомендуемому значению для железобетонных конструкций без предварительного напряжения арматуры. Длительность внешнего воздействия соответствовала длительности записей. Усилия в конструкциях здания определялись с учетом высших собственных

Таблица 1
Сравнение экспериментальных и расчетных значений перемещений

| Отм., м | $A_{\text{эксп}}, \text{ мм}$ | | | $A_{\text{расч}}, \text{ мм}$ | | |
|---------|-------------------------------|-------|-------|-------------------------------|------|-------|
| | Y | X | Z | Y | X | Z |
| -5,150 | 0,033 | 0,016 | 0,006 | 0,035 | 0,02 | 0,006 |
| +6,100 | 0,177 | 0,101 | 0,01 | 0,149 | 0,08 | 0,008 |

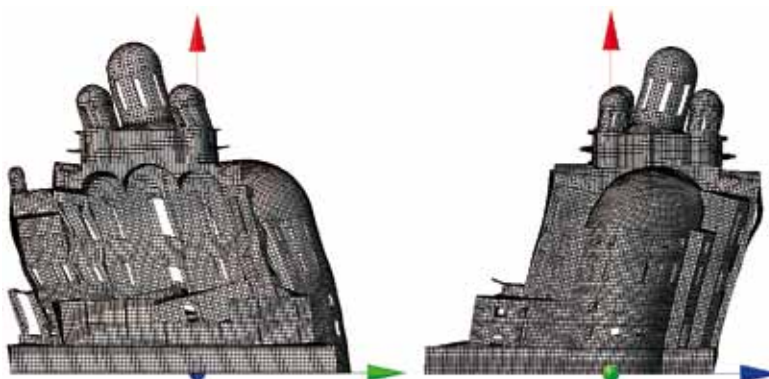


Рис. 3. Низшие формы колебаний храма

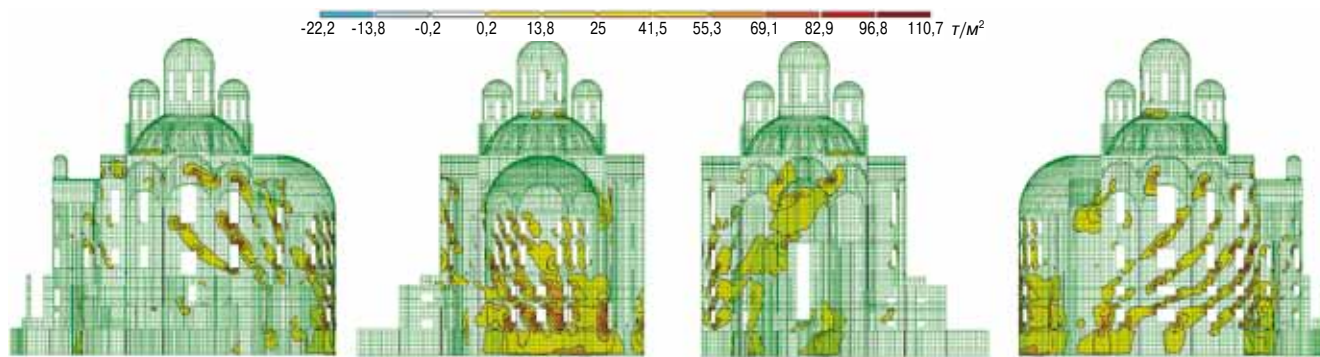


Рис. 4. Суммарные поля напряжений для «пробного» сейсмического воздействия на храм

Техногенное воздействие

Напряжения при расчете по:
1-й собственной форме колебаний, $f=4$ Гц



2-й собственной форме колебаний, $f=4,5$ Гц



14-й собственной форме колебаний, $f=8,7$ Гц



29-й собственной форме колебаний, $f=9,9$ Гц



30-й собственной форме колебаний, $f=9,9$ Гц



32-й собственной форме колебаний, $f=10,2$ Гц



35-й собственной форме колебаний, $f=10,9$ Гц



43-й собственной форме колебаний, $f=11,5$ Гц



73-й собственной форме колебаний, $f=14$ Гц



93-й собственной форме колебаний, $f=15,7$ Гц



Действие землетрясения

Напряжения при расчете по:
1-й собственной форме колебаний, $f=4$ Гц



2-й собственной форме колебаний, $f=4,5$ Гц



14-й собственной форме колебаний, $f=8,7$ Гц



29-й собственной форме колебаний, $f=9,9$ Гц



30-й собственной форме колебаний, $f=9,9$ Гц



32-й собственной форме колебаний, $f=10,2$ Гц



35-й собственной форме колебаний, $f=10,9$ Гц



43-й собственной форме колебаний, $f=11,5$ Гц



73-й собственной форме колебаний, $f=14$ Гц



93-й собственной форме колебаний, $f=15,7$ Гц



Рис. 5. Поля напряжений для разных форм собственных колебаний храма

Таблица 2
Оценка пригодности проекта храма для строительства
на территории РФ

| Город | N , т | σ , т/м ² | Необходимая толщина стены h , мм | «Пригодность» проекта |
|------------------------|---------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Санкт-Петербург | 40,8 | 136 | 200 | + |
| Ставрополь (С. Кавказ) | 212,1 | 707 | 200 | + |
| Геленджик (З. Кавказ) | 339 | 1130 | 300 | + |
| Улан-Удэ (Бурятия) | 576 | 1920 | 500 | – |
| Певек (Чукотка) | 798 | 2660 | 600 | – |

форм колебаний. При расчетах принят принцип суперпозиции, т. е. эффекты от динамических воздействий по направлению различных осей считаются независимыми (А.Н. Бирбраер. Расчет конструкций на сейсмостойкость. СПб.: Наука, 1998. 254 с.), суммарный эффект находится путем суммирования эффектов от частных воздействий.

