

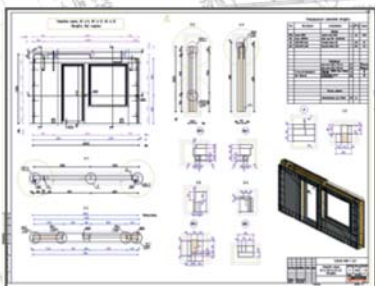
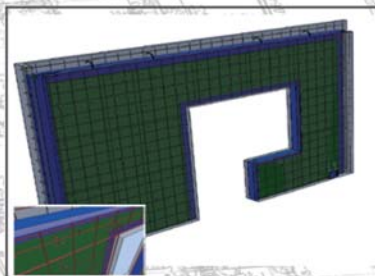
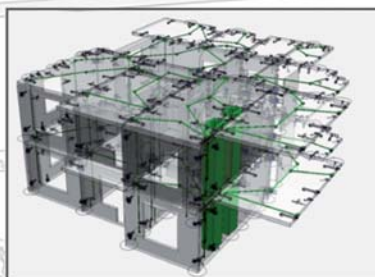


ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

научно-технический и производственный журнал

www.rifsm.ru

издается с 1958 г.



НУЖНА ЛИ ГИБКОСТЬ
ПРОЕКТИРОВАНИЮ СБОРНЫХ ЗДАНИЙ,
ИЛИ ДАЛЕКО ЛИ МЫ ОТ ЗАПАДА

ALLPLAN – BIM MADE IN GERMANY

Мнение пользователей ALLPLAN PRECAST

"Все наши сборные здания возводятся не по типовым, а по индивидуальным проектам" - «Группа ЛСР»/С.- Петербург, Москва, Екатеринбург

"Запросы наших потребителей и заказчиков, экономика и власти региона сегодня предъявляют высокие требования к проектировщикам и строителям. Поэтому проведенная модернизация промышленных предприятий и внедрение BIM-проектирования на основе программного комплекса Allplan – базовое направление деятельности, определяющее устойчивое развитие Холдинга и отрасли в целом" – ГВСУ "Центр"/Москва

"Сбыт типовых серий затруднен. Рынок требует гибкости как производства, так и проектирования. Квартиры в наших сборных зданиях, проектируемых под рынок, лучше продаются"- Бетотек / Челябинск

PRECAST SOFTWARE
A NEMETSCHek COMPANY engineering

Allplan Precast

BIM технологии для заводов сборных конструкций

- ▶ От архитектурного плана или даже идеи - к комплексу индивидуальных изделий, с автоматическим получением рабочих чертежей
- ▶ Включая подготовку производства, управление машинами, логистику и учет
- ▶ При необходимости - проектирование всех разделов одновременно по СНиП и ГОСТ
- ▶ Мобильные и облачные решения
- ▶ Экспертная система контроля BIM-моделей



Думать в новых измерениях

Precast Software Engineering GmbH
www.precast-software.com

Генеральный партнер в СНГ:
Allbau Software GmbH

Список офисов и партнеров в СНГ:
www.allbau-software.de
Берлин / Москва / Киев / Минск / Астана

ALLBAU software

VIII Международная научно-практическая конференция
«**InterConPan: от КПД к каркасно-панельному домостроению**»

InterConPan–2018

International Conference of Large-panel Construction

17–19 апреля 2018 г. / April 17–19, 2018

Воронеж / Voronezh

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ:

- Модернизация предприятий КПД
- Оборудование и технологии
- Современные бетоны, добавки и пигменты
- Архитектурно-планировочные решения
- Качество и энергоэффективность промышленных зданий
- Расчет и конструирование узлов сборных элементов
- Новые решения фасадов
- Опыт строительства крупнопанельного жилья
- BIM технологии в сборном домостроении

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ:

- 17 апреля** 1) пленарное заседание
2) выездная сессия:
АО «ДСК». ООО «СовТехДом»
- 18 апреля** Научно-практическая конференция.
Секции: «Архитектура и особенности проектных решений крупнопанельных зданий»;
«Гибкая технология предприятий ДСК и КПД»
- 19 апреля** выездная сессия: жилые комплексы
«Московский квартал», «Современник»
(Воронеж)

Генеральный спонсор конференции:

KERAMA MARAZZI

Постоянный партнер конференции:

ALLBAU software

Партнеры конференции:

WECKENMANN **TeKa** **EVG**

при содействии:

ANTON OHLERT

При поддержке Воронежского государственного технического университета



К проведению конференции готовятся тематические номера журналов

«Жилищное строительство» № 3–2018 г. и «Строительные материалы»® № 3–2018 г.,

в которых будут опубликованы основные пленарные и секционные доклады. Представление докладов в виде статей до 15.02.2018 г.

Организационный комитет:

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

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

Адрес для корреспонденции: 127434, Москва, Дмитровское ш., д. 9, стр. 3, оф. 407 редакция журнала «Жилищное строительство»

Уважаемые коллеги!

Подписку на журнал «Жилищное строительство» оформить легко:

1. На любой период в редакции

Оформить подписку в редакции можно с любого месяца на любой период. Для этого необходимо составить заявку в произвольной форме с указанием названия организации, юридического и почтового адреса

Заявки направлять по факсу: **(499) 976-22-08, 976-20-36**
или по e-mail: **mail@rifsm.ru**

2. Традиционно по каталогам

По объединенному каталогу
«Пресса России»

индекс **70283**



По каталогу агентства
«Роспечать»

индекс **79250**

В настоящее время открыта подписка на I полугодие 2018 г.

3. Электронная версия

На сайте издательства **www.rifsm.ru** в разделе «Подписка» можно оформить подписку на электронную полнотекстовую версию журнала в формате *.pdf. Это позволит вам получать журнал еще до выхода из типографии и быть независимым от почтового ведомства России. Подписаться на электронную версию журнала можно также на сайтах наших партнеров:

elibrary.ru

delpress.ru

www.iprbookshop.ru

www.iprbooks.ru

www.bibliocomplect.ru

www.bibliocomplectator.ru

dlib.eastview.com

4. В 2018 г. в журнале «Жилищное строительство» готовятся к публикации подборки статей по:

- градостроительству и архитектуре
- энергоэффективному строительству и тепловой защите зданий
- крупнопанельному домостроению к проведению конференции «InterConPan-2018» (17–19 апреля 2018 г., Воронеж)
- высотному строительству и уникальным зданиям и сооружениям
- подземному строительству
- сейсмостойкому строительству

**Издательство «Стройматериалы» продолжит выпуск специальной литературы по производству строительных материалов.
ОСТАВАЙТЕСЬ С НАМИ!**

Учредитель журнала
АО «ЦНИИЭП жилища»

Ежемесячный научно-технический
и производственный журнал

Входит в Перечень ВАК,
государственный проект РИНЦ
и RSCI на платформе Web of Science

Журнал зарегистрирован
Министерством РФ по делам
печати, телерадиовещания
и средств массовой информации
№ ФС77-64906

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Издается с 1958 г.

11'2017

Главный редактор

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

Редакционный совет:

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

АКИМОВ П.А.,
д-р техн. наук, академик РААСН
(Москва)

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

ГАГАРИН В.Г.,
д-р техн. наук, член-корреспондент
РААСН (Москва)

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

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, член-корреспондент
РААСН (Санкт-Петербург)

СУББОТИН О.С.,
д-р архитектуры (Краснодар)

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.**

Высотное строительство

Высотное строительство: стереотипы должны быть преодолены (Информация) 4

А.А. СКАЛИН

Опыт гидрогеологических изысканий в скальном массиве
для высотного строительства «Екатеринбург-СИТИ» 7

Е.А. МЕШАЛКИН

Эффективные противопожарные требования для жилых зданий 13

Увеличение производительности проектирования

с применением прогрессивной домостроительной системы (Информация) 18

Подземное строительство

Н.С. СОКОЛОВ, А.Н. СОКОЛОВ, С.Н. СОКОЛОВ, В.Е. ГЛУШКОВ, А.В. ГЛУШКОВ

Расчет буроналивных свай ЭРТ повышенной несущей способности 20

З.Г. ТЕР-МАТИРОСЯН, А.З. ТЕР-МАТИРОСЯН, А.В. МАНУКЯН, Г.О. АНЖЕЛО

Взаимодействие сваи-дрены с окружающим уплотненным глинистым грунтом
и ростверком с учетом фактора времени 26

И.П. ДЬЯКОНОВ, А.А. ВЕСЕЛОВ, Л.Н. КОНДРАТЬЕВА

Теоретические предпосылки оценки величины трения
по боковой поверхности сваи «Фундекс» 30

Расчет конструкций

А.Л. МОЧАЛОВ

Результаты численного моделирования узловых зон железобетонных плит
с листовой и стержневой арматурой 34

Н.Д. ДАНИЛОВ, П.А. ФЕДОТОВ

Стык стен и цокольного перекрытия без теплопроводных включений
для зданий с проветриваемыми подпольями 39

Сейсмостойкое строительство

А.В. МАСЛЯЕВ

Сейсмозащита населенных пунктов России с учетом фактора
«непредсказуемости очередного опасного природного явления». 43

Founder of the journal

AO «TSNIEP zhilishcha»

Monthly scientific-technical
and industrial journalThe journal is registered by the RF
Ministry of Press, Broadcasting
and Mass Communications,
№ FS77-64906**Editor-in-chief**

YUMASHEVA E.,

*chemical process engineer,
Honorary Builder of Russia***Editorial Board:**

NIKOLAEV S.,

*Chairman,**Doctor of Sciences (Engineering),
AO «TSNIEP zhilishcha» (Moscow)*

AKIMOV P.,

*Doctor of Sciences (Engineering),
Academician of RAACS (Moscow)*

VOLKOV A.,

*Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS
(Moscow)*

GAGARIN V.,

*Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS
(Moscow)*

ZHUSUPBEKOV A.,

*Doctor of Sciences (Engineering)
(Astana, Kazakhstan)*

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),
Corresponding member of RAACS
(Saint-Petersburg)*

SUBBOTIN O.,

*Doctor of Architecture (Krasnodar)***The authors**of published materials are responsible
for the accuracy of the submitted infor-
mation, 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, promo-
tional and illustrative materials are
possible only with the written permis-
sion of the editor-in-chief.The Editorial Staff is not responsible
for the content of advertisements and
announcements.

ZHILISHCHNOE STROITEL'STVO

Published since 1958

11'2017**High-rise construction**High-Rise Construction: Stereotypes Must Be Overcome (*Information*) 4

A.A. SKALIN

Experience in Hydro-Geological Surveys in Rock Massif

for High-Rise Construction «Yekaterinburg-CITY» 7

E.A. MESHALKIN

Efficient Fire Protection Requirements for Residential Buildings 13

Increasing the Productivity of Design with the Use of Advanced

House-Building System (*Information*) 18**Underground construction**

N.S. SOKOLOV, A.N. SOKOLOV, S.N. SOKOLOV, V.E. GLUSHKOV, A.V. GLUSHKOV

Calculation of Bored-Injection Piles of Improved Bearing Capacity 20

Z.G. TER-MARTIROSIAN, A.Z. TER-MARTIROSIAN, A.V. MANUKIAN, G.J. ANZELO

Interaction of a Pile-Drain with Surrounding Compacted Clay Soil

and Pilework with Due Regard for Time Factor 26

I.P. DIAKONOV, A.A. VESELOV, L.N. KONDRAT'EVA

Theoretical Prerequisites of Evaluation of Friction Magnitude Along

the Lateral Surface of «Fundex» Pile 30

Structural calculations

A.L. MOCHALOV

Results of Numerical Simulation of Joint Zones of Reinforced Concrete Slabs

with Sheet and Bar Reinforcement 34

N.D. DANILOV, P.A. FEDOTOV

Joint of Walls and a Sockle Overlapping without Heat Conductive Inclusions

for Buildings with Ventilated Cellars 39

Anti-seismic construction

A.V. MASLYAEV

Seismic Protection of Settlements of Russia with Due Regard

For «Unpredictability of the Next Dangerous Natural Phenomenon» 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/**

Высотное строительство: стереотипы должны быть преодолены

В начале октября 2017 г. в Екатеринбурге прошел крупнейший российский инженерно-строительный форум в области высотного и уникального строительства 100+ Forum Russia. Уже в четвертый раз он проходит в уральской столице при поддержке Минстроя РФ, правительства Свердловской области, администрации г. Екатеринбурга. В 2017 г. под единым брендом 100+ Forum Russia в двух павильонах МВЦ «Екатеринбург Экспо» дополнительно представлены выставка 100+ Technologies и образовательный кластер 100+ Education.

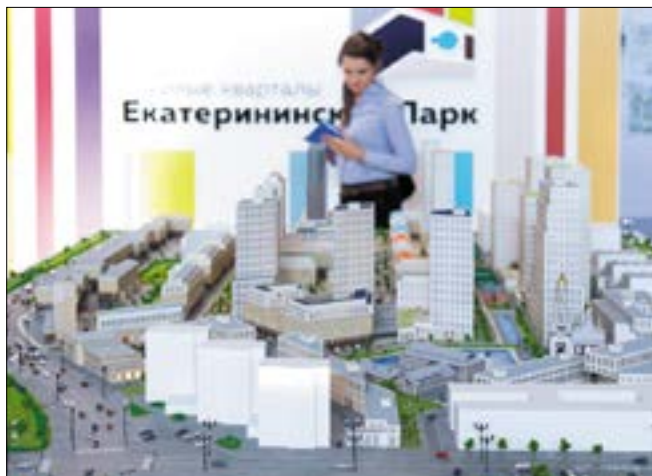


IV Международный форум и выставка высотного и уникального строительства 100+ Forum Russia стали рекордными по количеству участников – более 6 тыс. специалистов из 25 стран. Проведено 74 деловых и научных мероприятия, выступили 350 спикеров, среди них 45 зарубежных специалистов. За три дня 100+ Forum Russia посетили представители 107 российских городов, 25 официальных делегаций. Выставочная экспозиция форума занимала 10 тыс. м², инновационные технологии, современные строительные материалы, научные разработки и достижения представляли 83 компании.

В торжественном открытии форума приняли участие зам. министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ Е.О. Сизэрра; первый зам. председателя Комитета Совета Федерации по федеративному устройству, региональной политике, местному самоуправлению и делам Севера А.М. Чернецкий; глава Администрации города Екатеринбурга А.Э. Якоб; министр строительства и развития инфраструктуры Свердловской области М.М. Волков.



Центральным событием первого дня деловой программы стало пленарное заседание Минстроя РФ «Строить, преодолевая стереотипы», вызвавшее, как всегда, большой интерес делегатов форума и представителей городских региональных и федеральных СМИ. Кроме того, в деловой программе первого дня форума состоялись такие знаковые мероприятия, как круглый стол «Стандарты эксплуатации высотных зданий в России: динамика, тенденции и прогнозы». Дискуссия состоялась при поддержке Комиссии по высотному строительству Общественного совета при Минстрое РФ. По мнению собравшихся, именно высотное строительство способствует развитию новых технологий. Одна из задач форума – изменить бытующие стереотипы о неоправданной дороговизне и сложности подобных проектов и способствовать развитию уникальных методик, инициируя совершенствование нормативной базы и мер экономической поддержки со стороны государства. Для реализации инициатив строительного сообщества на первом форуме 100+ Forum Russia в Екатеринбурге в 2014 г. была составлена и одобрена Минстроем России «дорожная карта» по улучшению предпринимательского климата в строительстве уникальных, в том числе высотных, зданий и сооружений. Одним из результатов работы, которая была начата на форуме три года назад, стала разработка сводов правил в области высотного строительства. Своды правил «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования» и «Инженерные системы высотных зданий» уже утверждены и вступили в силу в 2017 г.



Программа «Я – Строитель Будущего!», направленная на повышение престижа строительных специальностей и профессий в сфере ЖКХ, была представлена в первый день работы ежегодного форума высотного и уникального строительства. Об идее популяризации образования в сфере строительства и архитектуры рассказала С.П. Кузьменко, помощник министра строительства и ЖКХ РФ, от-



ветственный секретарь Общественного совета при Минстрое России. Она отметила, что планируется провести полный мониторинг в области образования в архитектурно-строительной сфере. В настоящее время ведется большая аудиторская работа в этом направлении. Партнерами по обработке и анализу данных выступают МАРХИ, школа «Сколково» и другие образовательные учреждения.

«Я – Строитель Будущего!» – это проект, инициированный Общественным советом при Минстрое России при активной поддержке министерства, в рамках программы «Десятилетие детства», объявленной Указом Президента в России с 2018 по 2027 г. Проект будет развиваться по трем основным направлениям: дети, талантливая молодежь и молодые специалисты. Для каждой целевой аудитории инициативной группой проекта составляются активности и ведется коммуникационная кампания.

Ключевым символом архитектурно-строительной площадки проекта в Екатеринбурге стал деревянный пятиметровый «Мост в будущее», в сборке которого приняли участие юные екатеринбуржцы. По окончании форума модель «Моста в будущее» передана Музею истории Екатеринбурга.

В странах, которые принято считать «высотными лидерами» (США, ОАЭ, Китай, Сингапур, Южная Корея), история и практика строительства небоскребов насчитывают не один десяток лет, Россия только начинает входить в мировые высотные рейтинги. Согласно аналитическому отчету Международного совета по высотным зданиям и городской среде (СТВУН), в 2016 г. в мире возвели 128 зданий выше 200 м. Две трети всех высотных зданий построили в Китае; второе место – у США, где за 2016 г. ввели в эксплуатацию семь высоток. В Южной Корее за это время построили шесть небоскребов, в Индонезии – пять, на Филиппинах и в Катаре – по четыре.

В тройке самых высоких зданий мира, появившихся в 2016 г., отмечен корпус «Восток» башни «Федерация»

высотой 374 м в деловом центре «Москва-Сити». В Санкт-Петербурге идет строительство «Лакhta-центра» – общедоступно-делового комплекса высотой 462 м со смотровой площадкой на отметке 357 м. Она станет самой высокой в России и Европе обзорной площадкой. В Грозном строится Ахмат-Tower – 102-этажный небоскреб высотой 435 м. По данным СТВУН, в России построено более ста зданий выше 100 м. Кроме Москвы и Екатеринбурга такие объекты возведены и эксплуатируются в Санкт-Петербурге, Грозном, Красногорске, Самаре, Волгограде, Красноярске, Сочи и Казани.

По мнению заместителя директора по научной работе НИИОСП им. Н.М. Герсеванова О.А. Шулятьева, попадание России в рейтинг СТВУН означает признание работы наших инженеров, проектировщиков, изыскателей. Все российские небоскребы построены по индивидуальным проектам, что продиктовано пожеланиями инвесторов, которые хотят вкладывать деньги в объекты уникальные по архитектуре, расположению, функциональности. Для российских регионов высотное строительство – это и своеобразная реклама: подрядчиков, застройщиков, заказчиков, девелоперов и, не в последнюю очередь это работает и на имидж руководства региона. В настоящее время не только российские, но и иностранные инвесторы начинают изучать рынок и вкладывать средства в высотное строительство в разных городах России.

При полных залах прошли лекции и мастер-классы признанных российских мэтров архитектуры С.Э. Чобана и С.А. Скуратова. Сергей Чобан, выступивший с докладом «Роль высотных акцентов в структуре города» и отметил, что в настоящее время в мире сложились два типа города. В городах первого – европейского – типа высотные здания играют роль доминант, отчетливо читаемых точек притяжения, которые в силу своей природы должны не сочетаться, а контрастировать с окружающей застройкой. В городах





второго типа бесконтрольное строительство небоскребов отменяет идею архитектурных доминант как таковую, что в конечном итоге приводит к дегуманизации среды. В этом случае можно получить город, похожий на Гонконг, Шанхай или Нью-Йорк. По мнению архитектора, город без небоскребов неизменно выигрывает по качеству среды, поскольку для горожан высотные здания не обладают какими-либо положительными характеристиками.

На форуме прозвучало мнение, что основная причина появления высотных зданий — это амбиции власти и бизнеса. Важно наличие конкурентной среды, поскольку строить высотные здания будут фирмы, желающие дать потребителям продукт, который невозможно получить у других поставщиков. Для того чтобы появлялись жилые высотные здания, нужно, чтобы в городе был сформировавшийся спрос. Другой момент — необходимость тщательной архитектурной проработки, поскольку высотный проект может либо украсить город, либо стать его клеймом.

Большой интерес профессиональной и студенческой аудитории вызвала лекция «Прототипирование городов будущего» испанского урбаниста и экс-главного архитектора Барселоны В. Гуаярта, в которой были затронуты такие аспекты, как взаимосвязь между архитектурой, природой и технологиями при создании новых моделей развития города в информационном обществе. Почетный профессор Университета Пенсильвании (США), д-р наук, известный эксперт по проектированию транспортных систем В. Вучик, представил доклад «Как не повторять ошибки городов, организованных вокруг автомобилей». Он отметил, что возросшие автомобильные потоки с 2000 г. застали большинство российских городов врасплох. Некоторые города быстро сориентировались в пользу общественного транспорта, защиты пешеходов и дестимулирования использования персональных автомобилей. Однако эти концепции

не всегда были правильно реализованы. Расширились проезжие части с целью увеличения потока автомобилей, но качество общественного транспорта оставалось низким. Серьезной ошибкой также была британская политика «свободного рынка», благоприятствующая частным перевозчикам в ущерб более качественному транспорту. Его концепция заключается в развитии комфортного и качественного общественного транспорта в мегаполисах. Избавиться от пробок невозможно, сколько бы дорог ни строилось. Большинству горожан придется пересаживаться на общественный транспорт. В 2016 г. он принял участие в тест-драйве транспортной системы Казани, после чего признал столицу Татарстана городом с лучшим общественным транспортом в России.

На выездном заседании Архитектурно-градостроительного совета Екатеринбурга, прошедшем в рамках 100+ Forum Russia, подвели итоги конкурса на разработку концепции набережной Верх-Исетского пруда. На конкурс отобрали пять проектов, из них на открытое обсуждение были вынесены три. Глава Екатеринбурга А.Э. Якоб пояснил, что итоговый вариант плана реконструкции этой территории, скорее всего, будет включать лишь отдельные идеи и элементы представленных презентаций. Реконструкция набережной Верх-Исетского пруда входит в программу мероприятий, посвященных трехсотлетию Екатеринбурга, которое город отметит в 2023 г. Кроме того, на правом берегу пруда планируется размещение основных выставочных и инфраструктурных объектов Всемирной универсальной выставки «ЭКСПО-2025».

В обширной научной части деловой программы форума приняли участие ведущие научно-исследовательские институты страны: НИИСФ РААСН, ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», АО «НИЦ «Строительство», АО «ЦНИИЭП жилища», ГУП МО «НИИПИ градостроительства» и другие.



УДК 69.032.22

А.А. СКАЛИН, технический директор (inform@uralgeoecology.ru)

ООО «Научно-производственное объединение Уралгеоэкология» (620027, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мельковская, 9)

Опыт гидрогеологических изысканий в скальном массиве для высотного строительства «Екатеринбург-СИТИ»

Рассматривается опыт гидрогеологических изысканий в скальном интрузивном массиве Восточно-Уральского поднятия для высотного строительства делового центра «Екатеринбург-СИТИ», расположенного на правобережном участке городского пруда реки Исеть. Анализируется результативность гидрогеомеханических исследований тектонических трещинных коллекторов. Приводятся данные гидрогеологического мониторинга при строительстве вертикального дренажа четырех-уровневого подземного паркинга, обосновывающие природную гидрогеологическую модель воздействия на окружающую среду. Оцениваются перспективы рационального использования откачиваемых ресурсов подземных вод.

Ключевые слова: высотное строительство «Екатеринбург-СИТИ», скальный интрузивный массив, Восточно-Уральское поднятие, гидрогеомеханика, вертикальный дренаж, гидрогеологический мониторинг.

Для цитирования: Скалин А.А. Опыт гидрогеологических изысканий в скальном массиве для высотного строительства «Екатеринбург-СИТИ» // *Жилищное строительство*. 2017. № 11. С. 7–12.

A.A. SKALIN, Technical Director (inform@uralgeoecology.ru)

ООО «Scientific-Production Association Uralgeoecology» (9, Mel'kovskaya Street, Yekaterinburg, 620027, Russian Federation)

Experience in Hydro-Geological Surveys in Rock Massif for High-Rise Construction «Yekaterinburg-CITY»

The experience in hydro-geological surveys in the rock intrusive massif of the East-Ural Ridge for high-rise construction of the business-center «Yekaterinburg-CITY» located at the right-bank section of the city pond of the Iset River is considered. Efficiency of hydro-mechanical surveys of tectonic crack collectors is analyzed. Data on the hydro-geological monitoring when constructing the vertical drainage of the four-level underground parking which substantiate the natural hydro-geological model of effect on the environment are presented. Prospects of the rational use of pumped resources of underground water are evaluated.

Keywords: high-rise construction «Yekaterinburg-City», rock intrusive massif, East-Ural Ridge, hydromechanics, vertical drainage, hydro-geological monitoring.

For citation: Skalin A.A. Experience in hydro-geological surveys in rock massif for high-rise construction «Yekaterinburg-CITY». *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 11, pp. 7–12. (In Russian).

Скальные интрузивные массивы характеризуются анизотропией геофильтрационных и емкостных свойств. Идею об использовании подземных вод в качестве универсального индикатора геомеханики скальных массивов одним из первых предложил В.А. Мироненко [1, 2], введя понятие гидрогеомеханики. Гидрогеомеханические исследования в комплексе с геофизическими изысканиями дают высокую результативность при поисках месторождений подземных вод [3] и при обосновании вертикального дренажа горнодобывающих карьеров [4], соизмеримых со строительными уникальными котлованами при высотном строительстве.

Гидрогеомеханические изыскания выполнялись на участке Шувакишского габбрового массива Восточно-Уральского поднятия для проектирования высотного строительства делового центра «Екатеринбург-СИТИ» Уральской горно-металлургической компании. Площадка «Екатеринбург-СИТИ» расположена в центре мегаполиса Екатеринбурга на правобережье Городского пруда на р. Исеть, ограничиваясь улицами Челюскинцев – Октябрьской Революции – Боевых Дружин – Бориса Ельцина. На площадке «Екатеринбург-СИТИ» завершается строитель-

ство «Башни Исеть» высотой 52 этажа с четырехуровневым подземным паркингом [5] и проектируются еще три более высоких здания.

Площадка «Екатеринбург-СИТИ» на Шувакишском габбровом массиве находится вблизи Верх-Исетского тектонического разлома лево-сдвигового характера большой амплитуды и протяженностью около 500 км. Верх-Исетский разлом образовался, по-видимому, в позднем палеозое: и нет сейсмологических свидетельств, указывающих на его потенциальную активность. Расчет параметров сейсмического воздействия, согласованный Главгосэкспертизой, для площадки «Екатеринбург-СИТИ», оказался равен 6 баллам. К Верх-Исетскому разлому приурочена долина р. Исеть. В соответствии с установленными региональными тектоническими схемами структур Урала можно сделать вывод, что тектоническое нарушение в габбровом массиве следует отнести к вторичным локальным раздвигам вблизи Верх-Исетского главного разлома. Известно, что основная форма тектонических локальных раздвигов клиновидная. Тектонические трещины растяжения к настоящему времени полностью залечены жилами и дайками разных пород (аплитами, гранит-порфирами и пр.), подверженных мило-

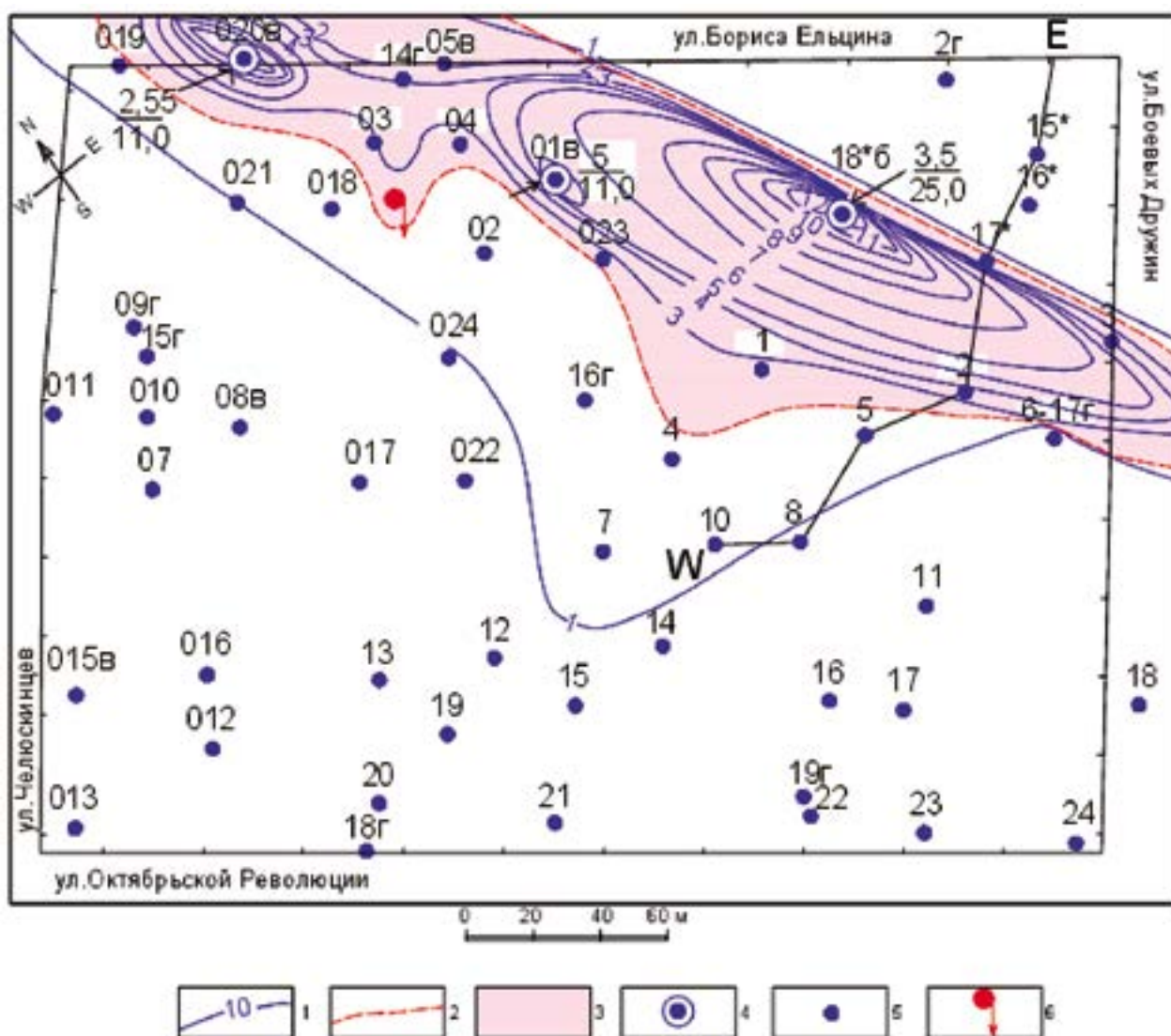


Рис. 1. Схема воронки депрессии подземных вод вдоль водоносной зоны тектонического раздвига в габбровом массиве на площадке «Екатеринбург-СИТИ»: 1 – динамический уровень подземных вод (цифра обозначает понижение, м) при опытной групповой откачке с суммарным дебитом 950 м³/сут в зимнюю межень 2008 г.; 2 – граница зоны подземных вод с температурой выше 15 °С; 3 – площадь миграции теплых подземных вод; 4 – знак водопонижительных скважин при опытных групповых откачках (справа псевдодробь – в числителе – дебит откачки, дм³/с, в знаменателе – понижение, м); 5 – знак скважин-пьезометров (глубина 40 м, оборудованы однотипно); 6 – знак «налива» горячих вод из теплотрассы

нитизации. Показательно сопоставление геологического строения на разных сторонах Верх-Исетского сдвига. Так, в створе «Екатеринбург-СИТИ» на правом берегу Городского пруда находится габбровый массив, а на левом берегу – мраморизованные закарстованные известняки, вскрытые при изысканиях под станцию метро «Динамо» [6]. Производительность вертикального дренажа метро «Динамо», являющегося инфильтрационным водозаборным участком Метростроевского месторождения подземных вод в трещинно-карстовых коллекторах, составляет в настоящее время 3,3 тыс. м³/сут.

