



ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

научно-технический и производственный журнал

www.rifsm.ru

издается с 1958 г.



Разрядно-импульсная технология в строительстве



РИТ-технология позволяет:

- возводить свайные поля под фундаменты любой сложности
- устанавливать грунтовые анкера длиной до 25 м и несущей способностью до 100 тН
- осуществлять цементацию грунтов с I по IX группы грунтов
- возводить подпорные стены высотой до 25 метров
- производить усиление фундаментов зданий без остановки производства и отселения жильцов
- возводить свайные фундаменты с высокой несущей способностью в ограниченном пространстве и на любых типах грунтов
- производить углубление подвала или устраивать подземные этажи в уже построенном здании
- осуществлять глубинное уплотнение грунтов
- возводить свайные ограждения котлованов высотой до 25 м

**УНДАМЕНТЫ
СНОВАНИЯ
азрядно-импульсные
вайные
ЕХНОЛОГИИ**

Научно-производственная фирма "FORST"

428022, Чувашская Республика г. Чебоксары, ул. Калинина, д. 109а

тел.: +7(8352)63-37-06 факс: +7(8352)28-28-26

e-mail: forstnpf@mail.ru www.forstnpf.ru

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

InterConPan–2017

International Conference of Large-panel Construction

4–6 апреля 2017 г. / April 4–6, 2017

Чебоксары / Cheboksary

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ:

- Состояние базы крупнопанельного домостроения в РФ
- Модернизация предприятий КПД
- Оборудование и технологии
- Современные бетоны, добавки и пигменты
- Архитектурно-планировочные решения
- Качество и энергоэффективность полносборных зданий
- Расчет и конструирование узлов сборных элементов
- Новые решения фасадов
- Опыт строительства крупнопанельного жилья

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ:

- 4 апреля** 1) пленарное заседание
 2) выездная сессия:
 ОАО «Железобетонные конструкции №1»
 Жилые комплексы (Чебоксары)
- 5 апреля** Научно-практическая конференция.
 Секции: «Архитектура и особенности проектных решений крупнопанельных зданий»;
 «Гибкая технология предприятий ДСК и КПД»
- 6 апреля** выездная сессия:
 ООО «ГАЛЕН»

Спонсор конференции:



Партнеры конференции:



К проведению конференции готовятся тематические номера журналов «Жилищное строительство» № 3-2017 г. и «Строительные материалы»® № 3-2017 г., в которых будут опубликованы основные пленарные и секционные доклады. Представление докладов в виде статей до 15.02.2017 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 редакция журнала «Жилищное строительство»

Учредитель журнала
АО «ЦНИИЭП жилища»

Ежемесячный научно-технический
и производственный журнал

Входит в Перечень ВАК
и государственный проект РИНЦ

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

Главный редактор

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

Редакционный совет:

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

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

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

ГАГАРИН В.Г.,
д-р техн. наук (Москва)

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

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.**

© ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»,
журнал «Жилищное строительство», 2016

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Издается с 1958 г.

11'2016

Уважаемые читатели!
Не забудьте оформить подписку на 2017 год!

Подземное строительство

- З.Г. ТЕР-МАРТИРОСЯН, В.В. СИДОРОВ, А.З. ТЕР-МАРТИРОСЯН, А.В. МАНУКЯН
Скорость осадки сваи, погруженной в толщу глинистого грунта,
с учетом его упруговязких и упругопластических свойств 3
- А.О. КУЗНЕЦОВ
Определение параметров предельного равновесия грунтового массива
при взаимодействии с армоэлементом аналитическим и численным методами 7
- Подземная урбанизация – необходимое условие устойчивого развития городов
(Информация) 12
- О.С. ГЛОЗМАН
Подземное планирование Москвы 14
- Н.С. СОКОЛОВ, С.Н. СОКОЛОВ, А.Н. СОКОЛОВ
Об ошибочном способе устройства буроинъекционных свай
с использованием электроразрядной технологии. 20

Градостроительство и архитектура

- О.С. СУББОТИН
Инновационные материалы и технологии в зданиях общественного назначения Сочи . . . 29

Результаты научных исследований

- М.К. ИЩУК, О.К. ГОГУА, Д.А. АЛЕХИН, Д.Ш. ФАЙЗОВ,
В.В. НИКОЛАЕВ, Е.А. ЛИТВИНОВ, А.А. ПОПОВ
Огнестойкость ненесущих наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки
на гибких базальто-пластиковых связях 35

Сейсмостойкое строительство

- А.В. МАСЛЯЕВ
Анализ соответствия федеральных законов и нормативных документов РФ
строительного содержания требованиям Конституции РФ 38

Материалы и конструкции

- А.А. ТИТУНИН, К.В. ЗАЙЦЕВА
Древесинovedческие и технологические проблемы производства клееных материалов
для деревянного домостроения 44

Организация строительного производства

- С.А. СЫЧЕВ
Автоматизированная система высокоскоростного монтажа зданий
из модулей и модульных систем 48

Адрес редакции: Россия, 127434, Москва, Дмитровское ш., д. 9, стр. 3
Тел./факс: (499) 976-22-08, (499) 976-20-36
E-mail: mail@rifsm.ru http://www.rifsm.ru

Founder of the journal

AO «TSNIEP zhilishcha»

Monthly scientific-technical
and industrial journal

The 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), General Director,
AO «TSNIEP zhilishcha» (Moscow)*

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

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

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

11'2016

Underground construction

Z.G. TER-MARTIROSYAN, V.V. SIDOROV, A.Z. TER-MARTIROSYAN, A.V. MANUKYAN
Speed of Settlement of a Pile Submerged in the Depth of Clay Soil with Due Regard
for Its Visco-Elastic and Visco-Plastic Properties 3

A.O. KUZNETSOV
Determination of Parameters of Limit Equilibrium of a Soil Body at Interaction
with a Reinforcing Member by Analytical and Numerical Methods 7

Underground Urbanization is a Necessary Condition of Sustainable Development of Cities
(Information) 12

O.S. GLOSMAN
Underground Planning of Moscow 14

N.S. SOKOLOV, S.N. SOKOLOV, A.N. SOKOLOV
About Wrong Method for Arrangement of Bored-Injection Piles with the Use
of Electric Discharge Technology 20

Town planning and architecture

O.S. SUBBOTIN
Innovative Materials and Technologies in Public Buildings of Sochi 29

Results of scientific research

M.K. ISHCHUK, O.K. GOGUA, D.A. ALEKHIN, D. Sh. FAYZOV,
V.N. NIKOLAEV, E.A. LITVINOV, A.A. POPOV
Fire Resistance of Non-Bearing External Walls with Face Layer of Brick Masonry
with Flexible Basalt-Plastic Bracings 35

Anti-seismic construction

A.V. MASLYAEV
Analysis of the Compliance of RF Federal Laws and Normative Documents
of Building Contents with Requirements of the RF Constitution 38

Materials for road construction

A.A. TITUNIN, K.V. ZAITSEVA
Wood Scientific and Technological Problems Productions of Glued Materials
for Wooden Housing Construction 44

Organization of construction works

S.A. SYCHEV
Automated System for High-Speed Erection of Buildings from Modules
and Modular Systems 48

УДК 624.131.7

З.Г. ТЕР-МАРТИРОСЯН¹, д-р техн. наук, В.В. СИДОРОВ¹, канд. техн. наук,
А.З. ТЕР-МАРТИРОСЯН¹, канд. техн. наук (gis-mgsu@mail.ru); А.В. МАНУКЯН², д-р техн. наук

¹ Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (129337, Москва, Ярославское ш., 26)

² ООО «Концерн МонАрх» (125284, Москва, Ленинградский пр., 31А, стр. 1)

Скорость осадки сваи, погруженной в толщу глинистого грунта, с учетом его упруговязких и упругопластических свойств

При нагружении длинных свай, внедренных в толщу глинистых грунтов, возникает необходимость прогнозирования скорости ее осадки во времени. Она может быть затухающая, незатухающая и развиваться с постоянной скоростью в зависимости от упруговязких и упруговязкопластических свойств окружающего и подстилающего грунтов. В настоящей статье приводится постановка и аналитическое решение задачи о взаимодействии жесткой длинной сваи с окружающим глинистым грунтом и подстилающим под пятой сваи сравнительно плотным грунтом. В качестве расчетной для окружающего грунта рассматриваются упруговязкая модель Бенгама – Шведова – Маслова с учетом его упрочнения (разупрочнения), а также упругопластическая модель Тимошенко применительно к грунтовой среде. Подробно анализируется новая упруговязкая модель грунта, в которой в качестве параметра упрочнения принята величина наложенной деформации сдвига. Приводятся примеры описания основных реологических кривых: ползучесть, релаксация и кинематический сдвиг. Показывается, что на скорость осадки сваи существенное влияние оказывают упруговязкие и упругопластические свойства окружающего грунта. Упрочнение глинистого грунта пропорционально времени приводит к затухающей скорости осадки сваи пропорционально логарифму времени. Учет упругопластических свойств окружающего грунта приводит к сокращению радиуса влияния сваи до и, следовательно, к сокращению скорости осадки и величины осадки сваи.

Ключевые слова: ползучесть, релаксация, кинематический сдвиг, свая, скорость осадки.

Z.G. TER-MARTIROSYAN¹, Doctor of Sciences (Engineering), V.V. SIDOROV¹, Candidate of Sciences (Engineering),
A.Z. TER-MARTIROSYAN¹, Candidate of Sciences (Engineering) (gis-mgsu@mail.ru); A.V. MANUKYAN², Doctor of Sciences (Engineering)
¹ National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavskoye Highway, 129337, Moscow, Russian Federation)
² ООО «Concern MonArch» (31A, Leningradsky Avenue, 125284, Moscow, Russian Federation)

Speed of Settlement of a Pile Submerged in the Depth of Clay Soil with Due Regard for Its Visco-Elastic and Visco-Plastic Properties

In the course of loading of long piles introduced in the depth of clay soils, it is necessary to predict the speed of their settlement in time. It can be fading, continuous and can develop with permanent speed depending on visco-plastic and visco-elastic properties of surrounding and underlying soils. This article presents the formulation and analytical solution of the problem of interaction of a rigid long pile with the surrounding clay soil and relatively dense soil underlying the pile toe bulb. The visco-elastic model of Bengam-Shvedov-Maslov is used as a calculation model for surrounding soil with due regard for its strengthening (softening) as well as the visco-plastic model of Timoshenko regarding the soil medium. A new visco-elastic model of soil in which the value of imposed shearing deformation is adopted as a parameter of strengthening is analyzed in details. Examples of the description of main rheological curves- creep, relaxation, and kinematic shift – are presented. It is shown that visco-elastic and visco-plastic properties of surrounding soil significantly influence on the speed of pile settlement. The strengthening of the clay soil proportionally to the time leads to a damping of the speed of the pile settlement proportionally to the time logarithm. Accounting of visco-plastic properties of surrounding soil leads to reducing the radius of the pile influence before and, consequently, to reducing the speed of settling and the value of pile settlement.

Keywords: creep, relaxation, kinematic shift, pile, settlement speed.

Осадка и несущая способность сваи являются основными расчетными параметрами при проектировании свайных фундаментов, погруженных в глинистые грунты. Значимость этих параметров возрастает, когда глинистые грунты обладают ярко выраженными упруговязкими и упругопластическими свойствами. Количественная оценка осадки и несущей способности сваи в таких случаях зависит от физико-механических свойств окружающих и подстилающих сваю грунтов.

В настоящей работе в качестве расчетных для окружающих сваю грунтов при сдвиге рассматриваются две модели:

упруговязкопластическая модель типа Бингама – Шведова – Маслова с учетом упрочнения и разупрочнения и упругопластическая модель Тимошенко применительно к грунтам.

В первую очередь рассмотрим упруговязкопластическую модель в подробном изложении.

Упруговязкопластическая модель грунта при сдвиге. Отличительная особенность предлагаемой модели заключается в том, что она позволяет учитывать в процессе сдвига упрочнение и разупрочнение глинистого грунта в зависимости от накопленной сдвиговой деформации, а уравнение, описывающее такой процесс, имеет вид:

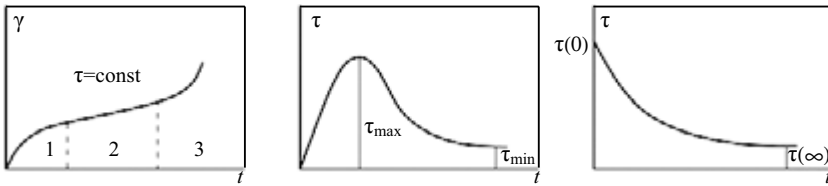


Рис. 1. Общий вид основных реологических кривых: а – ползучесть; б – кинематический сдвиг; в – релаксация

$$\dot{\gamma} = \frac{\tau - \tau^*}{\eta(t)} \left(\frac{e^{a\gamma}}{a} + \frac{e^{-b\gamma}}{b} \right), \quad (1)$$

где $\tau^* = \sigma tg\phi + c$; ϕ и c – угол трения и сцепления грунта соответственно; $\eta(t)$ – изменяющаяся во времени вязкость грунта.

Кривая (1) позволяет описать все три основных вида реологических кривых: ползучести с двойной кривизной $\gamma-t$ при $\tau = \text{const}$ (рис. 1, а); кинематического сдвига $\tau-t$ при $\dot{\gamma} = \text{const}$ с фиксацией пиковой и остаточной прочности (рис. 1, б); релаксации напряжений $\tau-t$ при $\gamma(0) = \text{const}$ и $\tau(0) = \gamma_0 G$ (рис. 1, в).

Отметим, что в основе предлагаемого уравнения (1) лежит идея об одновременном протекании процессов упрочнения и разупрочнения при сдвиге. Эта идея неоднократно обсуждалась в работах ведущих реологов России и за рубежом, в том числе С.С. Вялова, М.Н. Гольдштейна, Ю.К. Зарецкого, Н.Н. Маслова, Г.И. Тер-Степаняна, З.Г. Тер-Мартirosяна, Т.М. Шибота и др. [1–13].

Из (1) следует, что скорость угловой деформации при неизменной вязкости зависит от накопленной угловой деформации.

Такое предположение является простейшим из всех возможных, но позволяет связывать процесс ползучести с самой деформацией. Кроме того, уравнение (1), построенное на основе этого предположения, позволяет описать все три вида кривых (рис. 1), т. е. обладает универсальностью.

По поводу кривой ползучести $\gamma-t$ при $\tau = \text{const}$ с двойной кривизной (рис. 1, а) А.Р. Ржаницын отмечает [5], что ее

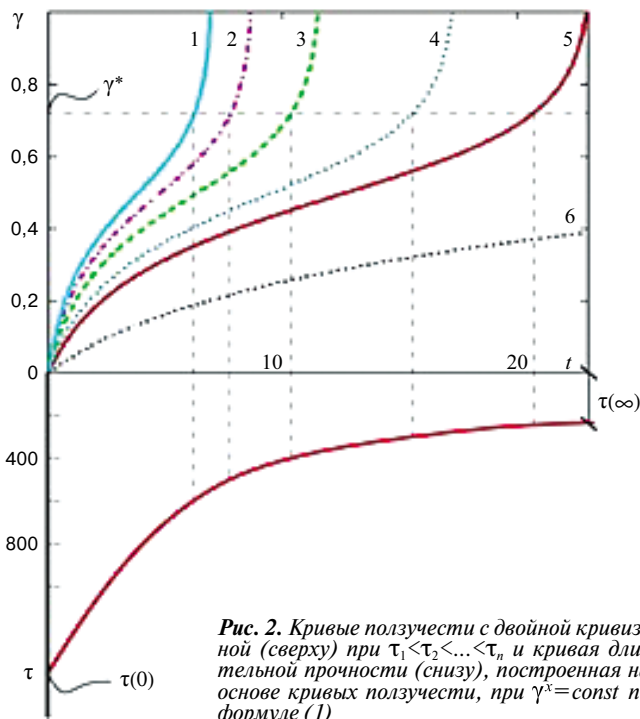


Рис. 2. Кривые ползучести с двойной кривизной (сверху) при $\tau_1 < \tau_2 < \dots < \tau_n$ и кривая длительной прочности (снизу), построенная на основе кривых ползучести, при $\dot{\gamma} = \text{const}$ по формуле (1)

можно описать с помощью трех функций, в том числе: первую – затухающую стадию; вторую – с постоянной скоростью течения $\dot{\gamma} = \text{const}$; третью – прогрессирующую ползучесть $\dot{\gamma} \rightarrow \infty$.

Однако такой способ описания кривой ползучести значительно осложняет его применение в практике.

Интегрирование уравнения (1) при различных значениях $\tau_n > \tau^* (\tau_1 < \tau_2 < \dots < \tau_n)$ позволяет построить семейство кривых ползучести $\gamma-t$, а также с их помощью кривую длительной ползучести (рис. 2, нижняя часть).

С помощью уравнения кинематического сдвига в виде:

$$\dot{\gamma} = \frac{\tau_i - \tau^*}{\eta} \left(\frac{e^{a\gamma}}{a} + \frac{e^{-b\gamma}}{b} \right) + \frac{\dot{\tau}}{G} \quad (3)$$

можно построить наиболее востребованные в практике реологические кривые $\tau(\sigma_m)-t$ при $\dot{\gamma} = \text{const}$ и при различном начальном гидростатическом обжатии образцов в трехосном приборе (рис. 3).

На основе (1) можно построить также кривые релаксации напряжений $\tau(t)-t$ при начальной $\tau(0) = \gamma(0) \cdot G$ и при $\gamma(0) = \text{const}$ (рис. 4). В этом случае интегрирование (1) при $\dot{\gamma} = 0$ приводит к уравнению релаксации в виде:

$$\tau(t) = \tau^* + (\tau_0 - \tau^*) e^{-At}, \quad (4)$$

где $A = \frac{G}{\eta} \cdot f(\gamma_0)$; $f(\gamma_0) = \frac{e^{a\gamma_0}}{a} + \frac{e^{-b\gamma_0}}{b} = \text{const}$.

Упругопластическая модель. Упругопластическая модель С.П. Тимошенко [8] применительно к грунтовой среде имеет вид:

$$\dot{\gamma} = \frac{\tau}{G} \cdot \frac{\tau^*}{\tau^* - \tau}, \quad (5)$$

где $\tau^* = \sigma tg\phi + c$, вторая дробь в этой формуле показывает степень приближения к предельному состоянию $\tau \rightarrow \tau^*$, $\dot{\gamma} \rightarrow \infty$.

Для описания скорости деформации сдвига уравнение можно представить в виде:

$$\dot{\gamma} = \frac{\tau}{\eta(t)} \cdot \frac{\tau^*}{\tau^* - \tau}. \quad (6)$$

Уравнения (5) и (6) можно использовать для количественной оценки осадки и длительной устойчивости свай, погруженных в глинистые грунты, обладающих упругопластическими и упруговязкопластическими свойствами.

Взаимодействие сваи с окружающим упруговязким грунтом с учетом упрочнения грунта. Расчетная схема взаимодействия сваи и окружающего упруговязкого и подстилающего грунтов представлена на рис. 5. В качестве расчетной для окружающего грунта примем модель упруговязкого грунта в виде (6).

Определим в первую очередь скорость осадки сваи, а также неизвестные \dot{T} и \dot{R} , полагая, что $N = T + R$; $\dot{N} = \dot{T} + \dot{R} = 0$, т. е. $\dot{T} = -\dot{R}$.

Скорость осадки сваи связана с угловой деформацией вокруг нее $\dot{S}_a = f(\dot{\gamma})$. Она равна скорости осадки сваи на уровне пяты сваи \dot{S}_0 , т. е. получаем:

$$\dot{S} = \dot{S}_a = \dot{S}_0. \quad (7)$$

Причем:

$$\dot{S}(a) = \int_a^b \dot{\gamma}(r, t) dr = - \int_a^b \left\{ \frac{\tau(r, t)}{\eta(t)} + \frac{\dot{\tau}(r, t)}{G_1} \right\} dr.$$

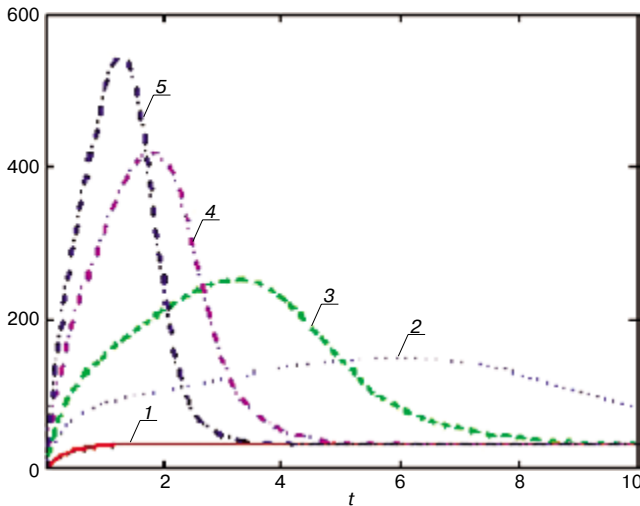


Рис. 3. Реологические кривые $\tau(\sigma_m)-t$ при $\dot{\gamma}=\text{const}(\dot{\gamma}_1 < \dot{\gamma}_2 < \dot{\gamma}_3)$ при постоянной скорости сдвига после предварительного обжатия при $\sigma_m = \text{const}$: 1 – $\tau_1(t)$; 2 – $\tau_2(t)$; 3 – $\tau_3(t)$; 4 – $\tau_4(t)$; 5 – $\tau_5(t)$

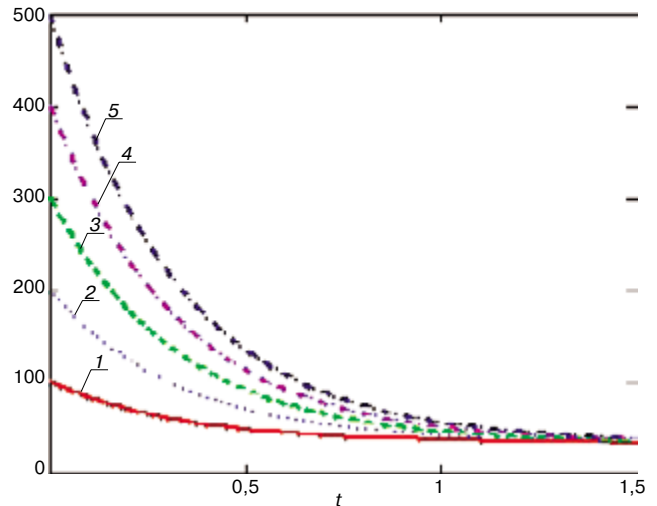


Рис. 4. Кривые релаксации при $\gamma(0)=\tau(0)/G=\text{const}$, рассчитанные также по (1) при $\tau_{01} > \tau_{02} > \dots > \tau_{0n} > \tau$: 1 – $\tau_1(t)$; 2 – $\tau_2(t)$; 3 – $\tau_3(t)$; 4 – $\tau_4(t)$; 5 – $\tau_5(t)$

Учитывая, что $\tau(r, t) = \tau_a \frac{a}{r}$, $\dot{\tau}(r, t) = \dot{\tau}_a \frac{a}{r}$, получаем:

$$\dot{S}(a) = \left(\frac{a \tau_a}{\eta_1(t)} + \frac{a \dot{\tau}_a}{G_1} \right) \ln a/b. \quad (8)$$

Скорость осадки сваи на уровне ее пяты определим по формуле для жесткого штампа, т. е.:

$$\dot{S}_0 = \dot{\sigma}_0 \cdot \frac{a(1-\nu_2)\pi}{4G_2}. \quad (9)$$

Из условия $\dot{T} = -\dot{R}$ получаем:

$$\dot{\sigma}_0 = 2\dot{\tau}_a \cdot l/a. \quad (10)$$

Подставляя это значение σ_r в (9) и затем сравнивая $\dot{S}(a)$ и \dot{S}_0 из (8) и (9), получаем:

$$\left(\frac{a \tau_a}{\eta_1(t)} + \frac{a \dot{\tau}_a}{G_1} \right) \ln a/b = \dot{\tau}_a \cdot l \cdot \frac{(1-\nu_2)\pi}{2G_2}. \quad (11)$$

Это дифференциальное уравнение относительно изменяющегося во времени $\tau_n(t)$. После преобразования (11) получаем:

$$\tau_a \left\{ \frac{a}{\eta_1(t)} \cdot \ln a/b \right\} + \dot{\tau}_a \left\{ \frac{a}{G_1} \ln \frac{a}{b} - \frac{(1-\nu_2)\pi l}{G_2} \right\} = 0, \quad (12)$$

или

$$\dot{\tau}_a + P(t)\tau_a = 0, \quad (13)$$

$$\text{где } P(t) = \frac{a \ln(a/b)}{\eta_1(t)} \cdot \frac{G_1 \cdot G_2}{aG_2 \ln(a/b) - G_1 l(1-\nu_2)\pi} = \frac{B}{\eta_1(t)},$$

$$\text{где } B = \frac{G_1 \cdot G_2}{[(aG_2 \ln a/b) - G_1(1-\nu_2)\pi l]}. \quad (14)$$

Интегрирование (13) при $\eta(t) = \eta_0 \cdot t$ имеет вид:

$$\tau_a(t) = \frac{B}{\eta_0} \ln t + C, \quad (15)$$

где C – постоянная интегрированная определяемая из условия $\tau_a(t_1)$, т. е.:

$$\tau_a(t_1) = \frac{B}{\eta_0} \ln t_1 + C \rightarrow C = \tau_a(t_1) - \frac{B}{\eta_0} \ln t_1.$$

Тогда получаем:

$$\tau_a(t) = \frac{B}{\eta_0} \cdot \ln(t/t_1). \quad (16)$$

Подставляя это выражение в (8), получаем:

$$\dot{S}(a) = \left\{ \frac{a}{\eta_1(t)} \cdot \frac{B}{\eta_0} \ln(t/t_1) + a \frac{B}{\eta_0(t/t_1)} \cdot \frac{1}{G_1} \right\} \ln a/b \quad (17)$$

при $t \rightarrow \infty \dot{S}(a) \rightarrow 0$.

Аналогичным образом можно получить выражение $\dot{S}(a)$ при других зависимостях $\eta(t)$: при упрочнении $\eta(t) = \eta_0 e^{\alpha t}$ ($\alpha > 1$) и при разупрочнении ($\alpha < 1$) и т. д.

Взаимодействие сваи с окружающим упругопластическим и подстилающим упругим грунтами. В этом случае осадку сваи можно определить через угловую деформацию окружающего грунта и упругую осадку подстилающего грунта с учетом (5) и (9) соответственно, т. е. получаем:

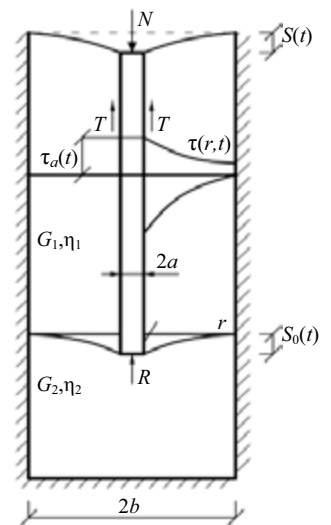


Рис. 5. Расчетная схема взаимодействия сваи с окружающим и подстилающим грунтами

$$S(r) \cdot \frac{a \tau_a}{G_1} \int \frac{\tau^*}{r} \cdot \frac{dr}{\tau^* - \tau(r)} + C, \quad (18)$$

где $\tau^* = \sigma_l g \phi + c \cong \text{const}$, причем $\tau(r) \leq \tau^*$ по всей длине сваи. Очевидно, что при $\tau(r^*) = \tau^*$ и $r^* = a(\tau_a/\tau^*) < b$.

Следовательно, упругопластическому деформированию подвергаются грунты вокруг сваи в пределах от a до $r^* < b$, т. е. при $r = r^* S = 0$.

$$\text{Тогда получаем } S(r) = \frac{a \tau_a}{G_1} \cdot \ln \frac{\tau^* \cdot r^* - a \tau_a}{\tau^* \cdot r - a \tau_a}. \quad (19)$$

Максимальное перемещение сваи при $r = r^*$ будет равно:

$$S(a) = \frac{a\tau_a}{G_1} \cdot \ln \frac{\tau^* \cdot r^* - a\tau_a}{\tau^* \cdot a - a\tau_a}. \quad (20)$$

Осадка сваи на уровне пяты равна:

$$S_0 = \sigma_0 \frac{(1 - \nu_2)\pi a}{4G_2}. \quad (21)$$

Сравнивая осадку сваи по (20) и (21), получаем:

$$\frac{\sigma_0(1 - \nu_2)\pi a}{4G_2} = \frac{a\tau_a}{G_1} \ln \frac{\tau^* \cdot r^* - a\tau_a}{\tau^* \cdot a - a\tau_a}. \quad (22)$$

Из условия равновесия $N = T + R$ получаем:

$$\sigma_0 = N/\pi a^2 - 2\tau_a(b/a). \quad (23)$$

Подставляя это значение σ_0 в (22), получаем:

$$\frac{\sigma_N(1 - \nu_2)G_1 a}{2\pi l(1 - \nu_2)G_1 + aK4G_2}, \quad (24)$$

где $K = \ln \frac{\tau^* \cdot r^* - a\tau_a}{a\tau^* - a\tau_a}$.

Подставляя значение τ_a в (20), получаем окончательное решение, т. е. осадку сваи.

Выводы.

1. Предложенная реологическая модель глинистого грунта и соответствующее уравнение обладают универсальностью, так как позволяют описать все три вида реологических кривых: ползучесть, релаксацию и кинематический сдвиг.
2. Учет вязкоупругих и упругопластических свойств окружающих сваю грунтов оказывает существенное влияние на осадку и скорость осадки.
3. Учет упругопластических свойств грунтов приводит к сокращению диаметра активной деформации сдвига и, следовательно, к сокращению величины осадки сваи.
4. Учет упруговязких свойств грунта с упрочнением приводит к уменьшению скорости осадки сваи пропорционально логарифму времени, т. е. к затухающей скорости осадки.

Список литературы

1. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. М.: Высшая школа, 1978. 447 с.
2. Гольдштейн М.Н. Механические свойства грунтов. М.: Стройиздат, 1979. 302 с.
3. Зарецкий Ю.К. Вязкопластичность грунтов и расчеты сооружений. М.: Стройиздат, 1988. 246 с.
4. Маслов Н.Н. Основы инженерной теории и механики грунтов. М.: Высшая школа, 1982. 511 с.
5. Ржаницын А.П. Теория ползучести. М.: Стройиздат, 1968. 415 с.
6. Теличенко В.И., Тер-Мартirosян З.Г. Взаимодействие сваи большой длины с нелинейно деформируемым массивом грунта // *Вестник МГСУ*. 2012. № 4. С. 22–27.
7. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с.
8. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Наука, 1975. 576 с.

9. Тер-Мартirosян З.Г. Реологические параметры грунтов и расчет оснований сооружений. М.: Стройиздат, 1990. 200 с.
10. Ухов С.Б. Механика грунтов, основания и фундамента. М.: Высшая школа, 2007. 561 с.
11. Тер-Мартirosян З.Г., Тер-Мартirosян А.З., Сидоров В.В. Начальное критическое давление под пятой круглого фундамента и под пятой буронабивной сваи круглого сечения // *Естественные и технические науки*. 2014. № 11–12 (78). С. 372–376.
12. Тер-Мартirosян З.Г. Напряженно-деформированное состояние в грунтовом массиве при его взаимодействии со сваями и фундаментом глубокого заложения // *Вестник МГСУ*. 2006. № 1. С. 38–49.
13. Тер-Мартirosян З.Г., Тер-Мартirosян А.З., Малек А. Напряженно-деформированное состояние двухслойного основания с преобразованным верхним слоем // *Вестник МГСУ*. 2008. № 2. С. 81–95.

References

1. Vjalov S.S. Reologicheskie osnovy mehaniki gruntov [Rheological basics of soil mechanics]. Moscow: Vysshaya shkola. 1978. 447 p. (In Russian).
2. Goldstein M.N. Mechanical properties of soil [Mechanical properties of soil]. Moscow: Stroyizdat, 1979. 302 p. (In Russian).
3. Zaretsky Yu.K. Viscoplasticity of soil and calculations of constructions [Viscoplasticity of soil and calculations of constructions]. Moscow: Stroyizdat, 1988. 246 p. (In Russian).
4. Maslov N.N. Osnovy inzhenernoi teorii i mekhaniki gruntov [Bases of the engineering theory and mechanics of soil]. Moscow: Vysshaya shkola, 1982. 511 p. (In Russian).
5. Rzhانيتын A.P. Teoriya polzuchesti [Theory of creep]. Moscow: Stroyizdat, 1968. 415 p. (In Russian).
6. Telichenko V.I., Ter-Martirosyan Z.G. Interaction of a pile of big length with not linearly deformable massif of soil. *Vestnik MGSU*. 2012. No. 4, pp. 22–27. (In Russian).
7. Ter-Martirosyan Z.G. Mekhanika gruntov [Mechanik of soil]. Moscow: ASV, 2009. 550 p. (In Russian).
8. Tymoshenko S.P. Gudyer Dzh. [Theory of elasticity]. Moscow: Nauka, 1975. 576 p. (In Russian).
9. Ter-Martirosyan Z.G. Reologicheskie parametry gruntov i raschet osnovanii sooruzhenii [Rheological parameters of soil and calculation of the bases of constructions]. Moscow: Stroyizdat, 1990. 200 p. (In Russian).
10. Ukhov S.B. Mekhanika gruntov, osnovaniya i fundamenta [Mechanics of soil, basis and base]. Moscow: Vysshaya shkola, 2007. 561 p. (In Russian).
11. Ter-Martirosjan Z.G., Ter-Martirosjan A.Z., Sidorov V.V. Initial critical pressure under the heel of the round foundation and bored piles under the heel of round section. *Estestvennye i tehicheskie nauki*. 2014. No. 11–12 (78), pp. 372–376. (In Russian).
12. Ter-Martirosjan Z.G. Stress-strain state in a ground massif and its interaction with the pile and deep foundations. *Vestnik MGSU*. 2006. No. 1, pp. 38–49. (In Russian).
13. Ter-Martirosyan Z.G., Ter-Martirosyan A.Z., Malek A. The Intense deformed condition of the two-layer basis with the transformed top layer. *Vestnik MGSU*. 2008. No. 2, pp. 81–95. (In Russian).