Для сопоставления принимались значения ускорений не в широкой полосе, а до 30 Гц (исключая техногенное воздействие от работающего агрегата, пик на 30 Гц на рис. 2), что соответствует диапазону частот, рассмотренному в расчете. Сравнение величин перемещений показывает очень хорошее совпадение экспериментальных и расчетных значений (табл. 1), что подтверждает правильность модели и методики расчетов. Следует заметить, что частоты собственных колебаний «усеченного» здания выше, чем здания в целом, и совпадают с полосой частот «пробного» сигнала.

Расчет модели здания в целом на «пробное» вибрационное воздействие позволил получить значения инерционных сил и амплитуд колебаний здания (перемещений) по первым 500 формам (вплоть до значения собственных частот $f=30$ Гц). В расчете учтены все формы собственных колебаний, эффективная модальная масса которых превышает 1%; первые формы соответствуют частотам около 4 Гц. О характере перемещений, искажающих форму здания, можно судить, например, по рис. 3, где показаны низшие изгибные собственные формы колебаний.

Расчеты проводились для «пробного» воздействия и для акселерограмм землетрясений для различных районов РФ: слабосейсмичных (Санкт-Петербург) и сейсмоактивных – Северного и Западного Кавказа, Чукотки, Бурятии. Удивительно, что, несмотря на различие спектров «пробного» воздействия и землетрясений [1, 4], получены одинаковые картины напряжений, но с разным «масштабным» коэффициентом. На рис. 4 показаны суммарные напряжения, возникающие в конструкциях, а на рис. 5 – для разных форм колебаний для «пробного» воздействия и реального сейсмического.

Анализ рисунков показывает, что наибольшие нормальные и касательные напряжения в несущих стенах храма возникают при расчете по первым низшим собственным формам колебаний (1-я, 2-я формы: 4–4,5 Гц). При увеличении собственной частоты поле напряжений изменяется: наибольшие значения напряжений регистрируются в несущих конструкциях центрального купола (14-я, 32-я формы: 8,7–10,2 Гц), затем в конструкциях малых куполов (35-я, 43-я, 73-я, 93-я формы: 10,9–15,7 Гц).

О «масштабировании» воздействия можно судить по значениям на палетках рис. 5. На рис. 6 приведены с масштабированием значения максимальных главных растягивающих напряжений для разных форм колебаний в сравнении реального (акселерограмма для г. Геленджика) и

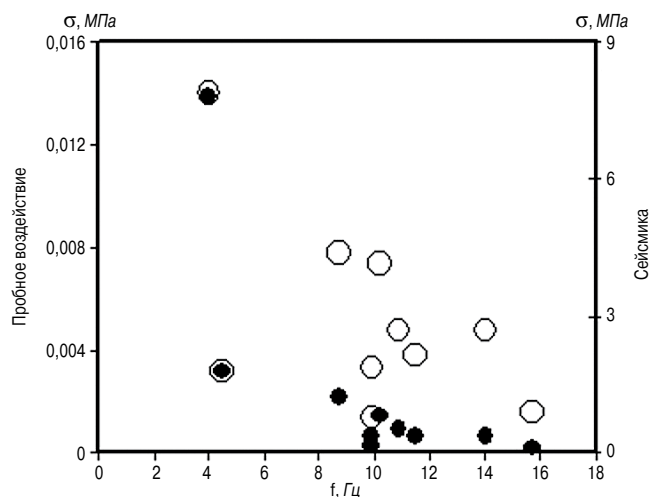


Рис. 6. Распределение напряжений в конструкциях по частотам собственных колебаний для «пробного» (полые кружки) и реального (черные кружки) сейсмических воздействий

«пробного» воздействий, причем оси графика подобраны так, чтобы значения напряжений на первых низкочастотных формах совпадали. Видно, что в случае разницы в спектральном составе пробного и реального воздействий оценка с использованием пробного сигнала даст завышенные значения для высших форм колебаний. Таким образом, для архитектурных форм завершения храма будут получены оценки напряжений «с запасом».

Выясним, «подходит» ли данное конструктивное решение для разных районов России? Для этого по расчетным максимальным растягивающим напряжениям σ_{max} определялись растягивающие усилия N . Затем для стен переменной толщины (от 200 до 1000 мм) производился расчет максимально допустимых растягивающих усилий при восприятии сейсмических воздействий: N_{min} – при учете работы на растяжение только бетонного сечения (бетон класса В25); N_{max} – при проценте армирования стены 3%. Сопоставляя величины N и N_{max} можно определить требуемую толщину стены h . Затем, сравнивая h и h_0 принятую в проекте и равную 300 мм, можно определить «пригодность» проекта храма для разных районов. Расчет показывает (табл. 2), что без изменений в конструктивном решении проект храма может служить основой для проектирования в сейсмичных районах России и в основных сейсмоопасных районах европейской части. Для сейсмоактивных районов Сибири и Дальнего Востока требуются изменения – либо увеличение толщины стен, либо проведение сейсмоизоляционных мероприятий.