В гидрогеологическом отношении Шувалинский габбровый массив расположен в Восточно-Уральской гидрогеологической области. Геофильтрационная структура интрузивных массивов определяется развитием слабо-водоносных зон региональной трещиноватости и водоносных зон тектонической трещиноватости с водопроницаемостью до 250 м²/сут. Для составления погоризонтальных схем

геофильтрационной анизотропии габбрового массива, обусловленной тектонической нарушенностью позднего палеозоя, был применен комплекс геофизических и опытно-фильтрационных работ. Интерпретация результатов площадных сейсморазведочных и электроразведочных работ была осложнена химическими и тепловыми загрязнениями подземных вод, установленными при инженерно-экологических изысканиях. Предпочтение было отдано методам скважинной геофизики, выполненным в 60 скважинах-пьезометрах, оборудованных однотипно на глубину 40 м. Обязательный комплекс каротажа включал в себя: электрокаротаж (КС), гамма-каротаж (ГК), расходомерию с кавернометрией, термометрию [7]. Кроме того, под высотные башни выполнены сейсмотомография и акустический каротаж, чтобы точно определить угол падения и простираения зоны тектонической нарушенности. Из всех скважин-пьезометров были произведены опытные откачки, отобраны пробы воды, а затем выполнена кустовая группо-

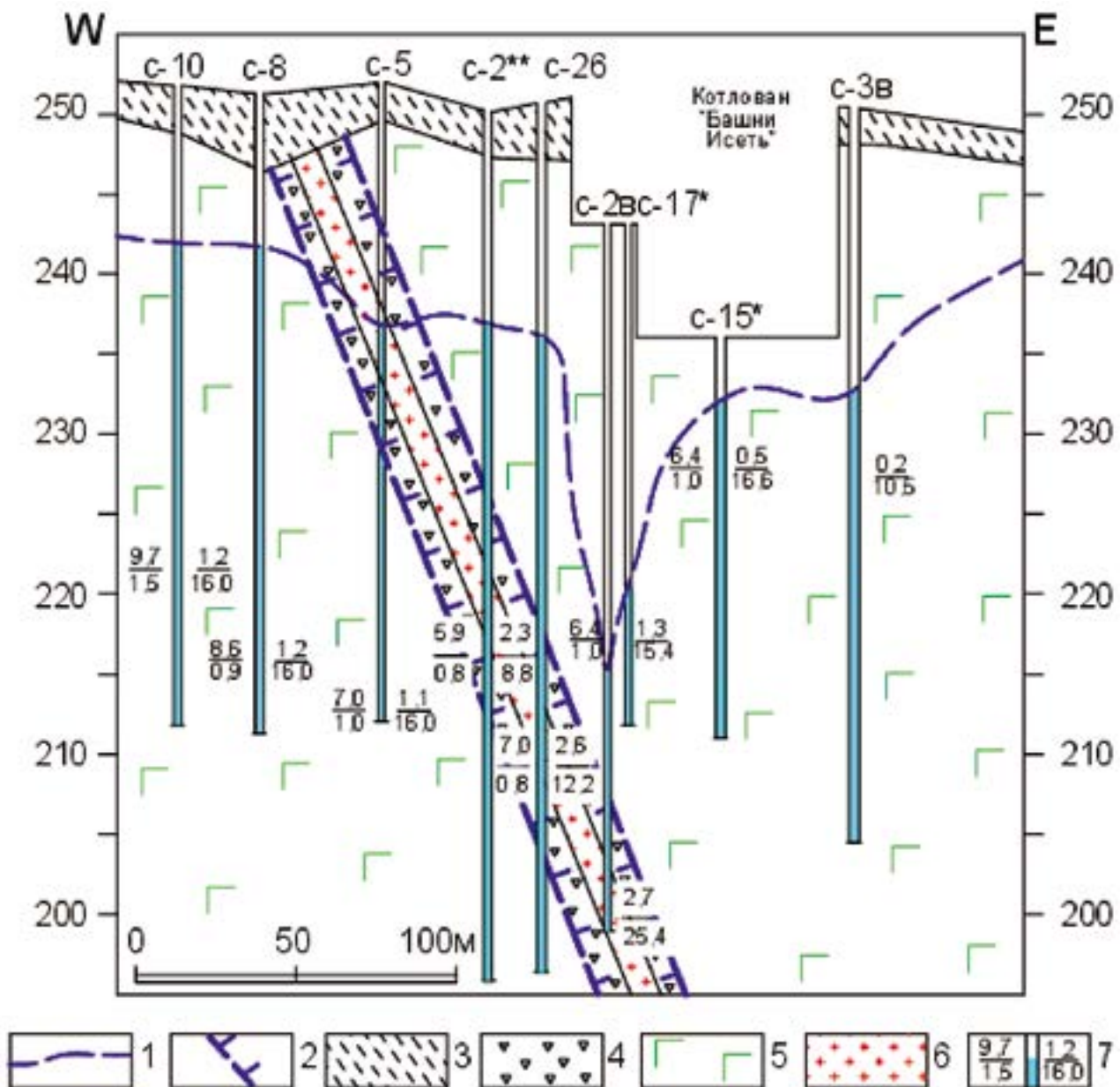


Рис. 2. Схематический гидрогеологический разрез вкост водоносной зоны тектонической трещиноватости в габбровом массиве на площадке «Екатеринбург-СИТИ»: 1 – динамический уровень воронки депрессии подземных вод при строительном водоопонижении с дебитом ~500 м³/сут в период летней межени 2011 г.; 2 – граница водоносной зоны тектонической трещиноватости; 3 – суглинок; 4 – древесно-щебенистые образования зоны мелонитизации; 5 – габбро; 6 – гранит-порфир; 7 – скважина, псевдодробь: слева в числителе уровень – подземных вод, м; в знаменателе – минерализация, г/дм³; справа в числителе – дебит, дм³/сут; в знаменателе – понижение, м

вая откачка с суммарным дебитом 950 м³/сут (рис. 1), позволившие определить пространственную форму геофильтрационной структуры габбрового массива [8]. По керну скважин определялись модули трещиноватости и кусковатости, производились фотографирование, отбор образцов на физико-механические исследования и шлифы. Оставшийся керн в ящиках отправлялся на длительное хранение. В ходе горно-проходческих работ в строительном котловане на глубине ~16–18 м, на проектной отметке ~235 м выполнялись измерения простирания и падения тектонической трещиноватости, были выполнены и фотометрические работы с геодезической привязкой. По результатам установлена корреляция между петрофизическими, водными и физико-механическими характеристиками инженерно-геологи-

ческого габбрового массива в объеме сжимаемой толщи под «Башней Исеть». Систематизация результатов геофизических, гидрогеологических и инженерно-геологических изысканий дала возможность установить водоносную зону тектонического нарушения позднего палеозоя к западу от строительной площадки «Башни Исеть». Тектоническое нарушение трассируется полем из жил кварца и даек гранит-порфиров, являющихся прочными скальными грунтами ($R_c > 50$ МПа), но при этом хрупкими, имеющими несколько повышенную радиоактивность по сравнению с фоном габбрового массива. Жилы кварца и дайки гранит-порфиров являются трещинно-жильными коллекторами подземных вод с коэффициентом фильтрации 10–20 м/сут, что почти на два порядка выше слабоводопроницаемых блоков габ-



Рис. 3. Виды строительного котлована в габбровом массиве под четырехуровневый подземный паркинг «Башни Исеть»: а – западный борт (июль 2012 г.); б – восточный борт (сентябрь 2010 г.)

брового массива. Водоносная зона в трещинно-жильных коллекторах тектонического нарушения позднего палеозоя, секущая габбровый массив (рис. 2), является естественной дренажной подземных вод, имея субмеридиональное простираание до Городского пруда на реке Исеть: ее ширина на уресе Городского пруда около 65 м; на южной части площадки «Екатеринбург-СИТИ» около 30 м; падение – восточное под углом около 70°; водопроницаемость около 100 м²/сут (в слабопроницаемых блоках габбрового массива на один-два порядка меньше).

Гидрогеологическая модель разрабатывалась для прогноза воздействия вертикального дренажа на окружающую застройку, попадающую на площадь воронки депрессии подземных вод в дисперсных грунтах (СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83*»). Гидрогеологический мониторинг является составной неотъемлемой частью геотехнического [9, 10]. При обосновании гидрогеологической модели было придано большое значение оценке взаимосвязи поверхностных и трещинно-жильных подземных вод, так как при снижении динамических уровней подземных вод ниже уреза реки формируется инфильтрационный водозабор. В этой связи рассматривалась территория всего частного водосбора, от строительной площадки (в квартале улиц Октябрьской Революции – Челюскинцев – Бориса Ельцина – Боевых Дружин) до акватории Городского пруда на р. Исеть, русло которой приурочено к Верх-Исетскому глубинному тектоническому разлому.

В модель закладывалась возможность обнаружения потока трещинно-жильных подземных вод в водоносной зоне в оперяющем тектоническом нарушении от глубинного разлома, которое прогнозировалось по результатам региональных сейсмозведочных работ.

Другими поисковыми признаками водоносной зоны с теплыми трещинно-жильными водами были полынья во льду пруда в зимнюю межень, а также данные электроразведочных и гравиразведочных работ. Гидрогеологическая модель площадки «Екатеринбург-СИТИ» принята в виде «пласт-угол» с гидрогеодинамическими границами II рода с постоянным расходом – по боковым границам водоносной зоны тектонической трещиноватости; на уресе Городского пруда – граничное условие I рода с постоянным напором.

Соответствие гидрогеологической модели реальным условиям подтверждено экспериментом в мае 2012 г. в ходе временного прекращения законтурного вертикального дренажа строительного котлована «Башня Исеть», дно которого у западного борта было на 6 м ниже уреза Городского пруда (рис. 3 а, 4). На дне котлована были устья двух скважин, сооруженных для постоянного дренажа. Прекращение строительного водопонижения привело к самоизливам подземных вод из устьев дренажных скважин на дне котлована (по гидравлическому принципу действия Петергофских фонтанов).

По результатам эксперимента было предложено и реализовано техническое решение по отбору воды со второго подземного этажа, т. е. выше пьезометрического уровня (абс. отм. 241 м), соответствующего уресе Городского пруда.

На период временного прекращения вертикального дренажа подземного паркинга «Башня Исеть» (рис. 3. б) предусмотрено страховочное техническое решение для противодействия гидростатическому взвешивающему давлению: крепление к основанию в скальных грунтах фундаментной железобетонной плиты (толщиной 1,5 м с глубиной заложения 16,4 м) анкерными оцинкованными сваями в количестве 165 (диаметр 65,3 мм, длина 12 м).

Обоснование рационального использования откачиваемых ресурсов пресных подземных вод, добываемых по лицензии на недропользование вертикальным дренажом, регламентируется Федеральным законом «О недрах». В период 2009–2012 г. производилось строительное водопонижение котлована «Башни Исеть». По результатам гидрогеологического и геотехнического мониторинга доказано, что воронка депрессии подземных вод имеет резко асимметричную форму и образовалась вдоль водоносной зоны тектонической трещиноватости габбрового массива до Городского пруда. Вертикальный дренаж при дебите свыше 200 м³/сут стал инфильтрационным водозабором в водоносной зоне тектонической трещиноватости габбрового массива, имеющей связь с рекой Исеть (гидрогеодинамическая граница с постоянным напором). Динамика изменения составляющих балансовую структуру откачиваемых ресурсов определяется дебитом строительного вертикального дренажа котлована под «Башню Исеть» и положением динамических уровней подземных вод относительно уреза Городского пруда на р. Исеть:

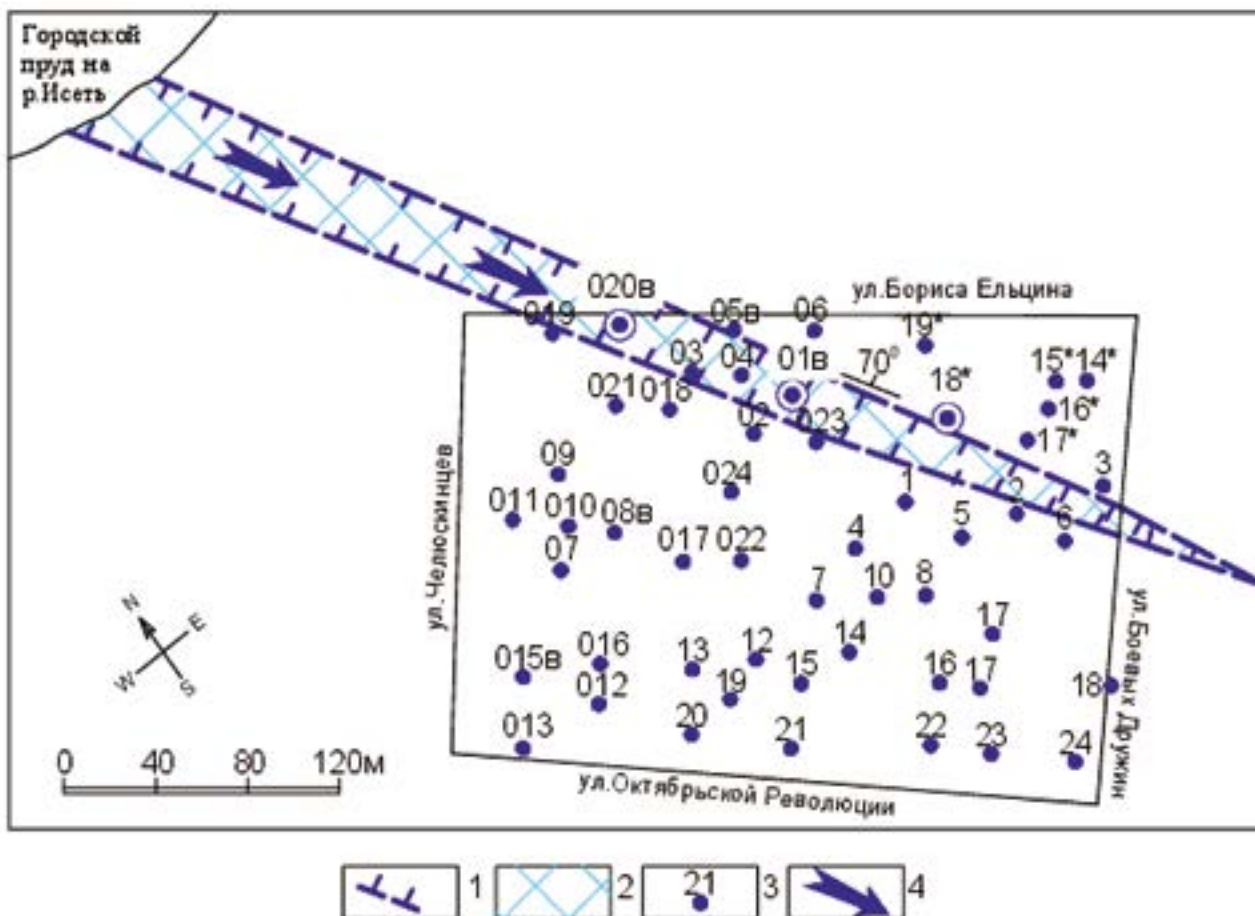


Рис. 4. Схема простираения тектонического клиновидного раздвига от Верх-Исетского глубинного разлома через площадку «Екатеринбург-СИТИ»: 1 – предполагаемая граница тектонического раздвига по результатам откачек и геофизических работ; 2 – проекция площадки тектонического раздвига на дневной поверхности; 3 – скважины-пьезометры, сверху номер по первоисточнику; 4 – линия тока подземных вод по трещинно-жильным коллекторам при инфильтрационном водозаборе

– при дебите ~ 200 м³/сут и динамическом уровне выше уреза пруда – искусственные ресурсы (ИР) ~ 50 м³/сут; естественные ресурсы (ЕР) ~ 150 м³/сут;

– при дебите ~ 500 м³/сут и динамическом уровне на ~ 20 м ниже уреза пруда – ИР ~ 50 м³/сут; ЕР ~ 150 м³/сут; привлекаемые ресурсы (ПР) ~ 300 м³/сут;

– при дебите ~ 900 м³/сут и динамическом уровне на ~ 30 м ниже уреза пруда – ИР ~ 50 м³/сут; ЕР ~ 150 м³/сут; ПР ~ 700 м³/сут (78%).

Естественные ресурсы подземных вод формируются на площадке водосбора за счет инфильтрации атмосферных осадков через техногенно загрязненные грунты зоны аэрации, поэтому на отдельных участках имеют минерализацию ~ 4 г/дм³ (при фоновой 0,4 г/дм³). Кроме того, ресурсы ЕР в центре мегаполиса могут изменяться непрогнозируемым образом в зависимости от возникновения новых дренажей на водосборной площади.

Искусственные ресурсы подземных вод образуются за счет утечек из теплосетей и горводопровода.

Привлекаемые ресурсы подземных вод формируются за счет инфильтрации речных вод по водоносной зоне тектонической трещиноватости габбрового массива. Городской пруд на р. Исеть расположен ниже по течению от плотины Верх-Исетского водохранилища, являющегося фактически питьевым. Качество воды Городского пруда по

большинству ингредиентов соответствует гигиеническим нормативам питьевых вод: минерализация $\sim 0,4$ г/дм³, жесткость ~ 3 ммоль/дм³ и т. п. Привлекаемые ресурсы инфильтрационного водозабора «Екатеринбург-СИТИ» являются ценным природным ресурсом – при условии его защиты с помощью гидрогеодинамических барьеров от смешения с загрязненными ЕР и ИР.

Гидрогеодинамические барьеры можно обосновывать по согласованию с Медицинским научным центром Роспотребнадзора в качестве пространственно-временных границ зоны санитарной охраны инфильтрационных питьевых водозаборов.

В Екатеринбурге, на соседнем участке Шувакишского габбрового массива проводится с 2007 г. успешный санитарно-гидрогеологический эксперимент по использованию ПР для водоснабжения плавательного бассейна «Тихвинь». В подземном двухуровневом паркинге пятисекционного дома «Тихвинь» производится добыча ПР по лицензии на недропользование. При одновременных водозаборах из горизонтального и вертикального дренажей между ними образуется пространственно-временная гидрогеодинамическая граница, препятствующая смешению ПР и ЕР.

Таким образом, инфильтрационный водозабор «Екатеринбург-СИТИ» (под защитой гидрогеодинамических

барьеров с юга и сверху) мог бы стать резервным источником питьевого водоснабжения населения, а также комплекса правительственных зданий, расположенного по ул. Боевых Дружин – ул. Бориса Ельцина.

Сооружение резервных источников питьевого водоснабжения имеет социально-экологическое значение для Екатеринбурга, водоснабжение которого производится из водохранилищ, практически не защищенных от техногенного загрязнения [11–13].

Выводы.

Вертикальный дренаж уникальных подземных объектов на площадке высотного строительства «Екатеринбург-СИТИ» не оказывает воздействия на окружающую застройку, так как воронка депрессии подземных вод распространяется исключительно в локальной водоносной зоне тектонической трещиноватости габбрового массива.

При проектировании строительства новых высотных зданий «Екатеринбург-СИТИ» целесообразно соорудить в северо-восточной части площадки инфильтрационный водозабор по перехвату высококачественных привлекаемых ресурсов подземных вод со стороны Городского пруда, защитив его гидрогеодинамическими барьерами от смешения с потенциально загрязненными естественными и искусственными ресурсами.

Список литературы

1. Мироненко В.А. Динамика подземных вод. М.: МГГУ, 2001. 519 с.
2. Мироненко В.А., Румынин В.Г. Проблемы гидрогеоэкологии. М.: Издательство МГГУ, 2002. Т. 3. Кн. 2. 504 с.
3. Тагильцев С.Н., Лукьянов А.Е. Геомеханическая роль тектонических разломов и закономерности их пространственного расположения // *Геомеханика в горном деле: Докл. науч.-техн. конф. 12–14 октября 2011 г. Екатеринбург: ИГД УрО РАН*, 2012. С. 26–39.
4. Абатурова И.В. Оценка и прогноз инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых горно-складчатых областей. Екатеринбург: УГГУ, 2011. 226 с.
5. Alehin V.N., Antipin A.A., Gorodilov S.N. Analysis of wind impact on the high-rise building «Iset Tower». *Applied Mechanics and Materials*. 2013. Vol. 281, pp. 639–644.
6. Яровой Ю.И. Прогноз деформаций земной поверхности и защита городской застройки при строительстве метрополитенов на Урале. Екатеринбург: УрГАПС, 1999. 258 с.
7. Сковородников И. Г. Геофизические исследования скважин. Екатеринбург: УГГУ, 2014. 455 с.
8. Скалин А.В. Гидрогеомеханические исследования интрузивных массивов при обосновании высотного строительства // *Геоэкология*. 2009. № 3. С. 271–278.
9. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2012. № 2. С. 17–20.
10. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Гид по геотехнике. СПб.: ПИ «Геореконструкция», 2012. 284 с.
11. Яндыганов Я.Я., Власова Е.Я., Скалин В.А. Водохозяйственный кластер промрайона (проблемы, эффективность). Екатеринбург: УГЭУ, 2016. 281 с.
12. Носаль А.П., Шубарина А.С., Сокольских И.И. Повышение безопасности водоснабжения крупных населенных пунктов в период маловодья (на примере города Екатеринбурга) // *Водное хозяйство России*. 2011. № 6. С. 33–46.
13. Палкин С.В., Палкин С.С., Рыбникова Л.С. К вопросу о возможности полного водообеспечения города Екатеринбурга подземными водами // *Водное хозяйство России*. 2011. № 5. С. 75–88.

References

1. Mironenko V.A. *Dinamika podzemnykh vod* [Dynamics of underground waters]. Moscow: MGGU, 2001. 519 p.
2. Mironenko V.A., Rumynin V.G. *Problemy gidrogeologii* [Problems of hydrogeology]. Moscow: MGGU. 2002. 504 p.
3. Tagiltsev S.N., Lukyanov A.E. A geomechanical role of tectonic breaks and regularity of their spatial arrangement. *Geomechanics in mining: Materials of Scientific and Technical Conferences. October 12–14, 2011*. Yekaterinburg: IGD OURO RAHN, 2012, pp. 26–39. (In Russian).
4. Abaturova I.V. *Otsenka i prognoz inzhenerno-geologicheskikh uslovii mestorozhdenii tverdykh poleznykh iskopaemykh gorno-skladchatykh oblastei* [Assessment and forecast of engineering-geological conditions of fields of solid minerals of mountain and folded areas]. Yekaterinburg: UGGU. 2011. 226 p.
5. Alehin V.N., Antipin A.A., Gorodilov S.N. Analysis of wind impact on the high-rise building «Iset Tower». *Applied Mechanics and Materials*. 2013. Vol. 281, pp. 639–644.
6. Yarovoy Yu.I. *Prognoz deformatsii zemnoi poverkhnosti i zashchita gorodskoi zastroiki pri stroitel'stve metropolitenov na Urale* [The forecast of deformations of the land surface and protection of urban development at construction of the subways in the Urals]. Yekaterinburg: UrGAPS. 1999. 258 p.
7. Skovorodnikov I.G. *Geofizicheskie issledovaniya skvazhin* [Geophysical surveys of wells]. Yekaterinburg: UGGU. 2014. 455 p.
8. Skalin A.V. Hydrogeomechanical prospecting of intrusive massifs for basing of many-storied construction. *Geoekologiya*. 2009. No. 3, pp. 271–278. (In Russian).
9. Il'ichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Development of underground space in large Russian cities. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov*. 2012. No. 2, pp. 17–20. (In Russian).
10. Ulitskii V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. *Gid po geotekhnike* [Geotechnical Guide]. Saint Petersburg: Georekonstruktsiya, 2012. 284 p.
11. Yandyganov Ya.Ya., Vlasova E.Ya., Skalin V.A. *Vodokhoziaistvennyi klaster promraiona (problemy, effektivnost')* [Water management cluster of a promrayon (problems, efficiency)]. Yekaterinburg: UGEU. 2016. 281 p.
12. Nosal A.P., Shubarina A. S., Sokolskikh I.I. Increase in safety of water supply of large settlements in the period of lack of water (on the example of the city of Yekaterinburg). *Vodnoe khoziaistvo Rossii*. 2011. No. 6, pp. 33–46. (In Russian).
13. Palkin S.V., Palkin S.S., Rybnikova L.S. To a question of a possibility of full water supply of the city of Yekaterinburg underground waters. *Vodnoe khoziaistvo Rossii*. 2011. No. 5, pp. 75–88. (In Russian).

УДК 699.81

Е.А. МЕШАЛКИН, д-р техн. наук, вице-президент по науке

Научно-производственное объединение «Пульт» (107014, г. Москва, ул. Русаковская, 28, стр. 1)

Эффективные противопожарные требования для жилых зданий

Показано, что основное число пожаров и гибель людей происходят в жилых зданиях. Эффективность применяемых систем противопожарной защиты на уровне 50–70%, что недостаточно. Имеющиеся нормативные требования по пожарной безопасности для жилых, особенно высотных, зданий во многом несовершенны. Отмечено, что в сводах правил следует использовать ряд инновационных решений: предел огнестойкости основных несущих конструкций не более 180 мин и при расчетно-аналитическом обосновании; ограничение параметров встроено-пристроенной части (стилобата); применение адресно-аналоговых систем пожарной сигнализации, автоматическая установка пожаротушения (АУП) с принудительным пуском, водokolьцевых катушек, модульных установок пожаротушения агрегатного типа на высоте более 100 м, средств спасения и самоспасания; защита эскалаторов противодымными шторами и иными инженерными решениями; устройство атриумов на всю высоту с системами вытяжной (механической или естественной) противодымной вентиляции; незадымляемые лестничные клетки типа Н2 и Н3 или их комбинации при отсутствии Н1. Остальные решения можно при необходимости реализовать через СТУ как документ обязательного применения, исключающий использование других стандартов и сводов правил согласно ч. 2 ст. 5 и ч. 6 ст. 15 Федерального закона от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Ключевые слова: жилые здания, пожар, свод правил, пожарная безопасность, огнестойкость, атриум, пожарный отсек, системы пожарной сигнализации, автоматические установки пожаротушения с принудительным пуском, незадымляемые лестничные клетки, средства спасения.

Для цитирования: Мешалкин Е.А. Эффективные противопожарные требования для жилых зданий // *Жилищное строительство*. 2017. № 11. С. 13–17.

E.A. MESHALKIN, Doctor of Sciences (Engineering), Vice-President for Science
Scientific-Production Association "Pulse" (28, bldg. 1, Rusakovskaya Street, 107014, Moscow, Russian Federation)

Efficient Fire Protection Requirements for Residential Buildings

It is shown that the main amount of fires and death of people take place in residential buildings. The efficiency of the fire-protection systems is at the level of 50–70% that is not enough. The existing normative requirements for fire safety in residential buildings, high-rise ones especially, are imperfect mainly. It is noted that in the codes of rules it is necessary to use some innovative solutions: the limit of fire-resistance of main bearing structures is not over 180 min. and at the calculation-analytical substantiation; restriction of parameters of an in-built-attached part (stylobate); application of address-analogue system of fire alarm, automatic fire-suppression unit (FSU) with forced start, water-ring reels, modular units of fire-suppression of a aggregate type at the height over 100 m, means of salvation and self-rescue; protection of escalators with anti-smoke curtains and other engineering solutions; construction of atriums for the whole height with systems of smoke exhaust (mechanical or natural) ventilation; smoke tight stair case of N2 and N3 types or their combination in the absence of N1. Other solutions can be realized, if necessary, through STR (Special Technical Regulations) as a document of obligatory application which excludes the use of other standards and codes of rules according to the part 2 of the article 5 and part 6 of the article 15 of the Federal Law on 30.12.2009, № 384-FZ "Technical Regulations on Safety of Buildings and Structures".

Keywords: residential buildings, fire, code of rules, fire safety, fire resistance, atrium, fire area, systems of fire alarm, automatic fire-suppression unit with forced start, smoke tight stair cases, means of salvation.

For citation: Meshalkin E.A. Efficient fire protection requirements for residential buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 11, pp. 13–17. (In Russian).

Гибель людей при пожарах происходит преимущественно на начальной стадии возгорания. Степень огнестойкости зданий в самом начале пожара принципиальна. Так, по статистике [1], за 2011–2012–2013–2014–2015 гг. в зданиях: I степени огнестойкости произошло 1233–1164–1157–1043–984 пожара, погибших – 66–65–60–59–43 соответственно; II степени огнестойкости – 25179–22655–21320–19657–20095 пожаров, погибших – 1592–1434–1245–1128–1099 соответственно.

Статистика пожаров за 2011–2012–2013–2014–2015 гг. в зданиях различной этажности:

– более 25 этажей – 3–6–7–13–15 пожаров, погибших – 0–0–1–0–0;

- 17–25 этажей – 703–621–566–498–637 пожаров, погибших – 15–16–20–10–13;
- 10–16 этажей – 3173–2864–2831–2533–2481 пожаров, погибших – 160–137–102–123–103;
- 6–9 этажей – 5–7 тыс. пожаров, 300–400 погибших;
- до 5 этажей: ~110 тыс. пожаров, погибли более 9 тыс. человек.
- одноэтажные – 80 тыс. пожаров, погибли 7–8 тыс. чел.

Требования нормативных документов для одноэтажных и блокированных жилых домов минимальны, а по системам противопожарной защиты (ППЗ) практически отсутствуют, в том числе по извещателям системы пожарной сигнализации (СПС), первичным средствам пожаротушения [1].



Пожар в Ростове-на-Дону 21.09.2017 г., двое погибших (персонал)

Оставляет желать лучшего и эффективность требующихся по нормам и применяемых средств противопожарной защиты [2–4]. Так, в 2011–2012–2013–2014–2015 гг. [1] в зданиях:

- с **АПС (автоматическая пожарная сигнализация)**: 820–1005–1223–1179–1146, выполнена задача на ~70% (610–744–858–951–951) соответственно;
- с **УПТ (устройство пожаротушения)**: 96–75–79–87–104, выполнена задача на <34% (53–26–29–37–43) соответственно, не сработала / не включена ~30%.
- с **СОУЭ (система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре)**: 103–125–160–200–185, выполнена задача на 85–90% (92–102–142–160–149) соответственно;
- с **СПДЗ (система противодымной защиты)**: 262–180–221–189–134, 95% – жилые здания. Выполнена задача: 149–157–110–108–90; не сработала / не включена: 113–16–108–78–39 соответственно, в среднем около 50%.

Необходимо отметить, что из-за отказа АПС, АУП, ПДЗ, СОУЭ, отсутствия освещения, наличия решеток на окнах, несоответствия путей эвакуации при пожаре погибает менее 50 чел. в год (0,005%). Из-за паники число погибших резко увеличивается: 2012 г. – 60 погибших; 2013 г. – 78; 2014 г. – 94; 2015 г. – 129!

В целом 86% людей в зданиях гибнет до прибытия пожарных подразделений (хотя время их прибытия в городах в среднем менее 8 мин, в Москве – менее 7 мин при нормативе согласно ст. 76 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» – 10 мин. Только 5% погибли в ходе ликвидации пожара. Во многих случаях срабатывание систем ППЗ происходит, когда опасные факторы пожара (ОФП) превышают критические для человека значения – люди в помещении погибли или уже покинули здание (помещение очага пожара) [5–12].

Требования в нормативных документах и соответственно в проектах часто формируются на основе «резонансных» пожаров [9, 11, 12]. Примером является пожар в гостинице в г. Ростов-на-Дону, который показал ряд нерешенных проблем, особенно в части применения фасадных систем, доступа в этажи пожарных подразделений, подачи средств пожаротушения на высоту, применения эффективных АУП и т. д., несмотря на требования ст.ст. 61, 80 ФЗ № 123.