УДК 624.138.1

А.О. КУЗНЕЦОВ, инженер-программист (kuzemon91@mail.ru)

Сибирский государственный университет путей сообщения (630049, Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191)

Определение параметров предельного равновесия грунтового массива при взаимодействии с армоэлементом аналитическим и численным методами

Рассмотрено решение задачи по определению качественного вида и значения предельного давления, оказываемого абсолютно гладкими горизонтальными армирующими элементами на заармированную сдвигающуюся призму обрушения по линиям скольжения, соответствующим схеме Кульмана. Решение задачи выполнено двумя способами: аналитическим по теории предельного равновесия грунтов и численным по методу конечных элементов. По теории предельного равновесия грунтов получено строгое решение определения предельного давления, представленного классической трехчленной формулой Терцаги. По методу конечных элементов представлено развернутое решение с соответствующими комментариями и рекомендациями. По результатам расчетов сопоставлены качественный вид формирования предельной нагрузки, ее габаритные размеры и численное значение предельного давления, составлены выводы и рекомендации по использованию каждого из рассмотренных способов в определении предельного давления.

Ключевые слова: нагель, горизонтальное армирование грунтового массива, схема Кульмана, теория предельного равновесия грунтов, метод конечных элементов.

A.O. KUZNETSOV, Engineer-programmer (kuzemon91@mail.ru)
Siberian Transport University (191, D. Kovalchuk Street, 630049, Novosibirsk, Russian Federation)

Determination of Parameters of Limit Equilibrium of a Soil Body at Interaction with a Reinforcing Member by Analytical and Numerical Methods

The solution of the problem of determining the qualitative type and the value of limiting pressure of absolutely smooth horizontal reinforcing elements on the reinforced sliding wedge of failure along the slide lines corresponding to the Culmann's scheme is considered. The solution of problem was made by two methods: analytical according to the theory of limit equilibrium of soils, and numerical according to the finite elements method. According to the theory of limit equilibrium of soils, a rigorous solution of determination of the limit pressure presented by the classical trinomial formula of Terzaghi has been obtained. According to the finite elements method, the developed solution with corresponding comments and recommendations is presented. On the basis of calculation results, the qualitative type of formation of the limiting loading, its chief dimensions and numerical value of the limit pressure are compared; conclusions and recommendation on the use of each of the methods considered for determining the limit pressure are made.

Keywords: nagel, horizontal reinforcement of soil body, Culmann's scheme, theory of limit equilibrium of soils, finite elements method.

При расчете армирования грунтовых массивов горизонтальными стержневыми элементами прежде всего необходимо учитывать устойчивость усиленного таким образом грунтового массива [1]. Критерием обеспечения устойчивости призмы обрушения в соответствии со схемой обрушения Кульмана можно считать отсутствие силы E_a активного давления. При ненулевом значении E_a прибегают к различным способам снижения ее величины с помощью ряда технологических решений – расстрелов, анкерного крепления котлована, нагельного крепления и др. [2]. Следует отметить, что такой вид усиления применяется как при проектировании ограждений котлованов, так и при проектировании и опережающей крепи в забое тоннельных выработок [3–6].

Существующие методы расчета при описании взаимодействия армоэлементов с окружающим грунтовым массивом, как правило, заостряют внимание на способах определения сил трения по поверхности стержней. В то же время армоэлементы работают не только как элементы трения, но

и воспринимают определенную вертикальную нагрузку, которую передают на несмещающуюся часть основания (рис. 1).

Допустим, что грунтовый массив теряет устойчивость по некоторой плоскости скольжения. Каждый армоэлемент участвует в сопротивлении этому смещению до момента достижения в окружающем его грунтовом массиве состояния предельного равновесия, после чего наступает явление прорезания грунта армоэлементом. При этом на контакте «грунтовый массив – армоэлемент» возникает предельное давление p_u . Заметим, что трение, которое реализуется по контакту «стержень–грунт», строго говоря, должно зависеть не от бытового давления, а от величины p_u .

Таким образом, основная проблема заключается в определении величины p_u . Если же используются абсолютно гладкие элементы, то тогда рассмотренная принципиальная схема является, по существу, безальтернативной.

В качестве инструмента для решения поставленной задачи могут быть приняты теория предельного равновесия

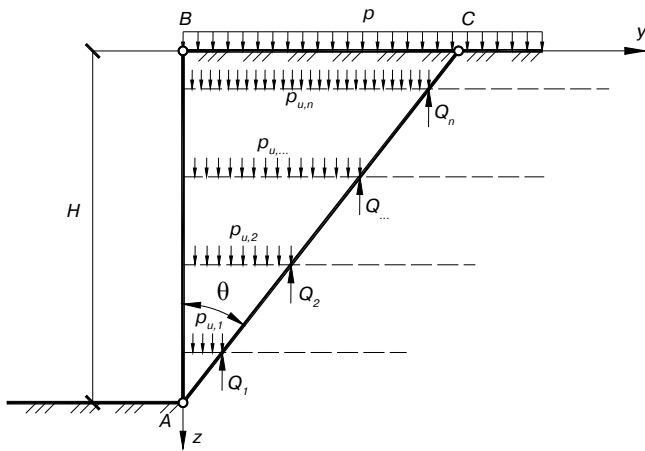


Рис. 1. Схема появления предельных нагрузок в заармированном грунтовом массиве (собственный вес, действующий на призму обрушения, условно не показан)

грунтов (ТПРГ) [7] и метод конечных элементов (МКЭ). Решения будем строить в плоской постановке.

Рассмотрим вначале соответствующее решение ТПРГ, которое будет сводиться к решению канонических уравнений статики сыпучей среды в рамках той или иной последовательности краевых задач. Канонические уравнения, составленные по характеристикам (линиям скольжения), в плоскости xOz имеют вид:

$$dx = dz \operatorname{tg}(\alpha \pm \mu), \quad d\sigma \pm 2\sigma \operatorname{tg} \varphi \cdot d\alpha = \gamma(dz \mp dx \operatorname{tg} \varphi), \quad (1)$$

где $\operatorname{tg} \alpha = 2\tau_{xz}/(\sigma_z - \sigma_x)$ – угол между направлением σ_1 и осью Oz (ось Oz направлена вертикально вниз); $\sigma = (\sigma_x + \sigma_z)/2 + c \operatorname{ctg} \varphi$ – приведенное среднее напряжение; $\mu = \pi/4 - \varphi/2$.

Верхние знаки отвечают линиям скольжения 1-го семейства, нижние – 2-го.

Компоненты предельных напряжений связаны с параметрами канонической системы α и σ известными соотношениями:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x \\ \sigma_z \end{aligned} \right\} = \sigma (1 \mp \sin \varphi \cos 2\alpha) - c \cdot \operatorname{ctg} \varphi; \quad (2)$$

$$\tau_{xz} = \sigma \sin \varphi \sin 2\alpha.$$

Для определения параметров α, σ в системе дифференциальных уравнений (1), как правило, прибегают к численным решениям. Эти решения заключаются в построении в расчетной области конечно-разностной сетки линий скольжения, в узлах которой будут известны все переменные канонической системы – α, σ, x, z . Узлы конечно-разностной сетки представляют собой точки пересечения линий скольжения 1-го и 2-го семейств.

Прежде всего необходимо определиться с характером формирования областей пластических деформаций в основании вокруг армоэлемента. На основании эмпирических данных излагаемое здесь решение будет состоять из комбинации первой (рис. 2, а) и третьей (рис. 2, б) краевых задач.

В первой краевой задаче конечно-разностная аппроксимация канонических уравнений может быть приведена к виду:

$$z = \frac{x_1 - x_2 - z_1 t_1 + z_2 t_2}{t_2 - t_1};$$

$$x = (z - z_1) t_1 + x_1;$$

$$\alpha = \frac{p_1 - p_2 + \sigma_1 - \sigma_2 + a_{11}\alpha_1 + a_{22}\alpha_2}{a_{11} + a_{22}};$$

$$\sigma = \sigma_1 - a_{11}(\alpha - \alpha_1) + p_1, \quad (3)$$

где

$$t_1 = \operatorname{tg}(\tilde{\alpha}_1 + \mu), \quad t_2 = \operatorname{tg}(\tilde{\alpha}_2 - \mu), \quad a_{11} = 2\tilde{\sigma}_1 \operatorname{tg} \varphi, \quad a_{22} = 2\tilde{\sigma}_2 \operatorname{tg} \varphi;$$

$$p_1 = \gamma[z - z_1 - (x - x_1) \operatorname{tg} \varphi], \quad p_2 = \gamma[z - z_2 + (x - x_2) \operatorname{tg} \varphi].$$

Производить данные вычисления можно с помощью итераций (обычно до 3–5 итераций), принимая на первом шаге итерации значения:

$$\tilde{\alpha}_1 = \alpha_1, \quad \tilde{\alpha}_2 = \alpha_2, \quad \tilde{\sigma}_1 = \sigma_1, \quad \tilde{\sigma}_2 = \sigma_2.$$

После нахождения неизвестных α, σ, x, z , начинается второй шаг итерации, на котором следует принять:

$$\tilde{\alpha}_1 = \frac{\alpha + \alpha_1}{2}, \quad \tilde{\alpha}_2 = \frac{\alpha + \alpha_2}{2}, \quad \tilde{\sigma}_1 = \frac{\sigma + \sigma_1}{2}, \quad \tilde{\sigma}_2 = \frac{\sigma + \sigma_2}{2}.$$

Особенность третьей краевой задачи состоит в том, что граница, до которой ведется интегрирование, не является прямолинейной, а задана уравнением окружности:

$$x^2 + z^2 = d^2/4.$$

Кроме того, здесь принято, что по границе армоэлемента не возникает касательных напряжений в расчетной плоскости xOz . Это на практике не означает, что поверхность армоэлемента является гладкой, но означает, что касательные напряжения направлены вдоль оси Oy , т. е. перпендикулярно расчетной плоскости, или, что то же самое, вдоль продольной оси армоэлемента. Из сказанного следует, что σ_1 всегда будет направлено по нормали к этой границе, что математически может быть выражено через производную от уравнения окружности:

$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{dz}{dx}\right) = \pi - \operatorname{arctg} \frac{x}{\sqrt{d^2/4 - x^2}}. \quad (4)$$

Таким образом, точки, расположенные на границе «грунтовый массив – армоэлемент», рассчитываются по формулам:

$$t_1 = \operatorname{tg}(\tilde{\alpha}_1 + \mu), \quad a_h = t_1^2 + 1, \quad b_h = 2t_1(x_1 - z_1 t_1);$$

$$c_h = t_1^2 z_1^2 - 2t_1 x_1 z_1 + x_1^2 - d^2/4;$$

$$z = \left(-b_h - \sqrt{b_h^2 - 4a_h c_h}\right) / (2a_h);$$

$$x = \sqrt{(d/2)^2 - z^2};$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{-x}{\sqrt{d^2/4 - x^2}} + \pi;$$

$$\sigma = \gamma[z - z_1 - (x - x_1) \operatorname{tg} \varphi] - 2\tilde{\sigma}_1 \operatorname{tg} \varphi \cdot (\alpha - \alpha_1) + \sigma_1. \quad (5)$$

Остальные точки в рассматриваемой области (третья краевая задача) определяются уравнениями (3).

Определение значения предельной нагрузки производится проецированием напряжений в точках на границе на вертикальную ось.

Представленный алгоритм был реализован в программе, написанной на языке Visual Basic. Исходными данными

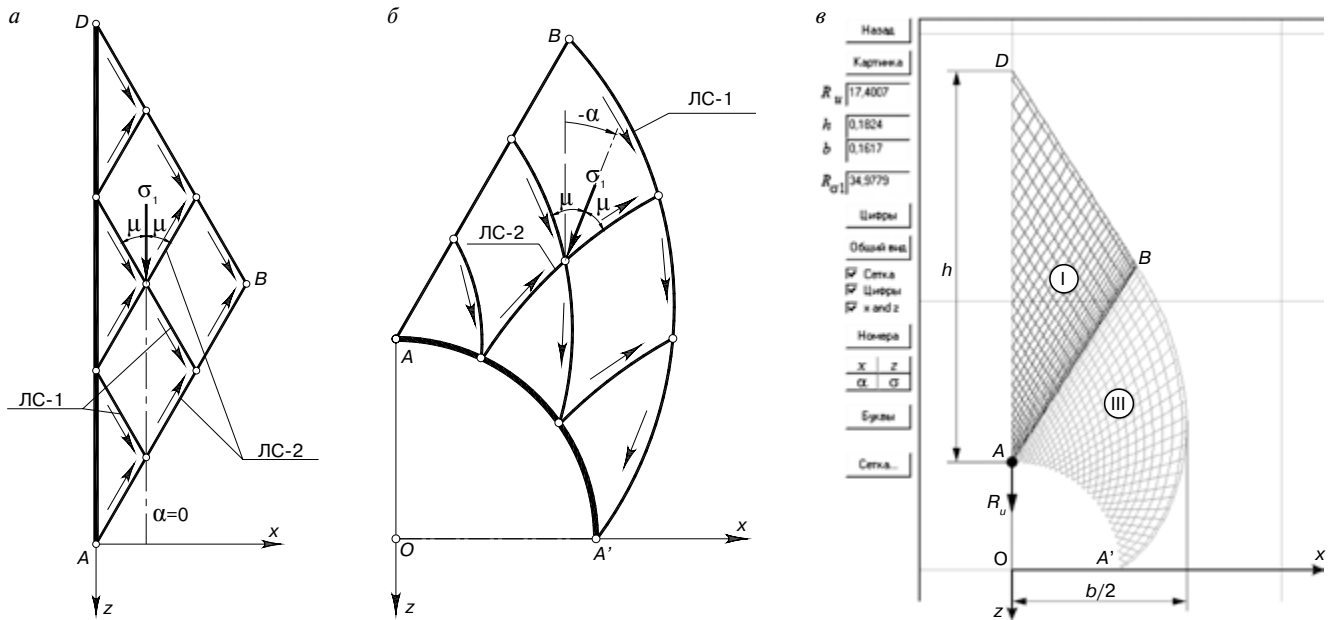


Рис. 2. Области предельного напряженного состояния: а – первая крайвая задача; б – третья крайвая задача; в – пример сетки линий скольжения (I – первая крайвая задача, III – третья крайвая задача)

в программе являются: диаметр армоземента, первоначальная длина AD (рис. 2), удельный вес грунта, прочностные характеристики грунта (удельное сцепление и угол внутреннего трения), степень дискретизации расчетной области. Также может быть учтено бытовое давление в зависимости от глубины заложения армоземента и коэффициента поперечной деформации грунта.

Отметим, что граница AD может приниматься свободной от нагрузки, что ведет в запас прочности и является ожидаемым в момент обрушения призмы – следовательно, потери бокового давления. С другой стороны, на границе AD могут быть заданы горизонтальные бытовые напряжения, что соответствует стадии, предшествующей началу разрушения.

Результатами расчета являются: вертикальная составляющая предельной нагрузки на стержень кругового очертания, высота и ширина конечно-разностной сетки, а также среднее значение нормального к поверхности армоземента давления, которое может использоваться для расчета трения вдоль продольной оси стержня на контакте системы «грунтовый массив – армоземента». На рис. 2, в дан пример сетки линии скольжения при следующих исходных данных: $\gamma = 17,5 \text{ кН/м}^3$; $\varphi = 25^\circ$; $c = 10 \text{ кПа}$; $\nu = 0,3$; $d = 0,1 \text{ м}$; $h = 3 \text{ м}$.

Результаты решения удалось привести к стандартному виду трехчленной формулы Терцаги:

$$p_u = N_\gamma \gamma d + N_q \gamma h_i + N_c c. \quad (6)$$

При использовании формулы (6) без учета глубины заложения армоземента коэффициенты следует вычислять по формулам:

$$N_\gamma = (0,32 + 0,488 e^{3,393 \text{tg} \varphi}) / \pi; \quad N_q = 0;$$

$$N_c = (2 + 4,3066 e^{2,355 \text{tg} \varphi}) / \pi. \quad (7)$$

При учете глубины заложения армоземента при использовании формулы (6) коэффициенты необходимо вычислять по следующим формулам:

$$N_\gamma = (0,23 - 0,134 e^{5,6 \text{tg} \varphi}) / \pi; \quad N_q = 0,859 e^{3,207 \text{tg} \varphi} / \pi;$$

$$N_c = (2 + 4,30618 e^{2,355 \text{tg} \varphi}) / \pi. \quad (8)$$

Для формул (8) также существует ограничение, связанное с минимальной глубиной заложения армоземента:

$$h_i > (0,4252 + 0,40152 e^{2,67713 \text{tg} \varphi}) d. \quad (9)$$

Теперь рассмотрим эту же задачу, реализованную МКЭ в среде Midas GTS v.2.1 2013. Для корректности сопоставления результатов грунт моделировался как идеально упругопластический с условием прочности Кулона–Мора. Материал армоземента принимался упругим.

Моделирование производилось следующим образом: грунтовый массив находится в состоянии покоя, а армоземента перемещается вертикально вверх на величину u .

Известно, что при анализе предельного напряженного состояния грунтовых оснований МКЭ существует ряд проблем, связанных с точностью определения величины предельной нагрузки [8]. Вместе с тем, несмотря на это, в большинстве случаев деформированный вид, получаемый МКЭ, качественно вполне соответствует имеющимся представлениям о характере деформирования грунтовых оснований в стадии разрушения. Учитывая сказанное, поставим задачу выявить качественную картину формирования областей предельного напряженного состояния, окружающего армоземента грунта, и количественное соответствие нагрузок, получаемых МКЭ и строгим статическим методом ТПРГ.

Расчетная конечно-элементная область представлена квадратом со стороной $60d$, в центре которого расположен круглый стержень диаметром $d = 0,1 \text{ м}$. Граничные условия позволяют системе перемещаться вдоль вертикальной оси. Габаритные размеры модели исключают влияние краевых эффектов на решение задачи. Учет взаимодействия между армозементам и грунтовым массивом производился с помощью интерфейсных элементов. Интерфейсным элементам были присвоены свойства, позволяющие смоделировать отсутствие трения по контактной поверхности системы «грунтовый массив – армоземента». Нагрузка моделируется гравитационными силами.

Конечно-элементная дискретизация расчетной области производилась плоскими треугольными элементами вто-

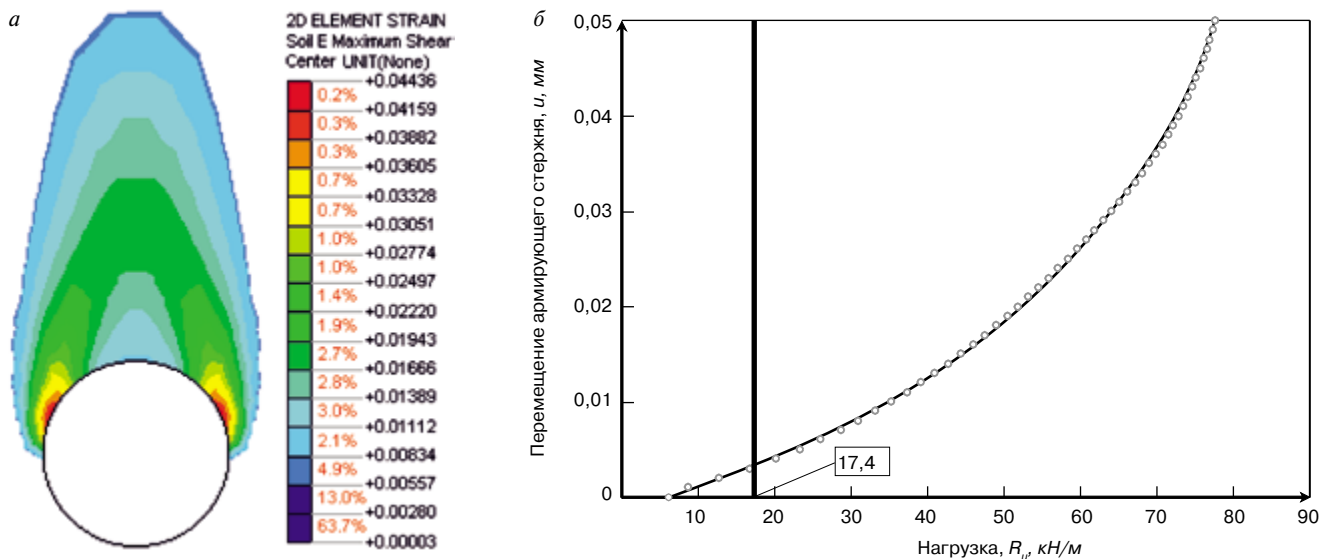


Рис. 3. Основные результаты расчета МКЭ: а – при вертикальных перемещениях армоэлемента, равных 5 мм; б – график зависимости вертикального давления по поверхности армоэлемента от его перемещений (вертикальная линия – результат решения по ТПРГ)

рого порядка со сгущением конечных элементов в области армоэлемента.

Был принят следующий алгоритм расчета:

1. Моделирование гравитационных сил (начальное напряженно-деформированное состояние) с обнулением перемещений в конце этой стадии.
2. Моделирование взаимодействия между армоэлементом и грунтовым массивом (ввод интерфейсных элементов).
3. Моделирование перемещения стержня вверх на заданную величину. Перемещение на 5 мм вверх всего армоэлемента с начальным значением 0,1 мм и шагом приращения 0,1 мм.

Основными интересующими результатами расчета были:

- поле сдвиговых относительных деформаций, которое дает качественную картину очертаний линий скольжения;
- среднее значение вертикального давления по поверхности армоэлемента.

На рис. 3, а приведен пример качественного очертания эпюры сдвиговых относительных деформаций в упругопластической стадии работы грунта. На рис. 3, б дан график зависимости вертикальной нагрузки по продольной оси армоэлемента от его перемещений, вертикальной линией обозначено значение предельного давления, полученное строгим статическим методом ТПРГ при тех же исходных данных. Вертикальная нагрузка получается путем сбора предельного давления по половине цилиндрической поверхности армоэлемента.

В результате серии расчетов установлено (рис. 2, в; рис. 3, а), что поле перемещений точек грунтового массива и изолинии максимальных сдвиговых деформаций качественно соответствуют схеме разрушения, принятой по ТПРГ.

С другой стороны (рис. 3, б), величина предельного давления, получаемого МКЭ, существенно превышает аналогичное значение, полученное по ТПРГ. Этот факт является ключевым при использовании МКЭ в расчетах такого класса задач. Это, разумеется, не означает, что МКЭ в этих случаях противопоказан, но его результаты должны контролироваться строгими решениями ТПРГ.

Таким образом, предложенное решение позволяет качественно описать работу горизонтальных армоэлементов на восприятие вертикальных усилий.

Список литературы

1. Oreste P.P., Dias D. Stabilisation of the Excavation Face in Shallow Tunnels Using Fibreglass Dowels. *Rock Mech. Eng.* 2012. Vol. 45. No. 4, pp. 499–517.
2. Савельев Ю.Н. Облегченная стержневая крепь при строительстве тоннельных сооружений Новосибирского метрополитена: Дисс. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2002. 155 с.
3. Патент РФ 2485318. *Способ строительства станционных тоннелей с малыми осадками земной поверхности*. Безродный К.П., Марков В.А., Маслак В.А., Морозов А.В., Салан А.И., Старков А.Ю., Уханов А.В., Протосеня А.Г., Лодус Е.В. Заявл. 25.01.2012. Опубл. 20.06.2013. Бюл. № 17.
4. Фролов Ю.С., Иванес Т.В., Кавказский В.Н., Коньков А.Н. Решение задач геомеханики при строительстве автотранспортных тоннелей в олимпийском Сочи // *Транспорт Российской Федерации*. 2013. № 6. С. 12–18.
5. Lunardi P. Design and Construction of Tunnels. Leipzig, Germany. 2008. 575 p.
6. Лунардни П., Андреа Б., Рослякова М., Дзенти К.Л. Усиление выработки и ядра забоя с использованием метода А.ДЕ.СО-РС // *Метро и тоннели*. 2011. № 4. С. 26–29.
7. Королев К.В. Несущая способность оснований в стабилизированном и нестабилизированном состоянии: Дисс. ... д-ра техн. наук. Новосибирск. 2014. 326 с.
8. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г., Шашкин В.А. Основы совместных расчетов зданий и сооружений. СПб.: Геореконструкция, 2014. 328 с.

References

1. Oreste P.P., Dias D. Stabilisation of the Excavation Face in Shallow Tunnels Using Fibreglass Dowels. *Rock Mech. Eng.* 2012. Vol. 45. No. 4, pp. 499–517.
2. Savel'ev Yu.N. Nails in the construction tunnel of underground in Novosibirsk. Cand. Diss. (Engineering). Novosibirsk. 2002. 155 p. (In Russian).
3. Patent RF 2485318. *Sposob stroitel'stva stantsionnykh tonnelei s malymi osadkami zemnoi poverkhnosti* [The

- method of construction of the stations tunnels with low downfall the earth's surface]. Bezrodnyi K.P., Markov V.A., Maslak V.A., Morozov A.V., Salan A.I., Starkov A.Yu., Ukhanov A.V., Protosenya A.G., Lodus E.V. Declared 25.01.2012. Published 20.06.2013. Bulletin No. 17. (In Russian).
- Frolov Yu.S., Ivanov T.V., Kavkazskii V.N., Kon'kov A.N. Solution of geotechnical problems in the construction of transport tunnels in the Olympic Sochi. *Transport Rossiiskoi Federatsii*. 2013. No. 6, pp. 12–18. (In Russian).
 - Lunardi P. Design and Construction of Tunnels. Leipzig, Germany. 2008. 575 p.
 - Lunardi P., Andrea B., Roslyakova M., Dzenti. K.L. Strengthening excavation and slaughter kernel using A.DE. CO-RS method. *Metro i tonneli*. 2011. No. 4, pp. 26–29. (In Russian)
 - Korolev K.V. The bearing capacity of foundations in stabilized and not stabilized. Doct. Diss. (Engineering). Novosibirsk. 2014. 326 p. (In Russian).
 - Ulitsky V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G., Shashkin V.A. Osnovy sovместnykh raschetov zdaniy i sooruzhenii. [Basics of joint calculations of buildings and structures] Saint-Petersburg: Georekonstruktsiya. 2014. 328 p.

Крупнейший застройщик Москвы – «ДСК-1» – на пути модернизации

В 2016 г. крупнейший московский домостроительный комбинат «ДСК-1» отметил 55-летие. Специалисты старшего возраста, конечно, помнят первую экспериментальную застройку района Новые Черёмушки домами серии К-7 в 60-х гг. прошлого века, затем «шаги саженей» крупнопанельной застройки по всей Москве от центра до окраин – это «ДСК-1».

С годами стройки уходили все дальше от центра (Митино, Крылатское, Бутово, Жулебино...) и за границы Москвы (Тольятти, Набережные Челны, Сургут, Нижневартовск, Мурманск...), дома становились все выше – 9, 16, 17, 25 этажей... Увеличивалась доля городского заказа в объеме строительства. Расширялась и разветвлялась производственная структура. В настоящее время в состав комбината входят четыре завода ЖБИ и две производственные фирмы, четыре специализированных обслуживающих управления, пять монтажных управлений.

Период затяжного системного кризиса, когда существенно сократился городской заказ, выявил недостатки организационной структуры самого крупного московского застройщика (производственная мощность «ДСК-1» составляет 1,17 млн м² панелей в год), возникла большая дебиторская задолженность, пришлось брать кредиты...

Летом 2016 г. «ДСК-1» приобрела относительно молодая (организована в 2005 г.), уверенно развивающаяся Финансово-промышленная корпорация «Лидер». На момент сделки предприятие было стабильно убыточным, сумма долга приближалась к 13 млрд р. Новые владельцы заинтересованы в скорейшем оздоровлении финансово-хозяйственной деятельности системообразующего московского предприятия, оптимизации его организационно-производственной структуры, техническом переоснащении. Серьезность намерений уже подкреплена 3 млрд р., обеспечивших финансовую устойчивость комбината, а также реструктуризацией кредитной задолженности со снижением процентной ставки с 16 до 13%. Об этом было заявлено на совместной пресс-конференции «ДСК-1» и ФСК «Лидер», состоявшейся 20 октября 2016 г. на базе Ростокинского завода ЖБИ.

Новый генеральный директор «ДСК-1» Д.А. Копырин, опытный руководитель, за 13 лет прошедший путь от мастера цеха до генерального директора комбината строительных материалов, имеющий 15-летний опыт строительства и руководства домостроительными комбинатами, представил программу вывода предприятия на безубыточную деятельность.

С этой целью будет проведена реструктуризация производственных мощностей, изменена система управления, внедрены IT-технологии, оптимизирован кадровый состав работников.

Важным этапом снижения себестоимости и соответственно расходов является введение тендерного механизма для закупок, интеграция с бизнес-структурами ФСК «Лидер», организация продажи объектов «ДСК-1» через агентство недвижимости инвестора.

Планируется, что реализация программы организационного оздоровления «ДСК-1» позволит до конца 2016 г. сократить себестоимость на 10% и еще на 15% – в следующем, что приведет цены на продукцию «ДСК-1» к конкурентному уровню, обеспечит увеличение объема оборотных средств компании.

Важнейшей задачей, которую ставит новый акционер перед руководством комбината, является не просто сохранение уникального производства «ДСК-1», его культуры и высокого профессионального уровня, но техническое перевооружение с привлечением самых эффективных достижений техники и технологии.

Проект повышения конкурентоспособности «ДСК-1» предполагает централизацию управленческих компетенций, укрупнение и объединение однотипных производств.

Проектом повышения эффективности предприятия также предусмотрен переход на строительство домов новых серий — ДомРИК и ДомНАД, разработанных при участии знаменитого испанского архитектора Рикардо Бофилла и российского Александра Надьсева. Все это позволит вновь побороться за городской заказ и увеличить его долю до 40%.

В планах «ДСК-1» – продолжать строительство в Новой Москве и области (Некрасовка, Домодедово, Железнодорожный и т. д.), а также – в границах «старой» столицы.



Подземная урбанизация — необходимое условие устойчивого развития городов

В 2016 г. Санкт-Петербург впервые стал местом проведения 15-й Всемирной конференции Объединения исследовательских центров подземного пространства мегаполисов ACUUS, которая прошла при официальной поддержке Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации; Правительства Санкт-Петербурга; Национального объединения строителей (НОСТРОЙ); Санкт-Петербургского научного центра РАН, Национального объединения изыскателей и проектировщиков (НОПИЗ). В состав Научного комитета конференции вошли 33 эксперта из 19 стран мира. В рамках конференции представлено 117 докладов ведущих специалистов в области освоения подземного пространства, зарегистрировано более 600 участников из 34 стран.

Конференция ACUUS более 30 лет проводится в разных городах мира и поддерживается на высоком правительственном уровне. Мероприятие успешно проходило в таких городах, как Сеул, Сингапур, Шеньчжень, Афины, Турин, Монреаль, Париж и других. Конференции ACUUS проводятся раз в два года. Ключевая тема конференции в Санкт-Петербурге: «Подземная урбанизация как необходимое условие устойчивого развития городов».

Комплексное освоение пространства подразумевает развитие городской инфраструктуры сразу на нескольких уровнях. Существует не только место для размещения объекта под землей, но и геотермальная энергия, грунтовые воды, геоматериалы, что актуально как для реновации, так и для девелопмента. В некоторых случаях строительство подземного объекта может даже быть дешевле, чем возведение наземного, и почти всегда надежно и долговечно, поэтому создание подземной инфраструктуры формирует каркас города.

Очень важны инновационные решения, позволяющие создавать пространство на уровне земли, воспринимающееся как подземное. Например, в Голландии автотрасса проходит по уровню земли, но закрыта насыпями по бокам. Это уменьшает шум и позволяет ближе разместить жилые дома. Примеров много. Например, совмещение станций метрополитена с коммерческими подземными объектами. Технические и планировочные вопросы специалисты могут решить, а вот экономические и законодательные решить трудно. Метрополитен в РФ — государственный объект, и выделяемые государством деньги можно тратить только на перевозку пассажиров, а не на коммерческие функции. Поэтому российские проектировщики отказываются от совмещения станций метро и коммерческих пространств, хотя во всем мире это давно практикуется.

Как отметил губернатор Санкт-Петербурга Г.С. Полтавченко, выступая во время церемонии открытия, все крупные города из-за нехватки территории активно осваивают подземное пространство. Это позволяет сохранить уникальный облик исторических центров, найти эффективные способы решения



транспортных и экологических проблем. Он подчеркнул, что тема конференции ACUUS особенно актуальна и важна для Санкт-Петербурга — одного из самых красивых городов мира. Исторический центр северной столицы, охраняемый ЮНЕСКО, не имеет себе равных как по площади, так и по количеству объектов культурного наследия: Санкт-Петербург не может быть историей, застывшей в камне. Это пятимиллионный город, он должен развиваться, совершенствовать инфраструктуру, создавать комфортную городскую среду.