Основные выводы, полученные при расчетах:

- максимальные напряжения как при вибрационном, так и при сейсмическом воздействиях возникают при расчете по низшим поступательным формам колебаний;
- при вибрационном воздействии напряжения, сопоставимые с максимальными, возникают также при расчете по высшим формам, но только в других частях конструкции. При расчете на сейсмическое воздействие учет высших форм колебаний слабо меняет суммарную картину напряжений.

Заключение. Для оценки безопасности при сейсмических воздействиях разной силы на проектируемые и существующие здания эффективно применение методики «пробных» нагрузок. Суть методики – проведение регистрации на

площадке строительства техногенных широкополосных вибраций с записью акселерограммы. Полученную акселерограмму «пробного» сигнала задают как сейсмическую нагрузку в расчетную модель и затем проводят сопоставление с предполагаемым сейсмическим воздействием путем масштабирования (по акселерограммам или спектрам).

Существенно, что основные нагрузки от землетрясений проявляются на низших формах колебаний (1 и 2), поэтому при выборе архитектурного образа здания храма можно избежать создания компьютерной модели и проводить оценку для сильно упрощенной конструкции.

Авторы выражают надежду, что приведенные оценки будут полезными при возрождении храмов и духовной жизни в России.

Авторы благодарят канд. физ.-мат. наук О.О. Эртелеву (ИФЗ РАН) за акселерограммы, полученные по авторской методике, и генерального директора ООО «ПМ Точка сборки» канд. техн. наук Д.Ю. Ильвицкого.

Список литературы

1. Курбацкий Е.Н., Баев Л.В. Спектры максимальных реакций (откликов) конструкций на сейсмические и техногенные динамические воздействия // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2012. № 1. С. 37–42.
2. Ордынская А.П. Интегральная оценка интенсивности проявлений землетрясений в природной среде и техносфере // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2010. № 5. С. 45–53.
3. Смирнов В.И., Вахрина Г.Н. Развитие моделей расчетных акселерограмм сейсмических воздействий // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2011. № 4. С. 26–34.
4. Уломов В.И. Инструментальные наблюдения сейсмических проявлений Восточно-Карпатских землетрясений на территории Москвы // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2009. № 3. С. 34–42.
5. Антоновская Г.Н., Капустян Н.К., Басакина И.М., Климов А.Н. Картина динамики сооружений и расчеты. Сейсмологические исследования в арктических и приарктических регионах / Под. ред. Ф.Н. Юдахина. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. С. 154–168.
6. Капустян Н.К., Антоновская Г.Н., Басакина И.М., Пудова И.В. Сейсмометрические методы определения состояния сооружений и допустимых нагрузок от вибровоздействий // *Жилищное строительство*. 2013. № 9. С. 30–33.
7. Капустян Н.К., Антоновская Г.Н., Климов А.Н. Высотные здания: опыт мониторинга и пути его использования при проектировании // *Жилищное строительство*. 2013. № 11. С. 6–12.
8. Аптикаев Ф.Ф., Эртелева О.О. Генерирование искусственных акселерограмм методом масштабирования реальных записей // *Физика Земли*. 2002. № 7. С. 39–45.
2. Ordynskaya A.P. An Integrated Assessment Of Intensity Of Manifestations Of Earthquakes In Environment And A Technosphere. *Seysmostoykoe Stroitel'stvo. Bezopastnost sooruzheniy*. 2010. No. 5, pp. 45–53. (In Russian).
3. Smirnov V.I., Vakhrina G.N. Development Of Models Settlement Accelerogram Seismic Influences. *Seysmostoykoe Stroitel'stvo. Bezopastnost sooruzheniy*. 2011. No. 4, pp. 26–34. (In Russian).
4. Having Prevailed Upon V.I. Tool Supervision Of Seismic Manifestations Of East Carpathian Earthquakes In The Territory Of Moscow. *Seysmostoykoe Stroitel'stvo. Bezopastnost sooruzheniy*. 2009. No. 3, pp. 34–42. (In Russian).
5. Antonovskaya G.N., Kapustyan N.K., Basakina I.M., Klimov A.N. Kartina of dynamics of constructions and calculations. Seismological researches in the arctic and subarctic regions [Kartina dinamiki sooruzhenij i raschety. Sejsmologicheskie issledovaniya v arkticheskikh i priarkticheskikh regionah]. Yekaterinburg: Ouro rahn, 2011. pp. 154–168. (In Russian).
6. Kapustyan N.K., Antonovskaya G.N., Basakina I.M., Pudova I.V. Seismometric Methods Of Definition Of A Condition Of Constructions And A Permissible Load From Vibration Effects. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 9, pp. 30–33. (In Russian).
7. Kapustyan N.K., Antonovskaya G.N., Klimov A.N. High-Rise Buildings: Experience Of Monitoring And A Way Of Its Use At Design. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 11, pp. 6–12. (In Russian).
8. Aptikayev F.F., Rteleva O.O. Generation Artificial accelero-gram By Method Of Scaling Of Real Records. *Fizika Zemli*. 2002. No. 7, pp. 39–45.