Положение дел усугубляется тем, что согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 17 августа 2016 г. № 806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного

контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» и Федерального закона от 28.05.2017 г. № 100 «О внесении изменений в Федеральный закон «О пожарной безопасности» и Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» жилые здания (класс Ф1.3) высотой 28 м и более отнесены к категории среднего риска и подлежат плановым проверкам всего один раз в семь лет, а проверки в отношении зданий меньшей этажности – не чаще одного раза в десять лет!

В настоящее время Минстроем России завершается разработка проекта СП «Высотные здания и комплексы. Требования пожарной безопасности», в который внесены ряд инновационных требований, а именно:

– **предел огнестойкости несущих конструкций** для зданий высотой до 150 м не более 180 мин при необходимости подтверждения не только испытаниями, но и расчетно-аналитическим методом с учетом реального или альтернативного пожаров при фактической пожарной нагрузке и режиме воздухообмена, применения средств огнезащиты и автоматической установки пожаротушения (АУП), возможно также при комбинированном воздействии «взрыв-пожар-обрушение» или их сочетаний;

– **встроено-пристроенная часть (стилобат)** может предусматриваться многофункционального назначения или иного класса функциональной пожарной опасности по отношению к основному зданию, выступать за его габариты не более чем на 15 м, а также должна выделяться в самостоятельный пожарный отсек площадью до 3 тыс. м²;

– **для эвакуации людей с покрытия стилобатной части**, используемого в качестве зон рекреации, спорта и отдыха, следует предусматривать наружные открытые лестницы 3-го типа, а также расчетное число выходов в незадымляемые лестничные клетки типа Н2 или Н3 высотной части здания, комплекса;

– **при применении системы вентилируемых и медиа-фасадов**, фасадов с сетчатыми оболочками, солнцезащитными экранами, модульным, моллированным (гнутым) и иным остеклением в зданиях высотой более 50 м они должны иметь техническое свидетельство организации, подведомственной Минстрою России, на применение в проектируемом здании, комплексе. Фасадные системы должны быть преимущественно класса КО с применением негорючих материалов *облицовки, отделки и теплоизоляции*. Материалы ветровлагозащиты (мембран) должны быть группы горючести не ниже Г1 и не должны относиться к группе горючих легковозгораемых материалов по ГОСТ Р 56027–2014 «Материалы строительные. Метод испытаний на возгораемость под воздействием малого пламени»;

– **для обеспечения деятельности пожарных подразделений и спасения маломобильных групп населения (МГН)** (в высотном комплексе – в каждом из зданий) следует предусматривать не менее одного лифта (при зонной схеме – в каждой из зон) в исполнении «для транспортирования пожарных подразделений» в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53296–2009 «Установка лифтов для пожарных в зданиях и сооружениях. Требования пожарной безопасности». В подземной части высотного здания, комплекса при ее разделении на несколько пожарных отсеков и наличии одной группы лифтов допускается предусматривать на этаж (уровень) один лифт для транспортирования пожарных подразделений, при наличии нескольких групп лифтов – в каждой из таких групп или всю группу лифтов;

– в общественных зданиях (в жилых – при площади этажа более 500 м²) должны предусматриваться не менее двух незадымляемых лестничных клеток типа Н2 (с подпором воздуха в объем лестничной клетки при пожаре), типа Н3 (с входом на каждом этаже через тамбур-шлюз, в котором на этаже пожара обеспечивается подпор воздуха) или их комбинации с учетом требований СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности»;

– **системы аварийного освещения (САО):** повреждение любого светильника, включенного в цепь, и/или возникновение неисправности внутри его, в том числе в результате воздействия повышенной температуры окружающей среды (пожара), не должно оказывать влияния на функционирование других светильников, подключенных к соответствующим проводным линиям и системы в целом. Защита от короткого замыкания внутри светильника в результате воздействия повышенной температуры должна быть обеспечена техническими решениями, определяемыми производителем. Светильники, работающие по проводным линиям связи и питания, должны иметь надежное присоединение к этим линиям, исключающее непреднамеренное рассоединение или короткое замыкание в месте подключения светильника, в том числе в условиях пожара. Для этого следует применять огнестойкие клеммы, разъемы или иные устройства, предназначенные для соединения проводов;

– **системы пожарной сигнализации (СПС):** применение систем адресно-аналогового типа, в том числе на основе пожарных извещателей с видеоканалом обнаружения, с выводом сигнала о возникновении пожара и срабатывании систем противопожарной защиты на пульт пожарно-спасательной службы;

– **системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ):** должны предусматриваться не ниже 4-го типа, а в высотных комплексах со сложными планировочными решениями, в том числе встроенно-пристроенной части (стилобата), – в сочетании с элементами интерьерной навигации (настенные, подвесные, напольные). Оповещатели, работающие по проводным линиям связи и питания, должны иметь надежное присоединение к проводным линиям, предотвращающее непреднамеренное рассоединение или короткое замыкание в месте подключения оповещателя, в том числе в условиях пожара; при этом следует применять огнестойкие клеммы, разъемы или иные устройства для соединения проводов. Повреждение любого оповещателя, включенного в линию связи, и/или возникновение неисправности внутри его, в том числе в результате воздействия повышенной температуры окружающей среды (пожара), не должны оказывать влияние на функционирование других оповещателей, подключенных к данным проводным линиям, и системы в целом. Защита от короткого замыкания внутри оповещателя от воздействия повышенной температуры должна обеспечиваться техническими решениями, определяемыми производителем;

– **для зданий с атриумами:** пути эвакуации согласно требованиям сводов правил и специальных технических условий (СТУ). При этом допускается принимать эвакуационными выходы:

– в коридор, ведущий через пространство атриума или галереи атриума в эвакуационные лестничные клетки (непосредственно или через коридор безопасности)

или наружу (непосредственно или через коридор безопасности);

– через пространство атриума с эскалатором (открытой лестницей) или галереи атриума в эвакуационные лестничные клетки (непосредственно или через коридор безопасности) или наружу (непосредственно или через коридор безопасности);

– из помещений, галерей на наружную открытую лестницу (с отметок не выше 18 м);

– в соседнее помещение, обеспеченное выходами, указанными в нормативных документах по пожарной безопасности.

При этом эвакуационные пути и выходы должны быть обеспечены *навигационными и фотолюминесцентными эвакуационными системами* согласно требованиям ГОСТ Р 12.2.143–2009 «Система стандартов безопасности труда. Системы фотолюминесцентные эвакуационные. Требования и методы контроля». Сообщение помещений и коридоров подземной части здания с атриумом допускается только через тамбуры-шлюзы 1-го типа с подпором воздуха при пожаре. Пути эвакуации не допускается предусматривать через поэтажные лифтовые холлы, за исключением случаев использования лифтов в исполнении «для транспортирования пожарных подразделений» и в качестве безопасных зон;

– **с целью минимизации последствий от ложных срабатываний** следует применять *спринклерные АУП с контролем срабатывания*. При этом высотные здания, включая жилые, подлежат оборудованию *автоматическими установками сдерживания пожара (АУСП)* согласно требованиям ст. 117 Федерального закона № 123. В АУСП рекомендуется применять оросители (распылители) с принудительным пуском, активируемые по совокупности сигналов от СПС или извещателей пожарных сателлитных, размещаемых на расстоянии не более 0,5 м от оросителя (распылителя). Оросители, в том числе тонкораспыленной воды, следует устанавливать:

– над дверными и оконными проемами помещений – из расчета, чтобы его принудительное вскрытие при обнаружении пожара в помещении обеспечивало сдерживание распространения огня за пределы этого помещения;

– в коридорах – с параметрами интенсивности орошения и расхода воды для помещений 1-й группы пожарной опасности. Предусмотреть возможность ручного пуска АУСП при визуальном обнаружении пожара в помещении – по сигналу от устройств дистанционного пуска, расположенных у входа в защищаемое помещение, и из помещения пожарного поста. Размещение оросителей должно обеспечивать *защиту оконных проемов или участков сплошного фасадного остекления здания общественного назначения (снаружи или изнутри помещения), а также дверных проемов квартир, офисов и других помещений, выходящих в коридор, с учетом карт и эпюр орошения;*

– **для обеспечения эффективной деятельности пожарных подразделений:**

– для зданий высотой более 100 м при расчетном обосновании следует предусматривать в технических помещениях на этажах из расчета на каждые 50 м высоты здания или в каждом из пожарных отсеков размещение *модульных установок пожаротушения*

- (агрегатного типа) тонкораспыленной водой с емкостями для огнетушащей жидкости заводской готовности для их использования при пожаре подготовленным персоналом и/или пожарно-спасательными подразделениями;
- оснащение этажей расчетным числом индивидуальных и коллективных средств защиты и спасения;
 - здания, комплексы должны оснащаться *расчетным числом средств спасения с высоты 10 м и более, которые должны размещаться в ШПМИ по ГОСТ Р 51844–2009 «Техника пожарная. Шкафы пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний» или непосредственно в помещениях.* Крепление спасательных устройств к строительным конструкциям здания должно выдерживать испытательную нагрузку, в три раза превышающую максимально допустимую эксплуатационную нагрузку на устройство;
 - зазор между маршами лестниц и между поручнями ограждений лестничных маршей допускается не предусматривать в случае прокладки в объеме незадымляемых лестничных клеток сухотруба диаметром 80 мм и спаренных пожарных кранов на каждом этаже, оборудованного на уровне первого этажа пожарными соединительными головками DN80 для подключения насосов высокого давления пожарных автомобилей, которые должны быть рассчитаны на рабочее давление не менее 2 МПа;
 - для подключения ВПВ и АУП предусматривать на уровне первого этажа по два патрубка с пожарными соединительными головками DN80 для подключения насосов высокого давления;

Список литературы

1. Пожары и пожарная безопасность в 2015 г.: Статистический сборник / Под общей редакцией А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО, 2016. 124 с.
2. Карпенко Д.Г., Шаров И.Н. Оценка соответствия технических систем противопожарной защиты требованиям пожарной безопасности // *Технологии техносферной безопасности*. 2013. № 4 (50). С. 6.
3. Мешалкин Е.А. Эффективные противопожарные требования при проектировании жилых зданий // *Жилищное строительство*. 2008. № 2. С. 26–28.
4. Макотрина Л.В. Противопожарные требования к инженерным системам и оборудованию многоквартирных зданий в новых сводах правил // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2014. № 3 (8). С. 58–62.
5. Переславцева И.И., Бузулукин Н.С., Попков Д.Ю. Особенности и проблемы пожарной безопасности высотных зданий // *Научный журнал. Инженерные системы и сооружения*. 2013. № 2 (11). С. 84–88.
6. Эпштейн Ю.А. Проблемы проектирования систем противопожарной защиты зданий // *Сантехника, отопление, кондиционирование*. 2013. № 12 (144). С. 76–79.
7. Никончук М.И., Горбань Ю.И. Противопожарные мероприятия для подземной парковки // *Алгоритм безопасности*. 2015. № 4. С. 42–45.
8. Омельченко В.Д. Противопожарная защита системы мусороудаления многоэтажного жилого дома // *Жилищное строительство*. 2008. № 8. С. 32–36.

- предусматривать объектовый пункт пожаротушения в комплектации: огнетушители – 10 шт.; пожарные напорные рукава длиной 15–20 м – 5 шт.; противогазы на сжатом воздухе – 10 шт.; электрические фонари – 10 шт.; самоспасатели изолирующие – 5 шт.; газодымозащитный комплект ГДЗК (фильтрующий) – 5 шт.; комплект средств локальной защиты – 10 шт.; пневматическое прыжковое спасательное устройство – 2 шт.; натяжное спасательное полотно – 2 шт.;
- на покрытии (кровле) каждого из зданий – площадка размером не менее 5×5 м для транспортно-спасательной кабины пожарного вертолета;
- разрабатывать и согласовывать в установленном порядке «План предварительного планирования действий пожарных подразделений по тушению пожара и проведению аварийно-спасательных работ (раздел «Расстановка пожарных подъемных механизмов»).

Перечисленные требования следует эффективно использовать при проектировании различных зданий, сооружений (особенно в части применения СОУЭ, АУСП, для защиты атриумов, обеспечения деятельности пожарных подразделений), в том числе с массовым пребыванием людей (например, торговых и многофункциональных комплексах), а также детализировать в СТУ, которые в целях снижения состава оснований для разработки СТУ должны быть полноценным НД, минимизирующим использование других стандартов и сводов правил органами экспертизы и контроля (надзора) с учетом требований согласно ч. 2 ст. 5 и ч. 6 ст. 15 Федерального закона от 30.12.2009 г. № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

References

1. Pozhary i pozharnaja bezopasnost' v 2015 g. Statisticheskij sbornik. Pod obshej redakciej A.V. Matjushina [The fires and fire safety in 2015. Statistical collection. Under the general edition of A.V. Matyushin]. Moscow: VNIPO. 2016. 124 p.
2. Karpenko D.G., Sharov I.N. Assessment of compliance of technical fire protection systems to requirements of fire safety. *Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti*. 2013. No. 4 (50), pp. 6. (In Russian).
3. Meshalkin E.A. Effective fire-prevention requirements at design of residential buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2008. No. 2, pp. 26–28. (In Russian).
4. Makotrina L.V. Fire-prevention requirements to engineering systems and the equipment of apartment buildings in new sets of rules. *Izvestiya vuzov. Investicii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'*. 2014. No. 3 (8), pp. 58–62. (In Russian).
5. Pereslavitseva I.I., Buzulukin N.S., Popkov D. Ju. The feature and problems of fire safety of high-rise buildings. *Nauchnyy zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzheniya*. 2013. No. 2 (11), pp. 84–88.
6. Epstein Yu.A. Problems of design of fire protection systems of buildings. *Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie*. 2013. No. 12 (144), pp. 76–79. (In Russian).
7. Nikonchuk M.I., Gorban Yu.I. Fire-prevention actions for the underground parking. *Algoritm bezopasnosti*. 2015. No. 4, pp. 42–45. (In Russian).
8. Omelchenko V. D. Fire-prevention protection of system of rubbish disposal of a multystoried house. *Zhilishchnoe*

9. Таранцев А.А., Малыгин И.Г., Ключ В.В. О возможности совершенствования некоторых нормативных документов в области пожарной безопасности // *Пожаровзрывобезопасность*. 2016. Т. 25. № 9. С. 13–21.
10. Кривцов Ю.В., Пронин Д.Г. Огнестойкость зданий и сооружений: нормативные требования и расчетные обоснования // *Вестник НИЦ Строительство*. 2014. № 11. С. 55–66.
11. Бобров А.Б. Порядок разработки и согласования специальных технических условий на проектирование противопожарной защиты в г. Москве // *Пожарная безопасность в строительстве*. 2011. № 1. С. 20–21.
12. Тимошин В. В. Пожарная безопасность в строительстве. Реформы продолжаются, проблемы остаются // *Алгоритм безопасности*. 2015. № 3. С. 82–85.
- Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2008. No. 8, pp. 32–36. (In Russian).
9. Tarantsev A.A., Malygin I.G., Peck V.V. About possibility of improvement of some normative documents in the field of fire safety. *Pozharovzryvobezопасnost'*. 2016. Vol. 25. No. 9, pp. 13–21. (In Russian).
10. Krivtsov Yu.V., Pronin D.G. Fire resistance of buildings and constructions: standard requirements and settlement justifications. *Vestnik NIC Stroitel'stvo*. 2014. No. 11, pp. 55–66. (In Russian).
11. Bobrov A.B. An order of development and coordination of a special design specification of fire-prevention protection in Moscow. *Pozharnaja bezопасnost' v stroitel'stve*. 2011. No. 1, pp. 20–21. (In Russian).
12. Timoshin V. V. Fire safety in construction. Reforms continue, problems remain. *Algoritm bezопасnosti*. 2015. No. 3, pp. 82–85. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ

Новый ГОСТ позволит повысить точность расчетов инсоляции помещений

Принят национальный стандарт ГОСТ Р «Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции», внедрение которого обеспечит возможность более полного использования ресурсов светового климата и может позволить увеличивать высоту проектируемых зданий. Документ прошел экспертизу подведомственного Минстрою России ФАУ «ФЦС» и ТК 465 «Строительство» и зарегистрирован в Росстандарте.

Национальный стандарт ГОСТ Р «Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции» разработан впервые. Он увязан с российской системой стандартизации в строительстве. Положения стандарта позволяют определять величину расчетной продолжительности инсоляции помещений и территорий на различных стадиях проектирования строительства и эксплуатации зданий на всей территории Российской Федерации. Техничко-экономическая эффективность от внедрения стандарта заключается в повышении точности расчетов инсоляции помещений и более полном использовании ресурсов светового климата. Уточнение географической широты места строительства и применение соответствующего ей инсоляционного графика или солнечной карты позволяет в ряде случаев повысить высоту проектируемого здания на один этаж.

Настоящий стандарт содержит два графических метода расчета продолжительности инсоляции помещений и территорий. Первый метод, основанный

на применении инсоляционных графиков, построенных на контрольные дни месяца (для центральной географической зоны – для дней равноденствия), представляет проекцию на горизонтальную плоскость солнечных лучей, проходящих через фиксированную точку на протяжении суток, а также линии пересечения их горизонтальными плоскостями, проведенными через определенный шаг по высоте. Данный метод является общепринятым и повсеместно используемым в проектной практике.

Второй – метод солнечных карт позволяет рассчитывать продолжительность инсоляции в контрольные дни в различные месяцы года.

Национальный стандарт состоит из семи разделов и четырех приложений, где приведены примеры определения теневых и световых углов и расчетной точки светового проема помещения при расчете продолжительности инсоляции помещения, инсоляционные графики и солнечные карты.

ГОСТ Р «Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции» разработан подведомственным Минстрою России ФАУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» при участии ООО «ЦЕРЕРА-ЭКСПЕРТ». Срок введения стандарта – 2018 г. Проверка стандарта – 2023 г.

По материалам
Министра Российской Федерации

Увеличение производительности проектирования с применением прогрессивной домостроительной системы

Время строительства одинаковых сборных домов типовых серий подходит к концу, появилась необходимость строительства индивидуальных многоквартирных жилых домов в сборном железобетоне в короткие сроки. Данную задачу помогает решить прогрессивная домостроительная система, которая объединяет проектировщиков, производителей железобетона, строителей и предоставляет необходимые данные каждому участнику строительства через единый центр управления. Система разработана специалистами ООО «Информационный бизнес-конструктор» (Москва). Совместно со строительной компанией ТОО «Шар-Құрылыс» (Астана, Республика Казахстан) был запущен домостроительный комбинат ТОО «GLB».

Перед запуском домостроительного комбината ТОО «GLB» специалистами ООО «ИБК» был произведен полный анализ возможностей оборудования завода, его ограничения на размеры, вес сборных изделий, производство арматурных изделий. На основании выявленных ограничений подготовлен список возможной номенклатуры изделий, разработаны универсальные типовые альбомы для завода (альбомы закладных деталей, петель, арматурных изделий и т. д.), универсальные монтажные узлы (для строительной площадки), которые применимы для разной этажности и для разных типов домов. Проведена интеграция системы 1С на заводе и произведено объединение всех участников строительного процесса в одну информационную сеть. Осуществлено внедрение ключевых сотрудников, которые имеют колоссальный опыт работы на аналогичных предприятиях, на производство для контроля, наставничества и обучения новых сотрудников работе с автоматизированной системой, чтением чертежей и т. д.

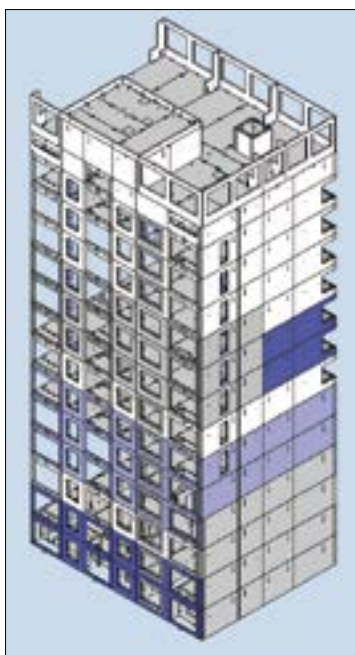
В качестве программного обеспечения для проектирования был выбран Allplan, так как он позволяет производить полный цикл проектирования, от архитектуры до поставки индивидуальных панелей на завод. Allplan позволяет создать каталоги конфигураций, которые отслеживают ограничения конкретного завода и не позволяют выйти за установленные рамки при проектировании. В Allplan созданы библиотеки типовых закладных деталей и типовых решений, которые повторяются в проекте. Это необходимо для ускорения проектирования новых объектов.

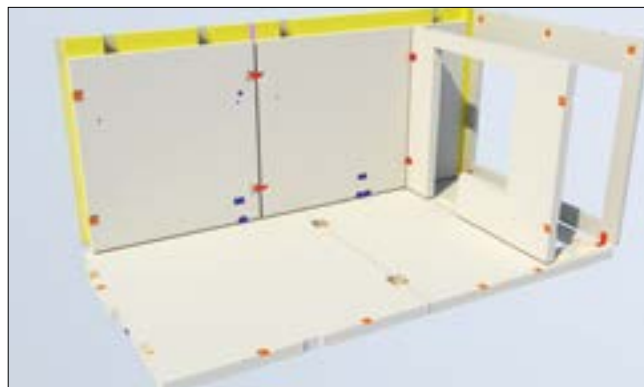
На все виды проектных работ разработаны инструкции, а также пошаговые карты действий, для исключения появления ошибок при проектировании изделия. Обеспечить требуемую производительность невозможно без высококлассных специалистов. Все проектировщики имеют опыт работы в области сборного железобетона и в среде Allplan

ВМ более пяти лет, что позволяет не отвлекаться на элементарные вопросы по работе в ПО, а сосредоточиться на действительно важных вопросах проектирования. Специалисты постоянно развиваются и стремятся всегда находиться на пике передовых технологий производства работ и строительных материалов, применяют мировой опыт.

Автоматизация работы в Allplan и внедрение сдельной системы оплаты труда повышают производительность рядового проектировщика, позволяя ему разрабатывать в зависимости от сложности от 5 до 20 новых изделий за рабочий день. Благодаря автоматизированным процессам после проектирования изделия Allplan Precast конструктор выдает производственные САД-данные для завода с присвоением уникального имени изделия, в котором содержится информация об объекте, этаже, секции монтажа изделия, а также автоматически выведенный комплект чертежей, оформленный по ГОСТу согласно этапам сбора панели на производстве.

Allplan позволяет выдавать данные на производство в машиночитаемом виде для изготовления железобетонных изделий высокого качества и точности. В данные заносится информация по сеткам для сеткосварочных машин; по опалубке для ее высокоточной установки на паллете; информация по закладным деталям и по всем остальным материалам для производства изделий. Все данные сразу после подготовки, поступают в отдел ПТО на заводе с помощью системы 1С. Система охватывает не только основные процессы, такие как планирование, производство, строительство, продажа, но и вспомогательные – снабжение, ремонт и обслуживание оборудования, документооборот, финансы. Система реализуется на платформе 1С ERP через создание автоматизированных рабочих мест, которые содержат набор всей необходимой информации и инструментов в соответствии с ро-





люю каждого участника. Это дает понимание, что и когда нужно сделать для функционирования непрерывного процесса.

Важной частью функционирования системы является интеграция с управляющими компьютерами производства в части автоматического создания отчетов о производстве и ведения статистики ошибок и уведомления ответственных лиц при их возникновении. Механизмы интеграции АСУ ТП с КИС также используются для анализа причин и статистики возникновения сбоев и выработки мер для минимизации их числа.

Также программистами ООО «ИБК» в 1С создана система электронного согласования проектной и рабочей документации со всеми участниками строительного производства (Проектировщик, Заказчик, ДСК, Строители). Проектировщик по готовности передает электронную версию альбомов на согласование всем участникам процесса. После согласования альбомов на каждом чертеже проставляется QR-код, который приравняется к штампу «В производство работ», и утвержденная документация попадает на строительную площадку или на завод. В QR-код заносится информация о дате согласования, название документа и информация о лицах, принявших участие в согласовании. Система 1С позволяет поддерживать в актуальном состоянии типовые альбомы с учетом их версии и уведомлением заинтересованных специалистов при их изменении, поэтому на заводе и на строительной площадке мы имеем всегда актуальную документацию.

Первым построенным объектом завода должен был стать дом из микрорайона «Военный городок». Как только проектирование дома было завершено, Заказчику потребовалось в максимально короткий срок разработать новый проект для вхождения в государственную программу строительства жилья. Площадкой для строительства был выбран жилой комплекс «Алтын Шар».

Благодаря отработанным решениям первого дома и разработкам Allplan появилась возможность войти в госпрограмму и разработать новый индивидуальный проект многоквартирного жилого комплекса со встроенными помещениями, паркингом и офисными зданиями за два месяца.

За полгода проектирования спроектировано три дома с индивидуальными проектными решениями общей продаваемой площадью квартир и офисов более 65 тыс. м² группой из 15 проектировщиков.



На каждый дом был разработан полный комплект документации для экспертизы, комплект рабочей документации, а также передан полный комплект КЖИ с данными для производства изделий и внесения информации в 1С.

Разработанные секции можно применять в будущих домах с изменением отделки фасадов и других элементов, что также должно увеличить скорость проектирования новых домов.

В современном мире сборного железобетона для достижения успеха необходимо создать систему, в которой все участники строительства, такие как проектировщики, производители железобетонной продукции, логисты, строители, будут работать в структурированной информационной среде, которая позволит максимально быстро обмениваться информацией и принимать решения.

Проектирование индустриально возводимых зданий должно выполняться в современных BIM-системах, специализирующихся не только на разработке классических разделов, но и на разработке КЖИ, которые позволяют избавиться от ошибок традиционного проектирования и контролировать процесс проектирования на разных этапах. Производство не должно ограничиваться одной серией. Необходимо делать упор на гибкие технологические линии, которые позволяют параллельно производить различные индивидуальные проекты без уменьшения производительности. Логистика должна знать точное положение любого изделия в каждый момент времени. Строители должны своевременно прогнозировать сроки строительства и свои затраты. Разработанная ведущими специалистами ООО «ИБК» прогрессивная домостроительная система позволяет осуществлять управление всеми информационными потоками компании, от передачи проектной документации, разработанной в Allplan, для строителей и роботов производственных линий до получения результатов о монтаже выпущенной продукции на строительных участках, тем самым реализуя на практике ключевые принципы ERP-решений.

Информационная система должна связывать участников строительного процесса таким образом, чтобы обеспечивать необходимыми ресурсами каждого, из его участников. Все это позволяет уменьшить стоимость строительства на 15% по сравнению с классическим строительством. Таким образом, сборные здания «Шар-Құрылыс» становятся не только быстровозводимыми, качественными и недорогими, но и индивидуальными за счет применения Allplan и ERP.

ИБК Информационный
Бизнес
Конструктор

Москва, Нижний Сулальский пер., д. 4, стр. 5
+7 (495) 118-20-40
info@i-bk.ru i-bk.ru

УДК 624.154.5

Н.С. СОКОЛОВ^{1,2}, канд. техн. наук, директор (forstnpf@mail.ru),
А.Н. СОКОЛОВ^{1,2}, зам. директора, инженер, С.Н. СОКОЛОВ^{1,2}, зам. директора, инженер;
В.Е. ГЛУШКОВ³, канд. техн. наук, А.В. ГЛУШКОВ³, канд. техн. наук

¹ ООО НПФ «ФОРСТ» (428000, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Калинина, 109а)

² Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова
(428015, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский пр., 15)

³ Поволжский государственный технологический университет
(424000, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3)

Расчет буроинъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности

В практике геотехнического строительства внедряется технология буроинъекционных свай, выполненных по электро-разрядной технологии. Существующая методика с использованием формул из нормативных документов не позволяет в полной мере оценить напряженно-деформированное состояние в активной зоне при последовательном включении в работу уширений с ростом нагрузки на фундамент. В статье приведены результаты расчетов напряженно-деформированного состояния основания буроинъекционной сваи ЭРТ, выполненной с множественными уширениями по стволу. Расчеты выполнены в пространственной постановке с учетом стадийности приложения нагрузки и образования уплотненной зоны вокруг буроинъекционной сваи. Особое внимание уделялось различному напряженно-деформированному состоянию основания, сложенного связным и несвязным грунтом. Последовательно проведена оценка факторов, влияющих на несущую способность и осадку буроинъекционной сваи. В качестве исследуемых факторов рассматриваются количество и шаг уширений, длина буроинъекционной сваи, прочностные и деформационные характеристики окружающего грунта.

Ключевые слова: уширение, несущая способность, буроинъекционная свая ЭРТ, разрядно-импульсная технология.

Для цитирования: Соколов Н.С., Соколов А.Н., Соколов С.Н., Глушков В.Е., Глушков А.В. Расчет буроинъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности // *Жилищное строительство*. 2017. № 11. С. 20–25.

N.S. SOKOLOV^{1,2}, Candidate of Sciences (Engineering), Director (forstnpf@mail.ru),
A.N. SOKOLOV^{1,2}, Deputy Director, Engineer, S.N. SOKOLOV^{1,2}, Deputy Director, Engineer,
V.E. GLUSHKOV³, Candidate of Sciences (Engineering), A.V. GLUSHKOV³, Candidate of Sciences (Engineering)
¹ ООО НПФ «FORST» (109a, Kalinina Street, Cheboksary, 428000, Chuvash Republic, Russian Federation)
² I.N. Ulianov Chuvash State University (15, Moskovsky Avenue, Cheboksary, 428015, Chuvash Republic, Russian Federation)
³ Volga State University of Technology (3, Lenina Sq., Yoshkar-Ola, 424000, The Republic of Mari El, Russian Federation)

Calculation of Bored-Injection Piles of Improved Bearing Capacity

The technology of bored-injection piles made according to the electric-discharge technology is introduced in the practice of geo-technical construction. The existing methodology with the use of SNiP formulas doesn't allow to fully evaluate the stress-strain state in the active zone in the course of sequential inclusions of widenings in operation with the growth of loading on the foundation. The article presents results of calculations of the stress-strain state of the base of the bored-injection pile ERT made with multiple widenings along the pile shaft. Calculations were made in spatial statement with due regard for stages of load application and formation of the compacted zone around the bored-injection pile. Special attention was paid to the difference in the stress-strain state of the base composed of cohesive and non-cohesive soils. The assessment of factors influencing on the bearing capacity and settlement of the bored-injection pile was sequentially made. The number and pitch of widenings, the length of bored-injection pile, strength and deformation characteristics of the surrounding soil were considered as the factor investigated.

Keywords: pile widening, bearing capacity, electric discharge technology, jet-grouting.

For citation: Sokolov N.S., Sokolov A.N., Sokolov S.N., Glushkov V.E., Glushkov A.V. Calculation of bored-injection piles of improved bearing capacity. *Zhilyshchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 11, pp. 20–25. (In Russian).

Научно-технический прогресс в сфере геотехнического строительства ставит все более сложные задачи перед проектировщиками и строителями [1–4]. Прогресс в данной сфере производства достигается путем широкого внедрения в практику строительства эффективных технологий и конструкций буроинъекционных свай ЭРТ и совершенствования методов их расчета [5]. Разработана и апробирована на многих объектах в различных регионах России совре-

менная инвестиционная технология изготовления набивных свай по электроразрядной технологии, которая обеспечивает по длине сваи создание множественных уширений и соответственно приводит к увеличению несущей способности в 2–2,5 раза [6–8].