В рамках секционных заседаний состоялись дискуссии по семи ключевым направлениям, включающим вопросы градостроительного планирования, симбиоза наземной застройки и подземной инфраструктуры, перспективы развития метрополитенов и комплексных пересадочных узлов. Эксперты обсудили преимущества подземного строительства с точки зрения обеспечения безопасности и защиты от природных катаклизмов, достижения в области инженерно-геологических изысканий, перспективы развития бестраншейных технологий прокладки инженерных коммуникаций.

Считается, что освоение подземного пространства является одним из показателей улучшения условий жизнедеятельности населения мегаполисов. Международными организациями рекомендуется, чтобы доля подземных сооружений составляла 20–25% от общей площади строительства. В городах Российской Федерации этот показатель значительно ниже. Предполагается, что в ближайшие годы под землей будут располагаться около 70% гаражей, 80% складов, 30% учреждений культурно-бытового назначения, 40% промышленных, 50% коммунальных и 30% административных.

С докладом «Метрополитен как основа развития транспортной системы и комплексного освоения подземного пространства Санкт-Петербурга» в рамках пленарного заседания выступил вице-губернатор Санкт-Петербурга И.Н. Албин. Он отметил, что строительство метрополитена, как показывает мировая практика, позволяет не только эффективно решать транспортные и социальные проблемы мегаполисов, но и создает необходимые предпосылки для комплексного освоения подземного пространства: пересадочные узлы, пешеходные галереи, торгово-развлекательные центры и зоны отдыха постепенно переносятся под землю, обеспечивая повышение уровня комфорта и безопасности жизни людей. Таким образом, метрополитены, по сути, выполняют градообразующую функцию и оказывают огромное влияние на развитие современных мегаполисов.



Президент ACUUS, профессор Национального университета Афин Д. Калиампакос (Греция) отметил, что у подземного строительства практически нет ограничений, только инвестиционные. Сравнивая мегаполис с живым организмом, он подчеркнул, что его красота и здоровье во многом определяется развитием невидимой глазу системы подземных инженерных и транспортных коммуникаций, обеспечивающих его жизнедеятельность. А хаотичное строительство под землей ведет к образованию подземного «спагетти». Дизайн подземных сооружений должен соответствовать дизайну поверхности. Он подчеркнул, что одна из самых главных задач строителей подземных объектов – безопасность людей. Профессор Д. Калиампакос привел пример подземной церкви в Хельсинки, из которой можно за 77 минут эвакуировать людей.



Он отметил, что самым посещаемым местом в мире считается Ниагарский водопад (22 млн чел. в год). Эйфелеву башню посещает только 5 млн чел. в год. Станцию «Комсомольская» в Москве посещает 24 млн чел. в год, а одну из станций метро в Токио 102 млн чел. в год.

тивных предприятий. Это позволит высвободить большие дополнительные площади городских территорий. Только использовать эти площади надо не для жилищного строительства, а для создания полезных горожанам пространств.

В Санкт-Петербурге необходимо срочно приступить к разработке генерального плана освоения подземного пространства. По мнению специалистов, на основе имеющихся обследований уже сейчас можно сделать подробную инженерно-геологическую 3D-карту не только по каждому району, но и по каждому кварталу города, что даст возможность строить подземные сооружения до 50 м в глубину. В настоящее время в Санкт-Петербурге существует несколько знаковых объектов, располагающих подземным пространством: Арбитражный суд (служебные помещения, архив, паркинг); Главный штаб (техпомещения, гардеробы, мастерские, блоки для приема и разгрузки экспонатов); Мариинский театр (три подземных уровня); Каменноостровский театр (благодаря подземным сооружениям площадь театра увеличилась в 2,5 раза) и другие.

В результате проведения ACUUS-2016 стало очевидно, что развитие подземного пространства – это во многом вопрос не отсутствия технологий или финансирования, а вопрос градостроительного планирования и поддержки государства. Одним из основных результатов проведения конференции в Санкт-Петербурге стало поручение вице-



губернатора Санкт-Петербурга И.Н. Албина подготовить и подписать соглашение о взаимодействии и сотрудничестве международной ассоциации ACUUS и Комитета по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга.

Более года назад, в сентябре 2015 г., журнал «Жилищное строительство» одним из первых стал информационным партнером ACUUS-2016. Некоторые ключевые секционные доклады опубликованы в тематическом номере журнала «Жилищное строительство» № 9/2016, посвященном проблемам подземного строительства. Этот номер журнала был широко представлен на конференции. Специалисты отметили высокий уровень подготовки журнала и практическую значимость подобранных для опубликования в журнале работ. Наиболее интересные доклады российских ученых будут опубликованы в 2016–2017 гг. в журнале «Жилищное строительство». Благодарим всех наших авторов и рекламодателей за сотрудничество и приглашаем выступать на страницах журнала с проблемными научно-техническими статьями.

Л. В. Сапачева, канд. техн. наук



УДК 624.1

О.С. ГЛОЗМАН, канд. техн. наук, советник РААСН (7457915@gmail.com)

Российская академия архитектуры и строительных наук (107031, Москва, ул. Б. Дмитровка, 24, стр. 1)

Подземное планирование Москвы

Описывается новаторская практика включения в документ территориального планирования российского города функционального зонирования подземного пространства. Приводится перечень и описание 41 зоны многофункционального подземного пространства города Москвы. В качестве примера приводятся три многофункциональные зоны различного типа.

Ключевые слова: градостроительство, георбанистика, подземное пространство, генеральный план, общественные пространства.

O.S. GLOSMAN, Candidate of Sciences (Engineering), Adviser, RAACS (7457915@gmail.com)

Russian Academy of Architecture and Construction Sciences. (24, bldg. 1, B. Dmitrovka Street, 107031, Moscow, Russian Federation)

Underground Planning of Moscow

It describes the innovative practice of inclusion of functional zoning of underground space in the document of territorial planning of the Russian city. The list and the description of 41 zones of multipurpose underground space of the city of Moscow is provided. Three multipurpose zones of various type are given as an example.

Keywords: urban planning, geo-urbanistics, underground space, master plan, public spaces.

Во всех городах Российской Федерации строительство ведется в соответствии с генеральным планом развития города, который является основным документом территориального планирования. До сегодняшнего дня ни в одном документе территориального планирования нашей страны не определены перспективы развития подземного пространства. Новатором в этом направлении выступает Москва.

В настоящее время Москва выполняет корректировку генерального плана города. По информации Правительства Москвы, скорректированный генеральный план планируется утвердить до 1 июля 2017 г. В текущий период проект документа полностью готов, происходит подготовка к процедурам публичных слушаний (<https://stroim.mos.ru>). В данной редакции документа определены перспективные территории освоения подземного пространства. Всего таких территорий в документе 41, каждая из которых имеет адресную привязку и входит в общий перечень. Полный перечень перспективных территорий освоения подземного пространства приведен в табл. 1.

Разработка адресного перечня территорий, в границах которых возможно размещение объектов многофункционального общественного подземного пространства в Москве, была выполнена на основе оценки градостроительного потенциала территорий города в результате научно-исследовательской работы, выполненной под руководством О.С. Глоzman [1, 2].

Данная научная работа была обусловлена необходимостью комплексного, т. е. многоотраслевого подхода к освоению подземного пространства. Комплексное использование подземного пространства обеспечивает городу ряд эффектов, в том числе:

– социально-экономический – увеличение числа мест приложения труда, экономия времени населением, снижение транспортной усталости, повышение рентабельности предприятий, улучшение санитарно-гигиенических условий проживания, транспортная безопасность;

– градостроительный – экономия городских территорий, решение транспортных проблем, увеличение площади озелененных и открытых пространств;

– бюджетный – увеличение поступлений в бюджет города за счет расширения налогооблагаемой базы (увеличение числа хозяйствующих субъектов);

– инженерно-экономический – повышение скорости движения всех видов транспорта, экономия горючего, удешевление обслуживания инженерных коммуникаций.

Важным аргументом для использования территорий ниже уровня земли является экономия или рациональное использование городского пространства. Экономия городской территории можно рассматривать с двух сторон:

– экономическая составляющая может быть определена как сокращение затрат инвестора на приобретение земельного участка (приобретение в собственность или приобретение права аренды) для строительства объекта и последующая экономия на выплату арендных платежей за земельный участок;

– социальная составляющая, которая выражается в улучшении качества жизни горожан, ибо сокращение площади земельных участков под коммерческую застройку должно привести к увеличению площади озелененных территорий, открытых пространств и т. д.

Далее на основании адресного перечня необходима разработка документации по планировке территории. Однако уже на сегодняшний день разработаны детальные концепции. Каждый из планируемых многофункциональных подземных пространств согласно концепции включает объекты как социального, так и коммерческого назначения. Распределение площадей определено индивидуально для каждого объекта в соответствии с его функциональным назначением и выявленным дефицитом торговых и социально значимых площадей в соответствующем районе города.

При этом планировочное решение подземных пространств должно быть разработано таким образом, чтобы

Таблица 1

Адресный перечень зон освоения подземного пространства Москвы

Наименование зоны	Адрес	Наименование зоны	Адрес
Сокольники	Зона распространяется на три улицы: – от Русаковской ул., д. 22, стр. 1 до м. «Сокольники»; – от м. «Сокольники» до ул. Стромынка, д. 2; – от м. «Сокольники» вдоль Сокольнической площади до Сокольнического Павильонного проезда, д. 11.	Новогиреево	Зона распространяется на участок Свободного пр. от пересечения с Зеленым пр. (в районе д. 33а, стр. 4) до пересечения с ул. Фрязевская (в районе трамвайного кольца)
Университет	Зона начинается от Ломоносовского пр. в районе м. «Университет» и заканчивается пересечением Ломоносовского пр. и Минуринского пр.	Варшавская	Зона расположена на Варшавском шоссе от д. 71, к. 1 до д. 876
Арбат	Зона начинается от пересечения ул. Арбат с площадью Арбатские Ворота и заканчивается в районе пересечения ул. Арбат с Новинским бульваром	Электро-заводская	Зона начинается от ул. Большая Семеновская, вл. 15а, стр. 1 и заканчивается в районе д. 43, стр. 2
Третьяковская	Зона распространяется на три улицы: – от пересечения ул. Большая Ордынка в районе д. 20 с Климентовским пер. до ул. Большая Ордынка в районе д. 23; – участок Климентовского пер. от пересечения с Ордынским тупиком и до пересечения с Пятницкой ул.; – от пересечения Климентовского пер. с Пятницкой ул. в районе д. 22 до Пятницкой ул. в районе д. 30, стр. 3.	Юго-Западная	Зона начинается на пр. Вернадского в районе д. 105, к. 3 и заканчивается в районе д. 86б. Также захватывая участок ул. 26 Бакинских Комиссаров в районе д. 11А
Савеловская	Зона распространяется на: – площадь Савеловского вокзала; – ул. Бутырская в районе д. 2 стр. 1; – съезд с ул. Бутырская (в районе д. 1–5) на ул. Нижняя Масловка; – ул. Нижняя Масловка в районе д. 5; 5, к. 1	Беляево	Зона расположена на пересечении ул. Миклухо-Маклая и ул. Профсоюзной в районе ул. Профсоюзная между северным и южным вестибюлями станции «Беляево» Калужско-Рижской линии метрополитена
Текстильщики	Зона распространяется на: – участок транспортной развязки Люблинской улицы с Волгоградским шоссе; – участок Волгоградского проспекта в районе вл. 49, стр. 5; зона расположена в районе участка железнодорожных путей Курского направления (пл. Текстильщики) и станции «Текстильщики» Таганско-Краснопресненской линии метрополитена	Выхино	Зона захватывает участки: – ул. Красный Казанец в районе домов 19, к. 1 и 19б; – ул. Хлобыстова в районе домов 9 и 26/2; – железнодорожного отвода станции Выхино Казанского направления
Курская	Зона распространяется на: – участок по ул. Земляной Вал от д. 27 стр. 1 до д. 38–40; – площадь Курского вокзала; – захватывая территории, расположенные севернее 1-го Сыромятинского пер.	Бибирево – Алтуфьево	Зона захватывает участки: – ул. Череповецкая на пересечении с ул. Новгородской до пересечения с Алтуфьевским шоссе; – ул. Лескова в районе д. 5 до пересечения с Алтуфьевским шоссе
Таганская	Зона расположена вдоль: ул. Марксистская от д. 2 стр. 2 до д. 38; включая участок площади Крестьянская Застава; участок ул. Абельмановской от д. 9, стр. 1 до пересечения с Марксистской улицей	Проспект Вернадского	Зона расположена на участке пр. Вернадского от д. 14а до д. 37, к. 1
Царицыно	Зона расположена в районе железнодорожной станции Царицыно Курского направления	Фрунзенская	Зона расположена на участке Комсомольского пр. от д. 30 до д. 25, к. 1
Кунцево	Зона распространяется на участок Рублевского шоссе от Молдавской ул. до развязки Можайского шоссе с Рублевым	Спортивная	Зона распространяется на: – участок ул. Усачева от д. 29, корп. 9 до д. 21; – участок ул. 10-летия Октября от д. 10, стр. 2 (по ул. Доватора) до пересечения с ул. Усачева
Тульская	Зона распространяется на участок площади Серпуховская Застава	Новые Черемушки	Зона распространяется на: – участок ул. Гарибальди (в районе д. 17, к. 1) до пересечения с Профсоюзной ул.; – участок вдоль Проектируемого проезда № 4668 (в районе д. 43, к. 2 по Профсоюзной ул.)
Ленинский проспект	Зона распространяется на участок Ленинского проспекта от пересечения с ул. Крупской до пересечения с Ломоносовским пр.	Речной вокзал	Зона начинается с Фестивальной ул. д. 13, к. 1 в районе ст. м. «Речной вокзал» и заканчивается Фестивальной ул. в районе д. 47
Войковская	Зона распространяется на: – участок Ленинградского шоссе в районе д. 16а, стр. 1; – участок Старопетровского проезда в районе д. 2	Профсоюзная	Зона распространяется на две улицы: – участок Нахимовского пр. от д. 54 до пересечения Нахимовского пр. с Профсоюзной ул.; – участок Профсоюзной ул. от ст. м. «Профсоюзная» до ул. Профсоюзная, д. 30, к. 1; – участок Профсоюзной ул. от д. 51 до ст. м. «Профсоюзная»; – участок Нахимовского пр. от ст. м. «Профсоюзная» до ул. Нахимовский пр., д. 36
Тверская	Зона распространяется на участок ул. Тверская от Пушкинской площади до пересечения с ул. Охотный Ряд	Щукинская	Зона распространяется на две улицы: – участок ул. Маршала Васильевского в районе ст. м. «Щукинская» (около д. 42) до поворота на Авиационную ул.; – участок Авиационной ул. от д. 42 до Авиационной ул., д. 24, стр. 1; – объект занимает пространство от Авиационной ул. до ж/д путей
Киевская	Зона распространяется на участок Украинского бул. от Кутузовского пр. до ул. Большая Дорогомилловская	Теплый Стан	Зона распространяется на две улицы: – участок Новоясеневского пр. в районе д. 129А до пересечения Новоясеневской ул. с Профсоюзной ул.; – участок Профсоюзной ул. от пересечения с Новоясеневской ул. до выходов ст. м. «Теплый Стан» на Профсоюзную ул.
Комсомольская	Зона распространяется на: – проспект Академика Сахарова от д. 9 до пересечения с ул. Каланчевская; – территорию Комсомольской площади	Авиамоторная	Объект занимает пространство от Авиамоторной ул. в районе ст. м. «Авиамоторная» до Авиамоторной ул. в районе д. 41 и заканчивается ж/д путями
ВДНХ	Зона распространяется на участок 1-го Поперечного проезда от пр. Мира до пересечения с Продольным проездом	Шоссе Энтузиастов	Объект занимает пространство от шоссе Энтузиастов в районе ст. м. «Шоссе Энтузиастов» до д. 52 по шоссе Энтузиастов
Рижская – Проспект Мира	Зона распространяется на: – участок вдоль проспекта Мира от д. 51, стр. 1 до Рижской площади; – Рижскую площадь	Калужская	Объект занимает пространство на площади Академика Келдыша: – по ул. Обручева в районе д. 29 до ул. Обручева, д. 61; – по Профсоюзной ул. от ст. м. «Калужская» (южный вестибюль) до ст. м. «Калужская» (северный вестибюль)

Окончание табл. 1

Наименование зоны	Адрес
Кантемировская	Зона распространяется на: – участок севернее Кантемировской ул. от д. 58, стр. 12 до пересечения с Пролетарским пр.; – участок севернее Кантемировской ул. от пересечения с Пролетарским пр. до д. 14
Нагатинская	Зона распространяется на: – участок вдоль Варшавского шоссе в районе станции «Нагатинская» Серпуховско-Тимирязевской линии метрополитена; – участок ул. Нагатинская от пересечения с Варшавским шоссе до пересечения с 1-м Нагатинским проездом
Новослободская	Зона распространяется на: – участок ул. Новослободская (в районе д. 4) до пересечения с ул. Селезневской; – участок вдоль ул. Селезневской в районе д. 40; – участок ул. Долгоруковская от пересечения с Весковским пер. до пересечения с Пыхов-Церковным пер.
Семеновская	Зона распространяется на участок Вельяминовской ул. от пересечения с ул. Ткацкой до пересечения с ул. Щербакова
Аэропорт	Зона распространяется на: – участок вдоль Ленинградского пр. в районе д. 64, стр. 11 и д. 49; – территорию площади Эрнста Тельмана

подземные пешеходные переходы в направлениях основного движения пассажиропотоков проходили через предприятия торговли, обслуживания и общественного питания.

В составе многих объектов предусмотрены дополнительные площади для организации стояночных мест для компенсации дефицита парковочного пространства в отдельных районах Москвы.

На рис. 1–5 приведены фрагменты концепций многофункциональных подземных пространств в районе стан-

ций Московского метрополитена «Савеловская», «Арбат» и «Сокольники» соответственно.

Савеловская

Проект организации подземного пространства в районе станций Московского метрополитена «Савеловская» располагается под площадью Савеловского вокзала, пересечением улиц Бутырская и Суцеский Вал до ул. Нижняя Масловка.

Основная функция зоны Савеловская – обеспечение комфортных и безопасных пересадок с железной дороги на станции метрополитена и автобусы. Подземная площадь позволяет беспрепятственно и безопасно пересекать улицы Бутырская, Нижняя Масловка, площадь Савеловского вокзала, объединяет объекты и кварталы застройки различного назначения.

Архитектурно-планировочное решение предусматривает создание комфортной среды для пассажиров метро, железнодорожного транспорта и жителей района. Представленная концепция организации пространства позволит оптимизировать пешеходное движение на выбранной территории, создать большое количество новых комфортных торговых площадей, скомпенсировать нехватку наземных территорий.

В процессе разработки концепции были определены основные точки формирования потока пассажиров и предусмотрены их распределения. Многофункциональное подземное пространство объединяет станцию железной дороги и вокзал с вестибюлями станции «Савеловская» Московского метрополитена и вестибюли проектируемой станции «Нижняя Масловка» Московского метрополитена.

Комплекс включает в себя зоны: пешеходные, на минус первом и минус втором уровнях; торгового назначения, размещаемые на минус первом и минус втором уровнях; обще-

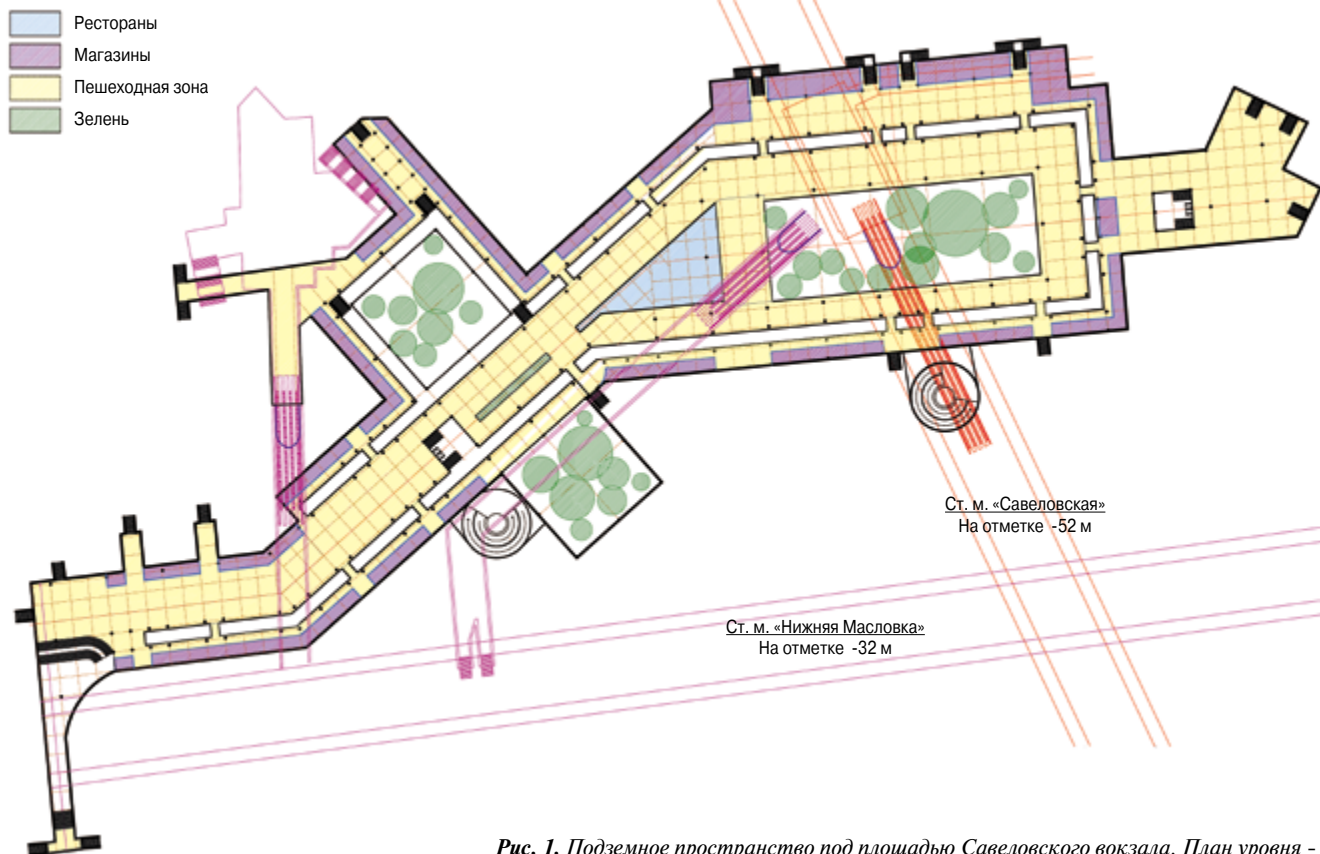


Рис. 1. Подземное пространство под площадью Савеловского вокзала. План уровня -1



Рис. 2. Подземное пространство под площадью Савеловского вокзала. Поперечный разрез

Таблица 2
Основные технико-экономические показатели

Наименование	Площадь, м ²	Потребление электроэнергии, кВт	Тепло-снабжение, Гкал	Водо-снабжение, м ³ /сут
Магазины	26 143	3116,4	8,6	166,34
Пешеходные зоны	33 739			
Рестораны	1640			
Озелененные территории	5344			
Паркинг	22174			
Общая площадь	89 040			

ственного питания, размещаемые на минус первом и минус втором уровнях; технические – на всех рабочих уровнях; парковка на минус третьем уровне. Торговые площади позволяют обеспечить попутное обслуживание пассажиров Савеловского вокзала, а также жителей близлежащих кварталов жилой застройки, возвращающихся домой с работы через станцию метрополитена.

Въезд и выезд личного автотранспорта на территорию подземной парковки осуществляется с Бутырской улицы с помощью криволинейных рамп.

Вход пассажиров на станции метро осуществляется через минус первый уровень комплекса.

Арбат

Целью создания данной зоны является обеспечение комфортной городской среды для пешеходов, не нарушающая сложившуюся архитектурную среду, разделение потоков транспорта и пешеходов, обновление территории Нового Арбата объектами обслуживания (рис. 3, 4).

Проект организации подземного пространства располагается под улицей Новый Арбат, от площади Арбатских Ворот до Борисоглебского переулка линейно вытянут под проезжей частью улицы и пешеходными тротуарами в сторону Новинского бульвара.

Архитектурно-планировочное решение предусматривает создание многофункционального объема, позволяющего в комфортной среде разместить торговые площади,



Рис. 3. Подземное пространство под улицей Новый Арбат. 3D-визуализация, фотомонтаж



Рис. 4. Подземное пространство под улицей Новый Арбат. Поперечный разрез

Таблица 3
Основные технико-экономические показатели объекта
под улицей Новый Арбат

Наименование	Площадь, м ²	Потребление электро- энергии, КВт	Тепло- снабжение, ГКал	Водо- снабжение, м ³ /сут
Общая площадь	60 671	2123,5	6	111,7
Магазины	15 112			
Пешеходные зоны	27 055			
Паркинг	15 684			
Рестораны	2820			

предприятия общественного питания и пешеходные зоны. Предложенная концепция позволит более эффективно использовать территорию улицы Новый Арбат и позволит скомпенсировать дефицит наземной территории.

Комплекс включает в себя зоны: торгового назначения, пешеходные, технические, парковку – на всех рабочих уровнях; общественного питания, размещаемую на минус втором уровне.

Въезд и выезд личного автотранспорта на территорию подземной парковки осуществляется с улицы Новый Арбат при помощи прямолинейных рамп.

Основные объекты тяготения расположены на участке от площади Арбатских Ворот до Борисоглебского переулка, также этот участок легко совместить с пешеходной улицей Арбат, так как расстояние между ними увеличивается по мере приближения к Новинскому бульвару.

Аналогичный объект, располагающийся на значительном протяжении под улично-дорожной сетью, в районе МГУ. Территория МГУ развивается с обеих сторон магистральной улицы городского значения Ломоносовского проспекта, 10 полос движения проезжей части формируются основными и дублирующими проездами, разделенными зелеными насаждениями. Студентам для перемещения из корпуса в корпус требуется пересечь дорогу общей шириной не ме-

нее 50 м. С целью повышения безопасности студентов и обеспечения беспрепятственного передвижения автотранспорта достаточно организовать внеуличные пешеходные переходы. Однако многофункциональное подземное пространство может обеспечить комфортную связь станции метрополитена, библиотеки и многих учебных корпусов. Проект организации подземного пространства в районе метро «Университет» расположен между улицей Менделеевская и проспектом Вернадского, под Ломоносовским проспектом. Более подробно описание данного объекта приведено в отдельной публикации [3].

Сокольники

Согласно концепции объект располагается под улицами Стромынка и Русаковская, с возможностью выхода на подземную улицу с вестибюлями существующей станции метро «Сокольники» Сокольнической линии Московского метрополитена и проектируемой станции «Сокольники» Третьего пересадочного контура.

Целью создания данной зоны является обеспечение комфортной городской среды для пешеходов, разделение потока транспорта и пешеходов, обновление городской территории и насыщение района объектами обслуживания населения (рис. 5). Кроме того будет предусмотрено строительство подземной парковки под Сокольнической площадью.

К улице Стромынка прилегают кварталы застройки с объектами здравоохранения, что формирует не только поток пешеходов к местам приложения труда, но и большое количество автомобилей, припаркованных на проезжей части, – существующих парковочных мест недостаточно. Строительство подземной парковки даст возможность освободить проезжую часть, соответственно улучшить транспортную ситуацию на данном участке. Парковка под Сокольнической площадью станет двойного значения, в будние дни для хранения автомобилей сотрудников медицинских, офисных и других учреждений, прилегающих к

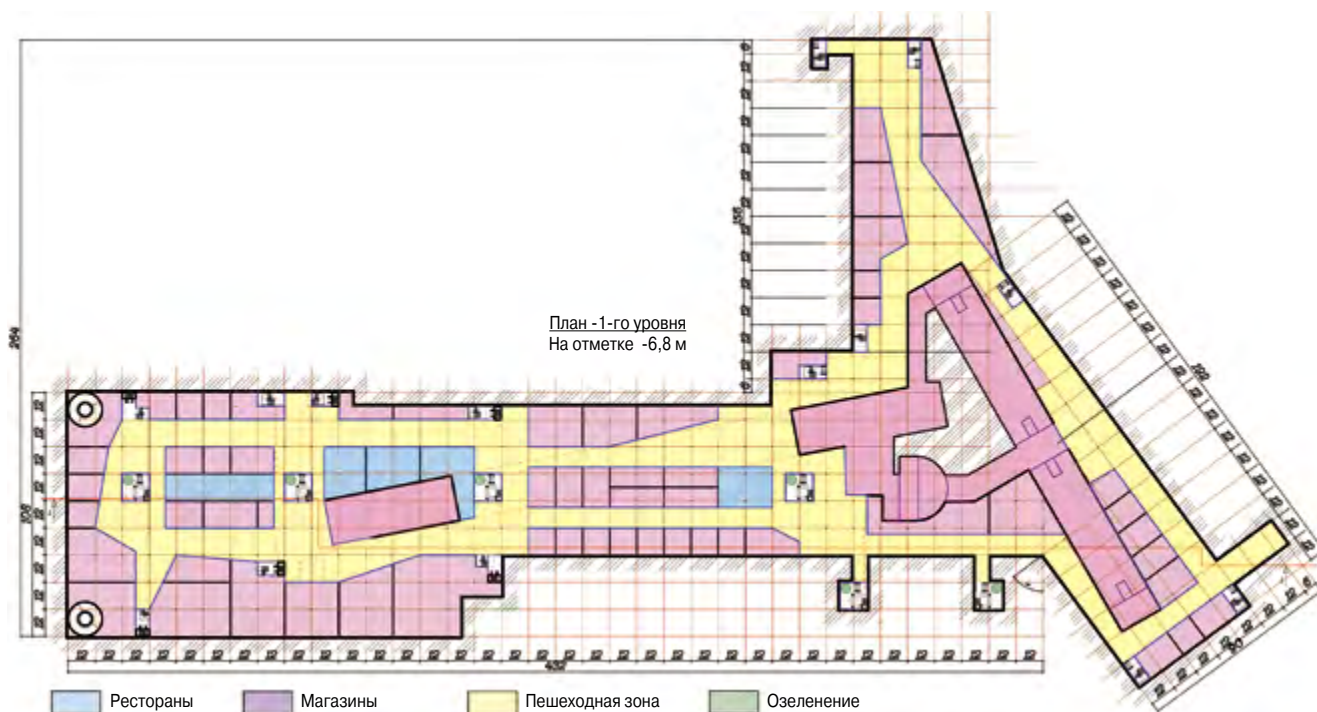


Рис. 5. Подземное пространство под Сокольнической площадью. План -1-го этажа

улицам Стромынка и Русаковская, в выходные – для посетителей парка «Сокольники». Более подробно концепция подземного пространства под Сокольнической площадью описана в отдельной публикации [2].

Реализация данных проектов предусматривает несколько этапов и комплекса мероприятий как архитектурного, так и юридического и административного характера. На первой стадии необходимо осуществить подготовку к освоению подземного пространства: правовые, научные, технические, организационные и иные мероприятия, увязанные с Генеральным планом города Москвы на период до 2025 г.:

1) формирование организационно-управленческих структур;
2) разработка нормативной правовой базы, градостроительных регламентов и нормативных технических документов;

3) создание системы стимулирования комплексного градостроительного освоения подземного пространства и совершенствование системы подготовки и проведения торгов при реализации инвестиционных проектов в сфере подземного градостроительства;

4) создание системы научного обеспечения деятельности в области комплексного градостроительного освоения подземного пространства;

5) разработка соответствующих образовательных программ и обеспечение подготовки и переподготовки кадров;

6) определение специализации объектов с учетом их назначения, а также санитарно-гигиенических, экологических и строительных требований по их размещению;

7) экспериментальное проектирование (в том числе градостроительное);

8) разработка градостроительной документации планировки территории в целях размещения подземных сооружений;

9) работы по ведению информационного картографического обеспечения по существующим, вводимым в эксплуатацию и проектируемым объектам подземного пространства города Москвы.

Следующая стадия – начало комплексного градостроительного освоения подземного пространства, предусматривающее строительство подземных объектов в соответствии с разработанной документацией по планировке территории и обосновывающими градостроительными концепциями.

Комплексное градостроительное освоение подземного пространства обеспечит безопасность и комфорт городской среды, а наполнение его определенными функциями, направленными на потребителя, будет приносить прибыль городу. В настоящее время реализацией данного проекта занимается Правительство Москвы, в частности ГКУ «Мосградцентр» [4].

Список литературы

1. Семенова О.С. Методология выявления зон размещения объектов многофункционального общественного пространства, как части транспортной системы, при функциональном зонировании подземной территории крупных городов // *Градостроительство*. 2014. № 2 (30). С. 62–68.
2. Семенова О.С., Мордвин А.С. Концепция комплексного освоения подземного пространства на примере территории в районе станции метро «Сокольники» в городе

Москве // *Сб. докладов к конференции «Техника и технологии XXI века»*. 2016. С. 89–95.

3. Семенова О.С. Архитектурные методы предотвращения социальных конфликтов на урбанизированной территории // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. № 5 (47). С. 120–125.
4. Шустов И.Н. Гармонизация законодательства – основа градостроительного развития подземного пространства застроенных городских территорий // *Сб. докладов к 15-й Всемирной конференции Объединения исследовательских центров подземного пространства мегаполисов*. ACUUS 2016. 439 с.