References

1. Kurbatsky E.N., Bayev L.V. Ranges Of The Maximum Reactions (Responses) Of Designs To Seismic And Technogenic Dynamic Influences. *Seysmostoykoe Stroitel'stvo. Bezopastnost sooruzheniy*. 2012. No. 1, pp. 37–42. (In Russian).



Защита зданий, сооружений и конструкций от огня и шума

Автор – Л.П. Зарубина,
канд. техн. наук

В книге обобщен и систематизирован многолетний опыт работы ведущих научных, проектных и производственных организаций, занимающихся проблемами борьбы с огнем и шумом. Рассмотрена пассивная и активная огнезащита. Приведены средства и способы огнезащиты, огнезащитные покрытия для металлоконструкций, железобетонных конструкций, воздуховодов, деревянных конструкций, кабельных сетей. Даны системы противопожарной и противодымной защиты, пожарной сигнализации, автоматического пожаротушения. Рассмотрены вопросы звукоизоляции производственных, жилых и офисных помещений. Приведены современные материалы для звукоизоляции, шумоизоляции и шумопоглощения.

Книга предназначена для широкого круга инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией зданий и сооружений, может служить учебно-методическим пособием для студентов высших учебных заведений, аспирантов, слушателей институтов повышения квалификации строительного, машиностроительного и технологического профилей.

Оформить заказ на книгу можно
на сайте www.infra-e.ru ,
тел.: +7-911-512-48-48, skype: [infra_e](https://www.skype.com/name/infra_e)

УДК 624

М.С. ЗАХАРОВ, канд. геол.-мин. наук (zhmike@mail.ru)

Национальный Открытый Институт (197183, Санкт-Петербург, ул. Сестрорецкая, 6)

Стратегия инновационного развития строительного комплекса Российской Федерации на период до 2020 г. и проблемы инженерных изысканий

Проведен анализ Стратегии инновационного развития строительной отрасли России до 2020 г. Выделены основные цели Стратегии, касающиеся прежде всего комплекса инженерных изысканий. Показана неразрывная связь всей триады строительного производства: изысканий, проектирования и строительства. Определены основные проблемы изыскательского сообщества в сложившихся социально-экономических условиях. Высказана надежда на позитивное развитие экономики страны и решение основных задач, поставленных в Стратегии.

Ключевые слова: стратегия, инновационное развитие, инженерные изыскания для строительства, нормативные документы, Таможенный союз, Еврокоды, высшее строительное образование, строительные риски, Информационная система «Строительство», геологические фонды, саморегулирование, паспортизация зданий и сооружений, информационное моделирование, 3D-технологии, геопространственная информация, экспертиза материалов изысканий.

M.S. ZAKHAROV, Candidate of Sciences (Geology and Mineralogy) (zhmike@mail.ru)
National Open Institute (6, Sestroretskaya Street, 197183, Saint Petersburg, Russian Federation)

Strategy of Innovative Development of Construction Complex of the Russian Federation for the Period until 2020 and Problems of Engineering Surveys

An analysis of the Strategy of innovative development of the building industry of Russia until 2020 has been made. Main goals of the Strategy concerning, first of all, the complex of engineering surveys have been selected. The inseparable connection of the entire triad of construction industry – investigations, design and construction – is shown. Main problems of the survey community under current social-economic conditions are determined. The hope for positive development of the country economy and solution of fundamental tasks set in the Strategy is expressed.

Keywords: strategy, innovative development, engineering surveys for construction, normative documents, Customs Union, Eurocodes, higher construction education, construction risks, Information system "Construction", geological funds, self-regulation, conditioning of buildings and structures, information simulation, 3D-technologies, geospatial information, expertise of survey materials.

С точки зрения инновационного развития строительная отрасль страны к 2015 г. может рапортовать только о точечных успехах. Общий обвал экономики страны поставил перед строительным комплексом необходимость срочного решения целого ряда проблем, прежде всего в области строительных технологий и материалов. Фрагментарный характер усилий по модернизации производства и внедрению инновационных материалов и технологий в строительство не создает устойчивых условий развития, а без активного развития строительной отрасли невозможно решить главные социально-экономические проблемы страны: обеспечить население доступным, благоустроенным и безопасным жильем; модернизировать изношенную коммунальную инфраструктуру; повысить качество услуг ЖКХ; ликвидировать негативное воздействие устаревших производств на среду обитания; сбалансировать развитие территорий; обеспечить рост производительности труда.