Применение буроинъекционных свай ЭРТ исключает разуплотнение и расструктурирование грунта в основании за счет электрогидравлической обработки в среде мел-

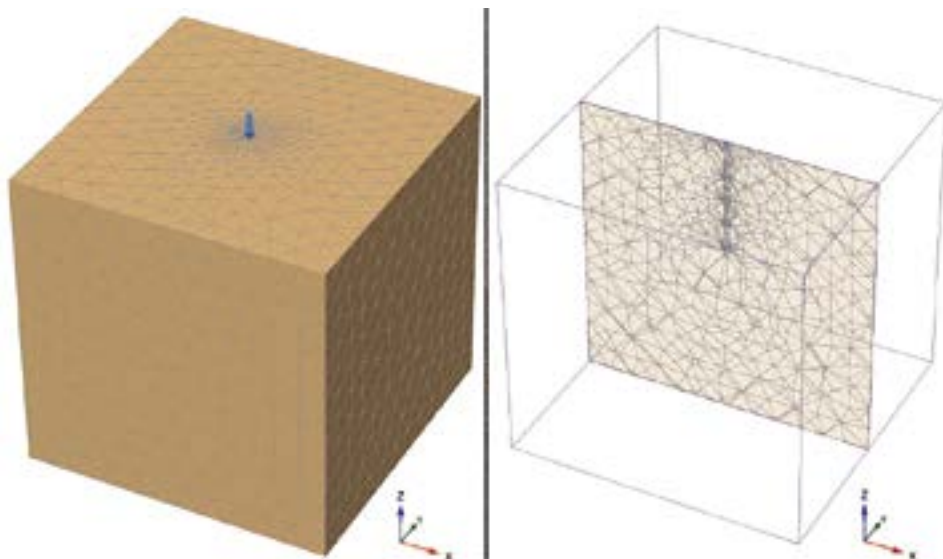


Рис. 1. Расчетная область МКЭ размерами $b \times a \times h = 24 \times 24 \times 24 \text{ м}^3$ сваи ЭРТ длиной $L = 9 \text{ м}$, $d = 350 \text{ мм}$ с уширениями. Разбивка на тетраэдрические конечные элементы



Рис. 2. Объемная модель сваи ЭРТ с уширениями (1), окружающего уплотненного грунта (2) и разбивка на конечные элементы (3) перед импортом в ПК Plaxis

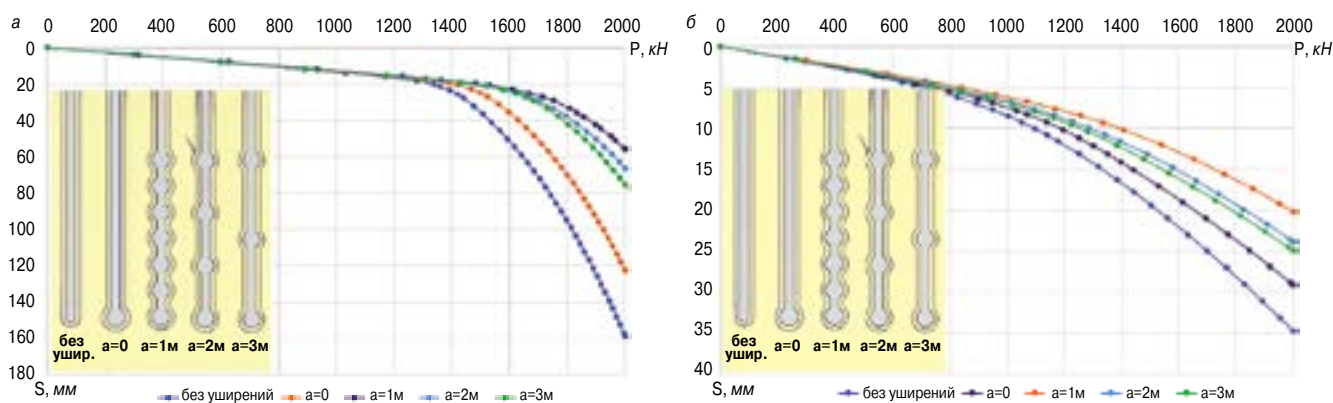


Рис. 3. Зависимость осадки буронабъекционной сваи ЭРТ от шага уширений a по стволу свай: а – связный грунт; б – несвязный грунт

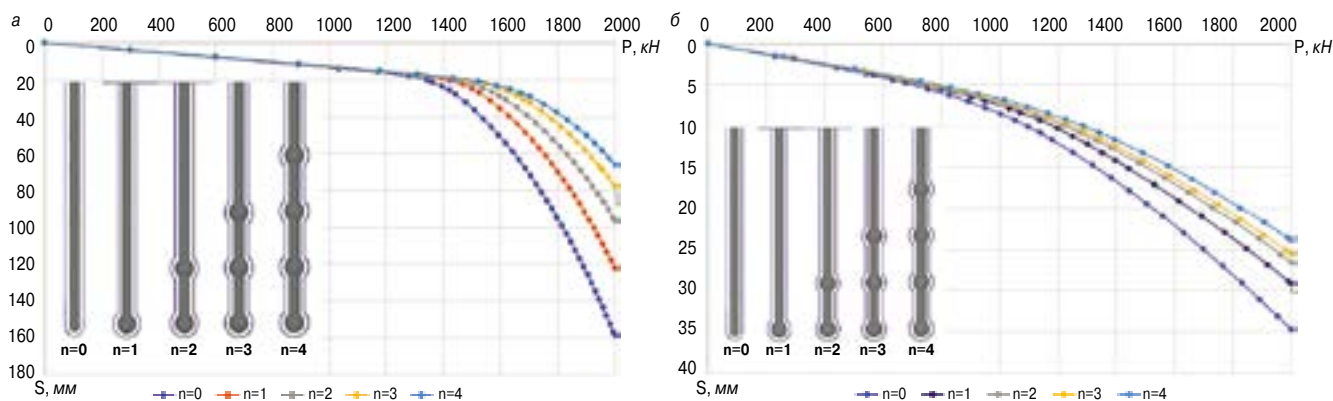


Рис. 4. Зависимость $S=f(P)$ сваи ЭРТ при различном количестве уширений n ($L=9 \text{ м}$): а – связный грунт; б – несвязный грунт

козернистого бетона [9] и приводит к образованию зоны уплотнения по боковой поверхности и в плоскости острия сваи [10].

Существующая методика с использованием формул из нормативных документов не позволяет в полной мере оценить напряженно-деформированное состояние в активной

зоне при последовательном включении в работу уширений с ростом нагрузки на фундамент.

С целью увеличения несущей способности буронабъекционных свай ЭРТ выполняются многоместные контролируемые уширения по острию и вдоль ствола сваи. В расчете при диаметре буронабъекционной сваи ЭРТ $d = 350 \text{ мм}$

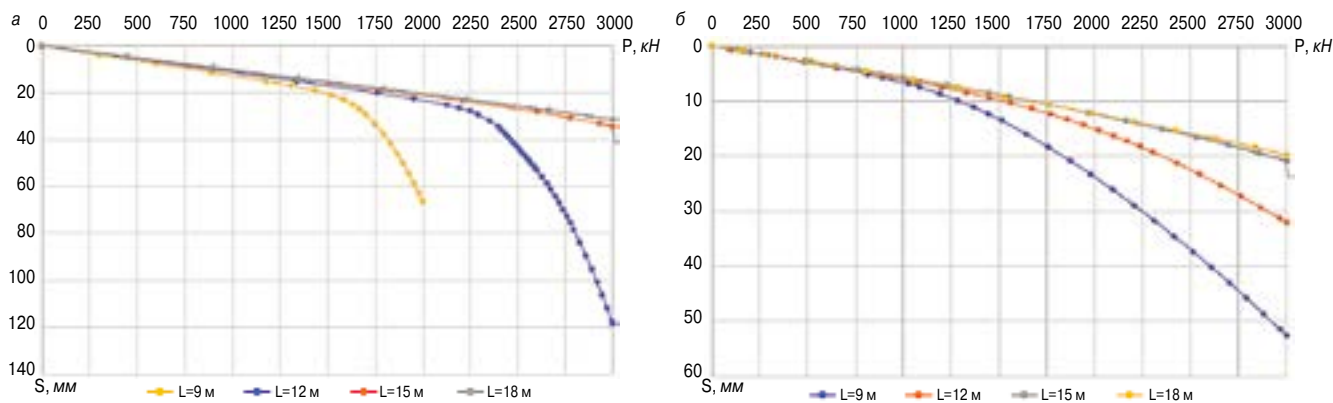


Рис. 5. Зависимость осадки сваи ЭРТ от длины L (шаг уширений $a=2$ м): а – связный грунт; б – несвязный грунт

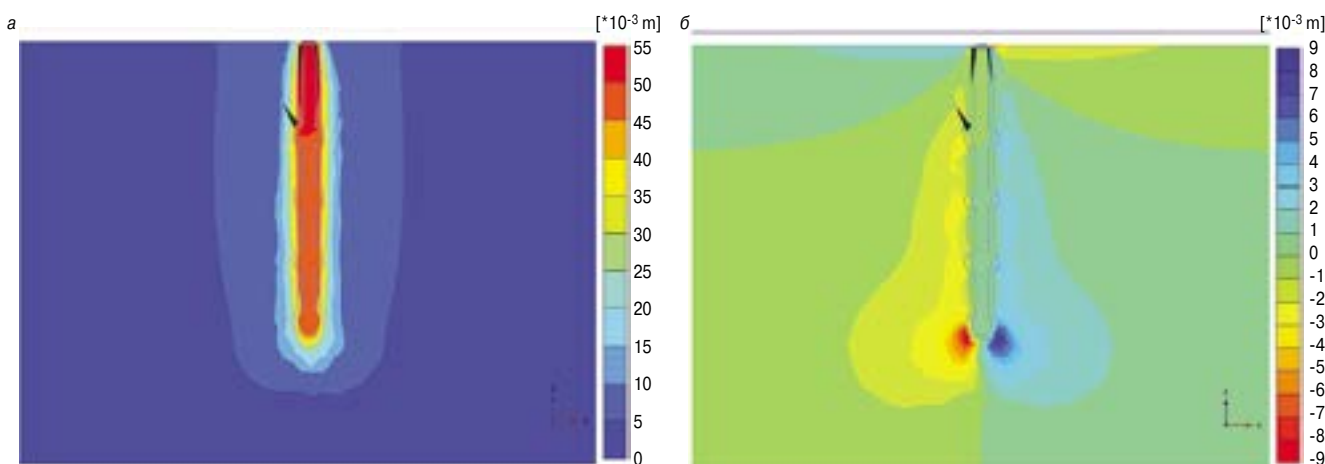


Рис. 6. Изолинии вертикальных (а) и горизонтальных (б) перемещений в основании сваи при $P=3000$ кН (несвязный грунт)

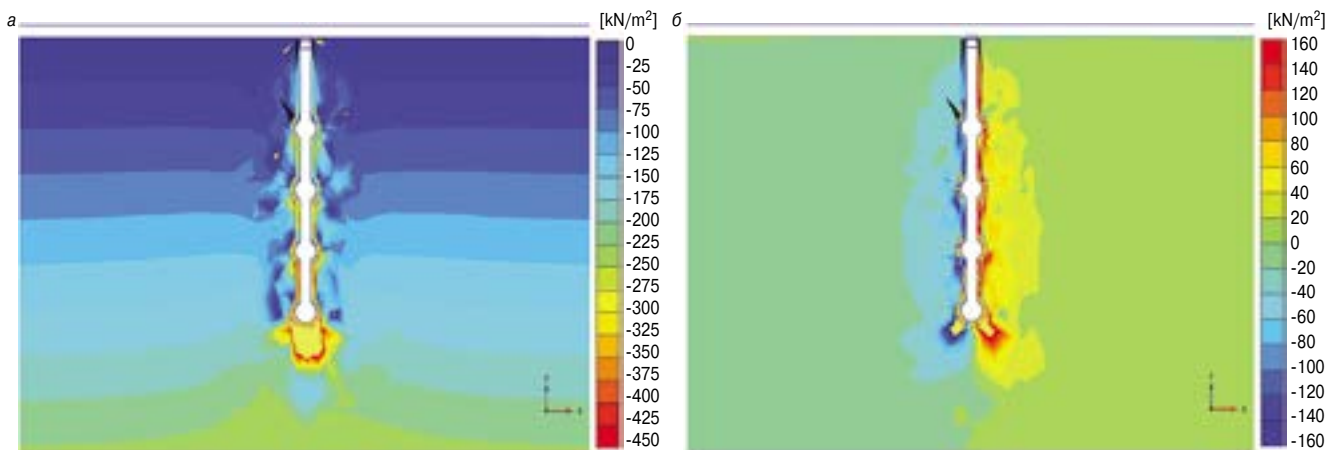


Рис. 7. Изолинии вертикальных σ_z (а) и касательных σ_{xz} (б) напряжений в основании сваи при $P=3000$ кН (несвязный грунт)

в связном грунте диаметр сферы уширения принят $1,3d$, в несвязном грунте, соответственно, $2d$.

Для оценки влияния количества многоместных уширений (n), расстояния между уширениями (a), длины буринъекционных свай ЭРТ (L) на изменение напряженно-деформированного состояния в связном и несвязном грунте проведены численные исследования с учетом образования зон пластических деформаций в основании [11].

Для проведения анализа влияния факторов была решена пространственная упругопластическая задача метода

конечных элементов с одновременным учетом прочностных и деформационных свойств основания при использовании геотехнического комплекса Plaxis [10].

В качестве физической модели основания при решении задачи было принято условие предельного равновесия Мора–Кулона. Расчет выполняется с использованием шаговой процедуры приложения нагрузки. Учет собственного веса грунта проводился в виде начальных напряжений $\sigma_z = \gamma h$; $\sigma_x = \sigma_y = \zeta \gamma h$; $\tau = 0$, деформированное состояние основания определялось только от внешней нагрузки на

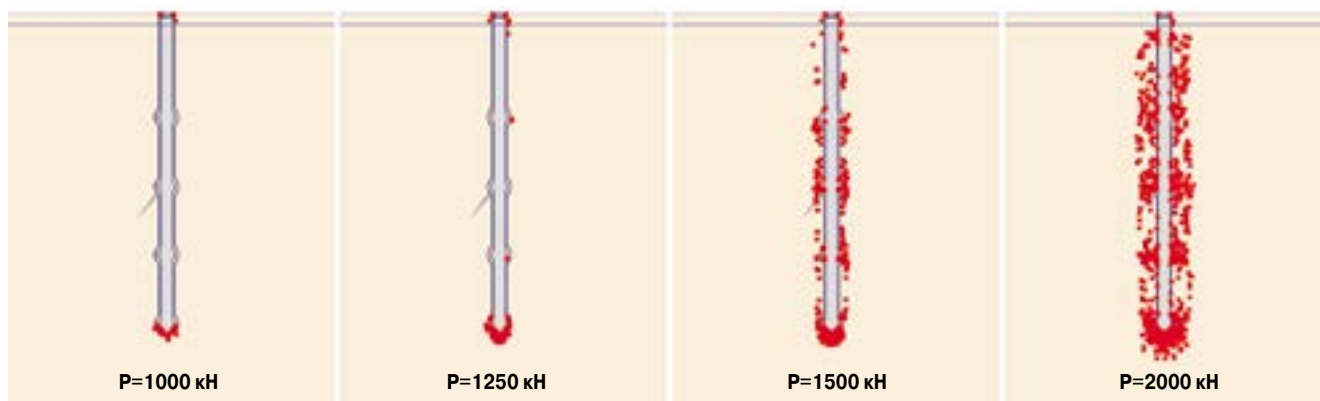


Рис. 8. Зарождение и развитие зон пластических деформаций в основании сваи ЭРТ $L=9$ м с уширениями ($a=2$ м, $n=4$) (связный грунт)

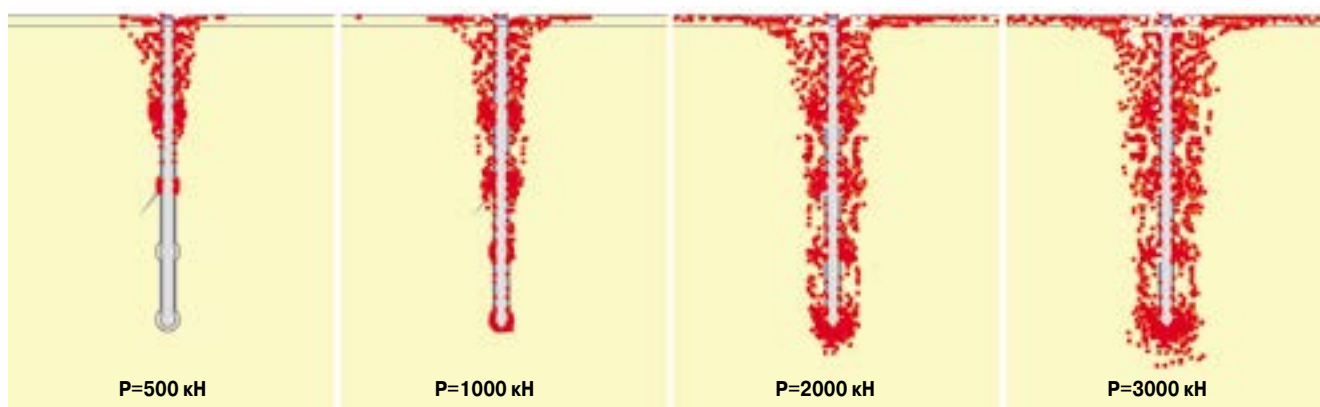


Рис. 9. Зарождение и развитие пластических зон в основании сваи ЭРТ $L=9$ м с уширениями ($a=2$ м, $n=4$) (несвязный грунт)

свайный фундамент. Размеры расчетной области составляют для сваи длиной $L = 9$ м, $d = 350$ мм с уширениями $b \times a \times h = 24 \times 24 \times 24$ м³ (рис. 1).

Расчеты фундаментов произведены для двух характерных типов основания: связный грунт и несвязный грунт с учетом образования уплотненной зоны вокруг сваи [12, 13]. В качестве связного грунта использовалась глина тугопластичная ($\gamma = 18$ кН/м³; $E = 13,8$ МПа; $c = 43$ кПа; $\varphi = 16^\circ$); в качестве несвязного грунта принят песок средней крупности, средней плотности ($\gamma = 16,5$ кН/м³; $E = 30$ МПа; $c = 1$ кПа; $\varphi = 35^\circ$).

Для буроинъекционной сваи ЭРТ непосредственно к свае примыкает зона цементации и зона уплотнения, образующаяся в результате электрогидравлического воздействия на материал сваи [14]. В расчетной схеме диаметр зоны уплотнения составляет $1,8-2,2d$ (для связных грунтов) и $2,8-3,1d$ (для несвязных грунтов), который уточняется экспериментально по уходу бетонной смеси в скважине (рис. 2). Результаты расчетов представлены на рис. 3–5.

Линии равных вертикальных перемещений (рис. 6, а) вытянуты вдоль вертикальной оси, с ростом нагрузки они концентрируются у сваи, зона развития вертикальных перемещений развивается в стороны и ниже острия сваи на расстояние $2,5-3d$.

Изолинии горизонтальных перемещений (рис. 6, б) имеют замкнутый характер и направлены от оси сваи. Максимальные значения горизонтальных перемещений при $P = 3000$ кН зафиксированы в плоскости острия сваи и достигают значений $U_x = 9$ мм.

Изолинии вертикальных напряжений σ_z в активной зоне буроинъекционной сваи с уширениями с учетом природного напряженного состояния показаны на рис. 7, а. Отмечается концентрация напряжений под пятой сваи в плоскости острия и под уширениями. Распределение касательных напряжений τ_{xz} имеет сложный характер (рис. 7, б), максимальные значения напряжений зафиксированы в местах расположения уширений вдоль ствола набивной сваи.

Анализ теоретических разработок и экспериментальных данных показывает, что учет особенностей поведения грунта под нагрузкой может быть достигнут при описании его деформирования с позиций пластического течения, предусматривающих одновременное существование в грунте зон допредельного и предельного равновесия [15].

Рассмотрим характер зарождения и развития зон пластических деформаций в связном грунте с ростом нагрузки на свайный фундамент (рис. 8). Образование пластических зон происходит при нагрузке $P = 1000$ кН в плоскости острия сваи. С увеличением нагрузки на сваю последовательно включаются в работу уширения, расположенные вдоль ствола; при $P = 1500$ кН зоны предельного состояния зафиксированы в местах расположения уширений.

Характер зарождения зон пластических деформаций в несвязном грунте несколько отличается от связного (рис. 9). Зарождение областей пластических деформаций происходит в верхней части основания сваи ЭРТ. С дальнейшим ростом нагрузки происходит расширение пластических зон в стороны и вниз.

Для внедрения в инженерную практику результатов решений нелинейной механики грунтов при анализе влияния факторов (P ; a ; n ; L ; φ ; c ; E) может быть использована функция множественной регрессии:

$$y = A \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot \dots \cdot x_k^{b_k}. \quad (1)$$

В качестве функции, описывающей конечную осадку сваи ЭРТ, выбрана степенная многофакторная зависимость, а по коэффициенту эластичности степенной функции исходя из ее типа просто определяется влияние каждого фактора на результат в процентах. Общее уравнение зависимости осадки буроинъекционной сваи ЭРТ будет иметь вид:

$$S = A \cdot P^{b_1} \cdot a^{b_2} \cdot n^{b_3} \cdot L^{b_4} \cdot \varphi^{b_5} \cdot c^{b_6} \cdot E^{b_7}, \quad (2)$$

Список литературы

- Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2012. № 2. С. 17–20.
- Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконострукция, 2010. 551 с.
- Разводовский Д.Е., Чепурнова А.А. Оценка влияния усиления фундаментов зданий по технологии струйной цементации на их осадку // *Промышленное и гражданское строительство*. 2016. № 10. С. 64–72.
- Yasuo Onishi. Fukushima and Chernobyl nuclear accidents' environmental assessments and U.S. Hanford site's waste management // *Procedia IUTAM*. 2014. Vol. 14, pp. 372–381. <https://doi.org/10.1016/j.piutam.2014.01.032>.
- Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с.
- Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай ЭРТ // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2015. № 1. С. 10–13.
- Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об эффективности устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями с использованием электроразрядной технологии // *Геотехника*. 2016. № 2. С. 28–34.
- Ni J.C., Cheng W.C. Quality control of double fluid jet grouting below groundwater table: case history // *Soils and foundations*. 2014. No. 6, pp. 1039–1053.
- Горбушин А.В., Рябинов В.М. Возможность использования электроразрядной технологии при строительстве в неслабых грунтах // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2008. № 6. С. 10–13.
- Патент на полезную модель № 161650. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте / Соколов Н.С., Джантимиров Х.А., Кузьмин М.В., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Федеральная служба по интеллектуальной собственности. Заявл. 01.07.2015. Опубл. 27.04.2016. Бюл. № 12.
- Ian Jefferson, Chris Rogers, Dimcho Evststiev, Doncho Karastanev. Improvement of collapsible loess in Eastern Europe // *Ground Improvement Case Histories*. 2015, pp. 215–261. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100698-6.00007-6>.

где P – нагрузка на сваю ЭРТ, кН; a – шаг уширений по стволу сваи ЭРТ, м; n – количество уширений по стволу сваи ЭРТ начиная с пяты; L – длина сваи ЭРТ, м; φ – угол внутреннего трения грунта, град; c – удельное сцепление частиц грунта, кПа; E – модуль деформации грунта, МПа; A и b_i – регрессионные параметры.

Возможности использования упругопластического решения для определения несущей способности буронабивных свай ЭРТ с уширениями проверялись сопоставлением с результатами полевых испытаний свай. Проведенное сопоставление указывает на хорошее их соответствие.

Полученные результаты указывают на целесообразность использования решений нелинейной механики грунтов при проектировании фундаментов из буроинъекционных свай с уширениями.

References

- Il'ichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S.. Development of underground space in large Russian cities. *Osnovaniya, Fundamenty i Mekhanika Gruntov*. 2012. No. 2, pp. 17–20. (In Russian).
- Ulitsky V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Geotekhnicheskoe soprovodzhenie razvitiya gorodov [Geotechnical support of urban development]. Saint Petersburg: Georeconstructsiya. 2010, p. 551.
- Razvodovskij D.E., Chepurnova A.A. Assessing the impact of underpinning of building foundations using the jet-grouting technology on its settlements. *Promyshlennoe i Grazhdanskoe Stroitelstvo*. 2016. No. 10, pp. 64–72. (In Russian).
- Yasuo Onishi. Fukushima and Chernobyl nuclear accidents' environmental assessments and U.S. Hanford site's waste management. *Procedia IUTAM*. 2014. Vol. 14, pp. 372–381. <https://doi.org/10.1016/j.piutam.2014.01.032>.
- Ter-Martirosyan Z.G. Mekhanika gruntov [Mechanik of soil]. Moscow: ASV. 2009. 550 p. (In Russian).
- Sokolov N.S. Ryabinov V.M. About one method of continuous flight augering EDT-piles carrying capacity calculation. *Osnovaniya, Fundamenty i Mekhanika Gruntov*. 2015. No. 1, pp. 10–13. (In Russian).
- Sokolov N.S., Ryabinov V.M. About effectiveness of the appliance of continuous flight augering piles with multiple caps using electric-discharge technology. *Geotekhnika*. 2016. No. 2, pp. 28–34. (In Russian).
- Ni J.C., Cheng W.C. Quality control of double fluid jet grouting below groundwater table: case history. *Soils and foundations*. 2014. No. 6, pp. 1039–1053.
- Gorbushin A.V., Ryabinov V.M. Possibility of use of electro-discharge technology at the construction in rather strong soil. *Osnovaniya, Fundamenty i Mekhanika Gruntov*. 2008. No. 6, pp. 10–13. (In Russian).
- Patent RF № 161650. *Ustrojstvo dlya kamufletnogo ushireniya nabivnoj konstrukcii v grunte* [The device for camouflage broadening of the stuffed design in soil]. Sokolov N.S., Djantimirov H.A., Kuzmin M.V., Sokolov S.N., Sokolov A.N. Declared 1.07.2015. Published 27.04.2016. Bulletin No. 12. (In Russian).
- Ian Jefferson, Chris Rogers, Dimcho Evststiev, Doncho Karastanev. Improvement of collapsible loess in Eastern Europe. *Ground Improvement Case Histories*. 2015, pp. 215–261. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100698-6.00007-6>.

12. Yao Yuan, Shui-Long Shen, Zhi-Feng Wang, Huai-Na Wu. Automatic pressure-control equipment for horizontal jet-grouting // *Automation in Construction*. 2016. Vol. 69, pp. 11–20.
 13. Peter G. Nicholson. Admixture soil improvement // *Soil Improvement and Ground Modification Methods*. 2015, pp. 231–288. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408076-8.00011-X>.
 14. Peter G. Nicholson. Objectives and approaches to hydraulic // *Soil Improvement and Ground Modification Methods*. 2015, pp. 151–187. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408076-8.00007-8>.
 15. Ghassem Jalilian Khave. Delineating subterranean water conduits using hydraulic testing and machine performance parameters in TBM tunnel post-grouting // *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2014. Vol. 70, pp. 308–317. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2014.04.013>.
12. Yao Yuan, Shui-Long Shen, Zhi-Feng Wang, Huai-Na Wu. Automatic pressure-control equipment for horizontal jet-grouting. *Automation in Construction*. 2016. Vol. 69, pp. 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.05.025>.
 13. Peter G. Nicholson. Admixture soil improvement. *Soil Improvement and Ground Modification Methods*. 2015, pp. 231–288. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408076-8.00011-X>.
 14. Peter G. Nicholson. Objectives and approaches to hydraulic. *Soil Improvement and Ground Modification Methods*. 2015, pp. 151–187. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408076-8.00007-8>.
 15. Ghassem Jalilian Khave. Delineating subterranean water conduits using hydraulic testing and machine performance parameters in TBM tunnel post-grouting. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2014. Vol. 70, pp. 308–317. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2014.04.013>.

ИНФОРМАЦИЯ

В России впервые пройдет заседание международного технического комитета ISO/TC 71



Подготовке к проведению в России XXIV сессии ТК 71 «Бетон, железобетон, преднапряженный железобетон» международной организации по стандартизации ISO было посвящено совещание, состоявшееся в Минстрое РФ под председательством замглавы Минстроя России, председателя ТК 465 Х.Д. Мавлярова.

ТК 71 «Бетон, железобетон, преднапряженный железобетон» международной организации по стандартизации ISO существует с 1949 г., секретариат комитета работает на базе института ANSI (American National Standard Institute), американского института по бетону. Комитетом разработано и опубликовано 45 стандартов. В работе комитета принимают участие 38 стран, как постоянные участники и 58 стран в качестве наблюдателей. Активное участие в работе ТК 71 в России принимают ученые и специалисты НИИЖБ АО «НИЦ Строительство», возглавляет рабочую группу Л.И. Ёлшина, канд. техн. наук, ученый секретарь ЦДУ РАН.

Ожидается, что в работе XXIV сессии ТК 71 «Бетон, железобетон, преднапряженный железобетон» примут участие порядка 150 иностранных экспертов из более чем 20 стран мира.

В рамках прошедшего совещания в Минстрое РФ обсуждались вопросы оптимизации состава оргкомитета, программы открытой части сессии, в которой могут принять участие российские ученые и специалисты, культурных мероприятий, призванных продемонстрировать зарубежным коллегам достижения в области бетона и железобетона, претворенных в жизнь. Руководство работой по подготовке заседания ТК 71 «Бетон, железобетон и преднапряженный железобетон» возложено на ФАУ «ФЦС», ТК 465 и специалистов НИИЖБ им. А.А. Гвоздева НИЦ «Строительство».

В ближайшее время будут утверждены темы и вопросы мероприятия. По мнению экспертов, необходимо обширное обсуждение вопросов долговечности железобетона, усиления и ремонта конструкций, в том числе композитными материалами, вопросы технологий новых, сверхпрочных тяжелых бетонов и сверхлегких бетонов, новых добавок и модификаторов, применяемых на уникальных объектах. Следующее заседание оргкомитета запланировано на январь 2018 г.

Собственная информация

УДК 624.156

З.Г. ТЕР-МАРТИРОСЯН, д-р техн. наук (gis-mgsu@mail.ru), А.З. ТЕР-МАРТИРОСЯН, д-р техн. наук,
А.В. МАНУКЯН, д-р техн. наук, Г.О. АНЖЕЛО, инженер

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

Взаимодействие сваи-дрены с окружающим уплотненным глинистым грунтом и ростверком с учетом фактора времени

Рассмотрена задача о взаимодействии сваи-дрены, выполненной из крупнодисперсных грунтов с окружающим пыле-вато-глинистым грунтом. Предполагается, что после предварительного глубинного уплотнения образуется составной цилиндр из сваи и окружающего грунта. В работе приведено аналитическое решение задачи. Показано, что осадка и несущая способность составного цилиндра определяются физико-механическими свойствами его элементов, а также геометрическими параметрами элементарной ячейки. В решении учитываются упругопластические свойства сваи-дрены, кроме того, учтены реологические свойства окружающего глинистого грунта. В решении показано, что во времени происходит перераспределение усилий в элементах ячейки. Под воздействием распределенной нагрузки на ростверк в составном грунтовой цилиндре из песчано-гравелистой сваи-дрены и окружающего уплотненного глинистого грунта возникает сложное и неоднородное НДС. При этом происходит распределение и перераспределение напряжений на ростверк между свайей-дреной и окружающим глинистым грунтом в пространстве и во времени. При линейной зависимости деформационных свойств сваи и окружающего грунта распределение напряжений от ростверка происходит пропорционально их жесткости и в соответствии с условием равновесия. В этом случае определяется приведенный модуль деформации ячейки в целом.

Ключевые слова: слабые глинистые грунты, свая-дрена, фундамент, напряженно-деформированное состояние, реология, ростверк.

Для цитирования: Тер-Мартirosян З.Г., Тер-Мартirosян А.З., Манукян А.В., Анжело Г.О. Взаимодействие сваи-дрены с окружающим уплотненным глинистым грунтом и ростверком с учетом фактора времени // *Жилищное строительство*. 2017. № 11. С. 26–29.