References

1. Semenova O.S. Methodology of project arrangement zones in multifunctional public spaces as a part of the transportation system under land use of underground spaces in major cities. *Gradostroitelstvo*. 2014. No. 2 (30), pp. 62–68. (In Russian).
2. Semenova O.S., Mordvin A.S. The concept of integrated development of underground space on an example of territory near the Sokolniki metro station in Moscow. *Engineering and technologies of the XXI century*. 2016. Pp. 89–95. (In Russian).
3. Semenova O.S. Architectural methods of preventing social conflicts on the urbanized territories. *International research journal*. 2016. No. 5 (47), pp. 120–125. (In Russian).
4. Shustov I.N. Harmonization of legislation is the basis of the urban development of underground space of the built-up urban territories. *15th World conference of Associated Research Centers for the Urban Underground Space*. ACUUS 2016. 439 p. (In Russian).

24–27 января 2017 | Красноярск

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В
XXV СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ВЫСТАВКЕ
**СТРОИТЕЛЬСТВО
АРХИТЕКТУРА**
ВЕДУЩАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ И ИНТЕРЬЕРНАЯ ВЫСТАВКА
СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

В ПРОГРАММЕ:
• VI Архитектурно-строительный форум Сибири
• Сибирский фестиваль архитектуры

Одновременно пройдет выставка строительной и складской техники
и оборудование «ТехСтройЭкспо. Дороги»

МРОС «Сибирь», г. Астана 2008, 19
тел. (391) 22-88-405, 22-88-611
bairbark@mail.ru, www.krasair.ru

0+

УДК 624.1

Н.С. СОКОЛОВ, канд. техн. наук, директор (forstnpf@mail.ru),
С.Н. СОКОЛОВ, инженер, зам. директора по науке,
А.Н. СОКОЛОВ, инженер, зам. директора по производству
ООО НПФ «ФОРСТ» (428000, Чебоксары, ул. Калинина, 109а)

Об ошибочном способе устройства буроинъекционных свай с использованием электроразрядной технологии

В статье приведен случай из практики геотехнического строительства, когда отклонение от технологического цикла при устройстве буроинъекционных свай ЭРТ могло привести к пагубным последствиям. При возведении многоэтажного здания гостиницы в г. Нижний Новгород была допущена технологическая ошибка. Она заключалась в выполнении отдельного этапа в технологической последовательности «бурение скважины – бетонирование – электрогидравлическая обработка – армирование» конкретной подрядной организацией. Вследствие того, что разные этапы изготовления свай ЭРТ выполняли разные подрядные организации, отсутствовала возможность должного поэтапного контроля набора прочности бетона. Поэтому более чем у 50% изготовленных свай ЭРТ не была достигнута проектная несущая способность. В результате этого возникла острая необходимость перепроектирования всего свайного поля с включением в проект дополнительных свай ЭРТ с множественными уширениями, благодаря чему была обеспечена проектная несущая способность свайно-плитных фундаментов здания в целом.

Ключевые слова: буроинъекционная свая, электроразрядная технология (ЭРТ), множественные уширения, монолитные железобетонные контрфорсы, несущая способность свай, прочность мелкозернистого бетона.

N.S. SOKOLOV, Candidate of Sciences (Engineering), Director (forstnpf@mail.ru), S.N. SOKOLOV, Engineer, Deputy Director for Science,
A.N. SOKOLOV, Engineer, Deputy Director for Production (forstnpf@mail.ru),
ООО НПФ «FORST» (109a, Kalinina Street, 428000, Cheboksary, Chuvash Republic, Russian Federation)

About Wrong Method for Arrangement of Bored-Injection Piles with the Use of Electric Discharge Technology

The article presents an episode from the practice of geotechnical construction when the deviations from the technological cycle when arranging bored-injection EDT-piles could lead to the detrimental consequence. In the course of construction of the multistory building of the hotel in the city of Nizhny Novgorod, a technological error was made. The execution of a separate stage of the technological sequence "well boring – concreting – electro-hydraulic treatment – reinforcement" was carried out by a certain contractor organization. As a result, different stages of producing EDT-piles were executed by different contractor organizations and there was no possibility to control stage-by-stage the concrete strength development. That's why over 50% of produced EDT-piles didn't reach the design bearing capacity. As a result, there was an acute necessity to redesign the whole pile field with inclusion of additional EDT-piles with multiple broadenings due to which the designed bearing capacity of pile-slab foundations of the building as a whole has been provided.

Keywords: bored-injection pile, electric-discharge technology (EDT), multiple broadenings, monolithic reinforced concrete buttresses, pile bearing capacity, fine concrete strength.

Возведение любого задания (или сооружения) предполагает поэтапный технический контроль качества строительства, который позволяет обеспечить его безопасную эксплуатацию в последующем.

Зачастую вызывает сильное беспокойство качество устройства буроинъекционных и буронабивных свай при строительстве нулевой части зданий и сооружений, особенно если прерывается технологическая цепочка и не обеспечивается должный контроль качества при выполнении разных этапов работ разными подрядными организациями.

Данная статья посвящена рассмотрению подобного случая из строительной практики. Проектом под десятиэтажное здание гостиницы в г. Нижний Новгород было предусмотрено устройство буроинъекционных свай, изготавливаемых по электроразрядной технологии (ЭРТ). Эта технология включает бурение, бетонирование, электрогидравлическую обработку, армирование и доливку бето-

на. Вследствие того, что данные стадии работ выполняли четыре подрядные организации и отсутствовал должный контроль набора прочности бетона, был нарушен правильный технологический цикл и более чем у 50% свай не была достигнута проектная несущая способность. Поэтому возникла необходимость перепроектирования свайного поля.

Строительство объекта велось в сложных инженерно-геологических условиях в старом русле реки Ковалиха в Нижнем Новгороде. Геологический разрез на этом участке представлен инженерно-геологическими элементами (ИГЭ), нормативные характеристики которых представлены в табл. 1.

Для площадки строительства характерен высокий уровень грунтовых (ненапорных) вод.

Строительство объекта было начато за пять лет до начала основного строительства с возведения ограждения

Таблица 1

Нормативные характеристики грунтов, слагающих строительную площадку

№ ИГЭ	Грунт	ρ , г/см ³	C , кПа	φ , град.	E , МПа	I_L , д. ед.
1	Насыпной грунт	1,8	–	–	–	–
2	Суглинок лессовый туго- и мягкопластичный непросадочный	1,95	19	19	9	0,9
3	Суглинок лессовый текучепластичный непросадочный	1,91	13	14	8	0,6
4	Суглинок туго- и мягкопластичный	2,01	19	21	14	0,3
5	Глина пестроцветная твердая и полутвердая с алевроитом и песком	1,87	72	22	25	0,2
6	Песок полимиктовый глинистый	1,89	25	29	30	–

Примечания: ρ – плотность грунта; C – удельное сцепление; φ – угол внутреннего трения; E – модуль деформации; I_L – показатель текучести.



Рис. 1. Котлован и примыкающий к нему 10-этажный жилой дом

котлована (глубиной 9 м) из двух рядов буроинъекционных свай диаметром 450 мм с шагом 1 м. Подпорная стена котлована была устроена вдоль улиц Ковалихинская, Белинского, Максима Горького. Непосредственно со стороны ул. М. Горького к котловану примыкает 10-этажный крупнопанельный жилой дом, возведенный на забивных сваях (рис. 1).

Недостатком построенного ограждения оказалось отсутствие монолитного обвязочного железобетонного пояса поверху буроинъекционных свай. Это выявилось лишь при отрывке котлована. Ряд свай ограждения со стороны примыкающего здания наклонился в сторону котлована (максимальное перемещение достигло 35 мм). В результате создавшейся ситуации на наружных стенах жилого дома возникли деформационные трещины. При этом установленные гипсовые маяки разорвались и продолжали рваться.

Созданная в связи с этим чрезвычайная комиссия поручила головной проектной организации срочно разработать противоаварийные мероприятия для стабилизации деформаций как возведенной подпорной стены, так и примыкающего здания. В качестве таких мер была разработана схема усиления подпорной стены в виде распорных конструкций из труб диаметром 1000 мм, расположенных на двух уровнях во взаимно перпендикулярных направлениях (рис. 1–3). Эти мероприятия позволили стабилизировать ситуацию. Гипсовые маяки на жилом доме перестали рваться, горизонтальные перемещения подпорной стены были приостановлены. При этом геотехнический мониторинг продолжался.

При проектной глубине котлована 9 м распорные крепления были размещены на глубине 4,5–6,5 м. Поэтому во избежание негативных последствий для примыкающего жилого дома при дальнейшей откопке котлована авторами настоящей статьи был разработан проект устройства монолитных железобетонных контрфорсов на дополнительных буроинъекционных сваях ЭРТ диаметром 0,35 м и длиной от 12 до 19 м в зависимости от инженерно-геологических условий в той или иной части строительной площадки (рис. 4). Работы по устройству свай ЭРТ приходилось вести в очень сложных условиях между трубами, а удаление грунта из котлована производилось только вручную.

Для обеспечения безопасной эксплуатации подпорной стены при строительстве нулевого цикла, а также для создания условий для демонтажа стальных труб распорных конструкций был разработан алгоритм устройства контрфорсов, который приведен на рис. 5.

Выполнение работ по реализации вышеуказанного алгоритма позволило поэтапно демонтировать распорные трубы. Дальнейших деформаций подпорной стены и жилого дома не было обнаружено.

На рис. 6 показана схема узла стыка конструкций контрфорса с существующим фундаментом жилого дома, а на рис. 7 – фотография возведенных монолитных железобетонных контрфорсов.

Устройство буроинъекционных свай ЭРТ [1–14] под фундаменты контрфорсов, контрфорсы, а также сами ростверки производились одной подрядной организацией. При этом мониторинг горизонтальных перемещений подпорной стены и деформаций осадочных марок жилого дома проводился ежедневно, благодаря чему на данном участке не было нарушений в технологической цепочке «бурение – бетонирование – электрогидравлическая обработка стенок и пяты скважины – монтаж армокаркасов».

Обязательными этапами, подтвердившими соответствие проекту запроектированных свай ЭРТ под фундаменты контрфорсов, были:

- испытания на прочность заранее изготовленных кубиков мелкозернистого бетона, предназначенного для изготовления свай;
- испытания статической нагрузкой опытных свай ЭРТ.

На испытательном полигоне (в пределах участка изготовления контрфорсов) были выполнены два свайных куста по электроразрядной технологии. В одном из них сваи были изготовлены без уширений, а в другом – с многоместными уширениями. Результаты испытаний несущей способности свай ЭРТ с помощью статической нагрузки приведены на рис. 9.

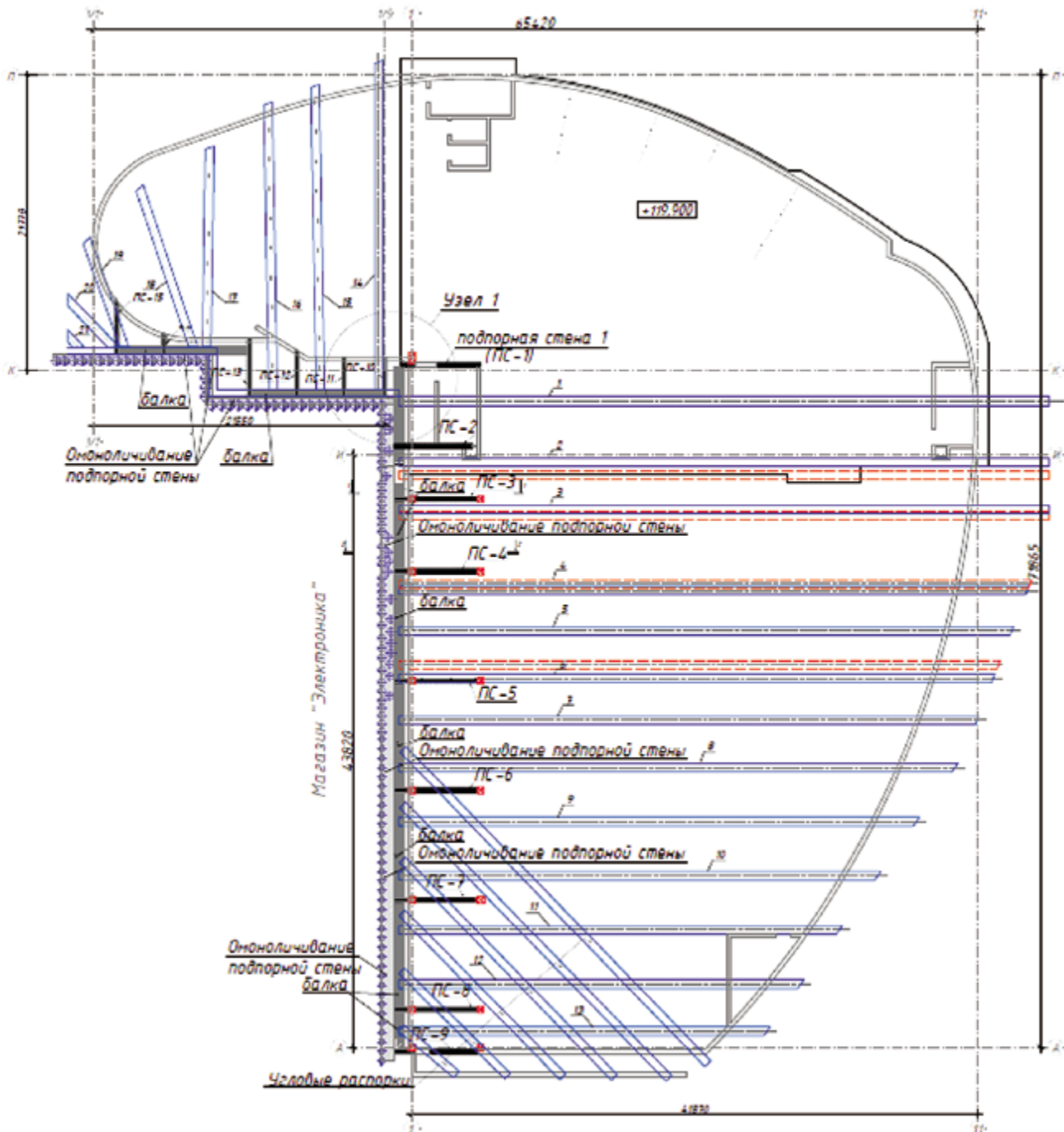


Рис. 2. План размещения распорных конструкций для усиления подпорной стены котлована



Рис. 3. Работы на узле 1 по усилению подпорной стены котлована

Расчет несущей способности свай ЭРТ без уширений производится по формуле 7.11. СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты»:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + \gamma_{cf} \cdot u \sum_{i=1}^n (f_i h_i)), \quad (1)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте; γ_{cR} – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи; R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа; A – площадь опирания сваи, м²; u – периметр поперечного сечения ствола сваи (или уширения пяты, если оно есть), м; γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности сваи, зависящий от способа

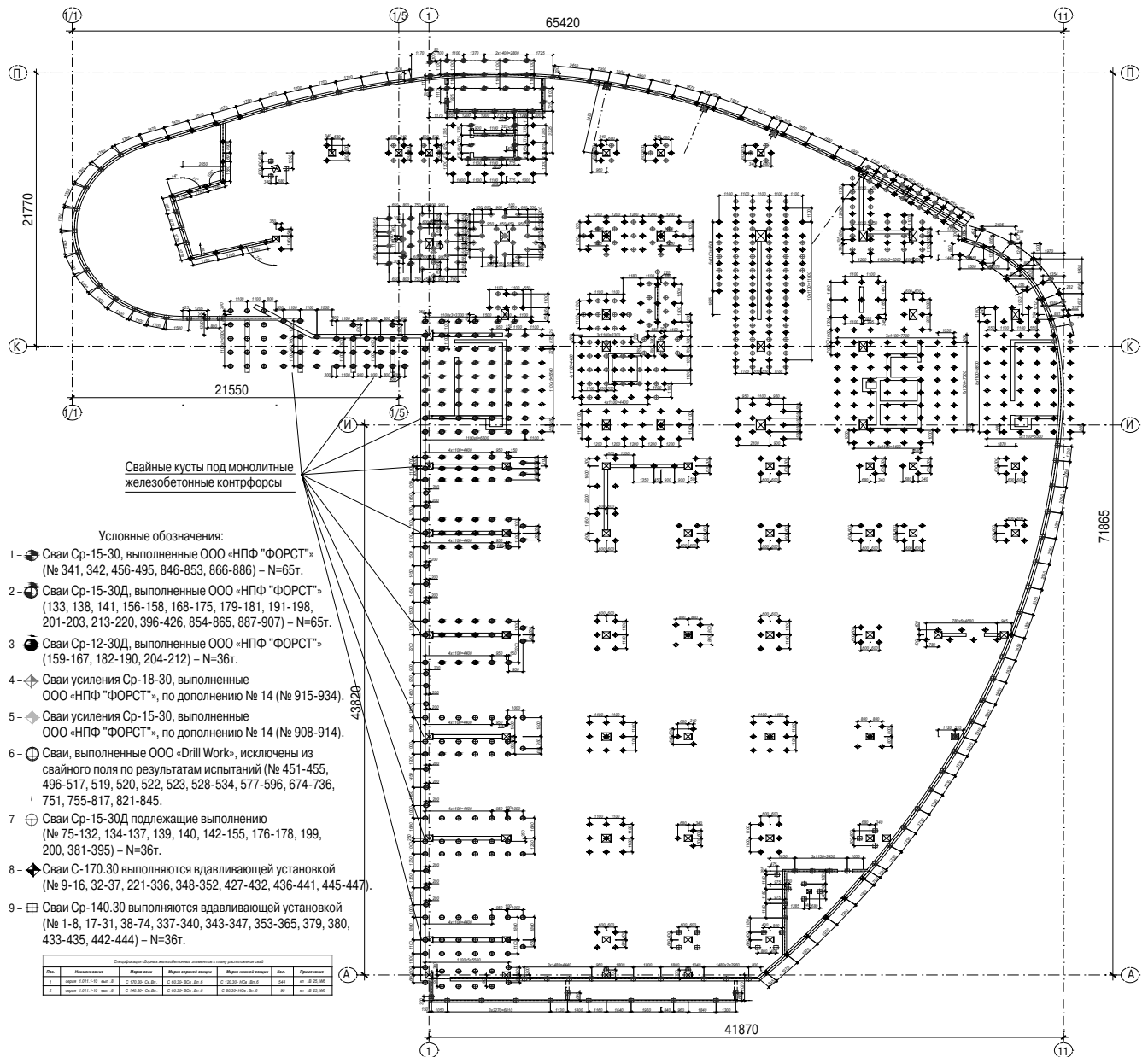


Рис. 4. Разработанный план расположения монолитных железобетонных контрфорсов вдоль оси 1 на буринъекционных сваях, изготавливаемых по электроразрядной технологии

образования скважины и условий бетонирования; i – номер слоя грунта; n – число слоев грунта; f_i – расчетное сопротивление i -го слоя грунта по боковой поверхности ствола сваи, кПа; h_i – толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м.

Пример алгоритма расчетов несущей способности сваи ЭРТ с уширенной пятой, но без многоместных уширений приведен на рис. 10. Результаты расчета для этого конкретного примера:

$$F_d = 1 (1,3 \cdot 2500 \cdot 0,12 + 1,1 \cdot 3,14 \cdot 0,35 \cdot 707) = 1245 \text{ кН.}$$

При этом расчетная нагрузка:

$$N = F_d / 1,4 = 889 \text{ кН.}$$

Технология изготовления свай с многоместными уширениями (СМУ) позволяет значительно повысить несущую способность сваи по грунту.

Таблица 2
Результаты испытаний свай ЭРТ на статическую нагрузку

№ сваи	Несущая способность F_d , кН	Расчетная нагрузка, N , кН	Прочность бетона тела сваи, кПа	Причина недостаточной несущей способности сваи
789	62,8	52,3	60	Низкая прочность бетона
710	75,9	63,3	65	
579	95	79,1	78	
822	251,2	209,1	1 200	Срыв сваи
728	565,2	471	2 500	
767	376,8	314	2 600	
803	251,2	209,3	1 300	

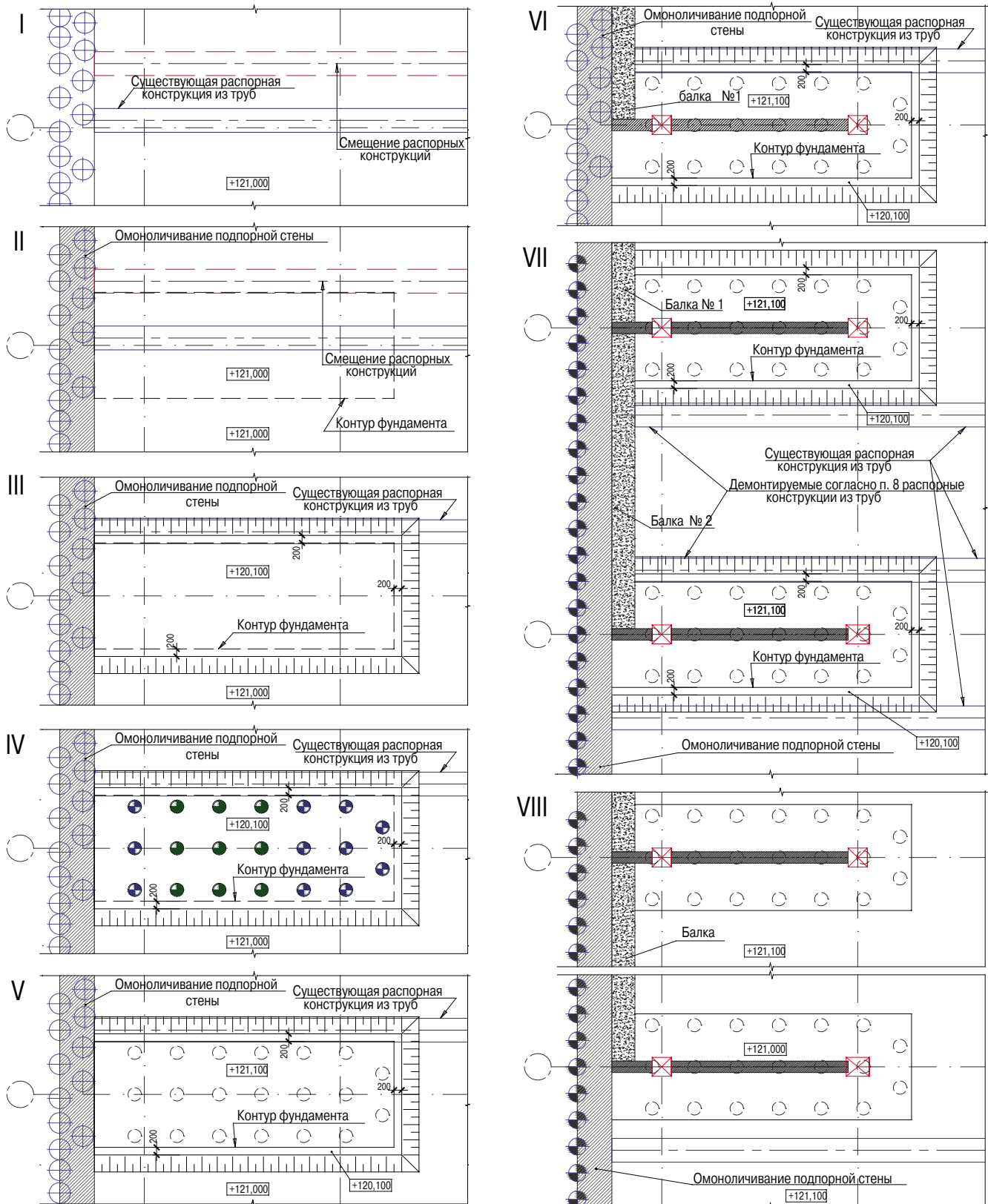


Рис. 5. Разработанный алгоритм создания контрфорсов: I – разбивка осей со смещением распорных конструкций и разработка грунта до отметки плюс 121 м; II – омоноличивание существующей подпорной стены; III – разработка грунта до проектных отметок под устройство монолитного ростверка; IV – устройство песчаной подготовки, бетонной подготовки; свайного основания ростверка; V – устройство монолитного ростверка с установкой выпусков под колонны и подпорные стены; VI – устройство подпорной стены и балки № 1 (после завершения работ на одном ростверке – начало разработки следующего по порядковому номеру ростверка согласно нумерации, указанной в проектной документации); VII – завершение работ по устройству следующего по порядковому номеру ростверка, подпорных стен, балок согласно нумерации, указанной в проектной документации; VIII – демонтаж распорных конструкций, оставшихся между двумя подпорными стенами (только после набора прочности бетона конструкций ростверков, подпорных стен и балок), и засыпка пазух котлована ростверка до отметки плюс 121 м

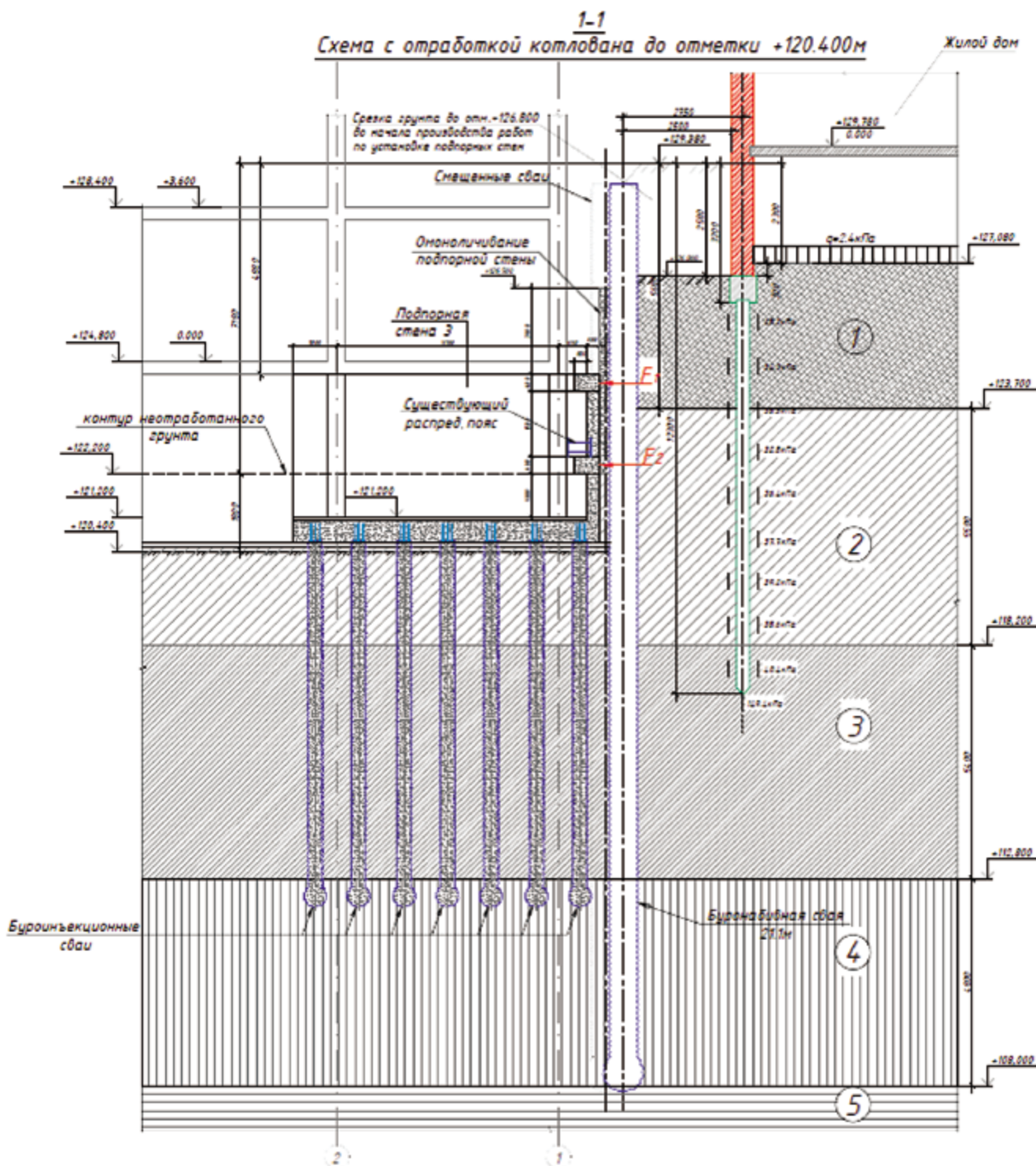


Рис. 6. Узел стыка конструкций контрфорса с существующим фундаментом жилого дома

Несущую способность СМУ следует рассчитывать с помощью предложенной ранее формулы [5–12]:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + \gamma_{cR} \sum_{i=бок}^N R_{iбок} A_{iбок} + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i), \quad (2)$$

где $R_{iбок}$ – расчетное сопротивление грунта под i -м уширением; $A_{iбок}$ – площадь опирания i -го уширения, которая находится по формуле:

$$A_{iбок} = \pi (D_c \cdot k_{уш})^2 / 4 - \pi D_c^2 / 4, \quad (3)$$

где D_c – диаметр скважины; $k_{уш}$ – коэффициент уширения, принимаемый по табл. 2 из ТР 50-180–06 «Технические рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов, выполняемых с использованием разрядно-импульсной технологии для зданий повышенной этажности (сваи РИТ)».