Причины неудовлетворительного состояния строительной отрасли общеизвестны и носят системный характер. Это и усиление глобальной конкуренции на рынке товаров, услуг и капитала, и низкий уровень подготовки кадров, и исчерпание источников экспортно-сырьевого типа развития, и почти полное отсутствие отечественной базы машиностро-

ения, ориентированной на стройиндустрию, и геополитика, прервавшая связи с международным рынком технологий и материалов. На эти факторы накладывается несовершенство законодательства, в том числе в части саморегулирования строительной отрасли, нормативно-технического регулирования, разрешительной деятельности, экспертизы проектной документации, кадрового обеспечения и развития научного потенциала. Кроме того, отсутствие общей стратегии развития ключевых отраслей экономики не позволяет планировать развитие промышленности строительных материалов, изделий и конструкций, промышленное и жилищное строительство.

Указанный комплекс проблем заставил Министерство строительства и ЖКХ выпустить стратегический документ, в котором, с одной стороны, предельно откровенно и глубоко анализируется состояние строительной отрасли, с другой – намечаются пути инновационного и социально ориентированного развития. В этом документе впервые делается попытка связать стратегию развития отрасли с прогнозом долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г. со всеми дополнениями и уточнениями, содержащимися в бюджетных посланиях Президента Федеральному собранию, в различных законодательных и нормативных правовых актах последнего



пятилетия. В Стратегии учтены положения 22 декларативных документов по различным отраслям народного хозяйства страны, разработанных в период 2008–2014 гг. Остается только удивляться, что при таком обилии стратегических документов экономика страны к 2015 г. оказалась в столь плачевном состоянии.

Следует подчеркнуть, что в целом указанная Стратегия должна определить развитие всей триады строительного комплекса – инженерных изысканий, проектирования и строительной индустрии, но фактически этот документ почти не касается проблем проектирования и полностью игнорирует специфические проблемы инженерных изысканий.

Профессиональное сообщество изыскателей не раз пыталось привлечь внимание к своим специфическим проблемам. В течение 2012 г. в рамках созданного Национального Объединения Изыскателей НОИЗ шло активное общественное обсуждение Концепции развития изыскательской отрасли, открытое статьей «Камо грядеши?» в январе 2012 г. (М.С. Захаров, Е.П. Тарелкин // *Вестник строительного комплекса*. 2012. № 2). В силу полярных точек зрения на данную проблему и неспособности НОИЗ к конструктивной работе это обсуждение не дало никакого результата, но поставленные в проекте вопросы не потеряли своей актуальности и вполне соотносятся с теми, которые обсуждаются в новоиспеченной Стратегии. В частности, проблемы изыскательской отрасли можно сконцентрировать по четырем основным направлениям.

Первое. Техничко-технологические проблемы:

- утрата производственных и интеллектуальных мощностей производства отечественных видов изыскательской техники и технологий;
- отсутствие новых отечественных разработок в области различных видов изыскательских работ и исследований (бурение, геофизика, зондирование, полевые экспресс-методы и т. п.); доминирование зарубежных производителей и сервисных служб;
- отсутствие комплексных геоинформационных систем, позволяющих на основе разнородных материалов изысканий создать единый информационный продукт, оперативно используемый в проектных и строительных работах.

Второе. Проблемы в области управления и формирования единого информационного пространства:

- отсутствие эффективных инструментов управления отраслью изысканий, формально сведенных к принудительному объединению изыскательских организаций на принципах саморегулирования;
- чрезмерная централизация как государственного управления, так и саморегулирования, которое фактически сведено к малоэффективному контролю и бюрократической регламентации объектов предпринимательства;
- полная потеря общечеловеческих качеств мастерства и ответственности исполнительного и управляющего звеньев отрасли;

- господство коррупции и неэффективность системы государственных закупок в сфере инженерных изысканий.
- Третье. Проблемы в области кадровой политики:**
- существующие программы подготовки, повышения квалификации, переподготовки и аттестации рабочих специальностей, специалистов и руководителей не соответствуют требованиям времени;
 - отсутствуют отраслевые системообразующие учебные заведения, реализующие как многоуровневые комплексные программы обучения, так и научную деятельность;
 - острая нехватка высококвалифицированного профессорско-преподавательского состава, обладающего педагогическим мастерством и необходимым практическим опытом в сфере инженерных изысканий;
 - отсутствие должной учебно-материальной базы и методик преподавания соответствующих дисциплин;
 - полное отсутствие системы подготовки управленческих кадров в области изысканий;
 - отсутствие системы непрерывного дополнительного образования для специалистов различного уровня и квалификации.

Четвертое. Проблемы научно-методического и нормативного сопровождения изыскательской деятельности:

- отсутствует система научных исследований, нацеленных на запросы различных видов инженерных изысканий и исследований;
- не осознана и не реализуется роль геологических фондов как источников развития отрасли;
- ничтожно малое финансирование научных исследований в отрасли инженерных изысканий;
- отсутствует научно обоснованная система оценки качества материалов изысканий по критериям полноты, достоверности, точности и функциональной эффективности полученной информации;
- отсутствует система профессиональных стандартов, регулирующих деятельность и карьерный рост специалистов, принимающих участие в инженерных изысканиях;
- система нормативных документов в области изысканий устарела и подчинена сугубо строительному направлению; отсутствует понимание геопрограммной информации как комплексного продукта изыскательской деятельности, необходимого для управления природными ресурсами на всех ступенях государственного аппарата.