Z.G. TER-MARTIROSIAN, Doctor of Sciences (Engineering) (gis-mgsu@mail.ru), A.Z. TER-MARTIROSIAN, Doctor of Sciences (Engineering),
A.V. MANUKIAN, Doctor of Sciences (Engineering), G.J. ANZELO, Engineer
National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

Interaction of a Pile-Drain with Surrounding Compacted Clay Soil and Pilework with Due Regard for Time Factor

The problem of interaction of a pile-drain made of coarse-grained soils with the surrounding silt-loam soil is considered. It is supposed that after the preliminary deep compaction a composite cylinder of the pile and surrounding soil is formed. This article presents an analytical solution of the task. It is shown that the settling and bearing capacity of the composite cylinder are determined by the physical-mechanical parameters of its elements as well as geometric parameters of an elementary cell. The solution takes into consideration elastic-plastic properties of the pile-drain, besides the rheological properties of the surrounding clay soil are also taken into account. The solution shows that the redistribution of forces in elements of the cell takes place in time. Under the effect of the redistributed load on the grillage in the composite soil cylinder of the sand-gravelly pile-drain and compacted clay soil the complex and heterogeneous stress-strain state occurs. At this, the distribution and redistribution of stresses on the pilework between the pile-drain and the surrounding soil takes place in space and time. At linear dependence of deformation properties of the pile and the surrounding soil, the distribution of stresses from the pilework occurs proportionally to their rigidity and in accordance with the equilibrium condition. In this case, the reduced modulus of deformation of the cell is determined as a whole.

Keywords: soft clay soils, pile-drain, foundation, stress-strain state, rheology, grillage.

For citation: Ter-Martirosian Z.G., Ter-Martirosian A.Z., Manukian A.V., Anzelo G.J. Interaction of a pile-drain with surrounding compacted clay soil and pilework with due regard for time factor. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 11, pp. 26–29. (In Russian).

При строительстве на слабых глинистых грунтах ограниченной толщины часто используют буронабивные песчано-гравийные сваи, которые в период предварительного глубинного (радиального) уплотнения служат как дренажи, а в последующем – совместно с уплотненным окружающим глинистым грунтом несущим элементом внутри отдельной ячейки в составе плитно-свайного фундамента.

Диаметр ячейки песчано-гравийной сваи и расстояние между ячейками подбираются в соответствии с нагрузкой на плиту (ростверк) и физико-механическими свойствами грунтов ячейки после их предварительного уплотнения [1]. Экспериментальные исследования уплотненных грунтов и песчано-гравийной сваи-дрены показывают, что свая-дрена уплотняется и упрочняется за счет кольмата-

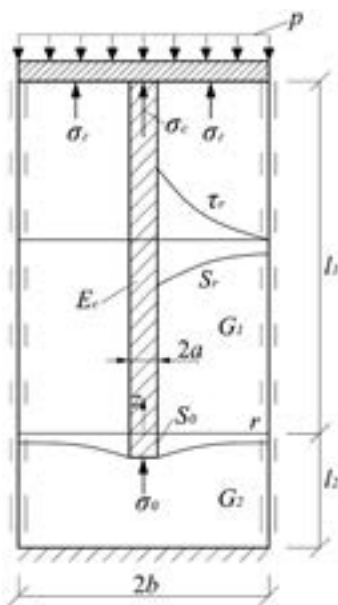


Рис. 1. Расчетная схема сваи с окружающим глинистым грунтом (одна ячейка)

но-деформированное состояние (НДС), которое зависит от физико-механических свойств сваи-дрены и окружающего грунта с учетом их уплотнения и упрочнения, а также соотношения диаметров сваи-дрены и окружающего грунта ($\omega = a^2/b^2$). Возникает необходимость дать количественную оценку НДС ячейки, в том числе распределение общей нагрузки между сваей-дреной и окружающим грунтом, а также общей осадки ячейки во времени [2].

Распределение общей нагрузки на ростверк между сваей-дреной и окружающим уплотненным грунтом происходит при условии равенства осадки ростверка сваи и окружающего грунта [3], т. е. $S_p = S_c = S_s$, при этом выполняется условие равновесия между постоянной нагрузкой на ростверк p и суммой переменных $\sigma_c(t)$ и $\sigma_s(t)$, тогда имеем:

$$p = \omega \sigma_c(t) + (1 - \omega) \sigma_s \quad (1)$$

В настоящей работе рассматривается НДС ячейки, опирающейся на сравнительно жесткое основание ($G_{под} \gg \bar{G}_{св}$), с учетом различных физико-механических свойств сваи-дрены и окружающего глинистого грунта [4]. Принимается как первое приближение, что взаимное влияние на контактной поверхности свая – окружающий грунт отсутствует, т. е. они деформируются в условиях компрессии [5]. Ниже приводится постановка и решение ряда задач по оценке НДС ячейки с учетом различных свойств сваи-дрены и окружающего грунта в рамках расчетной схемы свая – стойка, полагая, что ($E_{под} \gg E_{св}$) (рис. 1).

НДС ячейки в линейной постановке. В этом случае удобнее пользоваться коэффициентом относительной сжимаемости m , т. е. когда $m = E \cdot \beta(\gamma)$, где E – модуль линейной деформации; ν – коэффициент Пуассона; $\beta(\gamma) \approx 0,8$ [6]. Поскольку в условиях компрессионного сжатия системы «свая – окружающий грунт» не возникают касательные напряжения, задачу можно рассматривать с помощью линейной деформации, т. е. $\epsilon_{св} = \epsilon_c = \epsilon_s = S/l$, где S – осадка ростверка; l – длина ячейки [7]. В таком случае получаем, что $\epsilon = \bar{m} \cdot p$; $\epsilon_c = m_c \cdot \sigma_c$; $\epsilon_s = m_s \cdot \sigma_s$, где \bar{m} – приведенный коэффициент от-

носительной сжимаемости ячейки в целом (Фрелих О.К. Распределение давлений в грунте. М.: Стройиздат, 1933. 188 с.). С учетом этих зависимостей и уравнения равновесия (1) получаем:

$$\sigma_c = p \frac{m_r}{m_s \omega + m_c (1 - \omega)}; \quad \sigma_s = p \frac{m_c}{m_s \omega + m_c (1 - \omega)}; \quad (2)$$

$$\bar{m} = \frac{m_c m_s}{m_s \omega + m_c (1 - \omega)}, \quad \text{или} \quad \bar{E} = E_c \omega + E_s (1 - \omega). \quad (3)$$

Отсюда следует, что осадка ростверка в целом равна:

$$S_p = p \bar{m} l. \quad (4)$$

НДС ячейки с учетом ползучести глинистого грунта и линейной деформации сваи-дрены. В этом случае начальное распределение и перераспределение действующей постоянной нагрузки на ростверк между сваей-дреной и окружающим глинистым грунтом происходит во времени. В процессе такого распределения будут действовать условия равенства скоростей деформаций ($\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}_c = \dot{\epsilon}_s$), а условие равновесия (1) с учетом того $p = const$, что принимает вид:

$$\dot{\sigma}_c \omega + \sigma_r (1 - \omega) = 0. \quad (5)$$

Примем в качестве расчетной для описания ползучести окружающего грунта реологические уравнения Максвелла в модифицированном виде применительно к грунтам, т. е.:

$$\epsilon_s = \frac{\sigma_s(t)}{\eta_s(t)} + \dot{\sigma}_s m_s, \quad (6)$$

где $\eta_s(t)$ – коэффициент вязкости глинистого грунта при компрессионном сжатии, который может меняться во времени.

В этом случае скорость деформации сваи-дрены запишется в виде:

$$\dot{\epsilon}_c = \dot{\sigma}_c \cdot m_c, \quad (7)$$

где m_c – коэффициент относительной сжимаемости сваи-дрены. Сравнивая (6) и (7) и учитывая (5), получаем:

$$-\dot{\sigma}_r \frac{(1 - \omega)}{\omega} m_c = \frac{\sigma_r(t)}{\eta(t)} + \dot{\sigma}_r \cdot m_r. \quad (8)$$

После некоторых преобразований (8) получаем:

$$\dot{\sigma}_r(t) + \sigma_r \frac{\omega}{\omega m_r + (1 - \omega) m_c} \cdot \frac{1}{\eta(t)} = 0, \quad (9)$$

где $\frac{\omega}{\omega m_r + (1 - \omega) m_c} = Q$.

Решение этого однородного дифференциального уравнения можно представить в виде:

$$\ln \sigma_r(t) = - \int \frac{Q dt}{\eta(t)} + C, \quad (10)$$

где C – постоянное интегрирование, определяемое при $t = t_1 \approx 0$.

Пусть $\eta(t)$ пропорционально растет во времени $\eta(t) = \lambda_1 \cdot t$. В этом случае получаем:

$$\ln \sigma_r(t) = - \frac{Q}{\lambda_1} \ln(\lambda_1 t) + C, \quad (11)$$

где C определяется из начального условия:

$$\ln \sigma_z(t_1) = -\frac{Q}{\lambda_1} \ln(\lambda_1 t_1) + C.$$

Подставляя сюда из (2) значение $\sigma_z(t_1)$, получаем окончательно:

$$\ln \sigma_z(t/t_1) = -\frac{Q}{\lambda_1} \ln(t/t_1). \quad (12)$$

Учитывая, что $\sigma_z(t_1)$ можно определить по (2) из (12), получаем:

$$\sigma_z(t) = p \frac{m_c}{m_\omega + m_c(1-\omega)} \cdot \exp\left\{-\frac{Q}{\lambda_1} \ln(t/t_1)\right\}. \quad (13)$$

Отсюда следует, что при $t=t_1$, $\sigma_z(t)=\sigma_z(t_1)$, а со временем $\sigma_z(t) \rightarrow 0$ и, следовательно, $\sigma_c(t) \rightarrow p$. В этом случае следует проверить длительную несущую способность сваи, т. е. $\sigma_c(t) \leq p_c^*$. Однако, учитывая, что процесс упрочнения грунта зависит от коэффициента $\lambda \ll 1$, следует ожидать, что процесс перераспределения нагрузки на ростверк будет продолжаться длительное время. Рассмотрим процесс быстрого упрочнения [8].

При быстром росте вязкости можем записать $\eta(t) = \eta_0 \cdot e^{\lambda_2 t}$. Из (10) следует, что:

$$\ln \sigma_r(t) = Q \frac{\lambda_2 e^{-\lambda_2 t}}{\eta_0} + c. \quad (14)$$

Из начального условия $t=t_1=0$ определим c . Тогда получаем:

$$\ln [\sigma_z(t)/\sigma_z(t_1)] = -\frac{Q}{\eta_0 \lambda_2} (1 - e^{-\lambda_2 t}) \quad (15)$$

и окончательно:

$$\sigma_z(t) = \sigma_z(t_1) \cdot \exp\left\{-\frac{Q}{\eta_0 \lambda_2} (1 - e^{-\lambda_2 t})\right\}. \quad (16)$$

Видно, что при $t=0$ $\sigma_z(t)=\sigma_z(t_1)$, а при $t \rightarrow \infty$:

$$\sigma_z(\infty) = \sigma_z(t_1) \cdot \exp\left\{-\frac{Q}{\eta_0 \lambda_2}\right\}. \quad (17)$$

Отсюда следует, что при быстром упрочнении глинистого грунта $\sigma_c(t)$ не стремится к нулю при $t \rightarrow \infty$, а к постоянной величине, т. е. $\sigma_c(t=\infty)=const$. Следовательно, процесс распределения напряжения на ростверк между сваей-дреной и окружающим глинистым грунтом может стабилизироваться во времени [9]. И в этом случае следует проверить длительную несущую способность сваи, т. е. $\sigma_c(t) \leq p_c^*$.

НДС ячейки с учетом упругопластических свойств сваи-дрены из песчано-гравийной смеси (ПГС). Для определения осадки сваи-дрены под воздействием осевого напряжения σ_c воспользуемся условиями трехосного сжатия, в котором находится свая-дрена. В таком случае удобнее использовать уравнения Генки, т. е. имеем:

$$\varepsilon_c = \frac{\sigma_c - \sigma_m}{2\bar{G}_c} + \frac{\sigma_m}{\bar{K}_c}, \quad (18)$$

где \bar{K} и \bar{G} – нелинейные модули объемной и сдвигаемой деформации; $\varepsilon_m = (\varepsilon_c + 2\varepsilon_3)/3$, $\sigma_m = (\sigma_c + 2\sigma_3)$, причем ε_3 – боковая деформация, равная нулю; σ_3 – неизвестное боковое напряжение. При $\bar{G}_c \rightarrow G_c^e = const$, $\bar{K}_c \rightarrow K_c^e = const$ уравнение (18) совпадает с уравнением Гука. В качестве расчет-

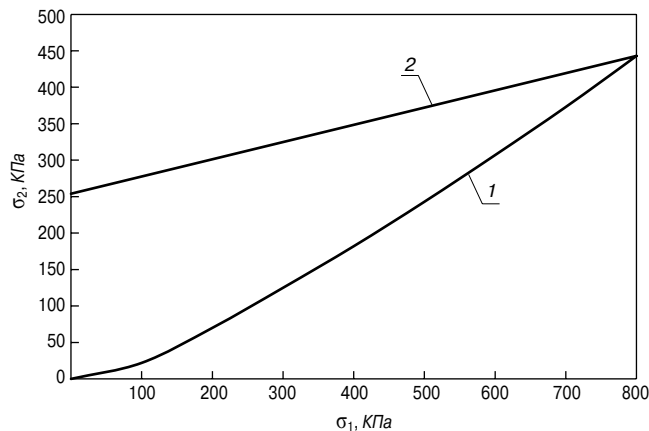


Рис. 2. Зависимость $\sigma_3 = f(\sigma_2)$, построенная по (23) при нагрузке (1) и разгрузке (2)

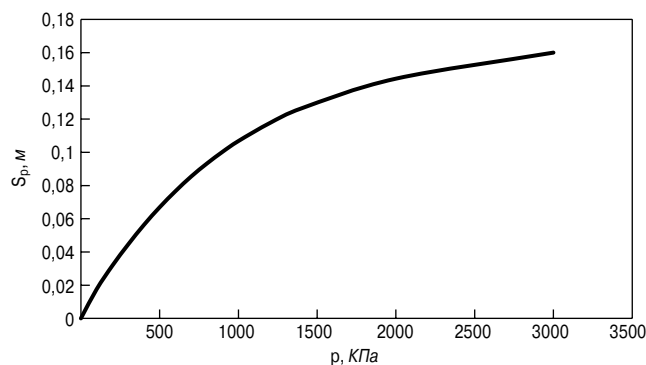


Рис. 3. Зависимость осадки ростверка S_p от распределенной нагрузки p на ростверк

ной для определения сдвиговых и объемных деформаций грунтовой колонны примем следующие определяющие уравнения:

$$\gamma_i = \frac{\tau_i}{G_c^e} \cdot \frac{\tau_i^*}{\tau_i^* - \tau_i}; \quad \varepsilon_c = \sigma_c m_c, \quad (19)$$

где τ_i и τ_i^* – интенсивность действующих и предельных касательных напряжений соответственно, причем:

$$\tau_i = \sigma_m \cdot t_y \Phi_i + c_i, \quad (20)$$

где Φ_i и c_i – параметры предельной прямой ПГС в координатах $\sigma_i - \sigma_m$, причем:

$$\tau_i = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sqrt{3}}; \quad \sigma_m = \frac{\sigma_1 + 2\sigma_3}{3}. \quad (21)$$

Из уравнения (19) следует, что:

$$\bar{G}_c = G_c^e \frac{\tau_i^* - \tau_i}{\tau_i^*}; \quad \bar{K} = \frac{1}{m_c}. \quad (22)$$

Для определения неизвестного радиального напряжения на контакте сваи с окружающим грунтом воспользуемся условием $\varepsilon_3 = 0$, т. е. получаем:

$$\varepsilon_3 = \frac{\sigma_3 - \sigma_m}{\bar{G}_c} + \frac{\sigma_m}{\bar{K}_c} = 0. \quad (23)$$

Подставляя сюда значение \bar{G}_c и \bar{K}_c из (22), а также σ_m из (18), получим трансцендентное уравнение относительно σ_3 в зависимости от σ_c .

Решение этого уравнения, полученное с помощью Mathcad (Программный комплекс MathCad – руководство) в виде зависимости $\sigma_3 = f(\sigma_c)$, представлено на (рис. 2).

Подставляя значение $\sigma_3(\sigma_c)$ в формулы (19) и (22), определим ε_c или ε_z [13]. Из условия равенства $\varepsilon_c = \varepsilon_z$ получим зависимость вида:

$$\frac{\sigma_c - \sigma_m}{2\bar{G}_c} + \frac{\sigma_m}{K_c} = \frac{\sigma_z}{E_z} \beta(v_z). \quad (24)$$

Подставляя сюда значение σ_z из условия равновесия вида (1), получаем окончательную зависимость σ_c от нагрузки p [11]. Это позволяет определить осадку сваи и ростверка в виде:

$$S_p = S_c = \frac{\sigma_c - \sigma_m}{\bar{G}_c} + \frac{\sigma_m}{K_c}. \quad (25)$$

На рис. 3 представлена зависимость $S_p - p$.

Выводы.

Под воздействием распределенной нагрузки на ростверк в составном грунтовом цилиндре из песчано-гравелистой сваи-дрены и окружающего уплотненного глинистого грунта возникает сложное и неоднородное НДС. При этом

происходит распределение и перераспределение напряжений на ростверк между сваей-дреной и окружающим глинистым грунтом в пространстве и во времени. При линейной зависимости деформационных свойств сваи и окружающего грунта распределение напряжений от ростверка происходит пропорционально их жесткости (2) и в соответствии с условием равновесия (1). В этом случае определяется приведенный модуль деформации ячейки в целом (3).

Процентное соотношение распределения общей нагрузки на ростверк между сваей и окружающим глинистым грунтом существенно зависит от физико-механических свойств грунтов, сваи и окружающего грунта.

В случае ползучести глинистого грунта нагрузка на ростверк со временем перераспределяется и передается на сваю-дрену полностью или частично в зависимости от скорости упрочнения глинистого грунта.

В случае упругопластических свойств сваи-дрены и линейной деформации окружающего грунта нагрузка от ростверка распределяется между сваей и окружающим грунтом обратно пропорционально их жесткостям, т. е. сваи \bar{G}_c и окружающего грунта \bar{G}_z при соблюдении условия равновесия (1), при этом осадка ростверка S_p нелинейно зависит от распределенной нагрузки p .

Список литературы

1. Добров Э.М., Чан Куок Дат К.Д., Ле Суан Тхо С.Т. Оценка эффективности усиления слабых оснований дорожных насыпей грунтовыми сваями // *Транспортное строительство*. 2010. № 7. С. 25–27.
2. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с.
3. Тер-Мартirosян З.Г., Струнин П.В. Расчет оснований плитных фундаментов, уплотненных песчаными сваями в пластической постановке // *Вестник МГСУ*. 2011. № 8. С. 116–121.
4. Тер-Мартirosян А.З., Тер-Мартirosян З.Г., Сидоров В.В. Взаимодействие грунтовых свай с окружающим грунтом с учетом расширения диаметра сваи // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2016. № 3. С. 10–15.
5. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. М.: Высшая школа, 1978. 447 с.
6. Флорин В.А. Основы механики грунтов. М.: Госстройиздат, 1961. Т. 1. 356 с.
7. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Наука. 1975. 575 с.
8. Van Impe W.F., Madhav M.R. Analysis and settlement of dilating stone column reinforced soil // *Austrian geotechnical Journal*. 1992 No. 137, pp. 114–121.
9. Mokhtari M., Kalantari B. Soft Soil Stabilization using Stone Columns // *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*. 2012. No. 17, pp. 1459–1466.
10. Borges J.L., Domingues T.S., Cardoso A.S. Embankments on soft soil reinforced with stone columns: numerical analysis and proposal of a new design method // *Journal of Geotechnical and Geological Engineering*. 2009. No. 6, pp. 667–679.
11. Balaam N.P., Booker I.R. Effect of stone column yield on settlement of rigid foundations in stabilized Clay // *International journal for numerical and analytical methods in geomechanics*. 1985. No. 9, pp. 331–351.

References

1. Dobrov E.M., Chan Kouk Dat K.D., Le Suan Tkho S.T. Evaluation of the effectiveness of strengthening weak bases of road embankments with soil piles. *Transportnoe stroitel'stvo*. 2010. No. 7, pp. 25–27. (In Russian).
2. Ter-Martirosyan Z.G. *Mehanika gruntov* [Soil mechanics]. Moscow: ASV. 2009. 550 p.
3. Ter-Martirosyan Z.G., Strunin P.V. Calculation of the bases of plate foundation, sealed with sand piles in a plastic setting. *Vestnik MGSU*. 2011. No. 8, pp. 116–121. (In Russian).
4. Ter-Martirosyan A.Z., Ter-Martirosyan Z.G., Sidorov V.V. Interaction of soil piles with surrounding soil, taking into account expansion of pile diameter. *Osnovaniya, Fundamenti i Mehanika Gruntov*. 2016. No. 3, pp. 10–15. (In Russian).
5. Vyalov S.S. *Reologicheskie osnovi mehaniki gruntov* [Rheological basis of soil mechanics]. Moscow: Visshaya shkola. 1978. 447 p.
6. Florin V.A. *Osnovi mehaniki gruntov* [The basics of soil mechanics]. Moscow: Gosstroyizdat. 1961. 356 p.
7. Timoshenko S.P., Goodier G. *Teoriya uprugosti* [Theory of elasticity]. Moscow: Nauka. 1975. 575 p.
8. Van Impe W.F., Madhav M.R. Analysis and settlement of dilating stone column reinforced soil. *Austrian geotechnical Journal*. 1992 No. 137, pp. 114–121.
9. Mokhtari M., Kalantari B. Soft Soil Stabilization using Stone Columns. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*. 2012. No. 17, pp. 1459–1466.
10. Borges J.L., Domingues T.S., Cardoso A.S. Embankments on soft soil reinforced with stone columns: numerical analysis and proposal of a new design method. *Journal of Geotechnical and Geological Engineering*. 2009. No. 6, pp. 667–679.
11. Balaam N.P., Booker I.R. Effect of stone column yield on settlement of rigid foundations in stabilized Clay. *International journal for numerical and analytical methods in geomechanics*. 1985. No. 9, pp. 331–351.

УДК 624.131

И.П. ДЬЯКОНОВ, инженер (idjkanv@yandex.ru),
А.А. ВЕСЕЛОВ, д-р техн. наук, Л.Н. КОНДРАТЬЕВА, д-р техн. наук
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
(190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4)

Теоретические предпосылки оценки величины трения по боковой поверхности сваи «Фундекс»

Описаны конструктивные особенности и технологическая последовательность устройства свай типа «Фундекс», влияющие на изменение напряженно-деформированного состояния грунтов. Основной конструктивной особенностью данного типа свай является непостоянный диаметр рабочего органа, выполняющего скважину принудительным вытеснением грунта. Теряемый наконечник вдавливаясь обсадной трубой значительно меньшего диаметра, в силу чего образуется контактная зона по боковой поверхности с пониженными характеристиками грунта. Данное явление не учитывается существующими нормативными документами при расчете несущей способности. В полевых условиях и при обработке большого количества испытаний свай типа «Фундекс» авторами была получена величина снижения несущей способности по боковой поверхности. В статье поставлена и решена аналитическая задача расширяющихся цилиндров упрочняющегося грунта с учетом этапности устройства свай. Полученные результаты позволили определить понижающий коэффициент, наиболее точно отражающий несущую способность свай типа «Фундекс» в условиях слабых глинистых грунтов. Предложено теоретическое обоснование снижения трения по боковой поверхности сваи «Фундекс» в слабых грунтах с учетом конструктивных и технологических параметров и этапности устройства свай.

Ключевые слова: технология «Фундекс», негабаритный теряемый наконечник, бетонирование методом сбрасывания, свая, несущая способность.

Для цитирования: Дьяконов И.П., Веселов А.А., Кондратьева Л.Н. Теоретические предпосылки оценки величины трения по боковой поверхности сваи «Фундекс» // *Жилищное строительство*. 2017. № 11. С. 30–33.

I.P. DIAKONOV, Engineer (idiakanv@yandex.ru), A.A. VESELOV, Doctor of Sciences (Engineering), L.N. KONDRAT'eva, Candidate of Sciences (Engineering) Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (4, 2-ya Krasnoarmeiskaya Street, 190005, Saint-Petersburg, Russian Federation)

Theoretical Prerequisites of Evaluation of Friction Magnitude Along the Lateral Surface of «Fundex» Pile

Structural features and technological sequence of «Fundex» piles driving which influence on the change in the stress-strain state of soil are described. The main structural feature of this type of piles is a non-constant diameter of drilling tool which drills the well with forced displacement of soil. A lose tip is pressed by the well casing of significantly lesser diameter, as a result of this, the contact zone is formed along the lateral surface with reduced characteristics of soil. This phenomenon is not taken into account in the existing normative document when calculating the bearing capacity. Under field conditions and processing the large amount of tests of «Fundex» piles, authors obtained the value of bearing capacity reducing along the lateral surface. The analytical task of widening cylinders of hardening soil was set and solved in this article with due regard for the stages of pile installation. The results obtained make it possible to determine the reducing coefficient which the most correctly reflect the bearing capacity of «Fundex» piles under the conditions of weak claye soils. A theoretical substantiation of friction reducing along the lateral surface of the «Fundex» pile in weak soils is proposed with due regard for structural and technological parameters and stages of pile installation.

Keywords: «Fundex» technology, off-size lose tip, shedding concreting method, pile, bearing capacity.

For citation: Diakonov I.P., Veselov A.A., Kondrat'eva L.N. Theoretical prerequisites of evaluation of friction magnitude along the lateral surface of «Fundex» pile. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 11, pp. 30–33. (In Russian).

Свая «Фундекс» относится к сваям вытеснения, изготавливаемым в грунте. Данный тип свай получил широкое распространение в Санкт-Петербурге, в условиях большой мощности слабых глинистых грунтов [1–13]. Опыт применения свай «Фундекс» с 2000-х гг. показал, что прогнозируемые величины несущей способности существенно расходятся с величинами фактической несущей способности при испытаниях.

Как отмечалось в работах [1–4], при определении несущей способности сваи «Фундекс» необходимо учитывать существенное снижение трения по боковой поверхности в слабых глинистых грунтах. Оценивать влияние технологических и конструктивных параметров устройства сваи на окружающие грунты возможно при анализе наиболее существенных этапов изменения напряженно-деформированного состояния грунтов [12–18]. Ранее выполненные исследования [1–2] позволя-

ют сделать вывод о преимущественной работе острия сваи в общей несущей способности. Были проведены статистический анализ данных большого количества испытаний [3], полевые эксперименты [1] при устройстве натурной сваи. По результатам вышеперечисленных работ авторы делают вывод, что трение по боковой поверхности свай «Фундекс» в условиях слабых грунтов ниже трения по боковой поверхности забивной сваи до 50%. Соответственно, табличные величины трения, приведенные в СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03–85», возможно уточнять вводом понижающего коэффициента, учитывающего особенности технологии устройства данного типа сваи.

Для решения задачи по определению снижения величины трения по боковой поверхности была реализована задача Ламе в соответствии с технологическими этапами устройства сваи (рис. 1).

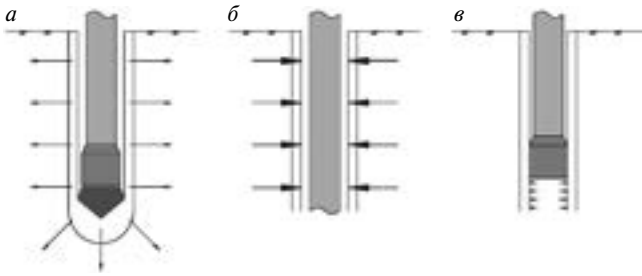


Рис. 1. Последовательность изменения напряженно-деформированного состояния грунтов: а – погружение теряемого наконечника; б – погружение обсадной трубы; в – бетонирование скважины методом свободного сбрасывания

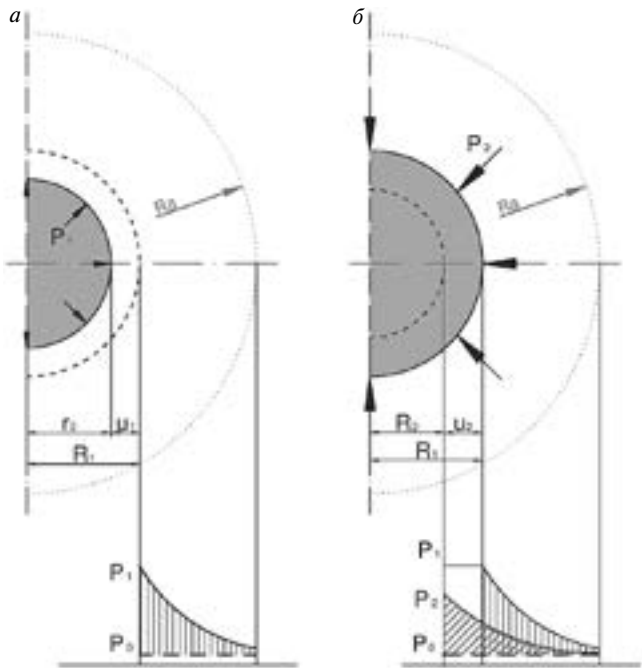


Рис. 2. Расчетная схема определения величины горизонтальных напряжений грунтового массива: а – этап погружения теряемого наконечника; б – этап погружения обсадной трубы; P_1 – давление на грунтовой массив при погружении теряемого наконечника; P_2 – давление грунтового массива при последующем погружении обсадной трубы; P_0 – природное давление грунта; R_1 – радиус теряемого наконечника; R_2 – радиус обсадной трубы; r_0 – лидерная скважина; u_1 – перемещение стенки скважины при погружении теряемого наконечника; u_2 – перемещение стенок скважины при последующем погружении обсадной трубы; R_a – радиус активной зоны сваи

Изменение напряженно-деформированного состояния элемента грунтового массива, находящегося на глубине Z от поверхности планировки, на расстоянии R от оси сваи следует разделить на три основных этапа:

1. Погружение теряемого наконечника (рис. 1, а).
2. Дальнейшее погружение обсадной трубы (рис. 1, б).
3. Извлечение обсадной трубы с одновременным бетонированием скважины (рис. 1, в).

Анализируя этапность устройства сваи, можно заключить, что свая «Фундекс» в данном отношении уникальна. Так, напряженно-деформированное состояние грунтов при устройстве забивной сваи постоянного диаметра имеет только один этап – погружение сваи. Дальнейшая работа сваи под нагрузкой обуславливается степенью уплотнения окружающего грунта при погружении. С другой стороны, буронабивная свая типа DDS (Drilling Displacement System), также как и «Фундекс», – свая вытеснения. При устройстве DDS рабочий орган при погружении уплотняет грунт, а при

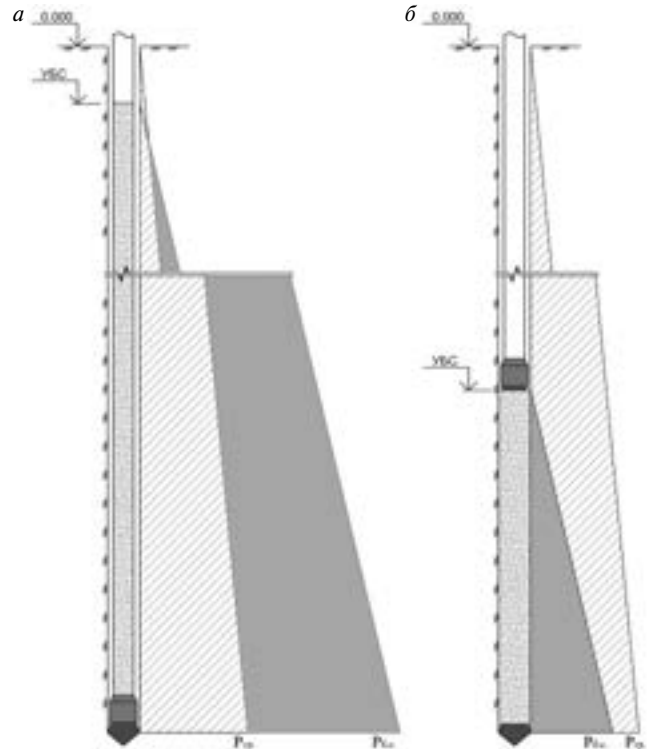


Рис. 3. Этапность бетонирования скважины порциями по $1,5 \text{ м}^3$: а – заполнение обсадной трубы бетонной смесью; б – извлечение обсадной трубы; P_p – горизонтальное напряжение от собственного веса грунта; $P_{б.с}$ – гидростатическое давление бетонной смеси; УБС – уровень бетонной смеси в скважине

извлечения последнего происходит дополнительная опрессовка грунта избыточным давлением бетонной смеси. Однако у сваи «Фундекс» опрессовки грунтов не происходит ввиду того, что бетонирование реализуется методом свободного сбрасывания. Таким образом, только у технологии «Фундекс» имеет место снятие горизонтальных напряжений в грунте без дальнейшего их восстановления.