Рис. 7. Фрагменты выполненных контрфорсов

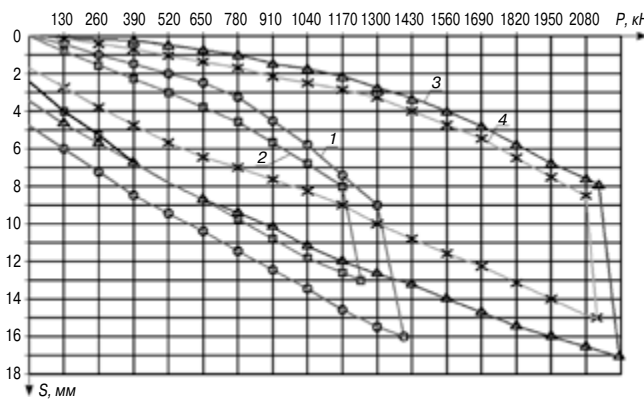


Рис. 9. Графики результатов испытаний статической нагрузкой буронабивных свай ЭРТ: 1, 2 – только с уширенной пяткой; 3, 4 – с множественными уширениями. Буквенные обозначения: Р – нагрузка на сваю; S – вертикальное перемещение сваи

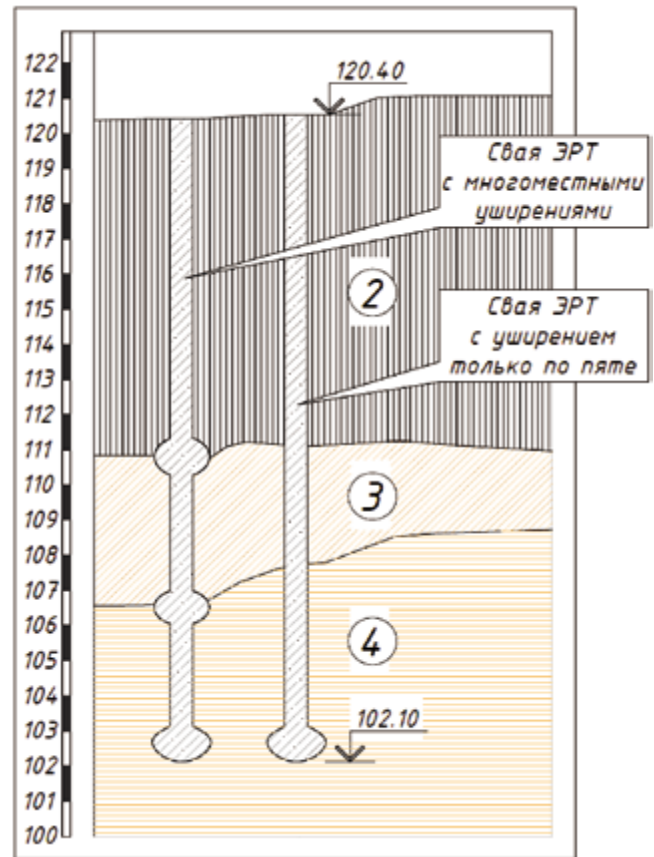


Рис. 8. Инженерно-геологический разрез испытательного полигона и свай, выполненных по электроразрядной технологии, с множественными уширениями (слева) и только с уширенной пяткой (справа). Вертикальная слева ось – высотные отметки, м

Номер слоя	Наименование грунта	Обозн. слоя	Толщ. слоя, м	Схема распределения f_d буронабивной сваи ЭРТ с множественными уширениями	h_p , м	z_p , м	z_R , м	I_L , д. ед.	f_p , кПа	$f_i h_p$, кН/м	K , кПа	γ_{ef}	γ_{eR}	$D_{уш.}$, м	$A_{уш.}$, м	
1	Насыпной грунт		4,8													
2	Суглинок тугояко-пластичный непрочный	12			$d=8,8$	8,8							1,3	1,1		
						2	9,8	0,9	7	14						
						2	11,8		7	14						
						2	13,8		7	14						
						2	15,8		7	14						
3	Суглинок тугояко-пластичный	3,1				1,6	17,6	0,6	20	32						
						1,5	18,4		20	30			1,3	1,1		
4	Глина твердая, полутвердая	9				2	20,1	0,2	79	158						
						2	22,1		83	166						
						2	24,1		85	170						
					1	25,6	86		86	53000	1,3	1,1	0,39	0,12		
$\Sigma=705 \text{ кН/м}$																

Рис. 10. Пример алгоритма расчетов несущей способности F_d сваи ЭРТ с уширенной пяткой, но без множественных уширений: N – вертикальная нагрузка; d – глубина котлована; z_i – средняя глубина залегания i-го слоя грунта (i = 1; 2; ...; 11); z_R – глубина заложения пяты сваи; I_L – показатель текучести; f_i – расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания по боковой поверхности сваи, кПа; h_i – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; R – расчетное сопротивление грунта под уширенной пяткой; γ_{eR} , γ_{ef} – коэффициенты условий работы грунта соответственно под пяткой и по боковой поверхности сваи; $A_{уш.}$ – площадь опирания уширенной пяты; $D_{уш.}$ – диаметр уширенной пяты по формуле 14.28 из ТР 50-180-06

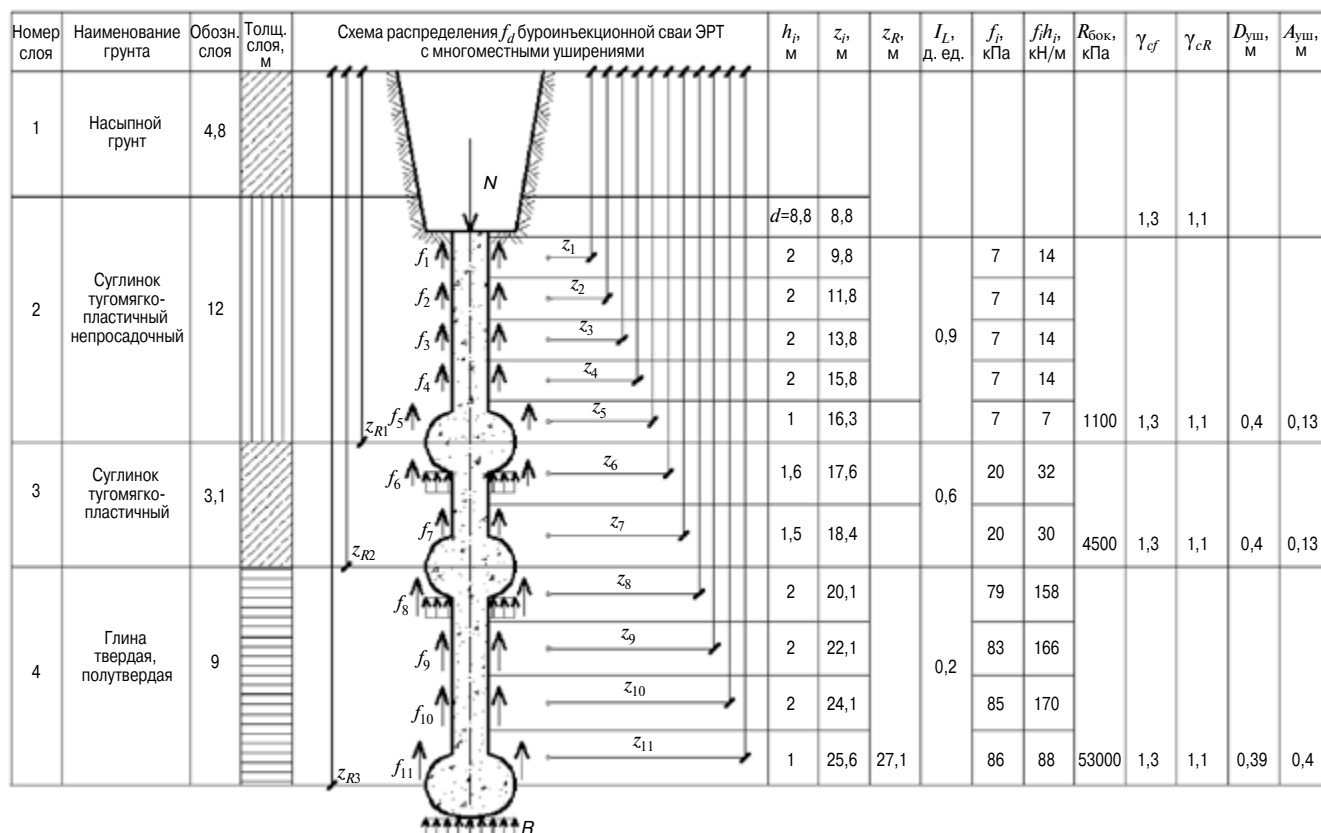


Рис. 11. Пример алгоритма расчетов несущей способности F_d сваи ЭРТ с многоместными уширениями: N – вертикальная нагрузка; d – глубина котлована; z_{Rj} – средняя глубина залегания уширения ($j = 1; 2; 3$); z_i – средняя глубина залегания i -го слоя грунта ($i = 1; 2; \dots; 11$); I_L – показатель текучести; f_i – расчетное сопротивление i -го слоя грунта основания по боковой поверхности сваи, кПа; h_i – толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; γ_{cR} , γ_{cf} – коэффициенты условий работы грунта соответственно под уширением и по боковой поверхности сваи над ним; R – расчетное сопротивление грунта под уширением; $D_{уш.}$ – диаметр уширения по формуле 14.28 из ТР 50-180-06 [16]; $A_{уш.}$ – площадь опирания уширения

Пример алгоритма расчетов F_d для СМУ приведен на рис. 11. Результаты расчета для этого конкретного примера:

$$F_d = 1 \cdot [1,3 \cdot 5300 \cdot 0,12 + 1,3(0,13 - 0,096) \cdot (1100 + 4500) + 1,1 \cdot 3,14 \cdot 0,35 \cdot 705] = 827 + 248 + 852 = 1927 \text{ кН.}$$

При этом расчетная нагрузка на сваю ЭРТ с многоместными составляет:

$$N = F_d / 1,4 = 1376 \text{ кН.}$$

По мере удаления распорных конструкций освободилась значительная часть площади котлована для устройства свайного поля.

В связи с сокращением инвестором сроков возведения здания заказчик решил увеличить скорость возведения нулевой части, разделить устройство буроньекционных свай ЭРТ на этапы. При этом одна строительная организация подрядилась выполнить буровые работы, другая – бетонирование мелкозернистым бетоном, третья – электрогидравлическую обработку стенок и пяты скважины, четвертая – изготовление и погружение армокаркасов в готовые скважины, заполненные мелкозернистым бетоном и обработанные по электроразрядной технологии.

Соответственно, качество выполнения работ на разных этапах контролировалось разными организациями и резко

повысилась вероятность его снижения. И результаты испытаний свай на статическую нагрузку подтвердили эти опасения (табл. 2). Для более чем 50% испытанных свай не была достигнута проектная несущая способность. Основной причиной этого оказалась низкая прочность мелкозернистого бетона вследствие отсутствия должного надзора за ее набором. Следует отметить, что одна из подрядных организаций, ответственная за бетонирование свай, использовала бетонно-смесительную установку РМ-750, которая при больших оборотах насыщает бетон воздухом, что приводит к понижению прочности.

Для обеспечения проектной несущей способности ростверков с бракованными сваями решено дополнить их сваями с многоместными уширениями. Было перепроектировано все свайное поле (и все ростверки) с учетом результатов испытаний опытных свай на их несущую способность. Благодаря этому удалось обеспечить проектную несущую способность всего фундамента здания в целом.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что из-за выполнения разных этапов работ по устройству свай ЭРТ четырьмя подрядными организациями не был обеспечен необходимый поэтапный контроль их качества и для исправления негативных последствий были потрачены дополнительные материальные средства. Для обеспечения надежной эксплуатации возводимых сооружений заказчика и подрядные организации не должны допускать возникновения подобных ситуаций.



Список литературы

1. Патент РФ № 2282936. Генератор импульсных токов / Н.С. Соколов, Ю.П. Пичугин. Заявл. 4.02.2005. Оpubл. 27.08.2006. Бюл. № 24.
2. Патент РФ № 2250957. Способ изготовления набивной сваи / Н.С. Соколов, В.Ю. Таврин, В.А. Абрамушкин. Заявл. 14.07.2003. Оpubл. 27.04.2005. Бюл. № 12.
3. Патент РФ на полезную модель № 161650. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте. Н.С. Соколов, Х.А. Джантимиров, М.В. Кузьмин, С.Н. Соколов, А.Н. Соколов // Заявл. 16.03.2015. Оpubл. 27.04.2016. Бюл. № 2.
4. 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.
5. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об эффективности устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями с использованием электроразрядной технологии // *Геотехника*. 2016. № 2. С. 28–32.
6. Соколов Н.С., Петров М.В., Иванов В.А. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии // *Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» (НАСКР-2014)*. 2014. Чебоксары. С. 415–420.
7. Соколов Н.С. Метод расчета несущей способности буроинъекционных свай-РИТ с учетом «подпятников» // *Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» (НАСКР-2014)*. 2014. Чебоксары. С. 407–411.
8. Соколов Н.С., Викторова С.С., Федорова Т.Г. Сваи повышенной несущей способности // *Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» (НАСКР-2014)*. 2014. Чебоксары. С. 411–415.
9. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Случай восстановления аварийного памятника истории и культуры федерального значения в г. Чебоксары // *Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» (НАСКР-2014)*. 2014. Чебоксары. С. 328–335.
10. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Особенности устройства и расчета буроинъекционных свай с многоместными уширениями // *Геотехника*. 2016. № 3. С. 4–8.
11. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Опыт восстановления аварийного здания Введенского кафедрального собора в г. Чебоксары // *Геотехника*. 2016. № 1. С. 60–65.
12. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Технология устройства буроинъекционных свай повышенной несущей способности // *Жилищное строительство*. 2016. № 9. С. 30–32.
13. Соколов Н.С. Технологические приемы устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями // *Жилищное строительство*. 2016. №10. С. 54–57.

References

1. Patent RF 2282936. Generator impul'snykh tokov [Generator of pulse currents]. N.S. Sokolov, Yu.P. Pichugin. Declared 4.02.2005. Published 27.08. 2006. Bulletin No. 24. (In Russian).
2. Patent RF 2250958. Ustroistvo dlya izgotovleniya nabivnoi svai [The device for production of a stuffed pile]. N.S. Sokolov, V.Yu. Tavrin, V.A. Abramushkin. Declared 14.07.2003. Published 27.04. 2005. Bulletin No. 12. (In Russian).
3. Russian Federation patent for plezny model No. 161650. Ustroistvo dlya kamufletnogo ushireniya nabivnoi konstruktssii v grunte [The device for camouflage broadening of a stuffed design in soil]. N.S. Sokolov, H.A. Dzhantimirov, M.V. Kuzmin, S.N. Sokolov, A.N. Sokolov. Declared 16.03.2015. Published 27.04.2016. Bulletin No. 2. (In Russian).
4. Sokolov N.S., Ryabinov V.M. About one method of calculation of the bearing capability the buroinjektsi-onnykh svay-ERT. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov*. 2015. No. 1, pp. 10–13. (In Russian).
5. Sokolov N.S., Ryabinov V. M. About efficiency of the device the buroinjektsionnykh of piles with multi-seater broadenings with use of electro-digit technology. *Geotechnica*. 2016. No. 2, pp. 28–32. (In Russian).
6. Sokolov N.S., Petrov M.V., Ivanov V.A. Calculation problems the buroinjektsionnykh of the piles made with use of digit and pulse technology. *Materials of the 8th All-Russian (the 2nd International) the «New in Architecture, Designing of Construction Designs and Reconstruction» conference (NASKR-2014)*. 2014. Cheboksary, pp. 415–420. (In Russian).
7. Sokolov N.S. Metod of calculation of the bearing capability the buroinjektsionnykh svay-RIT taking into account «thrust bearings». *Materials of the 8th All-Russian (the 2nd International) the «New in Architecture, Designing of Construction Designs and Reconstruction» conference (NASKR-2014)*. 2014. Cheboksary, pp. 407–411. (In Russian).
8. Sokolov N.S., Viktorov S.S., Fedorov T.G. Piles of the raised bearing capability. *Materials of the 8th All-Russian (the 2nd International) the «New in Architecture, Designing of Construction Designs and Reconstruction» conference (NASKR-2014)*. 2014. Cheboksary, pp. 411–415. (In Russian).
9. Sokolov N.S., Petrov M.V., Ivanov V.A. Case of restoration of an emergency historical and cultural monument of federal importance to Cheboksary. *Materials of the 8th All-Russian (the 2nd International) the «New in Architecture, Designing of Construction Designs and Reconstruction» conference (NASKR-2014)*. 2014. Cheboksary, pp. 328–335. (In Russian).
10. Sokolov N.S., Ryabinov V.M. Features of the device and calculation the buroinjektsionnykh of piles with manyplaced broadenings. *Geotechnica*. 2016. No. 3, pp. 4–8. (In Russian).
11. Sokolov N.S., Sokolov S.N., Sokolov A.N. Experience of recovery of a dangerous structure of the Vvedensky cathedral to Cheboksary. *Geotechnica*. 2016. No. 1, pp. 60–65. (In Russian).
12. Sokolov N.S., Ryabinov V.M. Technique of Construction of Bored-Injection Piles of Increased Bearing Capacity *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 9, pp. 30–32. (In Russian).
13. Sokolov N.S. Technological Methods of Installation of Bored-Injection Piles with Multiple Enlargements. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 10, pp. 54–57. (In Russian).

УДК 72.012.1+691]:316.422(470.62)

О.С. СУББОТИН, д-р архитектуры (subbos@yandex.ru)

Кубанский государственный аграрный университет (350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13)

Инновационные материалы и технологии в зданиях общественного назначения Сочи

Статья посвящена инновационным материалам и технологиям, используемым при проектировании и строительстве зданий общественного назначения г. Сочи. Рассмотрены такие объекты градостроительного значения, как железнодорожный вокзал в Адлере, главный медиацентр в Олимпийском парке. Обозначены их технико-экономические показатели, архитектурно-планировочные и конструктивные решения. Особое место в исследовании занимают широко распространенные сертифицированные изделия и конструкции фирмы KNAUF, инженерные системы REHAU, позволяющие внести существенный вклад в развитие энергоэффективного строительства. Отмечена важность применения инновационных материалов при реставрации, реконструкции и капитальном ремонте памятников архитектурно-градостроительного наследия. Значительный интерес представляют BIM-технологии – новое явление в мировой проектно-строительной отрасли. Специальное внимание уделено современным инженерным системам на базе инновационных достижений науки и техники.

Ключевые слова: инновация, технология, материал, конструкция, железнодорожный вокзал, медиацентр, композиция, панель, перегородка.

O.S. SUBBOTIN, Doctor of Architecture (subbos@yandex.ru)

Kuban State Agrarian University (13, Kalinina Street, 350044, Krasnodar, Russian Federation)

Innovative Materials and Technologies in Public Buildings of Sochi

The article is devoted to innovative materials and technologies used when designing and constructing public buildings in the city of Sochi. Such objects of urban values as the railway station in Adler, the main media center in the Olympic Park are considered. Their technical-economic parameters, architectural-planning and structural solutions are indicated. A special place in the study occupies widespread certified products and constructions of company KNAUF, engineering systems REHAU which made it possible to significantly contribute to the development of energy-efficient construction. The importance of the use of innovative materials for the restoration, reconstruction and major repairs of monuments of architectural and urban heritage is highlighted. BIM-technologies, a new phenomenon in the world design and construction industry, are of considerable interest. Special attention is paid to modern engineering systems based on innovative scientific and technological achievements.

Keywords: innovation, technology, material, construction, railway station, media center, composition, panel, partition.

Для проведения XXII зимних Олимпийских игр и XI зимних Паралимпийских игр в г. Сочи был построен ряд зданий общественного назначения, формирующих наиболее важные и красивые участки не только олимпийского парка, но и непосредственно городской застройки. Одно из ведущих мест в системе застройки города занимает железнодорожный вокзал, официально расположенный в Адлере. Совокупность всех элементов, характеризующих функционально-технологические процессы, происходящие в зданиях данного назначения, определили его пространственную организацию, размеры и форму. При проектировании железнодорожного вокзала учитывались социальные потребности и организация среды, отвечающая этим потребностям, использовались новые технические решения, прогрессивные приемы и тенденции, среди которых следует выделить инновационные технологии и материалы.

Железнодорожный вокзал Адлер является одной из крупнейших станций Северо-Кавказской железной дороги и по праву считается современной визитной карточкой города (рис. 1, 2).

Строительство вокзала, проект которого разработала архитектурная группа под руководством А.П. Даниленко в сотрудничестве с немецким архитектурным бюро, началось в 2010 г. в преддверии Олимпийских игр 2014 г. в Сочи. Здание вокзала состоит из двух частей – морской

(подобное расположение комплекса обеспечивает быстрое морское сообщение) и городской и имеет форму полуцилиндра с закругленной головной частью, выходящей на привокзальную площадь. На кровле автостоянки вокзала установлены солнечные коллекторы, за счет которых осуществляется теплоснабжение. Строение вокзала включает три уровня с отверстиями для прохождения света, благода-



Рис. 1. Железнодорожный вокзальный комплекс в Адлере. Вид сверху



Рис. 2. Интерьер зала ожидания железнодорожного вокзального комплекса в Адлере



Рис. 3. Старое здание железнодорожного вокзала в Адлере



Рис. 4. Железнодорожный вокзальный комплекс в Адлере. Старое (слева) и новое (справа) здание

ря которым уровни превращаются в антресольные этажи, объединенные эскалаторами и лестницами. Отличительной чертой здания является конкурс – главный вестибюль вокзала, который располагается на высоте 10 м над путями. Его размеры 150×60 м. Также здесь есть кафе и магазины, что позволяет пассажирам скоротать время в ожидании поезда. Новый вокзальный комплекс принимает 3–5 тыс. пассажиров в час в обычном режиме эксплуатации и до 20 тыс. пассажиров в день открытия XXII Олимпийских зимних игр. 28 октября 2013 г. новое здание вокзала было введено в эксплуатацию.

Современный внешний вид вокзала требовал соответствующего внутреннего обустройства. Для здания вокзала требовалась установка экономичной системы обо-

грева, способной равномерно распределять тепло. С этим оптимально справилась система теплого водяного пола RAUTHERM S от компании REHAU. В отличие от радиаторов, которые нагревают лишь воздух вокруг себя, который затем поднимается вверх, теплые полы RAUTHERM S прокладываются по всей площади помещения и создают комфортную температуру для гостей и работников вокзала. В основе этой системы трубы из сшитого полиэтилена PE-Xa, устойчивого к коррозии, давлению и механическому воздействию полимера, благодаря чему срок службы RAUTHERM S составляет более 50 лет [1].

Одновременно, в свете процессов глобализации и интеграции увеличивается роль вокзального комплекса как пространства для осуществления коммуникаций между различными культурами. Современный железнодорожный вокзал – элемент железнодорожной инфраструктуры, комплексный объект недвижимости, часть вокзального комплекса и железнодорожной станции, состоящих из помещений, предназначенных для обслуживания потребителей и пользователей, размещения служебного персонала и управления движением поездов. Железнодорожные вокзалы как важнейшие городские центры притяжения стали местом для обмена информацией, торговли, деловых отношений, т. е. пространствами социального взаимодействия [2].

Старое здание вокзала сохранено для истории и является рядовым памятником послевоенного времени (рис. 3, 4). В связи с этим следует отметить, что архитектурно-строительные решения с применением инновационных материалов позволяют также успешно выполнять специфические функциональные задачи, стоящие перед архитекторами при реставрации, реконструкции, а также при капитальном ремонте памятников архитектурно-градостроительного наследия. Особое место в творческой палитре зодчества занимают материалы и конструкции фирмы КНАУФ. При этом унифицированная технология монтажа, сертифицированные изделия и конструкции указанной фирмы значительно облегчают реализацию детально подготовленных проектов [3, 4].

Инновационные материалы КНАУФ применялись на всех знаковых олимпийских объектах Сочи, в том числе с использованием «зеленых» стандартов строительства. Ведущая роль в применении передовых технологий принадлежит предприятиям КНАУФ в Краснодарском крае.

Южная сбытовая дирекция – филиал ООО «КНАУФ ГИПС» (г. Краснодар) является поставщиком комплектных систем, материалов и оборудования, которые выпускаются на немецких и российских предприятиях КНАУФ. Учебный центр отдела внешнего обучения Южной сбытовой дирекции – крупнейший учебный центр в Южном федеральном и Северо-Кавказском федеральном округах. При этом указанный учебный центр является и ведущим звеном компании КНАУФ в России. Основная и главная причина успеха – это постоянный поиск новых идей и принятие изменений, отсутствие страха перед неопределенностью. Необходимо уметь мыслить и действовать нестандартно – во всех направлениях деятельности, чтобы действовать быстрее конкурентов [5].

Основной олимпийской информационной площадкой в период проведения XXII зимних Олимпийских игр и XI зимних Паралимпийских игр являлся главный медиа-центр, непосредственно примыкающий к Олимпийскому

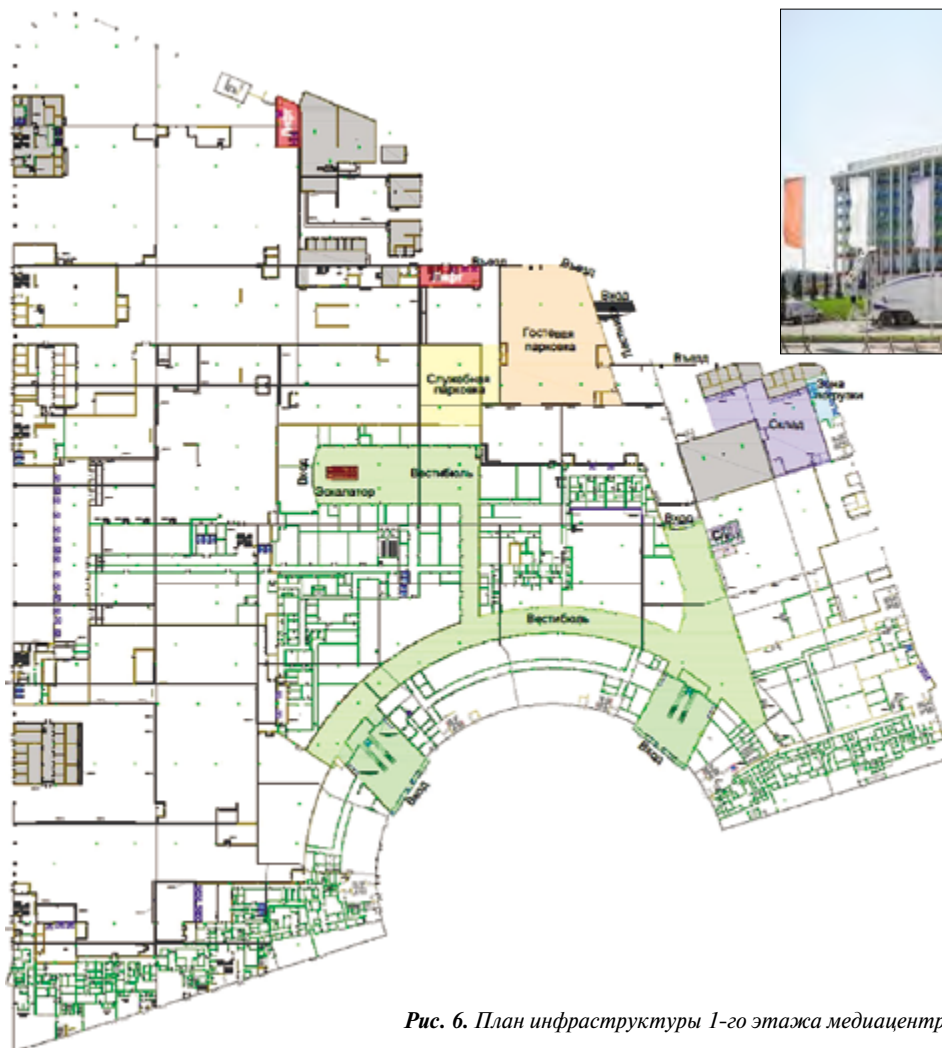


Рис. 6. План инфраструктуры 1-го этажа медиацентра



Рис. 5. Главный медиацентр
в Адлере, Сочи

парку с севера (рис. 5). Указанный медиацентр включал в себя Международный центр телерадиовещания и Главный пресс-центр, где работало 8 тыс. представителей СМИ.

Авторы проекта: С. Чобан, С. Кузнецов. Главный архитектор проекта: Н. Гордюшин. Главный инженер проекта: И. Морозова. Архитекторы: А. Болдырев, Е. Федорова, А. Шубкин.

Технические параметры помещения главного медиацентра: площадь застройки 93929 м²; общая площадь здания 155910,2 м²; назначение здания: выставочные площадки / торговые помещения / конференц-залы / рестораны / фуд-корты; особенности здания: все помещения расположены на территории единого здания, примыкающего к территории Олимпийского парка; год постройки 2014.

Площадь территории, на которой располагается Главный медиацентр, составляет около 20 га. Инфраструктура прилегающей территории объекта выстроена таким образом, что позволяет разместить на парковке более 800 автомобилей: также для грузового транспорта и негабаритных грузов существуют дополнительные резервные площадки и парковки, наиболее приближенные к зоне погрузки-выгрузки, расположенной в северной части здания.

Высокой оценки заслуживает организация уличной инфраструктуры, которая соответствует потребностям пешеходов. Особое внимание уделено доступности пешеходной

инфраструктуры для людей с ограниченными возможностями. При организации пешеходных путей и пространств учтена их накапливающая функция (места ожидания транспорта, предприятия общепита и т. д.).

Организация уличной инфраструктуры включает: отдельный въезд с восточной стороны на территорию медиацентра; уличную парковку на 200 мест; зону погрузки для выставочного центра; зону погрузки склада; контрольно-пропускной пункт.

Одновременно организация уличной инфраструктуры дает возможность организации открытой выставочной площадки. При этом организация потока

посетителей выполняется следующим образом:

– основной вход для посетителей выставки – центральный вход (южная входная группа) – обеспечит потоковую проходимость посетителей через зону торгово-развлекательного центра;

– основной вход для организаторов выставки – лестничный вход (восточная входная группа) – позволит максимально сократить пешую логистику.

Проект главного медиацентра был разработан с учетом условия двухэтапного использования строящегося здания. Важнейшая задача заключалась в разработке городского торгового центра (этап 2), который во время проведения зимних Олимпийских игр в 2014 г. должен быть использован в качестве Медиацентра (этап 1). В связи с этим целью проектирования для первой стадии являлось создание современного Медиацентра, который содержит Международный вещательный центр и Главный пресс-центр. Разработка архитектурных решений заключалась в создании символических объемов, которые не только представляют принципы Олимпийских игр, но и обеспечивают высокий уровень эффективности и удобства пользования и ориентации в здании работников СМИ, гостей, а также посетителей торгового центра.

Архитектурно-планировочное решение в полной мере определило визуальные характеристики проектируемого

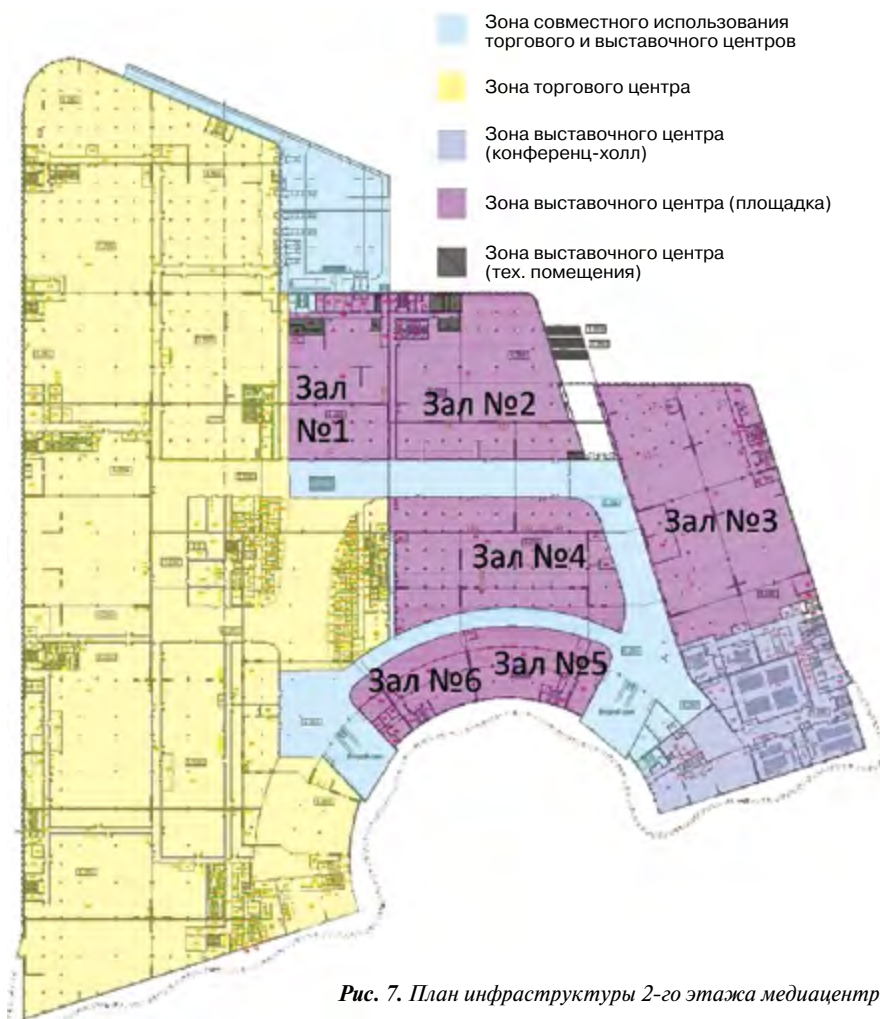


Рис. 7. План инфраструктуры 2-го этажа медиацентра

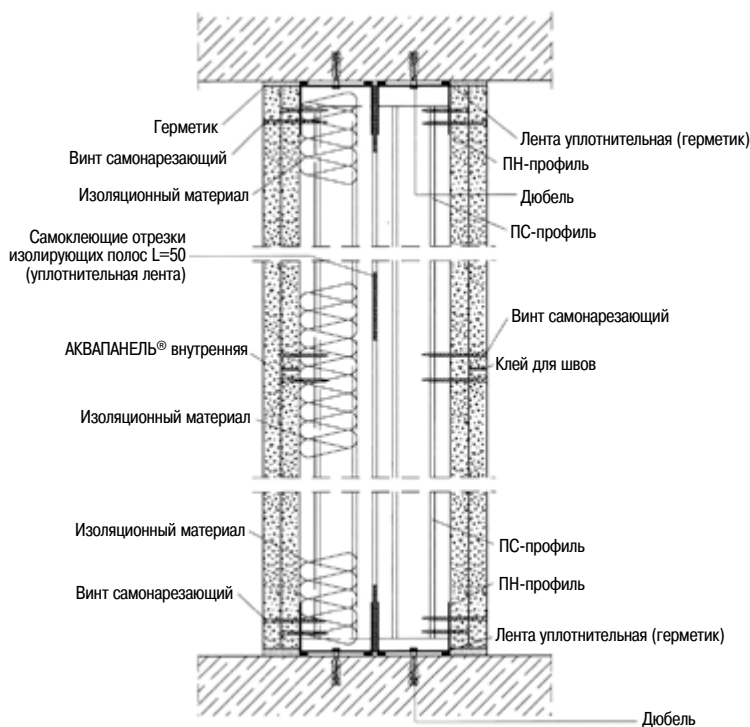


Рис. 8. Перегородка С 385.2 с обшивкой из плит АКВАПАНЕЛЬ® Цементная плита Внутренняя, имеющая высокие показатели по звукоизоляции

объекта, а также удобство и эффективность его эксплуатации в будущем. В зависимости от характера функциональных процессов группировка помещений в медиацентре учитывала взаимосвязь помещений, требующих непосредственного сопряжения помещений и взаимосвязи помещений при помощи горизонтальных и вертикальных коммуникаций.

Назначение первого этажа включало: гостевую парковку на 90 парковочных мест и служебную парковку на 35 парковочных мест; склад общей площадью 700 м² и зону погрузки на склад (рис. 6). При этом организация потока гостей осуществлялась через: центральный вход в медиацентр (южная входная группа); лестничный вход (восточная входная группа); выход с парковки; лифт (восточная часть); эскалатор (центральная часть); проход через вестибюль к южной входной группе.

Назначение второго этажа включало: два выставочных зала (зал № 1 – 2496 м²; зал № 2 – 4646 м²); конференц-холл (зал А площадью 725 м² на 600 мест; зал В площадью 355 м² на 250 мест; зал С площадью 165 м² на 70 мест; зал D площадью 167 м² на 70 мест; зал E площадью 290 м² на 165 мест); бар на 370 мест; Green Room (три комнаты); вестибюль; склад конференц-холла; зону погрузки для выставочного центра (рис. 7).

Решение фасадов предполагает использование выносных конструкций в виде своеобразных пергол из горизонтальных ламелей (горизонтальные жалюзи, состоящие из последовательно соединенных между собой реек), выполняющих роль дополнительной защиты от солнца и осадков, что необходимо в местных климатических условиях.