Такие же проблемы фиксируются и в обсуждаемой Стратегии непосредственно по отношению к строительному производству, строительным материалам и конструкциям. Однако в изыскательской деятельности они имеют весьма специфическое звучание. Эта специфика в настоящее время связана с целым рядом внешних и внутренних факторов, определяющих положение инженерных изысканий в хозяйственной жизни страны:

- эволюционный путь развития строительной отрасли в силу выбора определенного вектора политического развития сменился необходимостью действий по мобилизационному сценарию с опорой на внутренние ресурсы;
- все острее становится проблема создания новой системы управления наукой, образованием и информа-

ционными потоками, в которых особую роль играют новые информационные технологии, опирающиеся на весь объем накопленных данных о природной среде, сосредоточенных в первую очередь в геологических фондах;

- переход с экстенсивного на инновационный путь развития диктуется не только необходимостью освоения новых территорий и расширения техногенной среды, но и существенным ростом опасности (рисков) для здоровья и жизни всего живого на Земле.

Следует учитывать, что изыскательская деятельность связана со специфическим невозобновляемым природным ресурсом – свободным геопространством, которое имеет свою ценность подобно всем видам полезных ископаемых: металлам, газу, нефти, подземным водам. Вместе с тем именно пространство и его природное разнообразие объективно предопределили отставание строительной индустрии и инженерных изысканий России от мировых стандартов, все время подталкивая страну к экстенсивному пути развития.

Россия, имея возможность снижать риски за счет удаления потенциально опасных объектов от мест проживания, долгое время шла по пути пространственной экспансии. Западная Европа, ограниченная размерами территорий, была вынуждена поставить во главу угла качественные параметры, наращивать объемы геопространственной информации, интенсивно развивать технико-технологические средства исследований.

Вместе с тем энергетика деяний рук человеческих во второй половине XX в. стала сопоставима с природными катаклизмами. По мысли Владимира Ивановича Вернадского, человечество стало одной из главных геологических сил современности. Ликвидация последствий катастроф, особенно в ядерной энергетике, стала приобретать международный характер, а необходимость их предотвращения и снижения рисков возникновения обуславливает необходимость расширения, постоянного совершенствования и интеграции системы инженерных изысканий в планетарном масштабе. Геодезические, геологические, экологические, гидрометеорологические данные стали востребованными не только при проектировании и строительстве, но и в ходе эксплуатации и утилизации объектов и сооружений. Объем и жизненный цикл геопространственной информации возросли в десятки раз, а необходимость снижения рисков, связанных с катастрофами, вызвала к жизни проблему оперативной актуализации информации во времени. Расширился и круг потребителей информации – от проектировщиков до эксплуатационников зданий и сооружений. Геопространственная информация стала необходимым элементом управления природно-техногенными системами, а отрасль инженерных изысканий – уникальной общественной и технологической системой, обеспечивающей жизнь и здоровье планеты Земля.

Возрастает роль инженерных изысканий как источника информационного ресурса государственной важности, в котором содержится комплексная геопространственная информация о природной среде.

Сама по себе система инженерных изысканий функционирует и структурируется по содержанию, форме, времени и финансированию в неразрывном единстве с проектированием по принципу обратных связей, при этом создается информационный продукт, облагаемый государством нало-

гом на добавочную стоимость. Этот продукт требует оценки по информационным критериям полноты, достоверности, точности и функциональной принадлежности. По содержанию и форме информация инженерных изысканий – это комплексный пакет документов естественнонаучного и технического характера, охватывающий все элементы природно-техногенной обстановки (орогидрографию местности, геологическое строение, подземные воды, геологические процессы и явления, экологическое состояние территории, накопленный опыт строительства и освоения природной среды, полезные ископаемые, в том числе строительные материалы).

Комплексные инженерные изыскания выступают как гарант снижения природных рисков, связанных со строительством, при условии, что рассматриваются системно как совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных элементов: объектов управления; органов управления; единого информационного пространства, обеспечивающих получение, анализ, синтез, представление, хранение и актуализацию информации, необходимой и достаточной для проектирования, строительства и эксплуатации различных зданий и сооружений.

Инженерные изыскания могут служить базой инновационного развития, поскольку предрасположены по своей сути к использованию современных достижений науки и техники на базе принципа эргономики – «правильные люди делают правильное дело правильными методами». Переворужение инженерных изысканий современной техникой и технологиями может дать мощный толчок устойчивому развитию многих отраслей науки и промышленности, прежде всего металлургии, машиностроения, приборостроения и информатики.

Среди целей, заявленных в 160-страничном программном документе, непосредственно на положение дел в области инженерных изысканий должно оказать решение таких задач, как:

- ускорение темпов жилищного строительства для достижения показателя 1 м² на одного человека в год (в целом до 140 млн м² в год), что, безусловно, должно расширить фронт изыскательских работ и востребованность геопространственной информации нового формата;
- внедрение практики применения информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства, что будет способствовать быстрейшему переходу изысканий на многоаспектное моделирование геологической среды в формате 3D-технологий.

К 2017 г. планируется переход на обязательное использование технологий информационного моделирования при проектировании, строительстве и эксплуатации особо опасных и уникальных объектов, а также объектов массового пребывания людей.