В отношении этапа 3 (рис. 1, в) следует отметить, что гидростатического давления бетонной смеси недостаточно для уплотнения грунта в горизонтальном направлении по нескольким причинам. Во-первых, диаметр обсадной трубы меньше выполненной скважины почти на 200 мм; во-вторых, бетонная смесь подается порциями по $1,5 \text{ м}^3$ с одновременным подъемом обсадной трубы. Горизонтальные напряжения в грунте остаются постоянными, а гидростатическое давление бетонной смеси снижается по мере извлечения обсадной трубы (рис. 2). Данная последовательность представлена на рис. 3 при диаметре скважины 0,56 м, диаметре обсадной трубы 0,36 м.

Соответственно, для данных диаметров каждые 6 м возникает риск образования утонений сваи в условиях слабых глинистых грунтов и наличия напорных грунтовых вод.

Аналитически определить величину снижения горизонтальных напряжений в грунтовой массе на этапе 2 (рис. 1, б) возможно, воспользовавшись решением задачи расширяющегося цилиндра. Поскольку перемещения стенки скважины, прочностные и деформационные характеристики известны, для определения горизонтальных напряжений достаточно решить уравнение относительно напряжений [5]:

$$\sigma_r = \left(\sigma_{r0} + \frac{c}{\tan \varphi} \right) \cdot \left(\frac{r}{r_0} \right)^{\frac{2 \cdot \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - \frac{c}{\tan \varphi}, \quad (1)$$

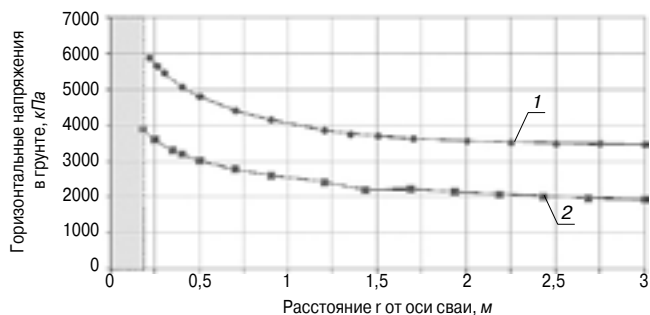


Рис. 4. Величины горизонтальных напряжений в грунтовом массиве на различных этапах: 1 – этап I – погружение теряемого наконечника диаметром 0,56 м; 2 – этап II – последующее погружение обсадной трубы диаметром 0,36 м

где σ_r – горизонтальное напряжение в грунтовом массиве на расстоянии r от стенки скважины, кПа; σ_{r0} – горизонтальное напряжение на стенке скважины, кПа; c – удельное сцепление грунта, кПа; φ – угол внутреннего трения грунта, град; ρ – радиус зоны, в которой происходят деформации уплотнения, м.

Приращение перемещения производилось за несколько шагов, при этом учитывалось увеличение тангенциального модуля деформации грунта:

$$E_{s_i} = E_0 \cdot \left(\frac{\sigma_i}{100} \right)^m, \quad (2)$$

где E_{s_i} – модуль деформации грунта при напряжении σ_i , Мпа; σ_i – напряжение, действующее в массиве грунта, кПа; E_0 – модуль деформации при опорном давлении 100 кПа; m – показатель жесткости грунта.

Таким образом, для слабых глинистых грунтов получено распределение горизонтальных напряжений на различных этапах устройства сваи (рис. 4).

По результатам расчета получено, что на этапе 2 при обратном ходе стенки скважины горизонтальные напряжения

Список литературы

1. Мангушев Р.А., Дьяконов И.П., Кондратьева Л.Н. Границы практического применения свай «Фундекс» в условиях слабых грунтов // *Жилищное строительство*. 2017. № 9. С. 1–6.
2. Дьяконов И.П. Влияние технологии изготовления на несущую способность материала набивной сваи // *Вестник гражданских инженеров*. 2017. № 2. С. 133–136.
3. Дьяконов И.П., Конюшков В.В. Особенности работы набивной завинчиваемой сваи «Фундекс» в разнородных грунтах // *Вестник гражданских инженеров*. 2014. № 6. С. 116–120.
4. Мангушев Р.А., Конюшков В.В., Дьяконов И.П. Анализ практического применения завинчиваемых набивных свай // *Основания и фундаменты, механика грунтов*. 2014. № 5. С. 11–16.
5. Mecsi J. Geotechnical Engineering examples and solutions using the cavity expanding theory. *Hungarian Geotechnical Society*. Budapest, 2013. 221 p.
6. Мангушев Р.А., Ершов А.В., Ершов С.В. Экспериментальная оценка изменения состояния грунтового массива при изготовлении набивной сваи // *Научно-практические и теоретические проблемы геотехники: Межвузовский тематический сборник трудов*. 2009. Т. 1. С. 101–108.
7. Ершов А.В., Нутрихин В.В. Оценка несущей способности набивных свай с использованием данных статиче-

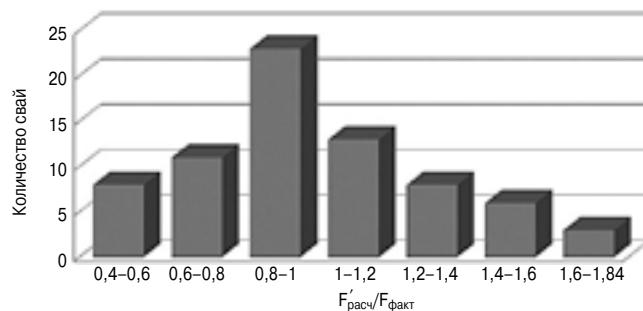


Рис. 5. Сопоставление ожидаемой и полученной в результате испытаний несущей способности свай: $F'_{расч}$ – расчетная величина несущей способности, определенная с учетом понижающего коэффициента по боковой поверхности; $F_{факт}$ – несущая способность по результатам испытаний

снижаются до 40%, что согласуется с результатами полевых исследований [1, 3].

Принимая во внимание данную особенность снижения величины трения по боковой поверхности, авторами были обработаны результаты испытаний свай с поправочным коэффициентом $k = 0,5$, который учитывался умножением на табличные значения трения табл. 7.2 СП 24.13330.2011 (рис. 5).

Гистограмма на рис. 5 показывает удовлетворительную сходимость данных испытаний с результатами расчетов, полученных с учетом понижающего коэффициента по боковой поверхности.

По результатам проведенного авторами исследования следует сделать вывод о существенном недоучете снижения несущей способности грунта по боковой поверхности свай типа «Фундекс» существующими нормативными методиками. Предложенный авторами понижающий коэффициент позволяет наиболее точно прогнозировать общую несущую способность свай в условиях слабых грунтов с учетом технологии изготовления.

References

1. Mangushev R.A., Diakonov I.P., Limits of Practical Application of «Fundex» Piles under Conditions of Weak Soils. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 9, pp. 1–6. (In Russian).
2. D'yakonov I.P. The influence of technology aspect on the bearing capacity of cast-in-place piles. *Vestnik Grazhdanskikh Inzhenerov*. 2017. No. 2, pp. 133–136. (In Russian).
3. D'yakonov I.P., Konyushkov V.V. Features of screw-pile «Fundex» performance in heterogeneous soils. *Vestnik Grazhdanskikh Inzhenerov*. 2014. No. 6, pp. 116–120. (In Russian).
4. Mangushev R.A., Konyushkov V.V., D'yakonov I.P. The analysis of practical application of the screwed-up stuffed piles. *Osnovaniya i Fundamenty, Mekhanika Gruntov*. 2014. No. 5, pp. 11–16. (In Russian).
5. Mecsi J. Geotechnical Engineering examples and solutions using the cavity expanding theory. *Hungarian Geotechnical Society*. Budapest. 2013. 221 p.
6. Mangushev R.A., Ershov A.V., Ershov S.V. Experimental assessment of the condition change in the soil massive at production of stuffed piles. *Nauchno-Prakticheskie i Teoreticheskie Problemy Geotekhniki: Mezhdvuzovskiy Tematicheskii Sbornik Trudov*. 2009. Vol. 1, pp. 101–108. (In Russian).
7. Ershov A.V., Nutrikhin V.V. Assessment of the bearing ability of stuffed piles with use of data of static sounding. *Inzhenernyye Izyskaniya*. 2011. No. 7, pp. 42–52. (In Russian).

- ского зондирования // *Инженерные изыскания*. 2011. № 7. С. 42–52.
8. Мангушев Р.А. Буронабивные сваи «Фундекс»: достоинства и недостатки // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета*. 2013. № 31–2 (50). С. 264–271.
 9. Дьяконов И.П. Анализ работы свай «Фундекс» в слабых глинистых грунтах // *Вестник гражданских инженеров*. 2017. № 3. С. 55–58.
 10. Далматов Б.И., Лапшин Ф.К., Россихин Ю.В. Проектирование свайных фундаментов в условиях слабых грунтов. Ленинград: Стройиздат, 1975. 240 с.
 11. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Гид по геотехнике. СПб.: ПИ «Геореконструкция», 2012. 284 с.
 12. Ван Вилл А.Ф. Руководство по сваям «Фундекс». Нидерланды, 1982. С. 19–32.
 13. Мангушев Р.А., Ершов А.В., Осокин А.И. Современные свайные технологии. М.: АСВ, 2010. 235 с.
 14. Fleming K., Weltman A., Randolph M., Elson K. Piling Engineering. NY: Third Edition, 2009, pp. 127, 272–280.
 15. Ван Импе В.Ф. Фундаменты глубокого заложения: тенденции и перспективы развития // *Реконструкция городов и геотехническое строительство*. 2005. № 9. С. 7–33.
 16. Верстов В.В., Гайдо А.Н., Иванов Я.В. Технология и комплексная механизация шпунтовых и свайных работ СПб.: Лань, 2012. 355 с.
 17. Chandra. Prediction and Observation of Pore Pressure Due to Pile Driving / *Third International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering*. No. 1.66., St. Louis, Missouri, 1993.
 18. Dan A. Brown. Design and Construction of Continuous Flight Auger (CFA) Piles. *Geotechnical engineering circular*. USA. Washington 2007, No. 8, pp. 104–107, 42–43.
 8. Mangushev R.A. «Fundex» bored piles: advantages and disadvantage. *Vestnik Volgogradskogo Arhitecturno-Stroitelno-go Universiteta*. 2013. No. 31–2 (50), pp. 264–271. (In Russian).
 9. D'yakonov I.P. Analysis of the «Fundex» pile performance in soft soils. *Vestnik Grazhdanskih Inzhenerov*. 2017. No. 3, pp. 55–58. (In Russian).
 10. Dolmatov B.I., Lapshin F.K., Rossihin Yu.V. Proektirovanie svaynykh fundaventov v usloviyakh slabyykh gruntov [Design of the pile bases in the conditions of weak soils]. Leningrad: Stroizdat. 1975. 240 p.
 11. Ulitskiy V.M. Shashkin A.G., Shashkin K.G., Hid po geotekhnike [Geotechnical Guide]. Saint Petersburg: Georekonstruksiya. 2012. 284 p.
 12. Van Weele A.F. Rukovodstvo po svayam «Fundex». [Guide to piles «Fundex»]. Netherlands. 1982, pp.19–32.
 13. Mangushev R.A., Ershov A. V., Osokin A. I. Sovremennye svaynye tekhnologii [Modern pile technologies]. Moscow: ASV. 2010. 235 p.
 14. Fleming K., Weltman A., Randolph M., Elson K. Piling Engineering. NY: Third Edition. 2009, pp. 127, 272–280.
 15. Van Impe V.F. Bases of deep laying: tendencies and prospects of development. *Rekonstruksiya gorodov i geotekhnicheskoe stroitelstvo*. 2005. No. 9, pp. 7–33. (In Russian).
 16. Verstov V.V. Gaido A.N., Ivanov Ya.V. Tekhnologiya I kompleksnaya mekhanizatsiya shpuntovykh I svaynykh rabot [Technology and complex mechanization of sheet piles and pile works]. Saint Petersburg: Lan'. 2012. 355 p.
 17. Chandra. Prediction and Observation of Pore Pressure Due to Pile Driving. *Third International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering*. No. 1.66., St. Louis, Missouri, 1993.
 18. Dan A. Brown. Design and Construction of Continuous Flight Auger (CFA) Piles. *Geotechnical engineering circular*. USA. Washington. 2007. No. 8, pp. 104–107, 42–43.

ИНФОРМАЦИЯ

Юридические лица за непредоставление информации во ФГИС ЦС будут привлекаться к административной ответственности

Принято решение о привлечении к административной ответственности юридических лиц за нарушение установленного законодательством о градостроительной деятельности порядка предоставления в федеральную государственную систему ценообразования в строительстве (ФГИС ЦС) информации, необходимой для формирования сметных цен строительных ресурсов, или требований, установленных для предоставления такой информации. Соответствующие поправки в КоАП подготовлены Минстроем России.

В частности, непредоставление информации или предоставление заведомо недостоверной информации, необходимой для формирования сметных цен строительных ресурсов, влечет наложение административного штрафа на должностных лиц – от 30 до 40 тыс. р. на юридических лиц – от 500 до 800 тыс. р.

Если юридическое лицо повторно нарушило установленный законодательством порядок предоставления в систему информации, то это повлечет наложение административного штрафа на должностных лиц – от 45 до 50 тыс. р; на юридических лиц – от 900 тыс. до 1 млн р.

Для справки: в Градостроительный кодекс внесены изменения в части ценообразования и сметного нормирования, согласно которым для строительства объектов с привлечением бюджетных средств становится обязательным применение государственно-сметных нормативов и сметных цен строительных ресурсов, размещаемых во ФГИС ЦС, т. е. при разработке проектно-сметной документации на

объекты с привлечением средств бюджета сметчик должен использовать цену на строительные ресурсы (строительные материалы, изделия, конструкции, оборудование, машины и механизмы), которая размещена во ФГИС ЦС.

По утвержденным Правительством России правилам мониторинга цен строительных ресурсов, в системе размещен перечень юридических лиц, которые должны ежеквартально предоставлять актуальную информацию, необходимую для формирования сметных цен. Данные включают в себя, в частности, отпускную цену (цену реализации) строительных материалов, изделий, конструкций, оборудования, машин и механизмов, произведенных в России либо ввезенных в Россию, средневзвешенную по объемам и цене за отчетный период, среднемесячную номинальную оплату труда работников по полному кругу организаций в разрезе субъектов Российской Федерации.

По всем вопросам работы ФГИС ЦС, по включению (исключению) юридических лиц из перечня, а также по вопросам регистрации во ФГИС ЦС, порядку предоставлении информации юридическими лицами следует обращаться в колл-центр отдела мониторинга цен строительных ресурсов ФАУ «Главгосэкспертиза России»: +7 (495) 623-51-95 или e-mail: info.monitoring@gge.ru.

По материалам Минстроя российской Федерации

УДК 666.982

А.Л. МОЧАЛОВ, инженер (mochalov12@mail.ru)

ООО «Бюро внедрения» (129085, г. Москва, ул. 3-я Мытищинская, 3, стр. 1)

Результаты численного моделирования узловых зон железобетонных плит с листовой и стержневой арматурой

Представлена расчетная модель и результаты расчета прочности и жесткости при продавливании узловых зон железобетонных плит с комбинированными арматурными каркасами, в которых комбинируется листовое и стержневое армирование. Численное моделирование проводилось в программном комплексе «Nastran – Patran» с использованием постпроцессора, обеспечивающего сходимость благодаря адаптивному алгоритму учета шага по нагрузке в зависимости от этапа нагружения. Учет физической нелинейности осуществлялся благодаря использованию модифицированного критерия прочности Друккера – Прагера и модели деформирования бетона, учитывающей трещинообразование и дилатансию. Численное моделирование толстой плиты, нагруженной штамповой осевой нагрузкой, позволило определить области объемного сжатия и предразрушения от стесненного среза. В расчетной модели специальное внимание уделено контакту между листовой арматурой и бетоном, который моделировался специальным элементом типа «glued». Верификация результатов обеспечивалась сопоставлением с данными натурального эксперимента с образцами железобетонных плит с комбинированным листовым и стержневым армированием.

Ключевые слова: расчетная модель, прочность и жесткость при продавливании, листовое и стержневое армирование, критерий прочности бетона, модель деформирования бетона, область объемного сжатия, область предразрушения.

Для цитирования: Мочалов А.Л. Результаты численного моделирования узловых зон железобетонных плит с листовой и стержневой арматурой // *Жилищное строительство*. 2017. № 11. С. 34–38.

A.L. MOCHALOV, Engineer (mochalov12@mail.ru)

ООО «Byuro Vnedreniya» (3, str. 1, 3-ya Mytishchinskaya Street, 129085, Moscow, Russian Federation)

Results of Numerical Simulation of Joint Zones of Reinforced Concrete Slabs with Sheet and Bar Reinforcement

The article presents a calculation model and results of the calculation of strength and rigidity when pushing joint zones of reinforced concrete slabs with combined reinforcement cages in which sheet and bar reinforcement is combined. Numerical simulation was conducted with the software complex «Nastran – Patran» using the postprocessor which provided convergence due to the adaptive tracking algorithm of load pitch depending on the loading stage. The account of physical non-linearity was carried out due to the use of the modified Drucker – Prager yield criterion and the deformation model of concrete with due regard for crack formation and dilatancy. Numerical simulation of a thick slab loaded with stamp axial load made it possible to determine the areas of volumetric compression and pre-destruction due to restrained shear. In the calculation model, the special attention was paid to the contact between the sheet reinforcement and concrete which was simulated by a special element of «glued» type. Verification of the results was provided by comparison with the data of full-scale experiment with samples of reinforced concrete slabs with combined sheet and bar reinforcement.

Keywords: calculation model, strength and rigidity when pushing, sheet and bar reinforcement, strength criterion of concrete, deformation model of concrete, area of volumetric compression, area of pre-destruction.

For citation: Mochalov A.L. Results of numerical simulation of joint zones of reinforced concrete slabs with sheet and bar reinforcement. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 11, pp. 34–38. (In Russian).

Имеющиеся на сегодняшний день расчетные модели железобетонных конструкций [1], армированных жесткой арматурой, например колонн с арматурным сердечником из профильной стали, не позволяют достоверно оценивать их прочность и жесткость. До сих пор не удается в рамках единой расчетной модели проследить формирование НДС на всех этапах загрузки, вплоть до разрушения.

Даже при использовании нелинейных моделей деформирования бетона результаты расчета недооценивают фактическую прочность на 50–70%, поскольку не учитываются особенности контактного взаимодействия между бетоном и стальным профилем.

Парадоксально, но известные с 1920-х гг. конструктивные решения железобетонных конструкций с жесткой ар-

матурой, надежность которых многократно доказана экспериментально [2–5], с точки зрения современной расчетной практики неэффективны.

При местном нагружении железобетонных плит в узловых зонах задача еще более усложняется, поскольку в процессе роста нагрузки формируются области трехосного сжатия и граничащие с ними области стесненного среза, физические размеры которых должны определяться достаточно точно расчетным путем.

В статье представлена расчетная модель и результаты расчета прочности и жесткости при продавливании узловых зон железобетонных плит [6] с комбинированными арматурными каркасами нового типа (рис. 1), в которых комбинируется листовое и стержневое армирование [7].

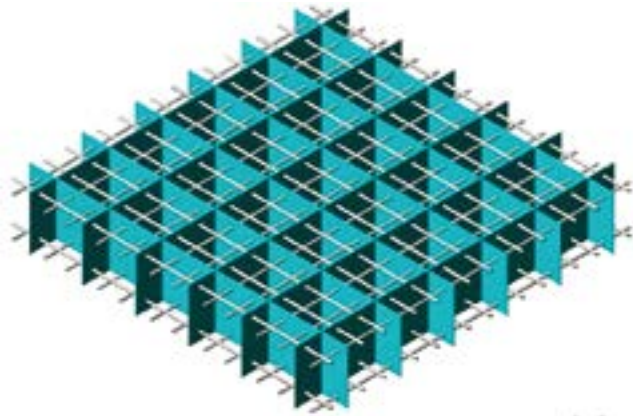


Рис. 1. Конструктивное решение комбинированного пространственного каркаса, объединяющего листовое и стержневое армирование



Рис. 2. Общий вид экспериментального образца в испытательной машине



Рис. 3. Выкол бетона сжатой зоны в результате стесненного среза

Предполагалось, что листовое армирование сможет полностью заменить поперечную стержневую арматуру и создать условия для работы сжатой зоны бетона на стесненный срез.

Верификация расчетной модели производилась путем сопоставления результатов расчета с результатами натурального эксперимента, проведенного в 2006 г. на испытательной базе ЦНИИ им. А.Н. Крылова [8].

В рамках натурального эксперимента производилось статическое нагружение штамповой нагрузкой трех плит-

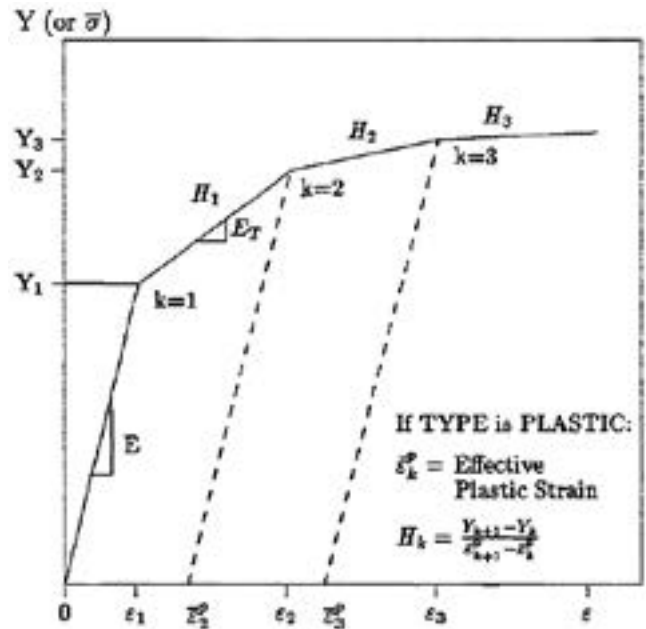


Рис. 4. Диаграмма σ — ε для бетона в модели «Biuyukozturk concrete»

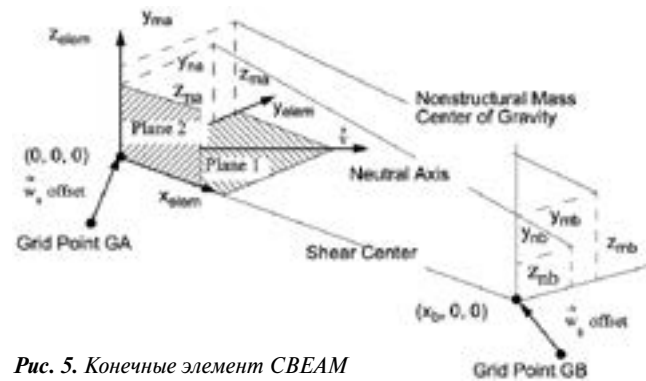


Рис. 5. Конечные элемент CBEAM

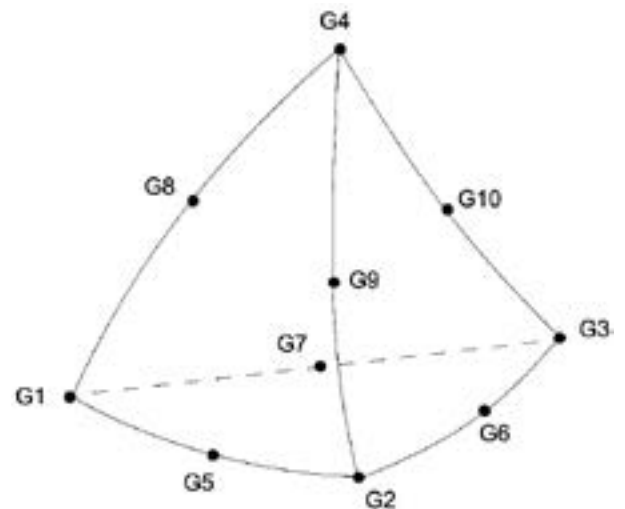


Рис. 6. КЭ для твердых объектов

ных образцов, моделирующих узловую зону, размером 3000×3000×500 мм с различным процентом продольного стержневого армирования; процент листового армирования не варьировался.

Нагрузка прикладывалась по симметрично расположенной площадке размером 600×600 мм, опирание образцов свободное.

Результаты натурального эксперимента показали следующее:

- разрушение экспериментальных образцов происходит от продавливания;
- реализация механизма разрушения при продавливании происходит за счет стесненного среза сжатой зоны (рис. 2);
- высота сжатой зоны в стадии, близкой к разрушению, значительно превосходит 0,5 h и достигает 0,8–0,9 h;
- продольная стержневая арматура, как верхняя, так и нижняя, **не оказывает существенного влияния** на несущую способность.

В рамках натурального эксперимента были получены:

- форма разрушения при продавливания;
- величина продавливающей силы;
- общий вид диаграммы: «нагрузка – прогиб»;
- общий вид диаграммы: «нагрузка – угол поворота»;
- деформации стержневой и листовой арматуры по данным тензометрирования.

В задачи численного моделирования входило:

- разработка численной модели узловой зоны железобетонной плиты с листовым и стержневым армированием;
- получение НДС исследуемой конструкции с выявлением основных зон: зоны объемного сжатия, зоны среза, зоны отрыва;
- определение величины и характера распределения деформаций основных конструктивных элементов;
- определение прогиба;
- определение разрушающей нагрузки.

Численное моделирование производилось в программном комплексе «Настран – Патран» [6, 9–12] с использованием модели деформирования «**Vuyukozturk concrete**» (рис. 4) и критерия прочности Друккера – Прагера [6], учитывающих образование и развитие трещин, атак же особенности контакта бетон – стальная лист в стадии, близкой к разрушению:

$$\beta\sqrt{3}YI_1 + \gamma I_1^2 + 3J_2 - Y^2 = 0,$$

где β – константа, задаваемая пользователем; γ – внутренний параметр (устанавливаемый по умолчанию равным 0,2); Y – напряжение текучести.

Применяемые КЭ

В расчетной модели использовались два типа КЭ:

- для линейных объектов (стержневой арматуры) – СВЕАМ (рис. 5);

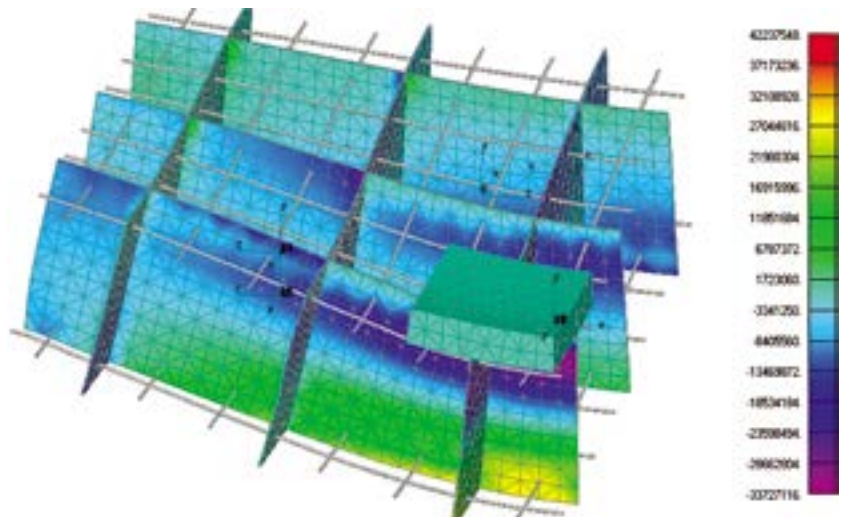


Рис. 7. Распределение контактных напряжений в листовой арматуре в расчетной модели

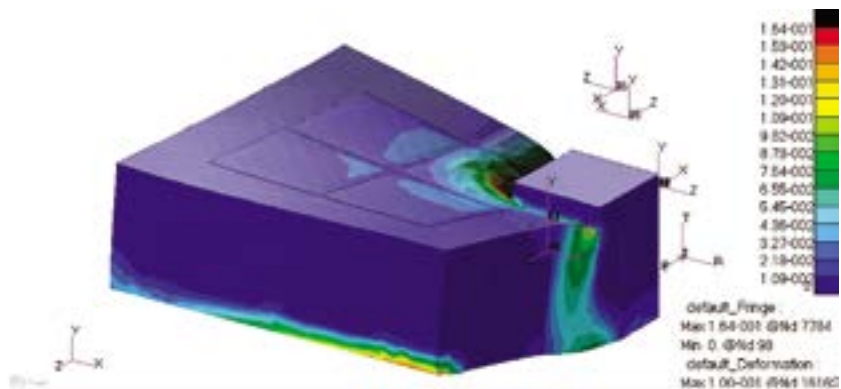


Рис. 8. Картина распределения деформаций в расчетной модели узловой зоны плиты

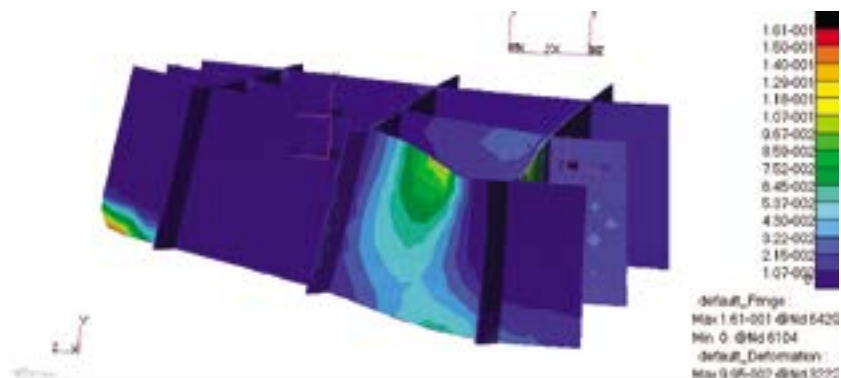


Рис. 9. Распределение деформаций в листовой арматуре

– для моделирования твердотельных объектов – бетона и стальных листов используются трехмерные десятиузловые изопараметрические тетраэдральные КЭ СТЕТРА (рис. 6), в которых были задействованы только четыре узла при вершинах тетраэдра.

Процедура нелинейного расчета основывалась на комбинации методов Рикса и Кринсфилда, позволяющих повысить обусловленность матрицы жесткости в области неустойчивости, т. е. там, где диаграмма деформирования бетона имеет нисходящий участок.

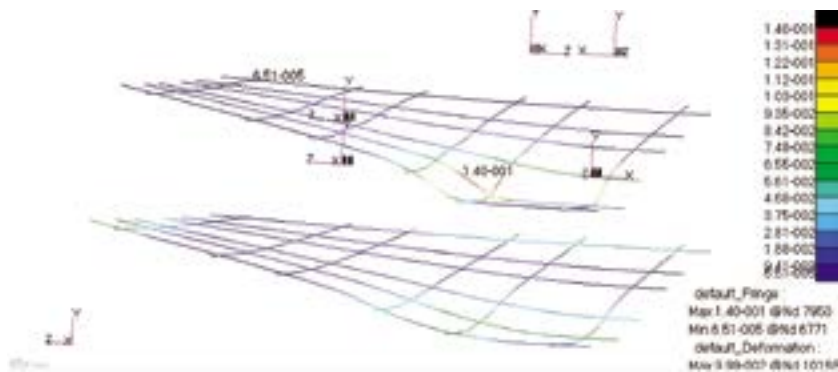


Рис. 10. Деформированное состояние верхней и нижней стержневой арматуры

Для калибровки расчетной модели были выполнены расчеты тестовых задач: бетонная призма и железобетонная балка. Результаты калибровки расчетной модели показали удовлетворительную сходимость с данными натуральных экспериментов тестовых моделей.