Перегородка с двухслойными обшивками из плиты АКВАПАНЕЛЬ® Цементная плита Внутренняя на двойном металлическом каркасе являлась одним из ведущих материалов для внутренней отделки и облицовки главного медиацентра (рис. 8, 9). Указанная конструкция применяется в качестве внутренних ограждающих конструкций в помещениях различного типа. Конструкция наряду с высокими прочностными качествами и огнестойкостью обеспечивает возможность скрытой проводки водопроводных, отопительных и канализационных коммуникаций, а также скрытый монтаж оборудования. Применяется как при реконструкции, так и в новом строительстве. Поверхность предназначена под последующую окончательную отделку, например окраску, облицовку плиткой и т. п. Для улучшения звукоизоляции рекомендуется применять перегородку из

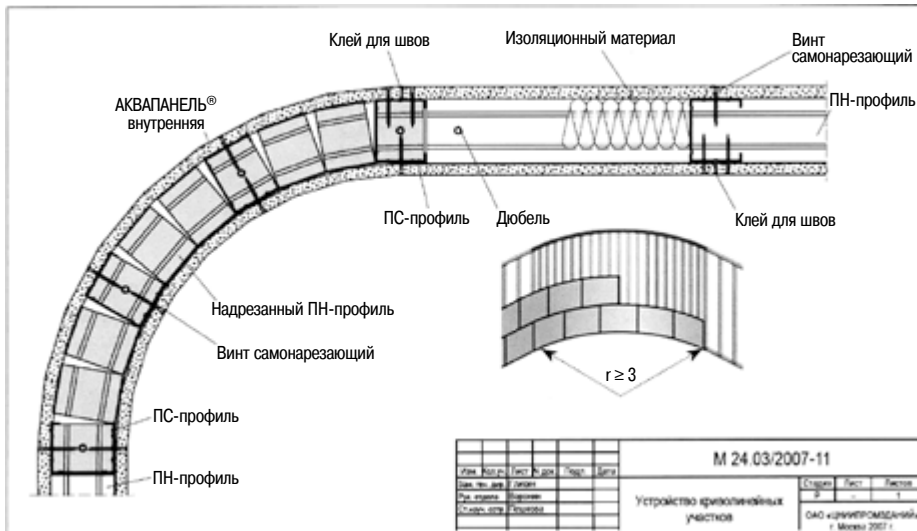


Рис. 9. Лист альбома чертежей по конструкциям с применением плит АКВАПАНЕЛЬ® Цементная плита Внутренняя

плиты АКВАПАНЕЛЬ® Цементная плита Внутренняя в помещениях с продолжительным воздействием влаги.

Также следует отметить один из последних эффективных методов выравнивания основания пола – КНАУФ-суперпол, примененный в офисных и вспомогательных помещениях. Важное отличие данного «сухого» основания в том, что это технология, состоящая из нескольких строительных материалов и процессов.

Конструкции с использованием КНАУФ-суперпол применяются для устройства оснований под чистые покрытия как по железобетонным, так и по деревянным покрытиям. Они подходят для любого типа современных напольных покрытий (линолеума, паркета, керамической плитки и т. п.). Укладку покрытия можно начинать сразу после высыхания клея, используемого при соединении элементов пола между собой. Для склеивания элементов пола при монтаже используются клеи, поставляемые предприятиями группы КНАУФ. До отверждения клея надежную фиксацию выполняют шурупы для ГВЛ [6].

По информации ГК «Олимпстрой», всего в рамках программы подготовки к XXII зимним Олимпийским играм и XI зимним Паралимпийским играм строилось и реконструировалось 11 спортивных объектов и две тренировочные арены. Одновременно компания КНАУФ уже к концу октября 2012 г. поставила в Сочи около 7 млн м² КНАУФ-листов (гипсокартонных листов), свыше 30 тыс. т сухих строительных смесей на основе гипса, почти 6,5 тыс. т сухих смесей на основе цемента, 320 тыс. м² плит АКВАПАНЕЛЬ® Цементная плита Внутренняя, почти 6 млн п. м металлического профиля КНАУФ.

Заслуживают внимания и экологические аспекты производства и применения гипсовых материалов и изделий, которые являются экологически безопасными.

Действительно, природный гипс не выделяет в окружающую природную среду при его переработке в гипсовое вяжущее CO₂ (в отличие от цемента и извести); получаемые вяжущие не являются аллергенами и не вызывают заболевания силикозом; при производстве гипсовых вяжущих требуются теплоносители с более низкой температурой, что приводит к экономии энергии и топлива и, как следствие, к уменьшению выбросов и отходов от их сжигания;

при производстве гипсовых материалов и изделий возможен отказ от тепловой обработки (сушки); в силу химического состава сырья и полученных из него гипсовых материалов и изделий они создают благоприятный микроклимат в помещениях за счет способности поглощать избыточную влагу и отдавать ее, когда в помещении сухо; возможность изготовления гипсовых вяжущих, материалов и изделий на одном предприятии и, что особенно важно, по мало- и безотходным технологиям; возможность использования собственных отходов производства и отходов других производств (гипсосодержащих отходов) при изготовлении гипсовых вяжущих, материалов и изделий; однако применение последних должно гарантировать экологическую безопасность на всем жизненном цикле производства и применения их [7].

Вместе с тем следует отметить, что в настоящее время все большее распространение при проектировании и строительстве получают BIM-технологии (Building Information Modeling) – новое явление в мировой проектно-строительной отрасли, которое постоянно развивается и меняет границы и формы применения. В связи с этим компания КНАУФ разработала уникальные стандарты по самым распространенным системам сухого строительства – перегородкам с обшивками из гипсокартонных КНАУФ-листов.

BIM-технологии (Building Information Modeling) – информационное моделирование здания, включающее в себя комплексный подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту объекта (весь жизненный цикл), который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической или другой информации. Особенность такого подхода заключается в том, что, несмотря на сложный и творческий процесс моделирования здания, строительный объект проектируется факти-

чески. BIM-технологии (Building Information Modeling) – информационное моделирование здания, включающее в себя комплексный подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту объекта (весь жизненный цикл), который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической или другой информации. Особенность такого подхода заключается в том, что, несмотря на сложный и творческий процесс моделирования здания, строительный объект проектируется факти-



Рис. 10. Основная информация, проходящая через BIM и имеющая к BIM непосредственное отношение

чески как единое целое, т. е. здание и все, что имеет к нему отношение, рассматривается как единый объект. Следовательно, BIM – процесс создания и управления информацией об объекте строительства на всех стадиях жизненного цикла. Применение данных технологий при проектировании и строительстве помогает экономить время, трудозатраты и другие ресурсы.

BIM – это вся имеющая числовое описание и нужным образом организованная информация об объекте, используемая как на стадии проектирования и строительства здания, так и в период его эксплуатации и даже сноса (рис. 10). Применение информационной модели здания существенно облегчает работу с объектом и имеет массу преимуществ перед иными формами проектирования. Прежде всего оно позволяет в виртуальном режиме собрать воедино, подобрать по предназначению, рассчитать, состыковать и согласовать создаваемые разными специалистами и организациями компоненты и системы будущего сооружения, а также заранее проверить их жизнеспособность, функциональную пригодность, эксплуатационные качества и избежать самого неприятного для проектировщиков – внутренних нестыковок (коллизий) [8].

В то же время, если все спроектировано грамотно, то пользователь получает полностью интегрированную систему. Она проста в управлении и, что немаловажно, позволяет существенно экономить электроэнергию и снизить эксплуатационные расходы, создать комфортные условия для работы и отдыха [9].

Применение инновационных технологий и материалов в архитектуре и строительстве является стратегическим направлением государственной политики. Одновременно необходимо повышать качество проектирования и строительства, основополагающим показателем которого является функциональная пригодность, эксплуатационные характеристики, устойчивость, экологичность, надежность и безопасность строительного объекта.

Список литературы

1. Наследие REHAU. М.: Магистраль, 2015. 200 с.
2. Субботин О.С. Региональные особенности архитектуры железнодорожных комплексов // *Жилищное строительство*. 2013. № 1. С. 18–21.
3. Юмашева Е.И. Немецкие промышленники в России: исторические аналогии и преемственность традиций // *Строительные материалы*. 2015. № 5. С. 44.
4. Юмашева Е.И. Российская гипсовая отрасль вышла на европейский уровень технологии и качества // *Строительные материалы*. 2014. № 11. С. 36.
5. Субботин О.С. Инновационные материалы в памятниках архитектурно-градостроительного наследия Кубани // *Жилищное строительство*. 2015. № 11. С. 35–40.
6. Айрапетов Г.А. Строительные материалы. Ростов н/Д: Феникс, 2009. 699 с.
7. Ферронская А.В. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). М.: АСВ, 2004. 488 с.
8. Талапов В.В. Информационное моделирование зданий – современное понимание // *CADmaster*. 2010. № 4 (54). С. 114–121.
9. Субботин О.С. Архитектура интеллектуальных малоэтажных жилых зданий // *Вестник МГСУ*. 2010. № 3. С. 6–9.

References

1. Nasledie REHAU [Heritage REHAU]. Moscow: Magistral, 2015. 200 p. (In Russian).
2. Subbotin O.S. Regional features of the architecture of railway complexes. *Zhilishnoe Stroitelstvo* [Housing construction]. 2013. No. 1, pp. 18–21. (In Russian).
3. Yumasheva E.I. The German industrialists in Russia: historical analogies and continuity of traditions. *Stroitelnye Materialy* [Construction materials]. 2015. No. 5, pp. 44. (In Russian).
4. Yumasheva E.I. The Russian plaster branch reached the European technological level and qualities. *Stroitelnye Materialy* [Construction materials]. 2014. No. 11, pp. 36. (In Russian).
5. Subbotin O.S. Innovative materials in Kuban monuments of urban architectural heritage. *Zhilishnoe Stroitelstvo* [Housing construction]. 2015. No. 11, pp. 35–40. (In Russian).
6. Airapetov G.A. Stroitelnye Materialy [Construction Materials]. Rostov na Donu: Phoenix, 2009. 699 p. (In Russian).
7. Ferronskaya A.V. Gipsovye materialy i izdeliya (proizvodstvo i primeneniye) [Gypsum materials and products (production and use)]. Moscow: ASV, 2004. 488 p. (In Russian).
8. Talapov V.V. Building Information Modeling – modern understanding. *CADmaster*. 2010. No. 4 (54), pp. 114–121. (In Russian).
9. Subbotin O.S. The architecture of intelligent low-rise residential buildings. *Vestnik MGSU*. 2010. No. 3, pp. 6–9. (In Russian).



БЕЛГОРОДСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА
 БЕЛЭКСПОЦЕНТР

15-17 марта 2017

Межрегиональные
 специализированные выставки

БЕЛЭКСПОСТРОЙ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И
 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА.
 ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОЕ
 ХОЗЯЙСТВО

Т./ф.: (4722) 58-29-48, 58-29-68, 58-29-41
 E-mail: belexpo@mail.ru; www.belexpocentr.ru
 г. Белгород, ул. Победы, 147а

УДК 669.162.231.8:614.841.34

М. К. ИЩУК¹, зав. лабораторией, канд. техн. наук (kamkon@ya.ru),
О.К. ГОГУА¹, вед. науч. сотрудник, канд. техн. наук, Д. А. АЛЕХИН¹, Д. Ш. ФАЙЗОВ¹, инженеры;
В.В. НИКОЛАЕВ², ген. директор, Е.А. ЛИТВИНОВ², зам. ген. директора; А.А. ПОПОВ³, директор

¹ ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко НИЦ «Строительство» (109428, Москва, ул. 2-я Институтская, 6)

² ООО «ГАЛЕН» (428000, Чебоксары, Кабельный пр., 3)

³ Ассоциация производителей керамических материалов (105122, Москва, Шелковское ш., 2а)

Огнестойкость ненесущих наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки на гибких базальто-пластиковых связях

Приведены результаты огневых испытаний фрагментов наружных ненесущих трехслойных стен с габаритами 3,3×3,3 (h) м с лицевым слоем из кирпичной кладки, соединенных с тонкими ненесущим внутренним слоем гибкими базальто-пластиковыми связями. Применялись связи двух типов – из стержней с песчаными наконечниками и сеток. Внутренний слой стены выполнялся кладкой из керамического кирпича толщиной 12 см и из ячеисто-бетонных блоков толщиной 10 см. Пространство между слоями стены заполнено минераловатными плитами толщиной 15 см. Со стороны лицевого слоя имеется воздушная прослойка толщиной 3 см. Результаты испытаний показали, что при длительности огневого воздействия в 45 мин предельное состояние E по потере целостности и I по потере теплоизолирующей способности в обоих образцах достигнуто не было и таким образом огнестойкость соответствует степени EI 45 при максимально установленной для ненесущих стен E 30.

Ключевые слова: трехслойные ненесущие наружные стены, кирпичная облицовка, гибкие базальто-пластиковые связи, внутренний слой стены, кладка из керамического кирпича, кладка из ячеисто-бетонных блоков, огневые испытания, огнестойкость, трещины в кладке.

М.К. ISHCHUK¹, Laboratory Head, Candidate of Sciences (Engineering) (kamkon@ya.ru),
O.K. GOGUA¹, Leading Researcher, Candidate of Sciences (Engineering), D.A. ALEKHIN¹, D. Sh. FAYZOV¹, Engineers;
V.N. NIKOLAEV², Deputy General Director, E.A. LITVINOV², Deputy General director; A.A. POPOV³, Director
¹ TSNIISK named after V.A. KUCHERENKO, Research Center "Construction" (6, 2nd Institutskaya Street, 109428, Moscow, Russian Federation)
² ООО "GALEN" (52, Karl Marx Street, Cheboksary, 428000, Chuvash Republic, Russian Federation)
³ Ceramic Material Manufacturers Association (2a, Shelkovskoe Shosse, 105122, Moscow, Russian Federation)

Fire Resistance of Non-Bearing External Walls with Face Layer of Brick Masonry with Flexible Basalt-Plastic Bracings

Results of the fire test of fragments of external non-bearing three-layer walls with sizes of 3.3×3.3(h) m with a face layer of brick masonry connected with a thin non-bearing layer by flexible basalt-plastic bracings "GALEN" are presented. Bracings of two types were used: rods with sand tips and meshes. The wall internal layer was made of the masonry of ceramic brick of 12 cm thickness and cellular-concrete blocks of 10 cm thickness. The space between layers was filled with mineral wool plates of 15 cm thickness. From the face layer side there was an air gap of 3 cm thickness. The test results show that under the fire impact of 45 min duration, the limit state E regarding the loss of integrity and I regarding the loss of thermal insulation capacity in both samples were not reached, thus the fire resistance corresponds to EI 45 grade at maximally established fire resistance for non-bearing walls – E 30.

Keywords: three layer non-bearing external walls, brick facing, flexible basalt-plastic bracings, internal layer of wall, ceramic brick masonry, masonry of cellular concrete blocks, fire testing, fire resistance, cracks in masonry.

Проведены огневые испытания фрагментов наружных трехслойных ненесущих стен. Конструкция опытных образцов приведена на рис. 1, 2; фотографии образцов при их изготовлении приведены на рис. 3–5.

Наружный слой стены выполнялся из керамических кирпичей с вертикальными пустотами с габаритами 120×250×65 (h) мм. Кирпич изготавливался на Верхне-Волжском керамическом заводе (ООО «ВВКЗ»). Марка кирпича по прочности составляла М150, по морозостойкости F100, водопоглощение 8,8%. Пустотность кирпича составляет 41%.

В образце № 1 внутренний слой стены выполнялся из керамических камней с вертикальными пустотами с габарита-

ми 120×250×140 (h) мм также производства ООО «ВВКЗ». Марка камня по прочности составляла М200, по морозостойкости F100, водопоглощение 9%. Пустотность камня – 46%.

В образце № 2 внутренний слой выполнялся из ячеисто-бетонных блоков производства ООО «ДСК «ГРАС-Калуга». Габариты блока составляют 100×625×250 (h). Класс материала блока по прочности составил В3,5, по морозостойкости F100. Средняя плотность соответствует марке D600. Паропроницаемость составляет 0,243 мг/(м·ч·Па). Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии 0,125 Вт/(м·°С). Усадка при высыхании 0,12 мм/м. Кладка велась на растворе М100 из сухой смеси производства ОАО «Опытный завод сухих смесей» торговой марки «БИРСС».



Рис. 1. Вертикальный разрез образца № 1



Рис. 2. Вертикальный разрез образца № 2



Рис. 3. Укладка базальто-пластиковой сетки производства ООО «ГАЛЕН» во внутренний слой стены



Рис. 4. Образец № 1 перед испытанием



Рис. 5. Образец № 2 в процессе возведения внутреннего слоя из ячеисто-бетонных блоков

Пространство между слоями кладки заполнялось минераловатными плитами с толщиной слоя 150 мм. Между лицевым слоем кладки и утеплителем устраивалась воздушная прослойка толщиной 30 мм.

Соединение наружного и внутреннего слоев кладки осуществлялось гибкими базальто-пластиковыми связями производства ООО «ГАЛЕН» двух типов – в виде отдельных стержней диаметром 6 мм с песчаными наконечниками, обеспечивающими сцепление связи с раствором шва, и в виде сеток. Расстояние от связи до края стены по 20 мм.

В процессе испытаний в огневой камере поддерживался стандартный температурный режим согласно ГОСТ 30247.0–94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования». Продолжительность испытаний определялась согласно ГОСТ 30247.1–94 «Конструкции строительные. Методы ис-

пытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции» до наступления предельного состояния в зависимости от того, какое из предельных состояний наступит ранее. Пределы огнестойкости строительных конструкций должны соответствовать принятой степени огнестойкости зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков в Федеральном законе РФ № 123-ФЗ от 22.07.2008 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Для ненесущих наружных стен предел огнестойкости для степени огнестойкости зданий I составляет E 30; для степеней II, III, IV составляет E 15.

Проведенными испытаниями было установлено, что за время нахождения в печи, равное 45 мин, видимых нарушений целостности конструкций не наступило. Средняя температура на поверхности лицевого слоя в обоих образцах за этот период не превысила 20°C в образце № 1 и 45°C в образце № 2 при температуре в печи 1000°C (рис. 6, 7). Разницу в температуре можно объяснить усадкой кладки внутреннего слоя из ячеисто-бетонных блоков, вследствие чего происходило проникновение в полость стены сквозь вертикальные швы горячего воздуха.

В образце № 1, выдержанном в печи в течение трех часов, видимых дефектов на поверхности лицевого слоя, практически обнаружено не было. Средняя температура на поверхности кладки лицевого слоя составила 45°C при температуре в печи 1080°C.

Вместе с тем при разборке образца № 1 было обнаружено разрушение гибких связей из отдельных стержней и сеток в пределах слоя минваты и воздушной прослойки. Во внутреннем слое произошло незначительное растрескивание кладки из керамических камней (рис. 8). Через трещины и неплотности в растворных швах, особенно вертикальных, в полость стены проникал горячий воздух, который распространялся по слою утеплителя и воздушной прослойке, что и привело к разрушению частей связей, находящихся в полости стены. При этом часть связей, находящихся в растворных швах, практически не пострадала – как в лицевом, так и во внутреннем слое

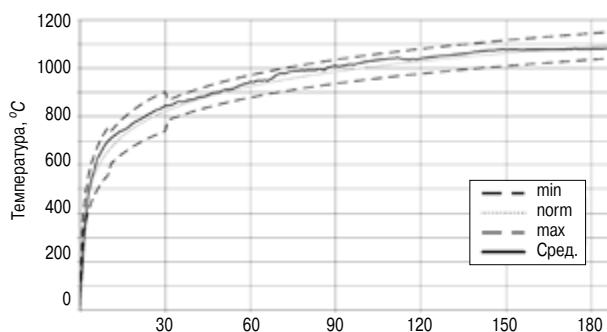


Рис. 6. График изменения температуры в печи

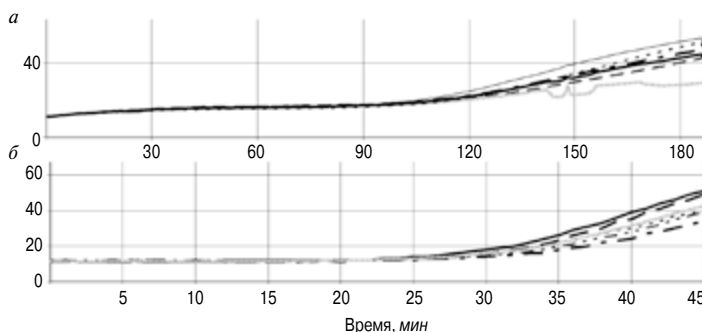


Рис. 7. Графики изменения температуры на наружной поверхности кладки лицевого слоя в образцах: а – № 1; б – № 2



Растворный шов из
кладки внутреннего
обогреваемого слоя

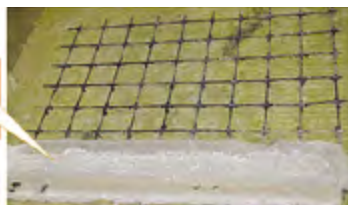


Рис. 9. Фрагмент, извлеченный из
образца № 2 после огневого воздей-
ствия на стену в течение 45 мин

Рис. 8. Вертикаль-
ные трещины во вну-
треннем слое образца
№ 1 после огневого
воздействия на сте-
ну в течение 180 мин

стены, непосредственно подвергавшихся огневому воздействию.

В образце № 2, подвергавшемся огневому воздействию в течение 45 мин, все связи сохранили целостность (рис. 9).

Впоследствии из кладки были извлечены фрагменты, включающие два камня с растворным швом и гибкую связь. Эти образцы были испытаны на выдергивание связи из растворного шва. Сравнение этих данных с данными испытаний образцов, не подвергавшихся огневому воздействию, показало, что несмотря на снижение несущей способности, их прочность оказалась достаточно высокой.

Таким образом, можно констатировать, что предел огнестойкости обоих образцов составил не менее EI 45, что является достаточным для ненесущих стен.

Пожарная опасность трехслойных наружных стен определяется в первую очередь пожарной опасностью расположенных в полости между наружным и внутренним слоями кладки утеплителя и мембран.

Проникновению пламени в полость стены могут способствовать вертикальные и горизонтальные деформационные швы, выполняемые, как правило, в лицевом слое кладки, а также во внутреннем слое в уровне низа перекрытия. При интенсивном пожаре пламя может проникнуть наружу через оконные и дверные проемы в наружной стене и далее проникнуть внутрь стены через имеющиеся в ли-

цевом кирпичном слое трещины, деформационные швы, вентиляционные и технологические отверстия. Возникновение трещин может происходить как до начала пожара, так и вследствие него.

При вентилируемых воздушных прослойках проникновению в полость стены могут способствовать выполняемые в лицевом слое кладки вентиляционные отверстия. Проникновение огня может происходить также через оконные откосы, подоконники при отсутствии там или неудовлетворительном состоянии противопожарных рассечек.

Особую опасность для кладки представляет не только прямое воздействие огня и высоких температур, но и последствия его тушения водой, когда после попадания воды на раскаленную кладку происходит ее разрушение. В зимнее время это также приводит к быстрому размораживанию насыщенной водой кладки, особенно из силикатных материалов.

Выводы.

1. Результаты испытаний ненесущих трехслойных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки толщиной 12 см и тонким внутренним слоем из кладки из керамических камней толщиной 12 см или ячеисто-бетонных блоков толщиной 10 см показали, что при длительности огневого воздействия в течение 45 мин предельное состояние E по потере целостности и I по потере теплоизолирующей способности достигнуто не было в обоих образцах.

2. Конструкции наружных ненесущих стен с лицевым слоем из кирпичной кладки толщиной 12 см, с внутренним слоем из кладки из керамических камней толщиной 12 см или ячеисто-бетонных блоков толщиной 100 мм, соединенных гибкими связями из базальто-пластиковых связей ГАЛЕН с утеплителем из минераловатных плит, соответствуют требованиям норм по пожарной безопасности.

3. В несущих стенах благодаря более массивному внутреннему слою проникновение сквозь него горячего воздуха в полость между слоями является менее вероятной, что повышает огнестойкость стены.

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 натурных 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.

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

УДК 699.841

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

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

Анализ соответствия федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания требованиям Конституции РФ

Даже неспециалистам известно верховенство Конституции РФ над другими федеральными законами РФ. Поэтому при разработке федеральных законов и нормативных документов РФ, особенно для опасной строительной области, следует неукоснительно выполнять требования Конституции РФ. Тем более мировая статистика катастрофических последствий при воздействии опасных природных явлений свидетельствует, что в большей части случаев основной причиной гибели людей было отсутствие в нормативных документах разных стран положений по защите их жизни и здоровья в зданиях и сооружениях. В статье перечисляются федеральные законы и основные нормативные документы РФ, в которых не выполнены требования Конституции РФ по защите жизни и здоровья людей в зданиях при землетрясении. Предложено проверить федеральные законы и нормативные документы РФ строительного содержания на предмет их соответствия требованиям ст. 2, 4, 72 Конституции РФ.

Ключевые слова: землетрясение, сейсмическое воздействие, сейсмозащита, здание, жизнь людей.

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

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

Analysis of the Compliance of RF Federal Laws and Normative Documents of Building Contents with Requirements of the RF Constitution

Even non-specialists know about the supremacy of the RF Constitution over the other RF Federal Laws. That's why, in the course of development of RF Federal Laws and normative documents, especially for dangerous building industry, it is necessary to strictly comply with the requirements of the RF Constitution. The world statistics about catastrophic consequences under the impact of dangerous natural phenomena testifies that in most cases the main reason for people's death was the absence of provisions concerning the protection of human health and life in buildings and structures in many countries. The article lists the Federal Laws and main normative documents of the Russian Federation, in which the requirements of the RF Constitution for protection of human health and life in buildings at earthquakes are not fulfilled. It is proposed to examine the RF Federal Laws and normative documents concerning the construction for their correspondence to the articles 2, 4, 72 of the RF Constitution.

Keywords: earthquake, seismic impact, seismic protection, building, human life.

Для обоснования рассматриваемой темы перечислим конкретные статьи Конституции РФ, в которых говорится об основной обязанности государства по защите жизни и здоровья населения при всех вероятных условиях их пребывания. В противном случае для людей просто теряется всякий смысл проживания в таком государстве. Например, в ст. 2 гл. 1 Конституции РФ записано: «Человек, его права и свободы являются высшей ценностью», а в п. 1 ст. 41: «Каждый имеет право на охрану здоровья и медицинскую помощь». Более того, в п. 3 ст. 41 Конституции РФ записана даже ответственность только за угрозу для жизни и здоровья людей: «Скрытие должностными лицами фактов и обстоятельств, создающих угрозу для жизни и здоровья людей, влечет за собой ответственность в соответствии с федеральным законом».

Так как федеральные законы и нормативные документы РФ строительного содержания предназначены в основном для строительства зданий и сооружений на территориях регионов России, их содержание должно отвечать и требованию п. 1 ст. 72 Конституции РФ о **совместном ведении** Российской Федерации и субъектов Российской Федерации при: «з) осуществлении мер по борьбе с катастрофами, стихийными бедствиями, эпидемиями, ликвидации их по-

следствий». Кроме того, в п. 2 ст. 125 Конституции РФ записана ответственность Конституционного суда РФ за соответствие положений федеральных законов и нормативных документов РФ требованиям Конституции РФ: «Конституционный суд Российской Федерации по запросам ... органов законодательной и исполнительной власти Российской Федерации разрешает дела о соответствии Конституции Российской Федерации: а) федеральных законов, нормативных актов Президента Российской Федерации, Совета Федерации, Государственной Думы, Правительства Российской Федерации...»

В начале анализа можно даже признать, что все вышеприведенные статьи Конституции РФ находятся в согласии с главной целью возведения зданий и сооружений, которая записана в п. 1 ст. 1 Федерального закона № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»: «защиты жизни и здоровья граждан...». Более того, эта цель также указывается в постановлении правительства о федеральной целевой программе от 23 апреля 2009 г. № 365 «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации на 2009–2018 гг.»: «Защита населения от чрезвычайных ситуаций является одним из

приоритетных направлений социально-экономического развития страны».

Однако, как говорится, крайне недостаточно написать правильную цель, ее прежде всего необходимо уметь реализовать соответствующим содержанием в основных положениях федеральных законов и нормативных документов РФ. Поэтому рассмотрим эти положения федеральных законов № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»; № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» и основных нормативных документов РФ СП 42.13330.2014 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»; СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах»; ГОСТ Р 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»; «Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (уровень бакалавриата)»; шифр научной строительной специальности 05.2.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения», анализ которых только и может дать истинную характеристику государственной парадигмы по защите жизни и здоровья людей в зданиях на территории России при воздействиях опасных природных явлений.

Известно, что защита жизни и здоровья людей в зданиях, например при землетрясении, зависит от квалифицированного решения в основном трех инженерных задач [1]: 1) способа размещения зданий и сооружений на местности; 2) определения уровня ответственности зданий и сооружений; 3) выбора из комплекта карт ОСП–2015 нормативного уровня сейсмического воздействия для расчетов зданий и сооружений. Поэтому рассмотрим положения федеральных законов и основных нормативных документов РФ строительного содержания, которые содержат правила решения этих трех самых ответственных задач в процессе проектирования зданий и сооружений для сейсмоопасных районов России. Прежде всего рассмотрим основной способ размещения большей части зданий и сооружений на территории России.

Как показано в [1], строители используют в основном два способа размещения зданий и сооружений на местности, которые predeterminedляют и два разных правила по определению уровня их ответственности. Известно, что большая часть населения России проживает в зданиях, размещенных на территориях населенных пунктов. Второй способ размещения предусматривает размещение здания или сооружения вне пределов населенных пунктов, в виде «отдельно стоящих объектов». При этом также известно, что основная часть населенных пунктов в сейсмоопасных районах расположена в основном на окраинных территориях Юга и Дальнего Востока России. Все эти населенные пункты по своей структуре капитального строительства и численности населения являются **строгим индивидуальными объектами** капитального строительства. Но даже эти особенности населенных пунктов требуют, чтобы защита населения в зданиях при землетрясении решалась по ст. 72 Конституции РФ с **обязательным** участием лучших региональных специалистов.

Так как основное содержание сейсмозащиты населенного пункта при землетрясении заключается прежде всего в сохранении жизни людей, поэтому только группа региональных специалистов с учетом сложившейся этажности

жилых и общественных зданий, в которых **по расчетам** при сейсмическом событии будет находиться основная часть населения, и может квалифицированно определить перечень объектов с повышенной ответственностью. Известно, что людей в населенных пунктах при землетрясении с максимальной интенсивностью можно защитить при одном условии: при их размещении в зданиях с повышенной ответственностью.

Однако дальнейший анализ положений федеральных законов и нормативных документов РФ выявил ряд технических характеристик, которые показывают, что в них предусмотрен слишком упрощенный второй способ размещения зданий и сооружений (за пределами населенных пунктов) [2]. К первой технической характеристике можно отнести пояснение в п. 4.3 СП 14.13330.2014 о том, что указанные в комплекте карт ОСП–2015 вероятности превышения (или не превышения) значений сейсмических интенсивностей рассчитаны для времени 50 лет, которое согласно ГОСТ 27751–2014 равно времени жизненного цикла отдельного жилого здания с нормальной ответственностью. Ко второй технической характеристике можно отнести назначение федеральной исполнительной властью в ст. 48.1 Федерального закона № 190-ФЗ **слишком** зауженного единого перечня особо опасных, технически сложных и уникальных объектов сразу для всех населенных пунктов России, который п. 8 ст. 4 Федерального закона № 384-ФЗ считает относить их к зданиям и сооружениям с повышенным уровнем ответственности.

Более того, в п. 2 ст. 48.1 Федерального закона № 190-ФЗ указываются сверхзавышенные физические характеристики для зданий и сооружений с повышенной ответственностью без учета числа людей, которые только и являются главным объектом защиты при воздействиях опасных природных явлений: «1) высота более чем 100 м; 2) пролеты более чем 100 м...». **Получается, что эти федеральные законы РФ не определяют людей самым главным объектом, который только и следует защищать в зданиях и сооружениях при воздействиях опасных природных явлений.** Правда, в табл. 3 СП 14.13330.2014 приводится несколько меньшая высота для зданий с повышенной ответственностью: «...жилые, общественные и административные здания высотой более 75 м...».

Сопоставляя эти физические характеристики для объектов с повышенной ответственностью с информацией о том, что основная часть городов в сейсмоопасных районах России застроена в основном жилыми и общественными зданиями высотой не более 4–5 этажей, понимаешь, что объекты с повышенной ответственностью в федеральных законах предназначены не для основной части существующих населенных пунктов. Вывод однозначный: в этих населенных пунктах России за редким исключением отсутствуют здания и сооружения с повышенной ответственностью. Более того, целесообразность возведения зданий высотой не более пяти этажей в сейсмоопасных районах подтверждают исследования [3], в которых показано, что при землетрясении сейсмические воздействия на людей увеличиваются на один балл уже со второго этажа зданий «гибкого» типа, что способствует увеличению числа людей с потерей их здоровья.

Другими словами, увеличение этажности жилых и общественных зданий выше пяти этажей в сейсмоопасных районах влечет за собой рост числа людей с потерей

их здоровья при землетрясении, что противоречит требованию ст. 41 Конституции РФ о защите здоровья граждан России. К третьей технической характеристике можно отнести решение в СП 14.13330.2014 о том, что выбор карты для расчета зданий и сооружений должен решать заказчик: «Карта А предназначена для проектирования объектов нормального и пониженного уровня ответственности. Решение о выборе карты В или С при проектировании объекта повышенного уровня ответственности, принимает **заказчик** по представлению генпроектировщика».

К *первой технической характеристике* парадигмы сейсмозащиты населенных пунктов следует отнести длительность их жизненных циклов в одну тысячу лет, а для крупнейших городов – в неограниченное время [2]. За это время на территории населенного пункта согласно данным комплекта карт ОСР–2015 значительно повышается вероятность землетрясения с максимальной интенсивностью. Это требует от строителей для сейсмозащиты населенного пункта выбрать карту с максимальной интенсивностью землетрясения. *Второй технической характеристикой* парадигмы сейсмозащиты населенного пункта при землетрясении является определение перечня зданий и сооружений с повышенной ответственностью согласно требованиям ст. 72 Конституции РФ группой региональных специалистов. К *третьей технической характеристике* парадигмы сейсмозащиты населенных пунктов следует отнести размещение в генпланах городов зданий и сооружений с повышенной ответственностью на территориях с лучшими грунтовыми, гидрогеологическими и тектоническими условиями строительства. Например, в п. 4.14 СП 42.13330.2011 записано только общее теоретическое требование, для реализации которого невозможно привлечь региональных специалистов: «...под зоны жилой застройки следует использовать земельные участки с меньшей сейсмичностью».