Совершенствование института экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий, что должно в целом снизить издержки инженерных изысканий.

Необходимы полная регламентация порядка проведения экспертизы, включая оптимизацию требований к составу и содержанию проектной документации объектов капитального строительства; оптимизация перечней объектов капитального строительства, проектной документации и результатов инженерных изысканий, которые под-

лежат обязательной экспертизе, в том числе обязательной государственной и негосударственной экспертизе на основе разработанных критериев; разработка механизма определения методик проведения экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий; обеспечение действенного контроля за результатами деятельности государственных и негосударственных экспертных организаций и аттестованных экспертов, организация мониторинга эффективности их деятельности; переход к предоставлению государственных услуг по государственной экспертизе проектной документации и инженерных изысканий в электронном виде, включая внедрение технологий информационного моделирования при создании и проведении экспертизы проектной документации (3D-технологии).

Создание информационной системы «Строительство», содержащей в себе государственный фонд инженерных изысканий.

Открытая информационная система «Строительство» должна включить в себя информационные ресурсы по вопросам разрешительной деятельности, ценообразования, реестр проектов повторного применения, инновационных технических решений и технологий в приоритетных областях градостроительной деятельности, информацию об отраслевых перечнях наилучших доступных технологий, в том числе для инженерных изысканий.

Предполагается, что отраслевая информационно-аналитическая система будет управляться из стратегического информационно-аналитического центра, который будет осуществлять необходимый мониторинг, экспертизу и статистическую обработку данных, что позволит актуализировать стратегию развития отрасли и ее отдельных направлений, в том числе инженерных изысканий.

Создание единого информационно-аналитического центра, в котором будет формироваться сводная экспортная позиция для всех отраслей промышленности, что должно способствовать модернизации инженерных изысканий за счет внедрения новой техники и технологий.

Создание сети подрядчиков (генеральных подрядчиков), обеспечивающих полный строительный цикл – от изысканий до сдачи строительных объектов в эксплуатацию.

Создание системы паспортизации зданий и сооружений, содержащей в том числе исчерпывающие данные о параметрах природной среды.

Создание условий для применения типовой проектной документации при реализации государственных и муниципальных контрактов, формирование и ведение реестра типовой проектной документации.

Реализация данной цели направлена на обеспечение единства подходов при подготовке документации по планировке территории и проектной документации, включая принятие решения о применении типовой проектной документации, выполнении инженерных изысканий, выборе подрядчиков для строительства, реконструкции федеральных объектов капитального строительства социальной сферы, заключении договоров на выполнение таких работ.

Развитие системы саморегулирования строительной отрасли, обеспечивающей эффективное применение ме-

ханизмов саморегулирования и повышения ответственности всех участников инвестиционно-строительного процесса; укрепление профессионального влияния саморегулируемых организаций на развитие добросовестной конкуренции, стимулирования развития малого и среднего бизнеса в инновационной среде.

Развитие и совершенствование саморегулирования требует механизмов и инструментов, направленных на повышение ответственности саморегулируемых организаций за качество и безопасность выполнения работ по изысканиям, проектированию, строительству, реконструкции и капитальному ремонту объектов капитального строительства, в том числе при реализации государственных и муниципальных заказов.

Определение объектов государственного регулирования в сфере градостроительной деятельности (видов объектов капитального строительства и строительных материалов, видов градостроительной деятельности и процессов создания зданий и сооружений) с учетом степени риска причинения вреда, присущих данным объектам.

В сферу государственного регулирования должны входить только те объекты, по которым есть недопустимые риски; в сферу государственного регулирования должны входить только те объекты, по отношению к которым установлены государственные требования, направленные на предотвращение этих рисков; контролю (надзору) должны подлежать только те объекты, по которым есть недопустимые риски, и только те требования, которые направлены на предотвращение этих рисков. Необходимо законодательное закрепление характеристик недопустимых рисков, критериев оценки тяжести причиненного вреда, ранжирование рисков по степени причиненного вреда, установление методик оценки рисков, обеспечение стабильности мер государственного регулирования. Политика предотвращения рисков невозможна без поддержания системы инженерных изысканий на должном уровне.

Разработка и внедрение механизмов мониторинга, оценки профессиональным сообществом реальной потребности строительной отрасли в кадровом обеспечении по всем уровням профессиональной подготовки.

Формирование полноценной, единой для всех отраслей хозяйства страны системы взаимно согласованных и гармонизированных с международными, в первую очередь европейскими, нормативно-технических документов в области строительства, в том числе в области инженерных изысканий; должна быть продолжена разработка новых и актуализация существующих унифицированных документов отраслевых национальных объединений, в том числе в инженерных изысканиях.

Формирование системы межгосударственных нормативных документов по проектированию и строительству, обеспечивающих практическое единство требований к зданиям и сооружениям, строительным материалам и изделиям в странах – участницах Таможенного союза, ЕвразЭС, СНГ.