Контактное взаимодействие между листовой и стержневой арматурой и бетоном моделировалось тремя различными способами: сухое трение, клеевой контакт, сшивка совпадающих узлов. Наилучшее совпадение с данными натурального эксперимента как качественно, так и количественно показала модель клеевого контакта, результаты расчета по которой представлены на рис. 7.

Изополя контактных напряжений, представленные на рис. 7, между листовой арматурой и бетоном при использовании «клеевой» модели контактной зоны указывают на сохране-

ние совместности деформирования, вплоть до нагрузок, близких к разрушающим.

Распределение пластических деформаций в узловой зоне железобетонной плиты с листовой арматурой указывает на их локализацию вблизи грузовой площадки и на опоре.

На модели (рис. 8) выделяется зона сдвиговых деформаций, локализованная в узкой полосе шириной не более $h_0/3$.

Деформации листовой арматуры (рис. 9) также соответствуют указанному зонированию.

Характер и величина деформаций верхней и нижней стержневой арматуры существенно разнятся (рис. 10).

Верхняя арматура деформируется по нагельной схеме с максимальными деформациями на контуре грузовой площадки. Нижняя арматура при уровне нагрузки, составляющей 65–70% от предельной, начинает пластически деформироваться в пределах контура листовой арматуры, отстоящего на $0,35h_0$ от грани грузовой площадки.

По результатам численного моделирования можно сделать следующие **выводы**:

- наиболее достоверные результаты получены при использовании модели контактного взаимодействия с «клеевой связью» между листовой арматурой и бетоном. Численная модель адекватно отражает качественную картину НДС узловой зоны железобетонной плиты, вплоть до разрушающей нагрузки;

НОВОЕ В МОНОЛИТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ООО «БЮРО ВНЕДРЕНИЯ»
г.Москва, 3-я Мытищинская, д.3, стр.1; оф.304
+7 (495) 687 66 05

Реклама

- под грузовой площадкой в процессе нагружения образуется зона трехосного сжатия с габаритами в плане, совпадающими с габаритами штампа и высотой, равной примерно $0,5-0,8h_0$;
- зоны пластического деформирования бетона локализируются на участках, шириной равной $0,35h$, которые примыкают вплотную к грузовой площадке;
- расчетная величина прогибов удовлетворительно совпадает с экспериментальной величиной (отклонение $\leq 10\%$);
- расчетная величина деформаций смятия под грузовой площадкой практически совпадает с экспериментальной величиной (отклонение $\leq 5\%$);
- расчетная величина разрушающей нагрузки удовлетворительно совпадает с экспериментальной величиной (отклонение $\leq 10\%$);
- расчетные усилия и характер распределения деформаций в верхней стержневой арматуре указывают на нагельный характер ее работы;
- наличие листовой арматуры, работающей как косвенная, усиливает локальный характер распределения зон с высокой интенсивностью деформаций и исключает появление и развитие опасных наклонных трещин;
- наиболее нагруженный участок листового армирования – примыкающий к грузовой площадке;
- нижняя стержневая арматура оказывает незначительное влияние на прочность и жесткость узловой зоны железобетонной плиты.

Список литературы

1. Баранова Т.И., Залесов А.С. Каркасно-стержневые модели и инженерные методы расчета железобетонных конструкций. М.: АСВ, 2003. 238 с.
2. Соколов Б.С., Латыпов Р.Р. Прочность и податливость штепсельных стыков железобетонных колонн при действии статических и сейсмических нагрузок. М.: АСВ, 2010. 125 с.
3. Айрумян Э.Л., Каменщиков Н.И., Румянцева И.А. Особенности расчета монолитных плит сталежелезобетонных перекрытий по профилированному стальному настилу // *Промышленное и гражданское строительство*. 2015. № 9. С. 21–26.
4. Грановский А.В., Мочалов А.Л. Новое конструктивное решение арматурного каркаса узловых зон железобетонных плит с применением листового проката // *Жилищное строительство*. 2016. № 12. С. 37–40.
5. Патент РФ на полезную модель № 73891. *Плитная железобетонная конструкция* / Мочалов А.Л., Пекин Д.А. Заявл. 20.09.2006. Оpubl. 10.06.2008. Бюл. № 16.
6. Hyo-Gyoung Kwak, Filip C. Filippou. Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Structures Under Monotonic Loads, Structural Engineering Mechanics and Materials, Report No.USB/SEMM-90-14, Department of Civil Engineering University of California Berkley, California.
7. Yu T., Teng J.G., Wong Y.L., Dong, S.L. Assessment of drucker-prager type plasticity models for predicting the behaviour of FRP-confined concrete. In S.T. Smith (Eds.). *Proceedings of the First Asia-Pacific Conference on FRP in Structures: APFIS 2007*, pp. 161–166.
8. MSC Nastran 2013 – Linear Analysis User's Guide. MSC Software Corp., 2013. 776 p.
9. Yu T., Teng J.G., Wong Y.L., Dong S.L. Finite element modeling of confined concrete-I: Drucker–Prager type plasticity model. *Engineering Structures*. 2010. Vol. 32. Iss. 3, pp. 665–679. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2009.11.014>.
10. Shekarbeigi M., Sharafi H. Constitutive Model for Concrete: An Overview. *Current World Environment*. 2015. Vol. 10 (Special Issue 1), pp. 782–788. DOI : <http://dx.doi.org/10.12944/CWE.10.Special-Issue1.94>.
11. Gerin J.S., Mistry N.S., Welch A.K. Computers & Smc–urer. 1986. Vol. 24. No. 2, pp. 225–232.
12. Analysis of Reinforced Concrete (RC) Beams Using Nonlinear Finite Element Techniques MSC/Marc. David R. Dearth. 2013, 27 p.

References

1. Baranova T.I., Zalesov A.S. Karkasno-sterzhnevye modeli i inzhenernye metody rascheta zhelezobetonnykh konstruksii [Frame and rod models and engineering methods of calculation of reinforced concrete designs]. M.: AST, 2003. 238 p.
2. Sokolov B.S., Latypov R.R. Prochnost' i podatlivost' shtepsel'nykh stykov zhelezobetonnykh kolonn pri deistvii staticheskikh i seismicheskikh nagruzok [Durability and pliability of plug joints of reinforced concrete columns at action of static and seismic loadings]. M.: AST, 2010. 125 p.
3. Ayrumyan E.L., Kamenshchikov N.I., Rumyantseva I.A. Features of calculation of monolithic plates the stalezhelezobetonnykh of overlappings on the prothinned-out steel flooring. *Promyshlennoe i Grazhdanskoe Stroitel'stvo*. 2015. No. 9, pp. 21–26. (In Russian).
4. Granovsky A.V., Mochalov A.L. New structural solution for reinforcing cage of junction zones of reinforced concrete slabs with the use of sheet products. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 12, pp. 36–40. (In Russian).
5. Russian Federation patent for useful model No. 73891. *Plitnaya zhelezobetonnaya konstruksiya* [Slabby steel concrete design]. Mochalov A.L., Pekin D.A. Zayavl. 20.09.2006. Opubl. 10.06.2008. Bulletin No. 16. (In Russian).
6. Hyo-Gyoung Kwak, Filip C. Filippou. Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Structures Under Monotonic Loads, Structural Engineering Mechanics and Materials, Report No.USB/SEMM-90-14, Department of Civil Engineering University of California Berkley, California.
7. Yu T., Teng J.G., Wong Y.L., Dong, S.L. Assessment of drucker-prager type plasticity models for predicting the behaviour of FRP-confined concrete. In S.T. Smith (Eds.). *Proceedings of the First Asia-Pacific Conference on FRP in Structures: APFIS 2007*, pp. 161–166.
8. MSC Nastran 2013 – Linear Analysis User's Guide. MSC Software Corp., 2013. 776 p.
9. Yu T., Teng J.G., Wong Y.L., Dong S.L. Finite element modeling of confined concrete-I: Drucker–Prager type plasticity model. *Engineering Structures*. 2010. Vol. 32. Iss. 3, pp. 665–679. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2009.11.014>.
10. Shekarbeigi M., Sharafi H. Constitutive Model for Concrete: An Overview. *Current World Environment*. 2015. Vol. 10 (Special Issue 1), pp. 782–788. DOI : <http://dx.doi.org/10.12944/CWE.10.Special-Issue1.94>.
11. Gerin J.S., Mistry N.S., Welch A.K. Computers & Smc–urer. 1986. Vol. 24. No. 2, pp. 225–232.
12. Analysis of Reinforced Concrete (RC) Beams Using Nonlinear Finite Element Techniques MSC/Marc. David R. Dearth. 2013, 27 p.

УДК 699.86

Н.Д. ДАНИЛОВ, канд. техн. наук (rss_dan@mail.ru), П.А. ФЕДОТОВ, инженер

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова
(677000, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Белинского, 58)

Стык стен и цокольного перекрытия без теплопроводных включений для зданий с проветриваемыми подпольями

Проведен численный анализ с использованием программы расчета трехмерных температурных полей фрагмента стыка стен и цокольного перекрытия зданий с проветриваемыми подпольями. Рассмотрены варианты без теплопроводных включений и с кладкой из мелких бетонных блоков по перекрытию. Результаты расчетов показали, что при применении фасадных железобетонных панелей значительно улучшается температурный режим в зоне стыка конструкций, а также снижаются потери тепла.

Ключевые слова: удельная теплозащитная характеристика, трансмиссионные тепловые потери, матричный метод, частичная теплозащитная характеристика, местная теплозащитная характеристика, энергопотребление.

Для цитирования: Данилов Н.Д., Федотов П.А. Стык стен и цокольного перекрытия без теплопроводных включений для зданий с проветриваемыми подпольями // *Жилищное строительство*. 2017. № 11. С. 39–42.

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

Joint of Walls and a Socle Overlapping without Heat Conductive Inclusions for Buildings with Ventilated Cellars

Numerical analysis of a fragment of the joint of wall and socle overlapping of buildings with ventilated cellars was conducted with the use of the calculation program of three-dimensional temperature fields. Variants without heat conductive inclusions and with the masonry of small concrete blocks along the overlapping are considered. The results of calculation show that the use of facade reinforced concrete panels significantly improves the temperature regime in the zone of joint of structures and reduces the heat losses.

Keywords: specific heat protection characteristics, transmission heat losses, matrix method, partial heat protection characteristic, local heat protection characteristic, energy consumption.

For citation: Danilov N.D., Fedotov P.A. Joint of walls and a socle overlapping without heat conductive inclusions for buildings with ventilated cellars. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 11, pp. 39–42. (In Russian).

В углах наружных ограждений температура значительно ниже, чем на внутренних поверхностях стыкуемых конструкций. Поэтому расчету температуры на внутренней поверхности наружного угла ограждений зданий уделяется значительное внимание [1–5]. Угловые соединения цокольных перекрытий зданий с проветриваемыми или холодными подпольями с наружными стенами, а также теплопроводные включения в перекрытиях значительно снижают температуру внутренних поверхностей ограждений [6–8]. При строительстве зданий с монолитным железобетонным каркасом кладку из мелких бетонных блоков осуществляют непосредственно по цокольному перекрытию. Численный анализ с применением программы расчета показал, что в пространственном углу температура составляет всего 4°C [8]. Рассматривались варианты размещения теплоизоляции, при которых температура в углу, сформированном стенами и цокольным перекрытием, обеспечивалась бы в нормативных пределах, т. е. выше температуры точки росы [7–9]. При наиболее рациональном решении стыка стен с цокольным перекрытием [8] температура в пространственном углу получается выше температуры точки росы, но имеются хоть и локальные, но теплопроводные включения. Температура по

ним, даже при применении армированного пенобетона, значительно ниже, чем нормируемая температура поверхности пола, равная 19°C [8]. Возможно ли решение данного стыка без теплопроводных включений?

При строительстве жилых и общественных зданий с холодными или проветриваемыми подпольями широко используется технология возведения их каркаса из монолитного или сборного железобетона.

Предлагается конструкция решения углового стыка стены и цокольного перекрытия без теплопроводных включений, основанная на применении фасадных железобетонных панелей (рис. 1). После монтажа каркаса здания и фасадных панелей на цокольное перекрытие производится укладка (заливка) утеплителя. Причем теплоизоляция размещается не с внутренней поверхности многослойной стены, а с внутренней поверхности фасадных панелей. Такое размещение теплоизоляции цокольного перекрытия позволяет применение фасадных навесных панелей (Полезная модель РФ 85176 / Данилов Н.Д., Собакин А.А., Семенов А.А. Заявл. 15.04.2009. Опубл. 27.07.2009. Бюл. № 21; Полезная модель РФ 127100 / Данилов Н.Д., Собакин А.А. Заявл. 25.12.2012. Опубл. 20.04.2013. Бюл. № 11) и способа

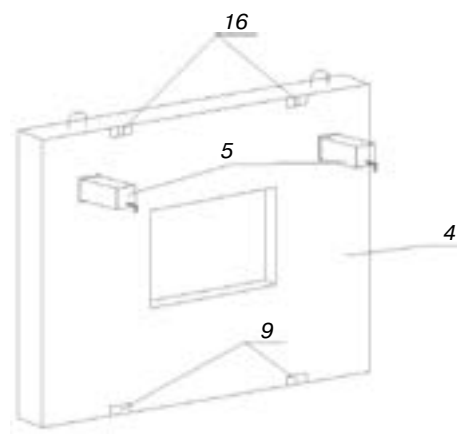
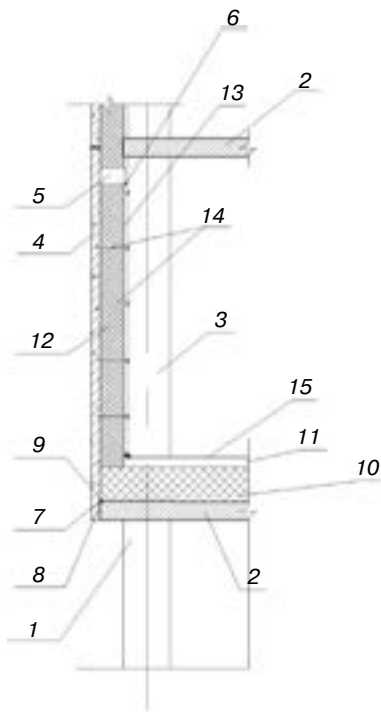


Рис. 1. Конструкция решения углового стыка стены и цокольного перекрытия без теплопроводных включений, основанная на применении фасадных железобетонных панелей: 1 – свайный фундамент; 2 – монолитное железобетонное перекрытие; 3 – колонна; 4 – железобетонная панель; 5 – железобетонная шпонка; 6 – крюк; 7, 8, 9 – закладные детали; 10 – утеплитель из пенополистирола; 11 – цементно-песчаная стяжка; 12 – утеплитель стены из пенополистирола; 13 – внутренняя облицовка из гипсокартонных листов; 14 – коннекторы; 15 – линолеум; 16 – закладные детали для соединения с верхней панелью

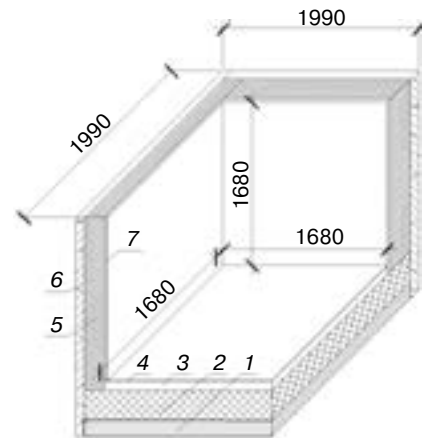


Рис. 2. Пространственный фрагмент ограждения: 1 – монолитное железобетонное перекрытие; 2 – утеплитель из пенополистирола; 3 – цементно-песчаная стяжка; 4 – линолеум; 5 – утеплитель стены из пенополистирола; 6 – железобетонная панель; 7 – штукатурка из цементно-песчаного раствора по сетке, натянутой на коннекторах

монтажа наружной стены с их применением [10]. На поверхности теплоизоляции цокольного перекрытия устраивается стяжка, наружная кромка которой доводится до проектной линии размещения внутренней поверхности утеплителя стены. После определенного технологического перерыва к внутренним поверхностям стеновых панелей производится крепление плит теплоизоляции начиная с верхней поверхности утеплителя перекрытия. Внутренняя оболочка стены в виде листовых материалов прикрепляется по утеплителю (после размещения пароизоляционного материала) к фасадной навесной панели с помощью коннекторов [10]. При выборе материала с соответствующим сопротивлением паропрооницанию на поверхность теплоизоляции вместо листового материала может быть нанесена штукатурка по сетке, натянутой на коннекторах (Полезная модель РФ 109166. Многослойная стена здания с фасадными панелями вертикальной разрезки / Антипкина Т.С., Данилов Н.Д., Мансуров Д.Л., Петрова Е.П., Семенов А.А., Собакин А.А., Тальникова Т.Н. Заявл. 30.05.2011. Опубл. 10.10.2011. Бюл. № 28). Далее устраивается покрытие пола, производится отделка поверхности стены и укладывается плинтус. При таком конструктивном решении полностью исключается наличие теплопроводных включений в угловом стыке «стена – цокольное перекрытие» (рис. 1).

Подана заявка на полезную модель, получено решение ФИПС от 17.01.2017 о выдаче патента на полезную модель по заявке № 2016130362/03(047265).

Предполагается, что рассматриваемое конструктивное решение узла стены и цокольного перекрытия приведет к увеличению сопротивления теплопередаче углового стыка и повышению температуры поверхности пола вследствие полного исключения теплопроводных включений.

Для оценки положительного влияния стыка конструкций на теплозащитные качества ограждений проведены расчеты с применением программы расчета пространственных температурных полей [4]. Задачей расчетов было выявление температуры в углах примыкания конструкций, а также

определение приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента ограждений и потерь тепла. Рассматриваемый пространственный фрагмент ограждений приведен на рис. 2. Толщина слоев стены: цементно-песчаный раствор – 0,03 м; пенополистирол – 0,2 м; фасадная ж/б панель – 0,08 м. Конструкция цокольного перекрытия: линолеум – 0,002 м; цементно-песчаная стяжка – 0,04 м; пенополистирол – 0,3 м; ж/б перекрытие – 0,2 м. Расчетная температура: $t_b = 21^\circ\text{C}$; $t_{in} = -52^\circ\text{C}$. Коэффициенты теплопроводности: пенополистирола – 0,04 Вт/(м·°C); железобетона – 1,92 Вт/(м·°C); цементно-песчаного раствора – 0,76 Вт/(м·°C); линолеума – 0,33 Вт/(м·°C). По внутреннему обводу фрагмента площадь ограждений составляет $1,68 \cdot 1,68 \cdot 3 = 8,4672 \text{ м}^2$. Шаг сетки принят кратно 0,01 и 0,02 м. Только толщина линолеума введена в соответствии с его размером. Получены следующие результаты расчета: приведенное сопротивление теплопередаче $R_0 = 5,277 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$; тепловые потери через фрагмент ограждений $Q = 117,128 \text{ Вт}$; температура в пространственном углу $t'_{in} = 14,247^\circ\text{C}$, а в двухмерном углу $t'_{in} = 17,717^\circ\text{C}$. Сопротивление теплопередаче стен $R_0 = 5,24 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$; цокольного перекрытия – $R_0 = 7,821 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$. В данном случае температура в пространственном углу существенно выше температуры точки росы ($t_p = 11,62^\circ\text{C}$), а в двухмерном углу приближается к нормируемой температуре поверхности пола.

Рассмотрен фрагмент одного из применяемых в данное время вариантов ограждений. Стена из мелких бетонных блоков толщиной 0,19 м. Толщины остальных слоев: теплоизоляция из пенополистирола – 0,2 м; внутренняя штукатурка из цементно-песчаного раствора – 0,02 м, а наружная – 0,03 м. Для упрощения расчетных операций кладка из мелких бетонных блоков по цементно-песчаному раствору принята как один материал с коэффициентом теплопроводности 0,798 Вт/(м·°C). Сопротивление теплопередаче стены $R_0 = 5,462 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$. Конструкция цокольного перекрытия принята такой же, как и при варианте с фасадными панелями. От внутреннего пространственного угла до краев фрагмента приняты такие же размеры, как и в первом варианте. Про-

грамма расчета выдала следующие значения: приведенное сопротивление теплопередаче $R_0 = 3,38 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$; температура в пространственном углу $\tau'_b = 2,414 \text{ °C}$, а в двухмерном углу $\tau'_b = 9,916 \text{ °C}$. Температура в углах обоих вариантов получилась ниже точки росы, а приведенное сопротивление фрагмента ограждения ниже R_0 варианта с железобетонными фасадными панелями в 1,56 раза. Соответственно потери тепла составили $Q = 182,875 \text{ Вт}$. Снижение приведенного сопротивления теплопередаче вызвано увеличением толщины стены в 1,42 раза по сравнению с вариантом с фасадной панелью. Как следствие, повышается площадь теплоотдающей поверхности (условное сопротивление теплопередаче стены в 1,04 раза больше, чем при варианте с фасадными панелями).

При определении тепловых потерь здания и приведенного сопротивления теплопередаче ограждений нужно применять методику, разработанную авторами [4, 6–9] и внесенную в СП 50.13330.2013. В п. Е.4 свода правил приведена формула, по которой определяются удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность, которую можно применить и в случае расчета пространственных углов ограждающих конструкций. Только в данном случае термин «точечная теплотехническая неоднородность», возможно, следует заменить словом «локальная пространственная теплотехническая неоднородность».

Потери теплоты через узел, содержащий локальную теплотехническую неоднородность, определенные на основании расчета температурного поля, составили $Q_k = 117,128 \text{ Вт}$. Потери тепла через фрагменты стен, определенные без учета влияния углов, равны:

$$Q = (t_b - t_n)F/R_0 = (21 - (-52)) \cdot 1,68 \cdot 1,68 \cdot 2/5,24 = 78,639 \text{ Вт},$$

а через цокольное перекрытие:

$$Q = (t_b - t_n)F/R_0 = (21 - (-52)) \cdot 1,68 \cdot 1,68/7,821 = 26,344 \text{ Вт}.$$

Список литературы

1. Степанов В.С., Пospelova И.Ю. Исследование процессов теплообмена в зоне наружного стыка ограждающих конструкций // *Известия вузов. Строительство*. 2003. № 2. С. 82–86.
2. Самарин О.Д. Расчет температуры на внутренней поверхности наружного угла здания с современным уровнем теплозащиты // *Известия вузов. Строительство*. 2005. № 8. С. 52–56.
3. Самарин О.Д. К вопросу об определении температуры в наружном углу здания. *Строительная физика в XXI веке: Материалы научно-технической конференции*. М.: НИИСФ РААСН, 2006. С. 104–107.
4. Данилов Н.Д., Шадрин В.Ю., Павлов Н.Н. Прогнозирование температурного режима угловых соединений наружных ограждающих конструкций // *Промышленное и гражданское строительство*. 2010. № 4. С. 20–22.
5. Самарин О.С. Оценка минимального значения температуры в наружном углу здания при его скруглении // *Промышленное и гражданское строительство*. 2014. № 8. С. 34–36.
6. Данилов Н.Д. Температурный режим цокольного перекрытия в зданиях с холодными подпольями // *Жилищное строительство*. 1999. № 10. С. 24–26.

Потери теплоты через фрагменты ограждений без учета влияния углов:

$$\tilde{Q}_k = 104,983 \text{ Вт}.$$

Дополнительные потери теплоты через локальную пространственную теплотехническую неоднородность определены по формуле:

$$\Delta Q_k^K = Q_k - \tilde{Q}_k = 117,128 - 104,983 = 12,145 \text{ Вт}.$$

Удельные потери теплоты через фрагмент пространственного угла стен и цокольного перекрытия составили:

$$\chi_k = \Delta Q_k^K / (t_b - t_n) = 12,145 / (21 - (-52)) = 0,166 \text{ Вт}/\text{°C}.$$

Для стены с кладкой:

$$\chi_k = \Delta Q_k^K / (t_b - t_n) = 77,892 / (21 - (-52)) = 1,067.$$

Таким образом, предлагаемое конструктивное решение стыка стены и цокольного перекрытия, основанное на применении фасадных железобетонных панелей, не только позволит решить проблему температурного режима цокольных перекрытий зданий с проветриваемыми или холодными подпольями, но и приведет к снижению тепловых потерь. Следует отметить, что в зданиях с железобетонным каркасом имеются теплопроводные включения в цокольных перекрытиях, сформированные системой «свая – перекрытие – колонна». Их влияние на теплозащитные свойства ограждения будет изучено дополнительно. Методика представления фрагмента теплозащитной оболочки здания в виде набора независимых элементов, каждый из которых влияет на тепловые потери [11–12], позволяет проследить последовательность такого подхода.

References

1. Stepanov V.S., Pospelova I.U. The study of heat transfer processes in the zone of the outer joint of walling. *Izvestiya vuzov. Stroitelstvo*. 2003. No. 2, pp. 82–86. (In Russian).
2. Samarin O.D. Calculation of the temperature on the inner surface of the outer corner of the building with a modern level of thermal protection. *Izvestiya vuzov. Stroitelstvo*. 2005. No. 8, pp. 52–56. (In Russian).
3. Samarin O.D. To a question of determination of temperature in an external corner of the building. *Construction physics in the XXI century: Materials of scientific and technical conference*. Moscow: NIISF RAASN. 2006, pp. 104–107. (In Russian).
4. Danilov N.D., Shadrin V.Yu., Pavlov N.N. Forecasting of temperature condition of angular connections of the the protecting designs. *Promyshlennoe i Grazhdanskoe Stroitel'stvo*. 2010. No. 4, pp. 20–21. (In Russian).
5. Samarin O.D. Otsenka of the minimum value of temperature in an external corner of the building at its rounding off. *Promyshlennoe i Grazhdanskoe Stroitel'stvo*. 2014. No. 8, pp. 34–38. (In Russian).
6. Danilov N.D. Temperature ground floors in buildings with cold underground. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 1999. No. 10, pp. 24–26. (In Russian).

7. Данилов Н.Д., Федотов П.А. Теплоэффективное решение углового соединения цокольного перекрытия и стены монолитных зданий с холодными подпольями // *Жилищное строительство*. 2012. № 2. С. 1–2.
8. Данилов Н.Д., Собакин А.А., Федотов П.А. Оптимальное утепление стыка стен каркасно-монолитных зданий с проветриваемыми подпольями // *Жилищное строительство*. 2016. № 1–2. С. 28–31.
9. Данилов Н.Д., Федотов П.А., Акимова Н.С., Петров Д.Ф. Анализ вариантов утепления с наружной стороны угловых соединений цокольного перекрытия и стен каркасно-монолитных зданий с проветриваемыми подпольями: *Сборник научных работ XVI Международной научно-практической конференции: Современные концепции научных исследований. Ч. 2. Технические науки. Экономические науки*. Москва, 24–25 июля 2015. С. 160–162.
10. Патент РФ 2473754. *Способ монтажа наружной стены с применением фасадных панелей* / Антипкина Т.С., Данилов Н.Д., Семенов А.А., Собакин А.А. Заявл. 15.07.11. Оpubл. 27.01.2013. Бюл. № 3.
11. Гагарин В. Г., Козлов В.В. Теоретические предпосылки расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // *Строительные материалы*. 2010. № 12. С. 4–12.
12. Гагарин В.Г., Неклюдов А.Ю. Учет теплотехнических неоднородностей ограждений при определении тепловой нагрузки на систему отопления здания // *Жилищное строительство*. 2014. № 6. С. 3–7.
7. Danilov N.D., Fedotov P.A. The heat effective solution of angular connection of socle overlapping and a wall of monolithic buildings with cold undergrounds. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2012. No. 2, pp. 1–2. (In Russian).
8. Danilov N.D., Sobakin A.A., Fedotov P.A. Optimal insulation of wall junction of frame-monolithic buildings with ventilated cellars. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 1–2, pp. 28–31. (In Russian).
9. Danilov N.D., Fedotov P.A. Akimova N., Petrov D. Analysis of heat insulation options of socular overlapping angular joints and walls of framed-monolithic buildings with ventilated undergrounds from the outer side. *Collection of materials XVI of international scientific and practical conference. Part 2. Technical sciences. Economic Sciences. Moscow*. 2015, July 24–25, pp. 160–162. (In Russian).
10. Patent RF 2473754. *Sposob montazha naruzhnoj steny s primeneiem fasadnykh panelei* [A way of installation of an external wall use of front panels]. Antipkina T.S., Danilov N.D., Semyonov A.A., Sobakin A.A., Declared 15.07.11. Published 1.27.2013. Bulletin No. 3. (In Russian).
11. Gagarin V.G., Kozlov V.V. Theoretical prerequisites of calculation of the specified resistance to a heat transfer of the protecting designs. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No. 12, pp. 4–12. (In Russian).
12. Gagarin V.G., Neklyudov A.Yu. Accounting of heat technical protections not of uniformity when determining thermal load of the system of heating of the building. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 6, pp. 3–7. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ



В Ярославле построили жилой дом с использованием новой технологии 3D-печати

Строительная 3D-печать – неоднозначное, но быстро развивающееся направление строительной технологии. В создании 3D-принтеров для укладки строительных смесей соревнуются инженеры многих стран мира. Технология включает следующие этапы: создание на компьютере трехмерной модели объекта, деление модели на слои в поперечном сечении, послойную экструзию смеси на основе цемента в соответствии с моделью, отверждение материала до завершения формирования объекта.

В специальную программу загружается файл модели, а специально автоматизированное устройство, называемое принтером, укладывает строительный раствор – в результате получается готовый элемент заданной формы и размера. Главным преимуществом данной технологии является то, что «напечатать» можно элемент любой конфигурации, сложной формы, что существенно расширяет дизайнерские возможности и скорость строительства.

Реализация проекта дома в Ярославской области стартовала в 2015 г. Общая площадь строения составила 298,5 м². Стены, декоративные элементы, башню «напечатали» на строительном 3D-принтере на территории завода, готовые конструкции доставили к месту строительства и собрали на фундаменте. Затем строители смонтировали крышу, провели внутреннюю отделку и подключили строение к коммуникациям.

Для печати жилого дома был использован строительный принтер S-6044 производства «АМТ-СПЕЦАВИА» – модель порталного типа с рабочим полем 3,5×3,6×1 м. Печать производится слоями высотой 10 мм и шириной от 30 до 50 мм. Скорость печати стен до 15 м²/ч.

Сооружение полностью соответствует правилам и нормам индивидуального жилищного строительства (ИЖС). Для него сделан проект, получено разрешение на строительство, оформлен паспорт БТИ.

УДК 699.841

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

Волгоградский государственный технический университет (400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28)

Сейсмозащита населенных пунктов России с учетом фактора «непредсказуемости очередного опасного природного явления»

Предложены технические решения для сейсмозащиты населенных пунктов с учетом фактора «непредсказуемости очередного опасного природного явления» на планете Земля (в основном на примере землетрясения). На основании вывода ученых геологов о том, что динамичность планеты Земля предопределена целым рядом самостоятельных энергетических источников, в статье делается вывод, что человечество лишено возможности определять место, время и интенсивность очередного опасного природного явления. Фактор «непредсказуемости очередного опасного природного явления» (НОО-ПЯ) негласно требует от строителей в расчетах по защите населенных пунктов использовать только максимальные интенсивности природных явлений. Однако в федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания отсутствует даже признание населенных пунктов объектами капитального строительства. Поэтому в статье обосновывается защита населенных пунктов, самых крупных объектов капитального строительства в России, при опасных природных явлениях и с учетом требований фактора НООПЯ.

Ключевые слова: динамичность Земли, фактор «непредсказуемости очередного опасного природного явления», землетрясение, защита жизни и здоровья людей в зданиях.

Для цитирования: Масляев А.В. Сейсмозащита населенных пунктов России с учетом фактора «непредсказуемости очередного опасного природного явления» // *Жилищное строительство*. 2017. № 11. С. 43–47.