Сопоставление технических характеристик федеральной парадигмы по сейсмозащите «отдельно стоящих» зданий и сооружений с парадигмой по сейсмозащите населенных пунктов при землетрясении показывает их значительную несовместимость. Поэтому на сегодняшний день в России сложилась противоречивая практика проектирования и возведения большей части зданий и сооружений: проектирование зданий и сооружений ведется по федеральным нормативным документам РФ как для «отдельно стоящих объектов», а их возведение ведется на территориях населенных пунктов, для которых они не предназначены, что способствует значительному возрастанию социальных рисков (человеческих жертв) при землетрясении из-за большой концентрации на ограниченной территории зданий и людей.

Для более углубленной оценки социальных рисков при землетрясениях на территориях существующих населенных пунктов в сейсмоопасных районах России обратимся к некоторым «скрытым» в комплекте сейсмических карт ОСР–2015 характеристикам вероятных землетрясений. Как известно, в приложении А СП 14.13330.2015 размещен комплект карт ОСР–2015, который состоит из трех карт (А, В, С) с разными уровнями «...фоновой сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности». Здесь также записано, что все эти характеристики вероятных землетрясений предназначены только для территорий населенных пунктов. Но, как анализировалось выше в статье,

параметры степеней сейсмической опасности (вероятности превышения или не превышения) фоновой сейсмической интенсивности в СП 14.13330.2014 рассчитаны только на 50 лет, что явно не равно времени жизненного цикла населенного пункта (одна тысяча лет). Например, для карт В и С записано, что за время 50 лет вероятность превышения этих максимальных интенсивностей на территории любого населенного пункта не превысит 5 и 1% соответственно. Этими небольшими процентами вероятностей превышения интенсивностей землетрясений по картам В и С строителям показывают, что их «как бы можно» и не учитывать при проектировании. И такое «толкование сейсмической опасности в картах В и С просматривается и в содержаниях вышеуказанных законов и нормативных документов РФ строительного содержания.

Например, трудно найти в СП 14.13330.2014 применение даже для зданий с повышенной ответственностью самой максимальной интенсивности землетрясения по карте С. Но, как говорилось выше в статье, расчетное время в 50 лет – это время жизненного цикла только для «отдельно стоящего» здания. А в комплекте карт ОСР–2015 записано, что он предназначен для характеристики сейсмической опасности населенного пункта. Поэтому авторам этого документа следует и вероятности превышения интенсивностей фоновых сейсмических воздействий для населенных пунктов пересчитать за одну тысячу лет. Такой перерасчет, например для карты С, показал, что 20% землетрясений за время одну тысячу лет превысят уровень фоновой сейсмической опасности (вместо 1% сейчас за время 50 лет). **Другими словами, при существующих упрощенных федеральных правилах сейсмозащиты зданий и сооружений вероятность разрушения населенных пунктов при максимальных землетрясениях за реальное время в одну тысячу лет значительно увеличивается.**

В комплекте карт ОСР–2015 предусмотрена следующая зависимость: землетрясения с большей интенсивностью на земном шаре происходят реже по сравнению с землетрясениями с меньшей интенсивностью. Это правильная зависимость, но на фоне слабой изученности сейсмических режимов на территориях многих сейсмоопасных регионов России в комплекте карт ОСР–2015 отсутствует важная для строителей информация о вероятности первого землетрясения с максимальной интенсивностью по карте С на территории любого населенного пункта России. Такая информация для строителей очень важна потому, что в карте С для большей части населенных пунктов России уровень нормативного сейсмического воздействия указан больше уровня нормативного сейсмического воздействия по карте А на два балла. Ведь это означает, что если заказчик для расчета объекта примет решение об использовании уровня сейсмического воздействия по карте А, а в действительности произойдет землетрясение по карте С, то люди в этом здании погибнут из-за разрушения его конструкций. Эта ошибка заказчика в выборе карты А может стать причиной катастрофических последствий для людей в случае землетрясения по карте С **на территории крупного населенного пункта**, т. е. социальные риски (человеческие жертвы) на территории населенного пункта при том же землетрясении по сравнению с «отдельно стоящим» зданием могут быть запредельными.

Известный ученый России по этому вопросу высказался коротко [4]: «Априори ясно, чем выше плотность населения,

тем выше сейсмический риск». Именно такие за пределами социальные риски на территориях разных стран уже были и раньше. Вот только малая их часть: 1) при землетрясении в Японии 1 сентября 1923 г. в Токио и Иокогаме погибло примерно 140 тыс. человек; 2) при 9–10-балльном землетрясении 6 октября 1948 г. на территории г. Ашхабада (Таджикистан) погибло 80% его жителей; 3) в Китае 28 июля 1976 г. на территории г. Таншань произошло землетрясение магнитудой 6,8, в результате которого погибло примерно 500 тыс. человек; 4) при Спитакском землетрясении 1988 г.: «Спитак и десятки близлежащих населенных пунктов оказались полостью разрушены» [Уломов В.И. Землетрясение в Армении: стихия и ответственность // *Архитектура и строительство Узбекистана*. 1989. № 12. С. 1–4]; 5) при землетрясении на территории рабочего поселка Нефтегорск в мае 1995 г. на Сахалине под развалинами жилых зданий погибла основная часть населения (примерно 2 тыс. человек). Для сравнения, в некоторых странах Европы нормативный предельно допустимый санитарный риск равен $R \leq 10^{-6}$ чел./год. Это означает, что такое общество, например при землетрясении в городе с населением в 1 млн человек, допускает гибель за год не более 100 человек.

На территории России согласно ГОСТ Р 31937–2011 допустимым риском при землетрясении считается $R \leq 5 \times 10^{-6}$ чел./год. Это означает, что общество России при землетрясении в городе с населением в 1 млн человек допускает за год гибель до 2,5 тыс. людей. Но это будут потери среди людей только при условии, когда интенсивность реального землетрясения будет равна расчетной интенсивности зданий и сооружений. А при интенсивности реального землетрясения больше расчетной интенсивности на два балла в населенном пункте может быть гибель примерно до 80% людей. Известно, что значение сейсмического риска определяется как произведение двух составляющих: ежегодного риска землетрясения и уязвимости (степени повреждаемости) зданий при землетрясении.

Уязвимость зданий, особенно со сроком эксплуатации 30–50 лет, которые составляют большую часть застройки многих населенных пунктов России, при землетрясении зависит в основном от двух условий: 1) соответствия уровня реального сейсмического воздействия при землетрясении уровню расчетного сейсмического воздействия зданий и сооружений; 2) наличия (отсутствия) степеней повреждения в зданиях до землетрясения. Но для расчета почти всех жилых и общественных зданий населенных пунктов, как говорилось выше в статье, в федеральных законах и нормативных документах РФ уже предопределен только минимальный расчетный нормативный уровень сейсмического воздействия по карте А. Правда, федеральные законы и нормативные документы РФ не запрещают заказчику в расчетах зданий использовать более высокие сейсмические воздействия из карт В или С. Так как этот выбор заказчика потребует от него добровольного вложения в здания больше финансов, он, как предприниматель, этого сделать просто не сможет. Но сама вероятность превышения любого нормативного уровня сейсмического воздействия на здания и сооружения интенсивностью реального землетрясения уже предусмотрена даже в комплекте карт ОСР–2015.

Другими словами, можно сказать, что превышение минимальной интенсивности сейсмического воздействия по карте А более высокими интенсивностями землетрясе-

ний по картам В и С заложено «естественным способом» в сложных динамических закономерностях природы образования и механизма их проявления на земном шаре. То есть превышение интенсивности реального землетрясения расчетных значений сейсмических воздействий на здания и сооружения находится в пределах нормального динамического процесса на земном шаре. Но к сожалению, в расчетных положениях СП 14.13330.2014 предусмотрены еще две «искусственные» причины, которые также могут способствовать превышению уровнями реальных сейсмических воздействий расчетных сейсмических воздействий на здания и сооружения. Так, например, к первой причине можно отнести отсутствие в расчетных положениях СП 14.13330.2014 учета вероятности воздействия первых повторных сильных толчков при землетрясении на здания и сооружения. И это несмотря на то, что в п. 6 ст. 16 Федерального закона № 383-ФЗ указано, что в расчетах сейсмостойких зданий должна быть учтена «...аварийная ситуация...», которая должна учитывать любое маловероятное силовое воздействие, которое может значительно увеличить предельно допустимую степень повреждения зданий. Например, на территории г. Ленинакана (Армения) по причине воздействия первого повторного толчка при Спитакском землетрясении 1988 г. из 58 каркасных жилых зданий 56 зданий разрушились с гибелью нескольких тысяч людей.

Однако расчетные положения СП 14.13330.2014 учитывают только воздействие главного подземного толчка, чтобы в зданиях при землетрясении образовалась предельно допустимая третья степень повреждения по шкале MSK-64. При этом сейсмологам известно, что в последние годы почти все сильные землетрясения на земном шаре происходят с повторными сильными толчками. Подтверждением этого может служить самое последнее сильное землетрясение с повторными толчками 24 августа 2016 г. на территории Италии с разрушениями зданий и гибелью людей. Более того, согласно [5] от воздействия первого повторного сильного толчка при землетрясении в здании создается дополнительная усредненная степень повреждения, равная 1, которая при суммировании с третьей степенью от воздействия главного толчка совместно образует общую четвертую степень повреждения по шкале MSK-64, но уже с обрушением отдельных частей здания и гибелью людей. Согласно [6] по возможности первого повторного толчка при землетрясении образовать в здании дополнительную усредненную степень повреждения его воздействие можно приравнять к величине увеличения интенсивности главного толчка на 1 балл. Как известно, здания и сооружения должны рассчитываться на расчетную сейсмичность площадки строительства, которую следует устанавливать только по результатам сейсмического микрорайонирования (СМР).

Однако в настоящее время на территориях многих населенных пунктов России из-за высокой ее стоимости такая работа почти не проводится. Именно поэтому в п. 4.4 СП 14.13330.2014 записано значительное упрощение для определения сейсмичности строительных площадок для зданий и сооружений с нормальной ответственностью: «...при отсутствии данных СМР допускается предварительно определять по табл. 1». Но ведь специалистам уже давно известно, что по табл. 1 можно только занижать значение сейсмичности строительной площадки. Это по-

следнее положение СП 14.13330.2014 можно считать второй причиной вероятности превышения уровня реального сейсмического воздействия расчетных сейсмических воздействий у многих зданий и сооружений с нормальной ответственностью. О значительных превышениях реальных сейсмических воздействий при землетрясениях расчетных сейсмических воздействий на здания и сооружения, которые происходили на территориях разных стран, свидетельствует и мировая статистика о катастрофических землетрясениях на земном шаре. Например, у археологов имеется немало примеров затопления древних людских поселений океанами по причине таких землетрясений. Главная причина здесь в том, что человечество живет на «живой» планете Земля, которой необходимы именно катастрофические землетрясения, восстанавливающие нарушенное физическое равновесие за счет сверхзначительных мгновенных деформаций в определенном объеме земной коры. Поэтому такие катастрофические землетрясения можно даже считать одним из редких, но надежных способов Земли продлить свое существование «в жестоком» космическом пространстве.

Конечно, катастрофические землетрясения (их нельзя путать с землетрясениями по карте С) на земном шаре происходят очень редко. Человечество стало проживать в огромном количестве населенных пунктов, что значительно повысило вероятность проявления сильных землетрясений именно на их территориях. Но в федеральных законах и нормативных документах РФ отсутствует даже признание населенного пункта объектом капитального строительства [2], без которого невозможно ставить вопрос о его защите. Именно по этой основной причине произошло затопление примерно 40 населенных пунктов в Приморье в первых числах сентября 2016 г.

В свою очередь, сама эксплуатация населенного пункта имеет свои технические особенности, которые не учитываются в СП 14.13330.2014, но которые могут в значительной степени повлиять на его сейсмозащиту при землетрясении. Так, например, при длительной эксплуатации населенного пункта в сейсмоопасных районах в его многих зданиях могут образовываться повреждения по разным причинам. Ведь опасность повреждений по разным причинам заключается в том, что они могут в здании суммироваться. Например, если в здании до сейсмического события уже имелась степень повреждения 2-й степени по шкале MSK-64, то в момент землетрясения расчетной интенсивности к существующей степени повреждения может прибавиться расчетная дополнительная 3-я степень повреждения с образованием общей 5-й степени повреждения. Но при суммарной (общей) 5-й степени повреждения по шкале MSK-64 произойдет полное разрушение здания с гибелью людей.

Именно поэтому в документе СП 14.13330.2014 не допускается наличие каких-либо повреждений в зданиях до землетрясения. Но ведь маловероятно, чтобы в зданиях со сроком эксплуатации 30–50 лет на территориях населенных пунктов отсутствовали повреждения. Поэтому в [7] предлагается 1-ю степень повреждения по шкале MSK-64 в здании считать предельно допустимой до землетрясения. Значение предельно допустимой степени повреждения в здании до землетрясения необходимо прежде всего эксплуатационной службе таких объектов. Тем более ни для кого сегодня не является секретом, что в жилых зданиях

на территориях населенных пунктов России эксплуатационные управляющие организации очень редко производят текущий ремонт основных их конструкций. Это однозначно ослабляет проектную степень сейсмозащиты зданий и сооружений при землетрясении. При выборе сейсмической опасности для сейсмозащиты населенных пунктов следует также прислушаться к рекомендации опытного японского ученого-сейсмолога Косюна Ямаоки, который 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**». Поэтому для сейсмозащиты населенного пункта с учетом длительности его жизненного цикла в одну тысячу лет следует использовать максимальную сейсмическую опасность по карте С. Так как сейсмозащита населенного пункта зависит от сейсмозащиты зданий и сооружений с повышенной ответственностью, для их расчета на сейсмические воздействия также следует использовать сейсмическую опасность по карте С. В [8] обосновано, что в федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата) отсутствует указание об обучении студентов задаче защиты жизни и здоровья людей в зданиях при воздействиях опасных природных явлений. Даже в шифре научной специальности 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения», по которой происходит защита докторских диссертаций в России, в области исследований отсутствует указание по защите жизни и здоровья людей при воздействиях опасных природных явлений.

Признание федеральной власти не защищать жизнь и здоровье людей в зданиях даже на минимальном уровне при воздействиях опасных природных явлений читается в приложении Ф ГОСТ 31937–2011: «...для снижения уровня риска требуется система мер, полнота и сроки которой устанавливаются **с учетом экономических и социальных аспектов**». Решение защиты жизни людей в зданиях в нормативных документах РФ не должно быть зависимо от указанных аспектов.

Выводы.

1. Так как основная часть населения в России размещена в городских и сельских поселениях, основными объектами защиты при воздействиях опасных природных явлений должны быть населенные пункты.

2. Парадигма сейсмозащиты населенных пунктов России при землетрясении должна основываться на следующих технических характеристиках:

- жизненный цикл населенного пункта определен в одну тысячу лет, а для крупнейших городов в неограниченное время;
- в соответствии с требованием ст. 72 Конституции РФ перечень зданий и сооружений следует определять региональной группе специалистов;
- основу генплана населенного пункта должно образовывать размещение зданий и сооружений с повышенной ответственностью с лучшими грунтовыми, гидрогеологическими и тектоническими условиями строительства.

3. Основные технические характеристики парадигмы федеральных законов № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»; № 190-ФЗ «Гра-

достоительный кодекс Российской Федерации» и нормативных документов РФ СП 42.13330.2014 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах», ГОСТ Р 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», показывающие сейсмозащиту только «отдельно стоящих» зданий и сооружений при землетрясении, следующие:

- согласно п. 4.3 СП 14.13330.2014 вероятность превышения (непревышения) указанных в картах фоновой сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 рассчитана для времени 50 лет, что согласно ГОСТ 27751–2014 равно времени жизненного цикла отдельного жилого здания с нормальной ответственностью;
- в федеральных законах № 190-ФЗ, № 384-ФЗ определен единый зауженный перечень зданий и сооружений с повышенной ответственностью без учета структуры капитального строительства населенных пунктов и численности населения. Более того, в федеральном законе № 190-ФЗ для определения зданий и сооружений с повышенной ответственностью используется только критерий линейных размеров зданий и сооружений, но отсутствует критерий по числу людей в здании, который согласно ст. 2 Конституции РФ является наиболее ценным объектом для защиты при воздействиях опасных природных явлений;
- решение о выборе карты В или С для использования в расчетах зданий и сооружений с повышенной ответ-

Список литературы

1. Масляев А.В. Анализ положений федеральных законов и нормативных документов РФ по применению карт сейсмической опасности (ОСР–2015) в строительстве // *Жилищное строительство*. 2016. № 8. С. 3–8.
2. Масляев А.В. Анализ парадигмы СП 14.13330.2014 по обеспечению сейсмозащиты зданий повышенной ответственности при землетрясении // *Жилищное строительство*. 2015. № 8. С. 51–55.
3. Масляев А.В. Сохранение здоровья людей, находящихся в зданиях при землетрясении // *Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений*. 2014. № 2. С. 38–42.
4. Кофф Г.Л., Рюмина Е.В. Сейсмический риск (виды, оценка, управление). М.: Полтэкс, 2003. 108 с.
5. Масляев А.В. Сейсмостойкость зданий с учетом повторных сильных толчков при землетрясении // *Жилищное строительство*. 2007. № 10. С. 20–21.
6. Масляев А.В. Расчет зданий и сооружений для сохранения жизни и здоровья людей при землетрясении // *Жилищное строительство*. 2009. № 8. С. 33–35.
7. Масляев А.В. Предельно допустимая степень повреждения в зданиях и сооружениях повышенной ответственности в процессе эксплуатации до землетрясения // *Вестник ВолгГАСУ. Строительство и архитектура*. 2012. № 29 (48). С. 80–85.
8. Масляев А.В. Анализ федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по направлению подготовки «Строительство» // *Жилищное строительство*. 2015. № 12. С. 21–25.

ственностью согласно ОСР–2015 должен делать заказчик по представлению генпроектировщика, что противоречит ст. 72 Конституции РФ.

4. На сегодняшний день в строительной области России сложилась опасная ситуация: проектирование всех зданий и сооружений ведется по упрощенной парадигме федеральных законов и нормативных документов РФ без защиты населенных пунктов при максимальных воздействиях опасных природных явлений. Но при этом здания и сооружения возводятся на территориях сельских и городских поселений, для которых они не предназначены, создавая тем самым условия для катастрофических последствий. **Расчеты показывают, что при федеральных упрощенных правилах сейсмозащиты зданий и сооружений вероятность разрушения населенных пунктов при максимальных землетрясениях за реальное время в одну тысячу лет значительно увеличивается.**

5. Так как в федеральных законах № 190-ФЗ; № 384-ФЗ и нормативных документах РФ СП 42.13330.2011, СП 14.13330.2014; ГОСТ 31937–2011, федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 и 08.04.01 «Строительство» (уровень бакалавриата и магистратуры)», научном шифре специальности 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения» нарушаются ст.ст. 2, 4, 72 Конституции РФ, их следует признать нелегитимными.

6. Конституционному суду РФ следует проверить все документы РФ строительного содержания на предмет ответственности их требованиям ст.ст. 2, 4, 72 Конституции РФ.

References

1. Masljaev A.V. Analys of positions of federal laws and standard documents of the Russian Federation on application of cards of seismic danger (OSR-2015) in building. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2016. No. 8, pp. 3–8. (In Russian).
2. Masljaev A.V. Analys of a paradigm of the joint venture 14.13330.2014 on maintenance of seismoprotection of buildings of the raised responsibility at earthquake. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2015. No. 8, pp. 51–55. (In Russian).
3. Masljaev A.V. Preservation of health of the people who are in buildings at earthquake. *Natural and technogenic risks. Safety of construction*. 2014. No. 2, pp. 38–42. (In Russian).
4. Koff G.L., Ryumina E.V. Seismic risk (Kinds, an estimation, management). Moscow: Polteks, 2003. 108 p.
5. Masljaev A.V. Seismic stability Buildings taking into account repeated strong pushes at earthquake. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2007. No. 10, pp. 20–21. (In Russian).
6. Masljaev A.V. Calculation of buildings and constructions for preservation of life and health of people at earthquake. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2009. No. 8, pp. 33–35. (In Russian).
7. Masljaev A.V. Maximum permissible a damage rate in buildings and constructions of the raised responsibility while in service before earthquake. *Vestnik VolgGASU. Building and architecture*. 2012. No. 29 (48), pp. 80–85. (In Russian).
8. Masljaev A.V. Analys of federal state educational standards of higher education in a direction of preparation «Building». *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2015. No. 12, pp. 21–25. (In Russian).

УДК 691.11

А.А. ТИТУНИН, д-р техн. наук, К.В. ЗАЙЦЕВА, канд. техн. наук (kseniya_zaiцева@mail.ru)

Костромской государственной технологической университет (156005, Кострома, ул. Дзержинского, 17)

Древесиноведческие и технологические проблемы производства клееных материалов для деревянного домостроения

Особенностью современного этапа жилищного строительства является устойчивый спрос на малоэтажные дома из древесины, в том числе из клееного бруса. Несмотря на накопленный опыт строительства таких домов, существует ряд древесиноведческих и технологических проблем, определяющих качество строительных материалов и самих домов. Поскольку свойства древесины варьируются в зависимости от древесной породы, района произрастания, влажности и других факторов, их необходимо учитывать на всех этапах производства деталей для строительства. Преимущественно качественные показатели готовых деталей для домостроения определяются особенностями макростроения древесины, в частности шириной годичных слоев, размерами и количеством сучков. Отмечается, что взаимосвязь прочностных свойств и сучковатости древесины подтверждена исследованиями отечественных и зарубежных авторов. В статье представлены результаты многолетних исследований модуля упругости пиломатериалов хвойных пород, произрастающих в различных регионах России. Установлено, что визуальная сортировка пиломатериалов, используемых для производства клееного бруса, не всегда оправдана. Предпочтительной является машинная сортировка по прочности, позволяющая исключить выбраковку пиломатериалов из-за больших размеров и количества сучков.

Ключевые слова: деревянное домостроение, клееный брус, производство деталей, сортировка.

A.A. TITUNIN, Doctor of Sciences (Engineering), K.V. ZAITSEVA, Candidate of Science (Engineering) (kseniya_zaiцева@mail.ru)
Kostroma State Technological University (17, Dzerzhinskogo Street, 156005, Kostroma, Russian Federation)

Wood Scientific and Technological Problems Productions of Glued Materials for Wooden Housing Construction

Steady demand for low houses from wood, including from a glued bar, is feature of the present stage of housing construction. A row the wood scientific and technological problems exists and they define quality of construction materials and houses. As properties of wood vary depending on wood breed, the area of growth, humidity and other factors, they need to be considered at all production phases of details for construction. Features of a macrostructure of wood, in particular width of year layers, the sizes and quantity of knots define quality indicators of ready details for housing construction. It is noted that the interrelation of strength properties and existence of knots in wood is confirmed with researches of domestic and foreign authors. Results of long-term researches of the module of elasticity of timber of the coniferous breeds growing in various regions of Russia are presented in article. It is established that visual sorting of the timber used for production of a glued bar isn't always justified. Machine sorting according to durability is preferable because allows to exclude rejection of timber because of the big sizes and quantity of knots.

Keywords: wooden housing construction, glued bar, production of details, sorting.

Жилищное строительство в настоящее время является крупнейшей отраслью в России. Начиная с 2011 г. в этом секторе экономики наблюдается устойчивый рост объемов строительства жилья, в том числе из древесины. В 2014 г., по данным Росстата, построено 81 млн м² жилья, из которых деревянные дома заводского изготовления составили 211,7 тыс. м² [1]. Особенностью современного этапа жилищного строительства является рост объемов ввода в эксплуатацию малоэтажных домов. За последние 20 лет доля малоэтажных домов увеличилась более чем в семь раз. По прогнозам Правительства РФ, относительный объем малоэтажных домов должен в 2015 г. составить не менее 60% [2]. При этом каждый третий дом будет строиться из древесины [3].

Среди основных факторов, определяющих преимущества деревянных домов, следует отметить комплекс уникальных свойств древесины [4] как строительного материала, а также высокие эксплуатационные параметры дома [2].

Как известно, существуют следующие наиболее распространенные варианты конструктивных схем деревянных

домов: каркасные, массивные и панельные. Каждая из схем имеет свои особенности и предполагает применение материалов из древесины различной степени обработки. При этом все большим спросом пользуются элементы ограждающих и несущих конструкций, полученные в результате склеивания. Это обусловлено, во-первых, значительным сокращением запасов древесины большого диаметра в промышленно освоенных районах [5]. Во-вторых, клееная древесина обладает более стабильными эксплуатационными показателями [2]. При этом, несмотря на многолетний отечественный и зарубежный опыт производства клееной древесины, не всегда удается обеспечить стабильность показателей качества как самих строительных материалов из древесины, так и готовой продукции – деревянных домов. На практике производители деревянного клееного бруса сталкиваются с необходимостью решения ряда проблем (древесиноведческих и технологических), которые в различной степени влияют на показатели качества продукции и их стабильность в процессе строительства дома и его эксплуатации.

Таблица 1

Средние показатели основных физико-механических свойств древесины

Порода	Плотность, кг/м ³	Коэффициент разбухания, % на % влажности			Предел прочности, МПа					Модуль упругости при изгибе, ГПа
		Радиального	Танген- циального	Объемного	При статическом изгибе	При сжатии вдоль волокон	При растяжении вдоль волокон	При скалывании вдоль волокон по плоскости		
								Радиаль- ной	Танген- циальной	
Сосна	505	0,18	0,31	0,51	84,5	46,3	102	7,44	7,23	12,2
Ель	445	0,17	0,31	0,5	78,6	45	101	6,83	6,72	9,6
Лиственница	665	0,2	0,38	0,6	108	61,5	124	9,78	9,11	14,3

Во-первых, дерево, если оно сухое, – это отличный строительный материал. Поэтому для получения качественной клееной продукции применяют двухстадийную сушку (атмосферную – до влажности 20–25% и камерную – до влажности не более 12%). При этом в процессе высыхания древесины происходит изменение ее структуры. Под действием внутренних напряжений материал, в зависимости от толщины, в большей или меньшей мере деформируется, образуя трещины; происходит усадка элементов конструкции, что приводит к значительным дефектам готовых изделий. Эти негативные последствия удастся снизить при сушке более тонких заготовок, производство которых, в свою очередь, сопровождается образованием большего количества отходов и ростом себестоимости пиломатериалов. Поэтому на практике чаще всего в производстве клееного бруса применяют заготовки толщиной от 32 до 40 мм [2, 4].

Во-вторых, массивная древесина, будучи материалом растительного происхождения, характеризуется наличием сучков, которые при эксплуатационных нагрузках являются концентраторами напряжений и нередко существенно снижают показатели строительной конструкции по прочности и долговечности. Поэтому при производстве клееной древесины, в том числе и клееного бруса, широко используют сращенные из отдельных отрезков ламели. При этом прочность бруса оказывается благодаря клеевым прослойкам выше, чем у цельнодеревянного такого же сечения. Разумеется, при этом сами клеевые швы становятся источником внутренних напряжений, снижая тем самым эффект, достигнутый тонкослойностью.

В-третьих, из теории и практики древесиноведения известно [6, 7], что внутренние напряжения в клееной древесине зависят не только от размеров склеиваемых ламелей (масштабный фактор), но и от направления и ширины годичных слоев, а также процента поздней древесины. Сочетание этих факторов (геометрических и анатомических) приводит к синергетическому эффекту, т. е. значительно большему снижению внутренних напряжений, чем этого можно было ожидать только от малых размеров ламелей и тонкослойности годичных слоев [8]. Это теоретическое предположение не противоречит фундаментальным положениям теории клееных материалов. В основе явления синергизма лежит принцип самоорганизации структуры на границе взаимодействующих компонентов, в данном случае анатомических элементов древесины и клееного адгезива. Толщина и направление годичных слоев оказывают довольно значимое влияние на прочностные свойства клееной древесины. С целью увеличения формоустойчивости готового изделия и компенсации остаточных напряжений при изготовлении клееного бруса направление древесных волокон в ламелях

задается в противоположные друг от друга стороны. За счет этого клееный брус оказывается более прочным по сравнению с обычным, а при изменении влажности он не изменяет своей формы, то есть его «не ведет».

Следует заметить, что чем толще годичные кольца, тем древесина более рыхлая, следовательно, брус из нее получается с низкими показателями по прочности, атмосферостойкости и т. п. Поэтому для получения прочных, устойчивых к короблению и грибковым заболеваниям материалов следует применять древесину с шириной годичных слоев не более 3,5 мм. При большей ширине годичных слоев, как показывают исследования [2, 4, 7, 9], улучшается адгезионная прочность, однако при этом из-за снижения плотности древесины увеличивается впитываемость клея в древесину, что приводит к повышению расхода клея и, как следствие, к удорожанию готового изделия.

Для производства конкурентоспособных строительных материалов традиционно используют сосну [4, 10]. Древесина сосны средней плотности, достаточно высокой прочности хорошо обрабатывается механическим инструментом, но могут возникнуть проблемы при отделке поверхностей из-за смолистости древесины. Однако наличие смолы в сосне делает ее более устойчивой к поражению гнилью при неблагоприятных условиях эксплуатации, что является одним из основных требований, предъявляемых к строительным материалам.

Особенностью современного состояния сырьевых баз лесозаготовительных предприятий является снижение уровня ресурсного потенциала вблизи существующей транспортной сети, а также отсутствие свободных средств на строительство новых дорог в районах, где сосредоточены огромные неиспользуемые запасы древесины. Поэтому в связи с уменьшением доступных для разработки запасов сосны на практике значительную часть клееных конструкций изготавливают из ели. Ель лучше подвергается механической обработке, чем сосна, более равномерно высыхает, сучки в ней меньшего, чем в сосне, размера и более рассредоточены по площади склеивания. Но, как видно из представленных в табл. 1. данных, по прочности, плотности и стойкости против гниения древесина ели несколько уступает сосне [11].

Определенный интерес для производства представляет также лиственница. Древесина лиственницы отличается высокой стойкостью к гниению, сравнительно небольшой сучковатостью, по прочности превосходит сосну и ель. К недостаткам лиственницы применительно к клееной древесине можно отнести:

– большое различие между радиальной и тангенциальной усушкой, что усложняет процесс сушки, вызывает растрескивание, коробление;

Таблица 2
Взаимосвязь сортности пиломатериалов и модуля упругости при изгибе

Номер образца	Сорт С		Сорт А	
	Приращение прогиба, мм	Модуль упругости, ГПа	Приращение прогиба, мм	Модуль упругости, ГПа
1	3,89	11,901	5,02	9,222
2	4,98	9,296	4,44	10,427
3	4,96	9,334	3,45	13,419
4	5,52	8,387	4,64	9,978
5	6,93	6,681	4,65	9,956
6	5,65	8,194	4,45	10,404
7	6	7,716	3,95	11,721
8	6,62	6,993	4,05	11,431
9	5,05	9,168	4,65	9,956
10	4,92	9,41	4,34	10,667
11	4,24	10,919	4,35	10,643
12	4,59	10,086	4,65	9,956
13	7,98	5,802	5,05	9,168
14	7,02	6,595	4,05	11,431
15	6,13	7,552	4,35	10,643
16	6,4	7,234	4,65	9,956
17	6,08	7,615	4	11,574
18	6,98	6,633	3,95	11,721
19	5,72	8,094	4,25	10,893
20	5,8	7,982	4,55	10,175

– трудность механической обработки;
– недостаточную адгезионную прочность клеевых соединений и др.

Как уже отмечалось, к качеству пиломатериалов в производстве клееного бруса предъявляются достаточно высокие требования по наличию сучков, которые влияют на прочностные и деформативные свойства древесины и определяют таким образом качество готовой продукции. Определенная взаимосвязь прочностных свойств и сучковатости древесины подтверждена исследованиями отечественных и зарубежных авторов. Достаточно подробно вопросы влияния неоднородностей строения древесины на модуль упругости и другие показатели прочности древесины рассмотрены в работах А.М. Боровикова и Г.Н. Хабаровой [12], W. Cusera [13] и др. Согласно требованиям нормативно-технической документации на большинстве отечественных предприятий применяется визуальная сортировка пиломатериалов на три сорта – А, В и С, в ходе которой в зависимости от размеров, состояния, взаимного расположения сучков и других параметров косвенным методом прогнозируется несущая способность древесины. В то же время имеется опыт

машинной сортировки пиломатериалов по прочности, основанной на непосредственном определении модуля упругости при изгибе вдоль волокон по пласти [10]. Этот способ является более затратным и не всегда реализуем в условиях предприятий с объемами производства от 4 до 7 тыс. м³ клееных изделий в год. Однако для практики именно он позволяет учесть большинство факторов, оказывающих влияние на прочностные свойства древесины, зависящие от особенностей ее макростроения, сезона и район заготовки. В качестве подтверждения этого вывода можно рассматривать результаты исследований модуля упругости пиломатериалов при изгибе по пласти, выполненных в течение 2012–2014 гг. на профильных предприятиях Костромской области. Исследования проводились применительно к требованиям стандарта ГОСТ 21554.1–81 «Пиломатериалы и заготовки. Методы определения модуля упругости при статическом изгибе». В качестве примера в табл. 2 приведены результаты одной из серий сравнительных испытаний образцов двух партий обрезных пиломатериалов хвойных пород – ель (*Picea abies*) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). Параметры выборки представлены в табл. 3. Из представленных данных видно, что пиломатериалы, содержащие сучки большого диаметра (сорт С), в среднем обладают меньшим модулем упругости, чем пиломатериалы сорта А. Поэтому их можно рекомендовать к использованию только в элементах строительных конструкций с малыми напряжениями, например в ограждающих или самонесущих. Вместе с тем из таблицы видно, что среди пиломатериалов сорта С встречаются образцы (1, 11, и 12), не уступающие по показателям прочности пиломатериалам сорта А. Визуальный осмотр этих образцов показал, что они были отнесены к сорту С не только из-за количества и размеров сучков, но и из-за наличия других пороков, что исключило использование данных образцов для несущих конструкций.