На межгосударственном строительном рынке необходимо создать условия для реального решения общих задач обеспечения безопасности строительных объектов, со-

кращения технических барьеров на услуги по инженерным изысканиям, проектированию и строительству, по развитию и углублению экономического сотрудничества государств в области строительства. Необходимо создание национальной и межгосударственной законодательной и нормативно-правовой базы системы строительного нормирования, в состав которой войдут Технический регламент Таможенного союза «О безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий», а также Соглашение о единых принципах системы межгосударственных нормативных документов в области строительства государств – участников СНГ (МСН-10-01–2012) и другие акты национального и межгосударственного уровня. Должен быть подготовлен нормативный правовой акт, обеспечивающий применение Еврокодов в качестве альтернативы российским нормативным документам в случае экономической целесообразности и при обеспечении безопасности строительных объектов. При этом необходим систематический пересмотр и обновление действующих и разработка новых межгосударственных (национальных) стандартов.

Активизация международного сотрудничества в области подготовки кадров, и в первую очередь в рамках ЕврАзЭС; разработка и внедрение профессиональных стандартов в строительной отрасли, актуализация образовательных стандартов; разработка и внедрение системы прогнозирования, планирования и мониторинга актуальных и перспективных потребностей строительной отрасли в кадрах различной квалификации; создание механизмов, стимулирующих предприятия отрасли на профессиональное развитие ра-

ботников; стимулирование развития отраслевой науки и внедрения практических результатов научной деятельности.

Решение задач в области образования должно стимулировать развитие кадрового потенциала строительной отрасли, позволяющего обеспечить строительную отрасль трудовыми ресурсами в необходимом объеме и требуемого качества, способными эффективно применять на практике современные инновационные технологии.

Реализация мер по разработке и утверждению профессиональных стандартов для строительного комплекса, обеспечению актуализации федеральных государственных образовательных стандартов на основе утвержденных профессиональных стандартов для образовательных учреждений должна проходить во взаимодействии с отраслевыми профессиональными объединениями.

Развитие кадрового потенциала строительного комплекса, в том числе инженерных изысканий, необходимо осуществлять через национальную систему компетенций и квалификаций.

К анализу рассмотренной стратегии, вероятно, будут обращаться еще не раз, но ясно, что достижение названных целей и решение труднейших задач современности возможно только при устойчивом экономическом развитии страны. Будет ли он наблюдаться в ближайшие годы, большой вопрос, а пока изыскателям остается надеяться на лучшее и готовиться к худшему: сокращению объемов изысканий, сокращению персонала, работе на стремительно устаревающем оборудовании, дефиците инновационных технологий, недостатку высококвалифицированных кадров.

НОВОСТИ

Создание условий для людей с ограниченными возможностями станет обязательным требованием при строительстве и проектировании

26 декабря 2014 г. утвержден новый перечень обязательных требований к зданиям и сооружениям, которые должны соблюдаться всеми проектными организациями и контролироваться экспертизой всех уровней. В этот перечень вошел и Свод правил №59 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения». Об этом рассказала заместитель Министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации Е.О. Сизерра 25 февраля 2015 г. на заседании рабочих групп центрального штаба Общероссийского народного фронта, посвященном вопросам создания доступной среды для людей с инвалидностью.

С 1 июля 2015 г. Свод правил «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» станет обязательным к применению при проектировании и строительстве капитальных объектов. С этого же дня распоряжение

Правительства Российской Федерации от 21 июня 2010 г. № 1047-р «О перечне национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» признается утратившим силу.

По словам замминистра, работа над перечнем, учтившим замечания и предложения общественных организаций инвалидов, длилась около пяти лет, поэтому был такой период, когда своды правил по доступности зданий и сооружений были установлены, но никто не отвечал за обязательность их применения. Однако со вступления нового перечня в силу государственная и негосударственная экспертизы не будут принимать к рассмотрению проекты, в которых не соблюдены требования, содержащиеся в Своде правил № 59.

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/>

The Largest and Major Ceramics Industry Exhibition
in the World with Over 100,000m² Exhibiting Space



CERAMICS CHINA 2015

DATE: June 1st - 4th, 2015

VENUE: Canton Fair Complex, Guangzhou

Hosted by China Ceramic Industrial Association
Organized by Unifair Exhibition Service Co., Ltd.



UNIFAIR
EXHIBITION SERVICE

Tel: +86-20-8327 6369 / 8327 6389

Email: overseas@ceramicschina.com.cn

Web: www.ceramicschina.com.cn



Visit Official Website
Scan This QR Code



XX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ВОЛГАСТРОЙЭКСПО



21-24 АПРЕЛЯ

2015 КАЗАНЬ



Россия, 420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 8,
Выставочный центр "Казанская ярмарка"
тел./факс: (843) 570-51-07, 570-51-11 (круглосуточный)
e-mail: d4@expokazan.ru
www.volgastroyexpo.ru, www.expokazan.ru

12+

28-30 апреля

г. Барнаул,
Дворец зрелищ и спорта, уличная площадка

20-я Межрегиональная
специализированная выставка

Строительство Благоустройство Интерьер'2015

Одно из главных специализированных
событий в СФО для строительной индустрии,
сферы ЖКХ и других смежных рынков.

Организаторы выставки:
- ЗАО «Алтайская ярмарка»;
- ООО «Современные выставочные технологии».

+7 (3852) 65-88-44, altfair@altfair.ru

www.stroyka.altfair.ru