A.V. MASLYAEV, Candidate of Sciences (Engineering), (victor3705@mail.ru)
Volgograd State Technical University (28, Lenin Avenue, 400005, Volgograd, Russian Federation)

Seismic Protection of Settlements of Russia with Due Regard For «Unpredictability of the Next Dangerous Natural Phenomenon»

Technical solutions for the seismic protection of settlements with due regard for the factor of «unpredictability of the next dangerous natural phenomenon» on the planet Earth (on the example of earthquake mostly) are proposed. On the basis of the analysis of scientist-geologists that the dynamism of the planet Earth is predefined by a number of independent energy sources, it is concluded in the article that humanity is deprived of the opportunity to determine the place, time, and intensity of the next dangerous natural phenomenon. The factor of «unpredictability of the next dangerous natural phenomenon» (UNDNP) tacitly requires the builders to use in the calculations for protection of settlements maximal intensities of natural phenomena only. However, there is no even recognition of the settlements as objects of capital construction in the Federal laws and regulatory documents of the Russian Federation of a building content. Therefore, the article substantiates the protection of settlements, the largest objects of capital construction in Russia, against dangerous natural phenomena and with due regard for requirements of «UNDNP».

Keywords: dynamism of Earth, factor of «unpredictability of the next dangerous natural phenomenon», earthquake, protection of human life and health in buildings.

For citation: Maslyayev A.V. Seismic protection of settlements of Russia with due regard for «unpredictability of the next dangerous natural phenomenon». *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 11, pp. 43–47. (In Russian).

Из-за огромной концентрации материальных ресурсов и большой плотности населения на ограниченной территории населенные пункты превратились в самые крупные и уязвимые объекты капитального строительства при воздействиях опасных природных явлений. Однако в федеральных законах РФ № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации», № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и основных нормативных документах РФ СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» отсутствует даже признание населенного пункта объектом капитального строительства, что исключает его защиту от опасных природных воздействий. К тому же многие населенные пункты, например в сейсмоопасных районах, возводи-

лись еще в XX в., когда сейсмическая опасность для них по сравнению с нормативным документом ОСП-2015 «Общее сейсмическое районирование территории РФ» была занижена на 1–2 балла [1, 2].

Поэтому многие жилые и общественные здания этих населенных пунктов на сегодняшний день уже имеют дефицит по сейсмозащите как минимум на 1–2 балла. Возникают вопросы к федеральным правилам определения прежде всего уровня ответственности разных строительных объектов, что позволяет специалистам назначать для большей части жилых и общественных зданий самую минимальную расчетную интенсивность опасного природного воздействия.

На настоящее время в строительной области следует признать задачу определения расчетной интенсивности воздействия очередного опасного природного явления для

самых ответственных капитальных объектов не решенной. Для объективного решения этой задачи обратимся к истокам динамичности планеты Земля, которые «рождают» опасные природные явления.

На сегодняшний день основным показателем динамичности Земли можно считать ее внутреннее строение. Так, за счет длительного прогрессирующего охлаждения Земли происходило образование основных слоев: в первые примерно 100 млн лет образовалось внутреннее ядро, а затем примерно за 3,5 млрд лет – внешнее ядро; примерно 1,7 млрд лет тому назад образовалось от 60 до 80% современной континентальной коры. Новый суперматерик Пангея появился примерно 200–300 млн лет назад. Этот суперматерик сначала раскололся на две части: северную (Лавразию) и южную (Гондвану), а уж потом на систему нынешних материков. Поверхность Земли из космоса представляет собой отдельные крупные платформы (материки) в огромном пространстве океанов и морей. К числу северного ряда таких платформ специалисты относят Северо-Американскую, Восточно-Европейскую, Сибирскую, Китайско-Корейскую, а к числу южного ряда – Южно-Американскую, Африканскую, Индостанскую, Австралийскую, Антарктическую.

Первым ученым, который выдвинул гипотезу дрейфа материков, был А. Вегенер, но он не смог объяснить механизм этого дрейфа. Позднее британец А. Холмс и американец Д. Григс в конце 1920-х гг. пояснили дрейф материков действием конвекции в мантии и тем самым современный вариант динамизма планеты Земля – тектонику плит (кора, литосфера). Это позволило ученым установить, что материки испытали уже значительные перемещения, прежде чем занять современное положение. Почти все эти плиты по разным направлениям и сегодня движутся с разной скоростью. Конвергентные границы образуются между сближившимися плитами, когда одна плита пододвигается под другую. Жесткая часть нижней плиты, оказавшаяся под другой тяжелой плитой, разрушается с образованием сейсмических волн, которые и вызывают землетрясения на поверхности Земли. Согласно [3] общая протяженность современных конвергентных границ на планете Земля, в которых могут быть сильные землетрясения, составляет примерно 57 тыс. км.

Ученые [3] считают, что активность эндогенных процессов (землетрясения, вулканы и т. д.) на Земле характеризуется своей периодичностью, причину которой они видят и в изменениях частоты инверсий магнитного поля, скорости осевого вращения Земли, т. е. с непрерывными изменениями в глубоких недрах Земли. Периодичность в изменениях интенсивностей эндогенных процессов по своему масштабу может быть очень разной – от нескольких десятков лет и до нескольких миллионов лет.

Наиболее полный перечень энергетических источников почти всех динамических процессов на планете Земля изложен в [3]: энергетический баланс Земли складывается в порядке убывающего значения из тепла гравитационной дифференциации, остаточного тепла аккреции Земли, радиогенного тепла, приливного тепла, механической энергии гравитации, включая проявления гравитационной неустойчивости в мантии и коре.

Динамические процессы на планете Земля обусловлены действием многих энергетических источников, которые к тому же во времени характеризуются разными интенсивностями своих воздействий. Поэтому в динамичности Земли непредсказуемые по интенсивности проявления энергетические источники могут порождать только непредсказуемые

опасные природные явления. **Это означает, что человечество никогда не сможет определять место, время и интенсивность очередного опасного природного явления на планете Земля.**

Другими словами, можно сказать, что в сложной динамичности планеты Земля негласно действует фактор «непредсказуемости очередного опасного природного явления» (НООПЯ). Чтобы защитить себя надежно от воздействий опасных природных явлений, человечество всегда стремилось лучше познать их основные характеристики. Так, по собранной статистике изменчивости во времени интенсивности эндогенных процессов специалистам стала известна одна из важнейших их характеристик: за больший промежуток времени увеличивается вероятность опасного природного явления с максимальной интенсивностью.

Эту закономерность, например, сейсмологи хорошо знают и поэтому интенсивность землетрясений определяют на вероятностной основе за определенный отрезок времени (50, 100, 500, 1000 и более лет) для объектов капитального строительства с разным сроком службы. Например, в нормативном комплекте сейсмических карт для населенных пунктов на территории России (ОСР-2015) предусмотрено следующее их использование: карта **А** – вероятность превышения расчетной интенсивности в течение 50 лет – 10% и предназначена для зданий и сооружений с нормальной ответственностью; карта **В** – вероятность превышения расчетной интенсивности в течение 50 лет – 5% и предназначена для зданий и сооружений повышенной ответственности; карта **С** – вероятность превышения расчетной интенсивности в течение 50 лет – 1% и предназначена для зданий и сооружений с особой ответственностью. Но в этих сейсмических картах **негласно** просматривается один из серьезных показателей сейсмической опасности на территории России. Так как во всех трех картах А, В, С указываются вероятности **превышения** сейсмической опасности, это одновременно указывает и на тот факт, что на территории любого населенного пункта России первым землетрясением может быть землетрясение с максимальной интенсивностью по карте С.

Изложенное свидетельствует о том, что расчетные положения комплекта карт ОСР-2015 негласно подтверждают факт существования непредсказуемости места, времени и интенсивности очередного землетрясения в сейсмоопасных районах России. Поэтому отсутствие у человечества реальных возможностей контролировать характеристики глубинных процессов в недрах Земли, которые в основном и порождают очередное опасное природное явление, требуют от него для организации своей безопасной жизнедеятельности учитывать характеристики фактора НООПЯ. Это наглядно показывает и статистика последних катастрофических последствий от землетрясений на территориях разных стран [4]. Например, в [5] приводятся слова американских ученых Дж. Гира и Х. Шаха о том, что «...мы с уверенностью можем предсказать, что большинство будущих землетрясений предсказаны не будут».

В настоящее время первоочередной задачей человечества должно стать признание основных технических характеристик фактора НООПЯ особенно в расчетах защиты населенных пунктов при воздействиях опасных природных явлений.

Одним из последних примеров для подтверждения существования фактора НООПЯ является землетрясение с магнитудой $M = 9,2$ у берегов Японии 11 марта 2011 г. Даже самые опытные в мире японские сейсмологи прогнозировали здесь землетрясение с гораздо меньшей магнитудой 8.0. Учитывая

непредсказуемость очередного землетрясения, японский ученый-сейсмолог Косюн Ямаоко, выступая на 33-й Генеральной ассамблее Европейской сейсмологической комиссии, открывшейся в Москве в августе 2012 г., сказал, что «...при оценке сейсмической опасности следует учитывать не только события, которые повторяются и происходят часто, но и те, которые в принципе возможны с точки зрения современной науки, даже если они происходят **редко**». Или другой пример, – в понимании русскими специалистами существования негласного фактора НООПЯ у Земли. Так, перед утверждением комплекта карт ОСР-97 «Общего сейсмического районирования территории РФ» решением Госстроя РФ была создана рабочая группа специалистов с целью определения квалифицированного использования карт А, В, С для расчетов зданий и сооружений с разной ответственностью. Рабочая группа специалистов приняла следующее решение [2]: карта ОСР-97-А с минимальной сейсмической опасностью – для строительства объектов непродолжительного срока службы; карта ОСР-97-В – с максимальной сейсмической опасностью – в массовом строительстве гражданских и промышленных зданий и сооружений; карта ОСР-97-С – с максимальной сейсмической опасностью – для особо ответственных зданий и сооружений. Однако эти рекомендации лучших специалистов России Правительством РФ не были приняты. Поэтому в федеральных законах № 190-ФЗ, № 384-ФЗ и основных нормативных документах РФ СП 42.13330.2011, СП 14.13330.2014 приводится слишком зауженный перечень зданий и сооружений с повышенной ответственностью для всех населенных пунктов России, которые только и должны рассчитываться на максимальные сейсмические воздействия.

Например, к повышенной ответственности относятся только жилые и общественные здания выше 25 этажей. А так как основная часть населенных пунктов России в сейсмоопасных районах застроена в основном жилыми и общественными зданиями высотой до пяти этажей, то получается, что все они являются объектами с нормальной ответственностью, которые по требованиям СП 14.13330.2014 должны рассчитываться только на минимальную сейсмическую опасность. Обращает на себя внимание и факт разногласий в сейсмических картах А, В, С, когда при реальной длительности жизненных циклов населенных пунктов в 1 тыс. и более лет вероятность превышения или непревышения сейсмической опасности для них рассчитана только для короткого времени 50 лет как для «отдельно стоящего» здания [6].

Для населенного пункта с жизненным циклом 1 тыс. лет вероятность землетрясения с расчетной интенсивностью по карте В составит 100%, а вероятность превышения сейсмической опасности по карте С составит 20% (вместо нормативного 1% за время 50 лет) [6]. Все это говорит только о том, что при существующей разнице между интенсивностями по картам А и С 2 балла для территорий большей части населенных пунктов России вероятность разрушения городов и сельских поселений при землетрясении по карте С с максимальной интенсивностью значительно повышается [7].

По причине непризнания федеральными законами и основными нормативными документами РФ населенного пункта объектом капитального строительства в них отсутствуют правила по его защите при воздействии опасных природных явлений. Именно по этой причине, например, произошли затопления примерно 40 населенных пунктов в Приморье в начале сентября 2016 г. Населенный пункт по сравнению с «отдельно стоящими» зданиями отличается значительной уязвимостью

при воздействиях опасных природных явлений из-за наличия двух факторов: длительность жизненного цикла в 1 тыс. и более лет; большая плотность населения на ограниченной территории, что способствует повышению сейсмических рисков при землетрясении.

Специалистам также известно, что большая часть территории России может быть подвержена воздействиям разных опасных природных явлений. Поэтому на сегодняшний день защиту населенных пунктов России от воздействия опасных природных явлений следует считать самой важной государственной задачей. Защита населенного пункта – это прежде всего защита **жизни и здоровья населения в зданиях** при воздействии опасных природных явлений. Поэтому, например, для сейсмозащиты населенного пункта в сейсмоопасном районе следует из комплекта карт ОСР-2015 выбрать такую расчетную сейсмическую опасность, которая с высокой надежностью обеспечила бы его сохранность в течение всего жизненного цикла. За использование максимальной интенсивности по карте С при сейсмозащите населенного пункта при землетрясении кроме двух вышеприведенных факторов говорят и следующие основные характеристики фактора НООПЯ: непредсказуемость места, времени и интенсивности на поверхности Земли очередного землетрясения; частота и интенсивность землетрясения зависят и от масштаба цикличности повышенной активности тектонических процессов (через сотню, тысячу и миллионы лет); за более длительный период времени вероятность землетрясения с большей интенсивностью возрастает.

Так как большая часть людей при землетрясении будет находиться в жилых или общественных зданиях, именно эти здания в населенных пунктах следует считать зданиями повышенной ответственности, которые согласно СП 14.13330.2014 должны рассчитываться на максимальную интенсивность землетрясения. Ведь расчет жилых зданий на максимальную сейсмическую опасность выгоден прежде всего жителям, так как согласно табл. 1 ГОСТ 27751–2014 увеличивается срок службы здания без капитального ремонта до 100 лет. Но при этом также нельзя забывать и тот факт, что в последние годы сильные землетрясения происходят с повторными сильными толчками, которые также могут разрушать здания и сооружения, у которых главный (первый) толчок вызвал, как и предусмотрено в СП 14.13330.2014, предельно допустимые повреждения.

Основная опасность этих повторных толчков заключается в том, что они могут происходить в первые минуты после главного толчка, когда люди еще не успели выйти из зданий, поэтому они создают серьезную угрозу для жизни и здоровья людей в зданиях [8]. Например, именно такой первый повторный толчок через 4 мин 20 с произошел на территории г. Ленинакана (Армения) при Спитакском 1988 г. землетрясении, когда погибли десятки тысяч человек в разрушенных зданиях от воздействия повторного толчка. Одно из последних землетрясений с повторными толчками было на территории Италии 18 января 2017 г.: первый повторный толчок произошел через 1 мин 21 с после главного толчка, а второй повторный – через 1 мин 05 с после первого повторного толчка. Однако, несмотря на достаточную статистику по землетрясениям с повторными сильными толчками на территориях многих стран и требование пп. 6 ст. 16 Федерального закона № 384-ФЗ об учете в расчетах зданий повышенной ответственности повторных толчков при землетрясении, в положениях СП 14.13330.2014 такой расчет отсутствует.

Приведем пример и еще одной, самой большой недоработки в федеральных законах и основных документах РФ строительного содержания: отсутствие в них решения вопроса по защите здоровья людей в сейсмостойких зданиях при землетрясении. Примерно 50 лет назад как отечественные, так и зарубежные ученые-медики выявили, что люди в сейсмостойких зданиях при сильном землетрясении, как правило, получают тяжелую психическую травму, в результате которой они теряют здоровье на время от нескольких десятков минут до нескольких месяцев [9]. Несмотря на то что содержание Федерального закона № 384-ФЗ РФ начинается с п. 1 ст. 1 со слов «защита жизни и здоровья граждан...» и во многих других пунктах повторяются, в основных нормативных документах СП 42.13330.2014, СП 14.13330.2014 отсутствуют решения по защите жизни и здоровья людей в зданиях при воздействиях опасных природных явлений. О паническом поведении людей при сильном землетрясении говорят и медики, и ученые-сейсмологи [10]. **Только строители продолжают утверждать, что защищать здоровье людей в зданиях при землетрясении не обязательно.** Строительная теория подтверждает, что уровень сейсмического воздействия на людей, который в основном влияет на их реакцию (потеря здоровья), зависит от соответствия доминантной частоты землетрясения и периода собственного колебания здания: при совпадении этих значений интенсивность воздействия на здание и людей значительно возрастает (срабатывает резонансное явление). Специалистам также хорошо известно, что интенсивность сейсмического воздействия на людей при землетрясении возрастает с увеличением этажности зданий.

Оценкой уровня сейсмического воздействия на два стоящих рядом здания казарм с разными конструктивными решениями при воздействии Газлийского 1985 г. землетрясения послужила реакция курсантов Самаркандского автомобильного училища: из трехэтажного каркасного здания курсанты в панике выбегали на открытое безопасное пространство, а курсанты в рядом стоящем трехэтажном кирпичном здании это сейсмическое воздействие даже не почувствовали. В [11] приводится обоснование влияния объемно-планировочных и конструктивных решений зданий на реакцию (потери здоровья) людей при землетрясении. Так, например, согласно исследованиям [12] реакция (потеря здоровья) людей при землетрясении зависит в основном от уровня вибрационного воздействия конструкций зданий. Поэтому в ст. 26 Федерального закона № 384-ФЗ об этом говорится: «...должны быть предусмотрены меры для того, чтобы вибрация в здании и сооружении не причиняла вреда здоровью людей». Получается, что требования Федерального закона № 384-ФЗ по защите жизни и здоровья людей в зданиях при землетрясении на территории России не исполняются основными нормативными документами РФ СП 42.13330.2014, СП 14.13330.2014, что, конечно, делает их нелегитимными.

Но особое место в рассматриваемой теме занимает Федеральный закон № 68-ФЗ РФ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», положениями которого руководствуются все государственные органы при спасении людей при чрезвычайных ситуациях.

Известно, что успех защиты жизни и здоровья людей при чрезвычайных ситуациях в первую очередь зависит от времени начала проведения спасательных работ. Для эффективного спасения людей в зданиях, например при воздействии любого опасного природного явления, которое может произойти не-

ожиданно, государственные спасательные организации должны находиться в режиме повышенной готовности. В ст. 4.1 Федерального закона № 68-ФЗ РФ указываются три режима деятельности органов управления государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) в России: 1-й режим – повседневная деятельность при отсутствии угрозы возникновения ЧС; 2-й режим – повышенной готовности при угрозе возникновения ЧС; 3-й режим – чрезвычайной ситуации при возникновении ЧС. На вопрос, в каком режиме функционирования пребывали органы управления государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС России перед ранее прошедшими, например, наводнениями, ответ можно найти в нижеприводимых примерах.

В июле 2012 г. на территории г. Крымска Краснодарского края произошло наводнение, в результате которого утонул 171 человек, пострадало примерно 34 тыс. человек, ущерб составил примерно 20 млрд р. При этом государственные службы даже за время наводнения так и не смогли оповестить все население города об этом наводнении. Или другой пример. В конце августа 2016 г. примерно 40 населенных пунктов Приморья подверглись затоплению. Для оказания спасательных работ министерство по ЧС из-за недостаточности сил и средств на Дальнем Востоке было вынуждено 4 сентября 2016 г. (почти через неделю) авиацией перебрасывать спасателей из Крыма. Эти два примера демонстрируют, что государственные органы управления по предупреждению и ликвидации ЧС не были подготовлены к особенностям и масштабу этих наводнений. По всей видимости, они перед этими наводнениями находились в 1-м режиме повседневной деятельности при отсутствии угрозы возникновения ЧС. Государственные службы по предупреждению и ликвидации ЧС даже не знают о существовании фактора НООПЯ, для борьбы с которым они и предназначены. Так как соответствующими нормативными документами РФ уже выделены территории России, где вероятны различные опасные природные явления, государственные органы управления по предупреждению и ликвидации ЧС на этих конкретных территориях должны ежедневно работать только во 2-м режиме – повышенной готовности при угрозе возникновения ЧС (по п. 2 ст. 4.1 Закона № 68-ФЗ режимы устанавливаются правительством РФ).

Ученым-геологам известны такие периоды существования нашей планеты, при которых происходили мгновенные значительные глубинные процессы, приводящие почти к полному исчезновению живых существ на ее поверхности. Даже по этой отдаленной статистике уже сегодня человечество официально должно признать Землю опасной планетой, у которой имеется негласный фактор «непредсказуемости очередного опасного природного явления» (НООПЯ).

Выводы.

Результаты сложнейших глубинных динамических процессов в недрах планеты Земля проявляются на ее поверхности в виде опасных природных явлений. Из-за недоступности познания основных характеристик энергетических источников динамических процессов в недрах Земли люди для обеспечения своей безопасности должны учитывать фактор «непредсказуемости очередного опасного природного явления» НООПЯ.

Для защиты жизнедеятельности людей следует учитывать проявления основных характеристик фактора НООПЯ: непредсказуемость места, времени и интенсивности на поверхности Земли; частота и интенсивность опасного природного

явления зависят от масштаба цикличности активности тектонических процессов (через сотню, тысячу и миллионы лет); за длительный период времени вероятность проявления опасного природного явления с большей интенсивностью возрастает.

Защита населенных пунктов зависит в основном от уровня расчетной интенсивности опасного природного явления, поэтому в формуле ее расчета следует использовать только максимальный уровень интенсивности.

Населенные пункты в России застроены в основном жилыми и общественными зданиями высотой до 25 этажей,

которые в сейсмоопасных районах рассчитывались на минимальную сейсмическую опасность по карте А. При вероятных землетрясениях с максимальной интенсивностью они могут быть разрушены.

Так как для большей части территории России нормативными документами РФ установлены вероятности воздействий разных опасных природных явлений, органам управления и силам государственной системы предупреждения ЧС на этих территориях по требованиям фактора НООПЯ должен быть установлен **2-й** режим повышенной готовности.

Список литературы

1. Назаров Ю.П., Айзенберг Я.М. Исследования ЦНИИСК по сейсмостойкости сооружений. Теория, эксперимент, практика // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2006. № 5. С. 16–20.
2. Уломов В.И., Шумилина Л.С. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-97. Масштаб 1: 8000 000. Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах. М.: М-во науки и технологий РФ. РАН. Объединенный институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта. 1999. 57 с.
3. Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. М.: МГУ, 1995. 480 с.
4. Айзенберг Я.М. Катастрофическое землетрясение в Иране (г. Бам) 26 декабря 2003 г. и некоторые его уроки // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2004. № 2. С. 48–49.
5. Хачиян Э.Е. О некоторых аспектах защиты от землетрясений // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2007. № 5. С. 11–15.
6. Масляев А.В. Анализ соответствия федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания требованиям Конституции РФ // *Жилищное строительство*. 2016. № 11. С. 38–44.
7. Масляев А.В. Анализ положений федеральных законов и нормативных документов РФ по применению карт сейсмической опасности (ОСР-2015) РФ в строительстве // *Жилищное строительство*. 2016. № 8. С. 3–8.
8. Масляев А.В. Сейсмостойкость зданий с учетом повторных сильных толчков при землетрясении // *Промышленное и гражданское строительство*. 2008. № 3. С. 45–47.
9. Александровский Ю.А. Психогенные реакции и расстройства, возникающие в экстремальных условиях при стихийных бедствиях, катастрофах и во время войны. Психология экстремальных ситуаций. Минск: Хрестоматия, 1999. С. 165–187.
10. Ананин И.В., Аптикаев Ф.Ф., Эртелева О.О. Люди как объект шкалы сейсмической интенсивности. Исследования по сеймотектонике и современной геодинимике. М.: Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта. 2006. С. 18–20.
11. Масляев А.В. Парадигма для федеральных законов и нормативных документов РФ по сейсмозащите зданий повышенной ответственности при землетрясении // *Вестник ВолгГАСУ. Серия: Строительство и архитектура*. 2015. Вып. 41 (60). С. 74–84.
12. Масляев А.В. Сохранение здоровья людей, находящихся в зданиях при землетрясении // *Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений*. 2014. № 2. С. 38–42.

References

1. Nazarov J.P., Ajzenberg J.A.M. Research ZNIISK on seismic stability of constructions. The theory, experiment, practice. *Seysmostoykoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzheniy*. 2006. No. 5, pp. 61–62. (In Russian).
2. Ulomov V.I., Shumilina L.S. Komplekt kart obshhego sejsmicheskogo rajonirovanija territorii Rossijskoj Federacii OSR-97 [The Complete set of cards of the general seismic division into districts of territory of Russian Federation OCP-97]. Moscow: Ob'edinennyi institut fiziki zemli im. O.Yu. Shmidta. 1999. 57 p.
3. Hain V.E., Lomize M.G. Geotektonika s osnovami geodinamiki [Geotectonics with geodynamics bases]. Moscow: Moscow State University. 1995. 480 p.
4. Ajzenberg Ja.M. Katastroficheskoe zemletrjasenie v Irane (g. Bam) 26 dekabrya 2003 g. i nekotorye ego uroki [Catastrophic earthquake in Iran (Bam) on December, 26th, 2003 and its some lessons]. *Seysmostoykoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzheniy*. 2004. No. 2, pp. 48–49. (In Russian).
5. Hachiyani Э.Е. About some aspects of protection against earthquakes. *Seysmostoykoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzheniy*. 2007. No. 5, pp. 11–15. (In Russian).
6. Maslyayev A.V. Analys of conformity of federal laws and standard documents of the Russian Federation of the building maintenance to requirements of the constitution of the Russian Federation. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 11, pp. 38–44. (In Russian).
7. Maslyayev A.V. Analysis of Provisions of the RF Federal Laws and Normative Documents Concerning the Use of the RF Maps of Seismic Hazards (OSR-2015) in Construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 8, pp. 3–8. (In Russian).
8. Maslyayev A.V. Seismic stability of buildings taking into account repeated strong pushes at earthquake. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2008. No. 3, pp. 45–47. (In Russian).
9. Aleksandrovskiy J.U.A. Psihogennye reakcii i rasstrojstva, vznikajushhie v jekstremal'nyj uslovijah pri stihijnyh bedstvijah, katastrofah i vo vremja vojny [Psychogenic reactions and the frustration arising in extreme conditions at acts of nature, accidents and during war]. Minsk: Khrestomatiya. 1999, pp. 165–187.
10. Ananin I.V., Aptikaev F.F., Erteleva O.O. Ljudi kak ob'ekt shkaly sejsmicheskoy intensivnosti [Ljudi as object of a scale of seismic intensity]. Moscow: Institut fiziki zemli im. O.Yu. Shmidta. 2006, pp. 18–20.
11. Maslyayev A.V. Paradigm for federal laws and standard documents of the Russian Federation on seismoprotection of buildings of the raised responsibility at earthquake. *Vestnik VolgGASU. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2015. Vol. 41 (60), pp. 74–84. (In Russian).
12. Maslyayev A.V. Preservation of health of the people who are in buildings at earthquake. *Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost' sooruzheniy*. 2014. No. 2, pp. 38–42. (In Russian).

Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до 5–6 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 и включать не менее 10 позиций.

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! При подготовке рукописи статьи к отправке в редакцию 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/>

Утвержден стандарт, позволяющий вывести отечественные деревянные конструкции на европейский рынок

Принят национальный стандарт ГОСТ Р «Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции», внедрение которого обеспечит возможность более полного использования ресурсов светового климата и может позволить увеличивать высоту проектируемых зданий. Документ прошел экспертизу подведомственного Минстрою России ФАУ «ФЦС» и ТК 465 «Строительство» и зарегистрирован в Росстандарте.

Национальный стандарт ГОСТ Р «Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции» разработан впервые. Он увязан с российской системой стандартизации в строительстве. Положения стандарта позволяют определять величину расчетной продолжительности инсоляции помещений и территорий на различных стадиях проектирования строительства и эксплуатации зданий на всей территории Российской Федерации. Технично-экономическая эффективность от внедрения стандарта заключается в повышении точности расчетов инсоляции помещений и более полном использовании ресурсов светового климата. Уточнение географической широты места строительства и применение соответствующего ей инсоляционного графика или солнечной карты позволяет в ряде случаев повысить высоту проектируемого здания на один этаж.

Настоящий стандарт содержит два графических метода расчета продолжительности инсоляции помещений и территорий. Первый метод, основанный на

применении инсоляционных графиков, построенных на контрольные дни месяца (для центральной географической зоны – для дней равноденствия), представляет проекцию на горизонтальную плоскость солнечных лучей, проходящих через фиксированную точку на протяжении суток, а также линии пересечения их горизонтальными плоскостями, проведенными через определенный шаг по высоте. Данный метод является общепринятым и повсеместно используемым в проектной практике.

Второй метод – метод солнечных карт позволяет рассчитывать продолжительность инсоляции в контрольные дни в различные месяцы года.

Национальный стандарт состоит из семи разделов и четырех приложений, где приведены примеры определения теневых и световых углов и расчетной точки светового проема помещения при расчете продолжительности инсоляции помещения, инсоляционные графики и солнечные карты.

ГОСТ Р «Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции» разработан подведомственным Минстрою России ФАУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» при участии ООО «ЦЕРЕРА-ЭКСПЕРТ». Срок введения стандарта – 2018 г. Проверка стандарта – 2023 год.

По материалам Минстрою Российской Федерации

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

В издательстве «Стройматериалы» вы можете приобрести специальную литературу

Книга «Защита деревянных конструкций»

Автор – А.Д. Ломакин

Рассмотрены вопросы конструкционной и химической защиты деревянных конструкций, используемых в малоэтажном домостроении, при строительстве зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения, в том числе, с химически агрессивной средой, а также открытых сооружений (автодорожных и пешеходных мостов, опор ЛЭП и др.). Освещены вопросы защиты от эксплуатационных воздействий и возгорания несущих конструкций из клееной древесины и ЛВЛ и приведено краткое описание наиболее эффективных средств и способов их защиты. Описаны методы оценки защитных свойств покрытий для древесины, методика и результаты натуральных климатических испытаний покрытий на образцах и фрагментах конструкций. Приведены методика и результаты мониторинга влажностного состояния несущих клееных деревянных конструкций в процессе эксплуатации.

Монография «Производство деревянных клееных конструкций»

Автор – заслуженный деятель науки России, д-р техн. наук Ковальчук Л.М.

В книге рассмотрены основные вопросы технологии изготовления ДКК, показаны области их применения, описаны материалы для их изготовления. Особое внимание уделено вопросам оценки качества, методам испытаний, приемке и сертификации клееных конструкций. В книге приведен полный перечень отечественных и зарубежных нормативных документов, регламентирующих производство и применение ДКК



Для приобретения специальной литературы обращайтесь

в издательство «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»

Тел./факс: (499) 976-22-08, 976-20-36

E-mail: mail@rifsm.ru

II Международный симпозиум по долговечности и устойчивому развитию конструкционного бетона

DSCS 2018

Москва,



6-7 июня 2018 г.

Организаторы:

Итальянское отделение американского института бетона (ACI IC)
и Российская инженерная академия (РИА)

При участии Российской академии наук (РАН) и Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН)

Спонсоры конференции:

Американский институт бетона (ACI) и его комитеты: C130 (Sustainability of Concrete), C201 (Durability of Concrete), C544 (Fiber Reinforced Concrete), C549 (Thin Reinforced Cementitious Products and Ferrocement);

Международная федерация по конструкционному бетону (fib);

Международный союз экспертов и лабораторий в области испытаний строительных материалов, систем и конструкций (RILEM)



Тематика симпозиума

- Сокращение парниковых газов в цементной и бетонной промышленности
- Рециклирование и организация удаления отходов в производстве бетонов и растворов
- Сульфоалюминатные цементы как альтернатива портландцементу и смешанным цементам
- Щелочеактивированные материалы и геополимеры для устойчивого строительства
- Долговечность железобетонных конструкций
- Оценка жизненного цикла в строительстве из бетона
- Повторное использование и восстановление функциональности железобетонных конструкций
- Ремонт и эксплуатация
- Контроль, инспектирование и мониторинг
- Примеры из практики

Место проведения конференции: Российская академия наук, Москва, Россия

<http://www.aciitaly.com/events/dscs2018>

Секретариат симпозиума: ACI Italy Chapter Secretary (aciitalychapter@gmail.com)

Российский секретариат: Леонид Иванов, региональная группа РИЛЕМ (l.a.ivanov@mail.ru);
Сергей Бронин, Национальная группа ФИБ (bronin@list.ru).