Также обращает на себя внимание различие значения коэффициента вариации у пиломатериалов сорта А и С. Для заготовок сорта А характерна большая стабильность значений модуля упругости, чем для пиломатериалов сорта С. Это в конечном итоге объясняет требования технических условий на заготовки для производства клееного бруса, а также необходимость в процессе обработки вырезки участков с недопустимыми сучками и другими пороками, значительно ослабляющими конструктивные элементы.

В ходе экспертной оценки пиломатериалов установлено, что сырье из Архангельской области имеет более высокие (на 19,7–44,3%) показатели по модулю упругости при изгибе, чем сырье из других областей. Самые низкие значения модуля упругости при изгибе получены при испытаниях пиломатериалов из Ивановской и Нижегородской областей. Основываясь на известных представлениях о макростроении древесины [6, 11], такие результаты можно объяснить

Таблица 3
Параметры выборки

Наименование	Среднее арифметическое	Среднее квадратическое отклонение	Дисперсия выборки	Коэффициент вариации, %	Минимальное значение	Максимальное значение	
Условное обозначение	\bar{Y}	S	S ²	V	Y _{min}	Y _{max}	
Сорт С	Приращение прогиба, мм	5,773	1,039	1,08	18	3,89	7,98
	Модуль упругости, ГПа	8,28	1,556	2,42	18,79	5,802	11,901
Сорт А	Приращение прогиба, мм	4,374	0,389	0,151	8,89	3,45	5,05
	Модуль упругости, ГПа	10,67	1,001	1,002	9,38	9,168	13,419

большей плотностью и мелкослойностью древесины, произрастающей в северных районах Европейской части России.

Исходя из вышеизложенного можно сделать следующее заключение: значения модуля упругости при статическом изгибе, определенные экспериментально, находятся в интервале от 10,65 до 14,81 ГПа и соответствуют среднестатистическим данным, полученным ЦНИИМОД для древесины ели (9,6 ГПа) и сосны обыкновенной (12,2 ГПа), произрастающих в Архангельской области и Центральном районе Европейской части России [11]. Пиломатериалы, полученные из древесины, произрастающей в Архангельской, Вологодской, Ивановской, Кировской, Костромской и Нижегородской областях Российской Федерации, удовлетворяют также требованиям стандарта JAS 235, согласно которому среднее значение показателя «модуль упругости при изгибе по пласти» должно быть не ниже 10,5 ГПа, а минимальное значение – 9 ГПа.

Выводы.

Возрастающий спрос на древесные строительные материалы в условиях дефицита крупномерных лесоматериалов определяет рост объемов производства клееного бруса и других материалов, получаемых в результате склеивания. Стабильность качественных показателей клееного бруса во многом зависит от древесиноведческих параметров заготовок и соблюдения технологических режимов изготовления готовой продукции. При соответствующей визуальной сортировке пиломатериалов и надлежащем контроле за технологическими параметрами обеспечивается получение клееного бруса в соответствии с требованиями отечественных и зарубежных нормативных документов. Вместе с тем предпочтительной является машинная сортировка пиломатериалов по прочности.

Список литературы

1. Развитие деревянного домостроения // *ЛесПромИнформ*. 2015. № 2 (108). С. 136–139.
2. Казейкин В.С., Баронин С.А., Черных А.Г., Андронов А.Н. Проблемные аспекты развития малоэтажного жилищного строительства России: Монография / Под общей редакцией академика МАИИ В.С. Казейкина и проф. С.А. Баронины. М.: ИНФРА-М, 2011. 278 с.
3. Новый импульс деревянного домостроения // *Лесная индустрия*. 2015. № 4 (84). http://www.lesindustry.ru/issues/li_n84/ (дата обращения 11.10.2015).
4. Титунин А.А. Зайцева К.В. Проектирование и производство строительных материалов из древесины. Комплексный подход: Монография / Отв. ред. А.М. Ибрагимов. Кострома: Изд-во КГТУ, 2009. 185 с.
5. Титунин А.А. Ресурсосбережение в деревообрабатывающей промышленности. Организационно-технические аспекты: Монография. Кострома: Изд-во КГТУ, 2007. 141 с.
6. Ашкенazi Е.К., Ганов Э.В. Анизотропия конструкционных материалов: Справочник. М.: Машиностроение, 1980. 375 с.
7. Хрулёв В.М. Прочность клеевых соединений. М.: Стройиздат, 1973. 84 с.
8. Хрулёв В.М., Титунин А.А., Ибатулин Р.Р. Реализация эффектов аддитивности и синергизма в конструкциях из композиционных материалов для деревянного домостроения // *Конструкции из композиционных материалов: Межотраслевой науч.-тех. журнал РАН*. Москва. 2004. Вып. 2. С. 10–12.
9. Титунин А.А. Экспериментальные исследования прочности деревянных клееных балок // *Строительный эксперт*. М.: НТОбумдревпром. 2003. № 18. С. 10.
10. Волынский В.Н., Пластинин С.Н. Первичная обработка пиломатериалов на лесопильных предприятиях: Учебное пособие. 2-е изд., испр. СПб.: Лань, 2012. 264 с.
11. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине. М.: Лесная промышленность, 1989. 296 с.
12. Боровиков А.М., Хабарова Г.П. О визуальной сортировке брусьев по прочности // *Лесной журнал*, 1982. № 1.
13. Cucera W. Holzfehler und ihr Einfluss auf die technische Eigenschaften der Fichte und Kiefer // *Hoiztechnologie*. 1970. № 4. s. 210–216.

References

1. Development of wooden housing construction // *LesPromInform*. 2015. No. 2 (108), pp. 136–139. (In Russian).
2. Kazejkin V.S., Baronin S.A., Chernyh A.G., Androsov A.N. Problemyne aspekty razvitiija malojetazhnogo zhilishhnogo stroitel'stva Rossii [Problem aspects of development of low housing construction of Russia]: monografija / pod obshhej redakciej Akademika MAIN V.S. Kazejkina i prof. S.A. Baronina. Moscow: INFRA-M. 2011. 278 p.
3. New impulse of wooden housing construction. Lesnaja industrija. 2015. No. 4 (84). http://www.lesindustry.ru/issues/li_n84/ (data of access 11.10.2015). (In Russian).
4. Titunin A.A. Zajceva K.V. Proektirovanie i proizvodstvo stroitel'nyh materialov iz drevesiny. Kompleksnyj podhod [Design and production of construction materials from wood. Integrated approach]: monografija / otv. red. A.M. Ibragimov. Kostroma: Izd-vo KGTU. 2009. 185 p.
5. Titunin A.A. Resursosberezhenie v derevoobrabatyvajushhej promyshlennosti. Organizacionno-tehnicheskie aspekty [Resource-saving in the woodworking industry. Organizational and technical aspects]: monografija. Kostroma: Izd-vo KGTU. 2007. 141 p.
6. Ashkenazi E.K., Ganov Je.V. Anizotropija konstrukcionnyh materialov [Anisotropy of constructional materials]: spravochnik. Moscow: Mashinostroenie. 1980. 375 p.
7. Hruljov V.M. Prochnost' kleevyh soedinenij [Durability of glue connections]. Moscow: Strojizdat. 1973. 84 p.
8. Hruljov V.M., Titunin A.A., Ibatulin R.R. Realization of effects of additivity and sinergizm in designs from composite materials for wooden housing construction. *Konstrukcii iz kompozicionnyh materialov: mezhotraslevoj nauch.-teh. zhurnal RAN*. Moscow. 2004. No. 2. pp. 10–12. (In Russian).
9. Titunin A.A. Pilot studies of durability of wooden glued beams. *Stroitel'nyj jekspert*. M.: NTObumdrevprom. 2003. No. 18, p. 10. (In Russian).
10. Volynskij V.N., Plastinin S.N. Pervichnaja obrabotka pilomaterialov na lesopil'nyh predpriyatijah [Preprocessing of timber at the sawing enterprises]: Uchebnoe posobie. 2-e izd., ispr. Saint-Petersburg: Lan'. 2012. 264 p.
11. Borovikov A.M., Ugolev B.N. Spravochnik po drevesine [Reference book on wood]. Moscow: Lesnaja promyshlennost'. 1989. 296 p.
12. Borovikov A.M., Habarova G.P. About visual sorting of bars according to durability. *Lesnoj zhurnal*. 1982. No. 1. (In Russian).
13. Cucera W. Holzfehler und ihr Einfluss auf die technische Eigenschaften der Fichte und Kiefer. *Hoiztechnologie*. 1970. No. 4, pp. 210–216.

УДК 624.05

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

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

Автоматизированная система высокоскоростного монтажа зданий из модулей и модульных систем

Наиболее трудоемким этапом в процессе монтажа строительных конструкций является процесс их предварительной установки и выверки. Автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления объектом необходимо производить в соответствии с принятым критерием реализации управляющих воздействий на технологический процесс возведения зданий из модульных систем. Объект управления представляет собой совокупность технологического оборудования и реализованного на его основе по соответствующим алгоритмам и регламентам технологического процесса монтажа модулей. Системы, встраиваемые в блоки непосредственного взаимодействия с оператором, должны содержать лазеры с длиной волны излучения в видимом диапазоне. При этом обеспечиваются оптимальные условия для анализа текущего состояния монтажа, осуществляется минимизация номенклатуры задействованной аппаратуры информационно-измерительной системы.

Ключевые слова: быстрая сборка, унифицированные модульные конструкции, предварительно изготовленные на заводе, быстровозводимые модульные здания, высокая скорость строительства.

S.A. SYCHEV, Candidate of Sciences (Engineering) (sasychev@ya.ru)

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

Automated System for High-Speed Erection of Buildings from Modules and Modular Systems

The most time-consuming stage in the process of erecting building constructions is the process of pre-installation and verification of building structures. The automated control system of technological process provides automated collection and processing of information necessary to optimize the management of the object in accordance with the adopted criteria, and implementation of control actions on the process of construction of buildings of modular systems. The control object is a combination of technological equipment and the technological process of modules installation implemented on its base according to appropriate algorithms and regulations. System, built-in blocks for direct interaction with the operator, must contain lasers with emission wavelength in the visible range. In this case, optimal conditions for analyzing the current state of installation are provided and the minimization of the nomenclature of the used equipment of the measuring and information system is carried out.

Keywords: quick assembly, unified modular constructions, prefabricated in the factory, prefabricated modular buildings, high speed of construction.

Коренные преобразования в технике и технологии модульного строительства зданий, прорыв в технологии монтажных работ возможны только на основе внедрения новых плодотворных идей, связанных с появлением новых материалов, конструкций модулей, новых монтажных машин и роботов, новых методов производства монтажных работ и организации труда на строительной площадке. Внедрение интенсивных технологий на базе передовой техники, роботов, прогрессивных технологических процессов и гибких технологий производства монтажных работ позволяет создавать принципиально новые ресурсо-энергосберегающие, безотходные, малооперационные эффективные технологии.

Актуальность рассматриваемых вопросов подчеркивается наличием серьезных недостатков в строительстве зданий из модулей, связанных с незавершенной проработкой промышленных методов и способов монтажа модулей, отсутствием на стройках перспективных средств механизации и автоматизации монтажа модулей [1–6].

Наиболее трудоемким этапом в процессе монтажа строительных конструкций является процесс предварительной установки и выверки строительных конструкций. Ни уровень технологической оснастки, ни методы контроля положения конструкции в пространстве не отвечают возрастающим требованиям производства. Разрешение возникающих

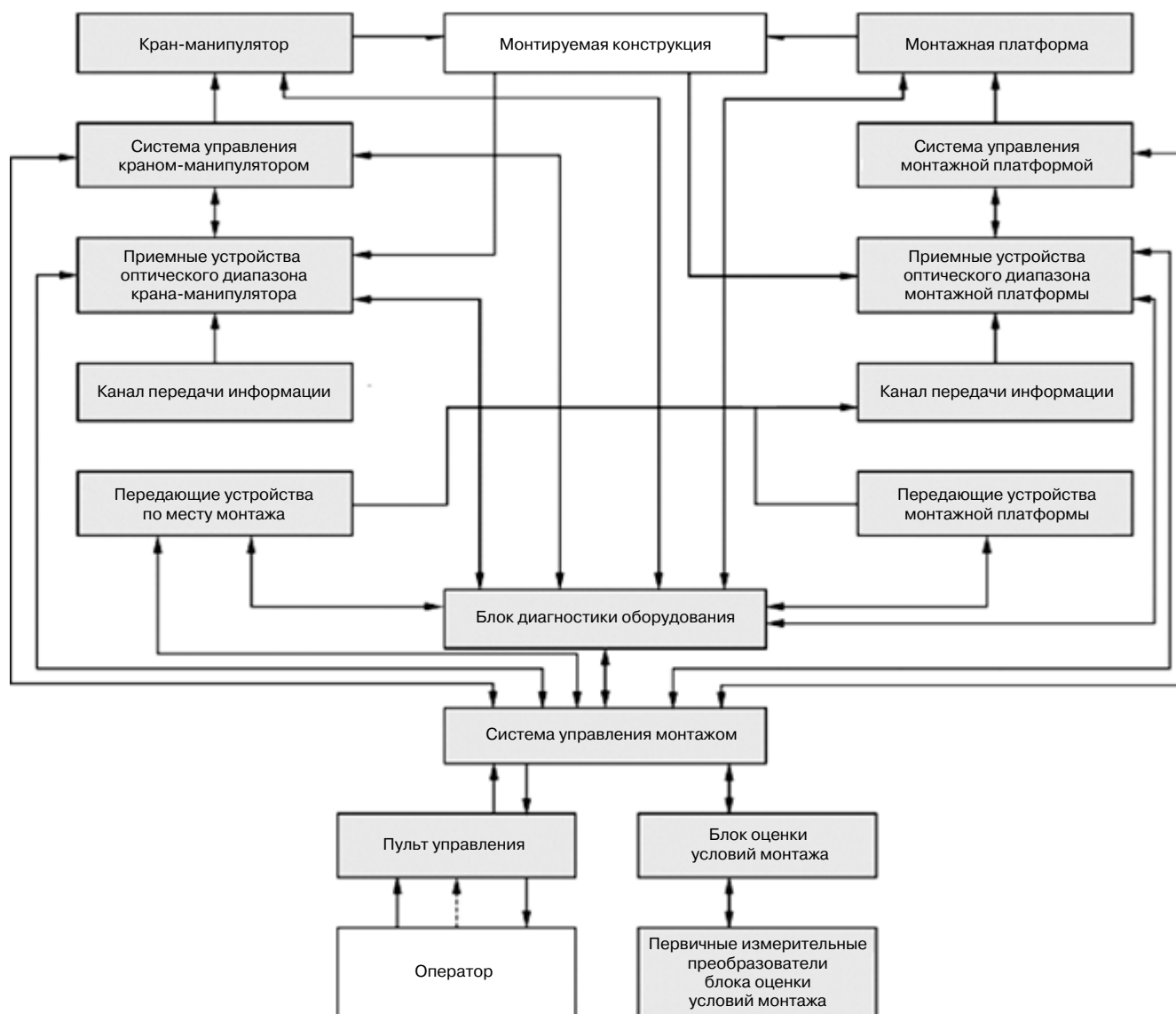
проблем возможно только при комплексной автоматизации и роботизации процесса монтажа модульных конструкций.

Схема автоматизированного и роботизированного взаимодействия крана-манипулятора и монтажной платформы представлена на рисунке.

Характер и содержание взаимодействия между оператором и монтажной машиной определяются особенностями выполняемых операций [7–12]. Подавляющая доля информации поступает к оператору через зрительный аппарат. Принципиальное значение при создании нового поколения строительной техники приобретает разработка информационно-измерительной системы, особенно системы, обеспечивающей организацию визуальной обстановки в кабине оператора. На пульте управления выводится информация оценки текущей ситуации, необходимая оператору для принятия решения о дальнейшем ходе технологического процесса. При возникновении нестандартных ситуаций оператор осуществляет переход на ручное управление.

Система обеспечивает управление периферийным оборудованием, а также блоками информационно-измерительной системы. Информационно-измерительная система определяет параметры, характеризующие технологический процесс.

Управление технологическим оборудованием может осуществляться в различных спектральных диапазонах.



Структурная схема взаимодействия крана-манипулятора и монтажной платформы для монтажа модулей здания

Информационно-измерительные системы обладают довольно высокой степенью взаимозаменяемости, но каждая из них имеет предпочтительную область применения, где ее использование оказывается экономически обоснованным. Перспективными в комплексах управления, технологическими процессами являются устройства, работающие в оптическом диапазоне. Их преимущества: возможность работы в оперативном и автономном режимах, устойчивость к электронным помехам. Оптические блоки достаточно легко интегрируются с электрическими, механическими или электронными системами. Измерительные устройства оптического диапазона обладают следующими достоинствами:

- 1) высокая информационная емкость оптического канала, так как частоты оптических колебаний в 35 раз выше, чем в диапазоне радиоволн. Малая длина волны обеспечивает высокую плотность записи информации в оптических запоминающих устройствах;
- 2) оптический сигнал характеризуется частотой, фазой, поляризацией и амплитудой, поэтому имеется возможность временной и пространственной модуляции, а следовательно, возможность работы с целыми изобра-

жениями или с изменением оптических сигналов в пространстве;

- 3) благодаря малой длине волны оптического излучения возможна дальнейшая микроминиатюризация функциональных компонентов.

Применение электромагнитного излучения в качестве источника информации о протекающих процессах позволяет получить их объективные характеристики и параметры. Оптическое излучение обладает высочайшей емкостью и пропускной способностью. Полезная информация может содержаться в амплитуде, частоте, фазе, в положении плоскости поляризации, в пространственной и временной структуре поля излучения, что способствует созданию многопараметрических и многоканальных систем передачи информации, а также управления технологическими процессами. Использование первичных измерительных преобразователей, работающих в оптическом диапазоне, позволяет значительно повысить точность прибора, при снижении его массо-габаритных показателей. Учитывая специфику строительного производства, следует признать более высокую эффективность систем активного типа. Они

включают в свой состав передающие устройства, излучающие сигнал, и приемные устройства, регистрирующие сигнал от передатчика. Сенсоры пассивного типа имеют только приемное устройство, которое регистрирует излучение внешней среды.

Для создания контрольно-измерительной системы, работающей в автоматизированном режиме, необходимо: получить высокое значение полезного сигнала (соотношения сигнал/фон); обеспечить спектральный диапазон работы, удобный для принятия решения человеком-оператором.

При разработке аппаратуры, работающей в активном режиме, важное значение имеет выбор как длины волны передающего устройства, так и тип источника излучения. Различают источники некогерентного и когерентного излучения. К искусственным некогерентным излучателям относят лампы накаливания, люминесцентные и газоразрядные источники света, светодиоды и некоторые другие.

Применение некогерентных источников излучения ограничено в точной измерительной технике из-за ряда существенных свойств подобных элементов.

В качестве излучателей оптических передатчиков предпочтительно применение лазеров, которые обладают свойствами высокой монохроматичности, когерентности, направленности и интенсивности. Они могут работать в непрерывном и импульсном режимах, обладают высокими эксплуатационными свойствами. Излучение квантового генератора монохроматично. Ширина спектра полупроводникового лазера 10 нм, а ширина спектра излучения лампы накаливания больше на несколько порядков, составляя по меньшей мере 10 нм. Благодаря этому соотношение сигнал/фон (сигнал/помеха) квазимонохроматических систем значительно выше, а следовательно, устройства эффективнее по помехозащищенности, способности принятия решения и т. д. Кроме того, применение лазеров значительно повышает информационную емкость сигнала (для одинаковых длин волн оптических передатчиков).

При работе по удаленным объектам снижение угла расходимости на выходе передатчика необходимо для получения высокого углового разрешения, максимальной плотности энергии на приемной апертуре. Точность определения координат объекта, обеспечение большей дальности действия оптико-электронного прибора (ОЭП) прямо связаны с расходимостью пучка. Поэтому в строительных системах предпочтение следует отдавать направленным источникам излучения – лазерам. Благодаря малой расходимости лазер является высокоинтенсивным излучателем даже в случае малой мощности. Интенсивность позволяет повысить контрастность изображения, а значит, повысить точность изображения.

Анализ пооперационной схемы монтажа показывает, что необходимо иметь несколько передающих систем. Передатчики устанавливаются на монтажную платформу, при этом обеспечивается наведение манипулятора крана с грузом в захватный механизм монтажной платформы. Пространственная ориентация монтажной платформы, а также размещенной в ней монтируемой сборной строительной конструкции осуществляется с помощью системы передатчиков, установленных непосредственно на строящемся объекте. Оптические первичные измерительные преобразователи размещают на манипуляторе крана и монтажной платформе. Они обладают высокой точностью, компактны, устойчивы в различных режимах работы, нечувствительны

к электронным помехам, могут быть установлены в недоступных зонах или в агрессивных средах. Лучи от лазерных передающих устройств попадают на приемники, размещенные на платформе. Исполнительные устройства обрабатывают команды с блока управления. Платформа будет перемещаться в пространстве до тех пор, пока не займет положение, соответствующее проектному. Применение лазерной техники позволяет увеличить дальность действия системы и повысить ее точность (до 1 мм на 100 м дистанции и менее).

С пульта управления рабочего места оператора производится выбор монтируемой конструкции, при этом определяется вариант технологического процесса. Команды, формируемые в блоке управления, поступают на вход технологического оборудования. Платформа с размещенной на ней сборной строительной конструкцией под действием исполнительных устройств будет изменять свое положение в пространстве, до тех пор пока устанавливаемый элемент не займет проектное положение, определяемое маяками-передатчиками. В процессе монтажа непрерывно контролируются координаты конструкции в пространстве.

Текущие данные с первичных измерительных преобразователей поступают в блок управления, где осуществляется анализ обстановки. Данные о текущем положении элемента в пространстве, окончании монтажа, об аварийных условиях монтажа отображаются устройствами индикации рабочего места оператора.

Выводы.

1. При контроле качества и точности технологического процесса монтажа сборных модульных конструкций следует отдавать предпочтение системам активного типа. В качестве источников излучения необходимо использовать лазеры. Выбор длины волны источника излучения осуществляется исходя из энергетических, массогабаритных, точностных и иных требований к аппаратуре.
2. Системы, встраиваемые в блоки непосредственного взаимодействия с оператором, должны содержать лазеры с длиной волны излучения в видимом диапазоне. При этом обеспечиваются оптимальные условия для анализа текущего состояния монтажа, осуществляется минимизация номенклатуры задействованной аппаратуры информационно-измерительной системы. Во всех иных случаях задача носит поливариантный характер.

Список литературы

1. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Быков В.Л., Князь И.П., Ерофеев П.Ю. Теория и практика использования быстровозводимых зданий. СПб.: Гуманистика, 2004. 463 с.
2. Афанасьев А.А. Технология возведения полносборных зданий. М.: АСВ, 2000. 287 с.
3. Сычев С.А. Системный анализ технологий высокоростного строительства в России и за рубежом // *Перспективы науки*. 2015. № 9 (72). С. 45–53.
4. Афанасьев А.В., Афанасьев В.А. Организация строительства быстровозводимых зданий и сооружений. Быстровозводимые и мобильные здания и сооружения: перспективы использования в современных условиях. СПб.: Стройиздат, 1998. С. 226–230.
5. Верстов В.В., Бадьин Г.М. Особенности проектирования и строительства зданий и сооружений в Санкт-

- Петербурге // *Вестник гражданских инженеров*. 2010. № 1 (22). С. 96–105.
- Николаев С.В. СПКД – система строительства жилья для будущих поколений // *Жилищное строительство*. 2013. № 1. С. 7–15.
 - Сычев С.А. Моделирование технологических процессов ускоренного монтажа зданий из модульных систем // *Монтажные и специальные работы в строительстве*. 2015. № 11. С. 18–25.
 - Day A. When modern buildings are built offsite. *Building engineer*. 2010. № 86 (6), pp. 18–19.
 - Allen E., Iano J. *Fundamentals of building construction: Materials and methods*. J. Wiley & Sons. 2004, 28 p.
 - Fudge J., Brown S. Prefabricated modular concrete construction. *Building engineer*. 2011. № 86 (6), pp. 20–21.
 - Staub G., Dörrhöfer A., Rosenthal M. *Components and systems: Modular construction: Design, structure, new technologies*. Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München, 2008. 34 p.
 - Knaack U., Chung-Klatte Sh., Hasselbach R. *Prefabricated systems: Principles of construction*. De Gruyter. 2012. 67 p.
 - Sychev S.A. System analysis technology of high-speed construction in Russia and abroad. *Perspektivy nauki*. 2015. No. 9, pp. 45–53. (In Russian).
 - Afanas'ev A.V., Afanas'ev V.A. Organizacija stroitel'stva bystrovozvodimyh zdaniy i sooruzhenij. *Bystrovozvodimye i mobil'nye zdaniya i sooruzhenija: perspektivy ispol'zovaniya v sovremennyh uslovijah* [The organization of construction of the fast-built buildings and constructions. The fast-built and mobile buildings and constructions: prospects of use in modern conditions]. Saint-Petersburg: Strojizdat, 1998, pp. 226–230. (In Russian).
 - Verstov V.V., Badyin G.M. Features of design and construction of buildings and constructions in St. Petersburg. *Vestnik gragdanskih ingenerov*. 2010. No. 1, pp. 96–105. (In Russian).
 - Nikolaev S.V. SPKD – system of construction of housing for future generations. *Zhilishchnoe Stroitelstvo* [Housing construction]. 2013. No. 1, pp. 7–15. (In Russian).
 - Sychev S.A. Modelirovanie tekhnologicheskikh protsessov uskorennoogo montazha zdanii iz modul'nykh sistem. *Montazhnye i special'nye raboty v stroitel'stve*. 2015. No. 11, pp. 18–25. (In Russian).
 - Day A. When modern buildings are built offsite. *Building engineer*. 2010. No. 86 (6), pp. 18–19.
 - Allen E., Iano J. *Fundamentals of building construction: Materials and methods*. J. Wiley & Sons. 2004, 28 p.
 - Fudge J., Brown S. Prefabricated modular concrete construction. *Building engineer*. 2011. No. 86 (6), pp. 20–21.
 - Staub G., Dörrhöfer A., Rosenthal M. *Components and systems: Modular construction: Design, structure, new technologies*. Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München, 2008. 34 p.
 - Knaack U., Chung-Klatte Sh., Hasselbach R. *Prefabricated systems: Principles of construction*. De Gruyter. 2012. 67 p.

References

- Asaul A.N., Kazakov Ju.N., Bykov B.L., Knjaz' I.P., Erofeev P.Ju. *Teoriya i praktika ispol'zovaniya bystrovozvodimyh zdaniy* [The theory and practice of use of the fast-built buildings]. Saint-Petersburg: Gumanistika, 2004. 463 p. (In Russian).
- Afanas'ev A.A. *Tehnologija vozvedeniya polnosbornyh zdaniy* [Technology of construction of prefabrication buildings]. Moskva: ASV, 2000. 287 p. (In Russian).

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК
РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО ПО МЕХАНИКЕ ГРУНТОВ, ГЕОТЕХНИКЕ И ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЮ

Санкт-Петербург, СПбГАСУ

1–3 февраля 2017 г.

Анализ причин развития аварийных ситуаций при проектировании и строительстве фундаментов зданий и сооружений: научная научно-техническая конференция по геотехнике с зарубежным участием

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ОСНОВАНИЙ, ФУНДАМЕНТОВ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ОСНОВНЫЕ ТЕМАТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Специальные полевые и лабораторные методы исследования физико-механических характеристик грунтов;
- Численное моделирование системы: «основание-фундамент-здание» в программных комплексах;
- Новые перспективные конструктивно-технологические решения при строительстве оснований, фундаментов, подземных сооружений и высотных зданий;
- Новое строительство и реконструкция зданий и сооружений в плотной городской застройке и в условиях структурно-неустойчивых грунтов;
- Геотехническое обоснование и научно-техническое сопровождение инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации оснований фундаментов, подземных и земляных сооружений;
- Геотехнический мониторинг при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений;
- Анализ причин развития аварийных ситуаций при проектировании и строительстве фундаментов зданий и сооружений.

Контактные данные:

Дьяконов Иван Павлович, зам. ответственного секретаря конференции, тел.: 8 (921) 348-98-29.

Чистякова Людмила Петровна, зав. лабораторией кафедры Геотехники.

Адрес секретариата: 190005, Санкт-Петербург, 3-я Красноармейская ул., д. 7, СПбГАСУ, кафедра Геотехники

Как подготовить к публикации научно-техническую статью



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

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

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

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

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

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

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

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

3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.

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

ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Уважаемые коллеги!

Подписку на журнал «Жилищное строительство»
всегда можно оформить через редакцию.

Для этого необходимо прислать заявку в произвольной форме
по тел./факсу: (499) 976-22-08, 976-20-36 или по эл. почте: mail@rifsm.ru.

В заявке надо указать название организации (для выставления счета),
юридический и почтовый адреса, телефон и контактное лицо.

Открыта **подписка на электронную версию** журнала:

<http://rifsm.ru/page/5/>



На почте подписку можно оформить:

По объединенному каталогу «Пресса России»

индекс **70283**



По каталогу агентства «Роспечать»

индекс **79250**

Оставайтесь
с нами!



БЕЛГОРОДСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА

» БЕЛЭКСПОЦЕНТР

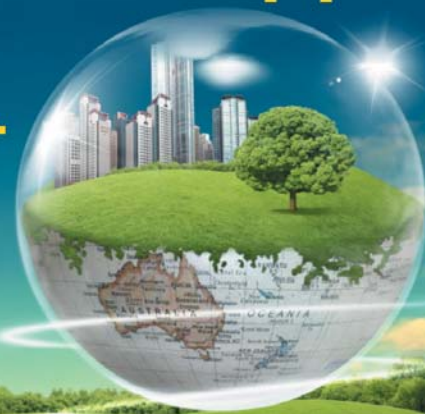
10 - 12 августа 2017

XIII БЕЛГОРОДСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

XIV межрегиональная специализированная выставка

СОВРЕМЕННЫЙ ГОРОД

Стройиндустрия.
Энергетика. Ресурсосбережение.
Экология



ВКК "БЕЛЭКСПОЦЕНТР", г. Белгород, ул. Победы, 147 А

Тел.: (4722) 58-29-40, 58-29-48, 58-29-41

E-mail: belexpo@mail.ru; www.belexpocentr.ru



КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Десятая международная специализированная выставка

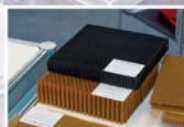
28 февраля - 2 марта
2017

Россия, Москва,
ЦВК «Экспоцентр», павильон 1

Основные разделы выставки:

- Сырье для производства композитных материалов, компоненты: Наполнители и модификаторы
- Стеклопластик (пластик, армированный стекловолокном), углепластик (пластик, армированный углеродным волокном), графитопластик, базальтопластик, базальтовые волокна, древесно-полимерный композит (ДПК), искусственный камень, искусственный мрамор, металлокомпозиты, нанокомпозиты, биокомпозиты и т.д.
- Полуфабрикаты (препреги)
- Инженерные пластики
- Промышленные (готовые) изделия из композитных материалов
- Оборудование и технологическая оснастка для производства композитных материалов
- Инструмент для обработки композитных материалов
- Измерительное и испытательное оборудование
- Компьютерное моделирование

Специальный раздел выставки: КЛЕИ И ГЕРМЕТИКИ



выставка участник системы



независимый выставочный аудит

Параллельно проводится выставка:

ПОЛИУРЕТАНЭКС

Девятая международная специализированная выставка
www.polyurethanex.ru

Информационная поддержка:



Дирекция:

Выставочная Компания «Мир-Экспо»
115230, Россия, Москва, Хлебозаводский проезд, дом 7, строение 10, офис 507
Тел.: 8 495 988-1620 | E-mail: info@composite-expo.ru | Сайт: www.composite-expo.ru

YouTube youtube.com/user/compoexporussia @compoexporus

Организаторы:



ПОЛИУРЕТАНЭКС

Девятая международная специализированная выставка

28 февраля - 2 марта
2017

Россия, Москва,
ЦВК «Экспоцентр», павильон 1

Основные разделы выставки:

- Сырье для производства полиуретанов
- Оборудование и станки для производства и переработки полиуретанов
- Обслуживание
- Тестовое оборудование
- Конечная продукция
- Производство лакокрасочных материалов (ЛКМ)
- Использование полиуретанов в:
 - машиностроении, - автомобилестроении, - строительстве (теплоизоляция),
 - железнодорожном транспорте (вкл. вагоностроение), - авиационном транспорте, - трубопроводном транспорте, - электротехнике, - изготовлении товаров бытового назначения, - обувной промышленности, - легкой промышленности, - медицине, - мебельной промышленности, - химической промышленности, - строительной индустрии, - горнообогатительной промышленности, - металлургии.

Специальный раздел выставки: КЛЕИ И ГЕРМЕТИКИ



выставка участник системы



независимый выставочный аудит

Параллельно проводится выставка:

КОМПОЗИТ-ЭКСПО

10-я международная специализированная выставка
www.composite-expo.ru

Информационная поддержка:



Дирекция:

Выставочная Компания «Мир-Экспо»
115230, Россия, Москва, Хлебозаводский проезд, дом 7, строение 10, офис 507
Тел.: 8 495 988-1620 | E-mail: info@polyurethanex.ru | Сайт: www.polyurethanex.ru

YouTube youtube.com/user/polyexporu @polyexporus

Организатор:

