



ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

научно-технический и производственный журнал

www.rifsm.ru

издается с 1958 г.

Разрядно-импульсная технология

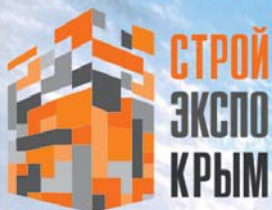
- свайные поля под фундаменты любой сложности;
- усиление и увеличение несущей способности оснований и фундаментов буринъекционными сваями с применением разрядно-импульсной технологии с повышенной несущей способностью до 200тн;
- производство работ по устройству свайных фундаментов в стесненных условиях городской застройки;
- устройство шпунтового ограждения котлованов и грунтовых анкеров-РИТ;
- предотвращение аварийных ситуаций зданий и сооружений;
- усиление оснований фундаментов зданий без остановки действующего предприятия или отселения жильцов.



Научно-производственная фирма «ФОРСТ»

г.Чебоксары, ул. Калинина, д.109а тел.:+7(8352)63-37-06 факс.:+7(8352)28-28-28

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



VIII ВЫСТАВКА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

СТРОИТЕЛЬСТВО АРХИТЕКТУРА ТЕХНОЛОГИИ

20-22 ОКТЯБРЯ

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ:

- Строительство и проектирование
- Строительные материалы и оборудование
- Фасады, кровля и изоляция
- Двери, окна, автоматика
- Климатические технологии
- Интерьер, декор, свет
- Альтернативные источники энергии



Организатор выставки:
м/т: +7(978) 900 90 90
т/ф: +7(3652) 620 670
www.expocrimea.com



Место проведения:
РФ, Республика Крым,
г.Ялта, ул. Дражинского 50,
ГК «ЯЛТА-ИНТУРИСТ»

Официальная поддержка:



НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

22-24 ноября 2017 г. Екатеринбург

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

СОВРЕМЕННЫЙ АВТОКЛАВНЫЙ ГАЗОБЕТОН



Соорганизатор



Генеральный спонсор компания



Конференция приурочена к 10-летию создания Национальной Ассоциации производителей Автоклавного Газобетона, и по традиции затронет широкий круг вопросов отрасли производства автоклавного газобетона:

- Развитие отрасли автоклавного газобетона в условиях спада строительства. Статистика производства. Место на рынке стеновых материалов. Прогноз развития рынка АГБ. Особенности производства и применения на постсоветском пространстве.
- Продажи в условиях кризиса. Стратегия продвижения ячеистого бетона в условиях развития конкурентных стеновых материалов. Конкуренция внутри отрасли. Развитие методик продаж.
- Оптимизация производства автоклавного газобетона. Применение новых материалов, оборудования и технологий, позволяющих сократить производственные издержки и повысить качество выпускаемой продукции. Информационные технологии как инструмент для оптимизации производства.
- Расширение номенклатуры выпускаемой продукции. Новая продукция из автоклавного газобетона. Изменение формы блока с целью повышения герметичности кладки. Плиты и перемычки из АГБ. Теплоизоляционные ячеистые бетоны автоклавного твердения: особенности производства, существующие и потенциальные области применения. Сборно-монолитные перекрытия с внешним армированием растянутой зоны тонкостенной несъемной опалубкой.
- Совершенствование методов испытания автоклавного газобетона. Оценка прочности при испытании блоков, уточнение масштабных коэффициентов.
- Исследование процессов формирования газобетонной структуры. Изучение физических процессов, протекающих при автоклавной обработке газобетона. Модификация состава и структуры введением комплексных добавок.
- Проблемы применения автоклавного газобетона. Изучение трещинообразования в конструкциях из автоклавного газобетона, выработка методов повышения трещиностойкости. Применение в помещениях с влажными и мокрыми режимами эксплуатации. Армирование кладки из АГБ. Материалы для армирования.
- Пенополиуретановый клей как альтернатива цементно-песчаным смесям. Опыт применения и ассортимент ППУ-составов. Оценка прогнозной долговечности ППУ кладочного шва в АГБ кладке. Прочностные и деформационные характеристики кладки АГБ на пенополиуретановом клее.
- Изменение нормативной базы производства и применения АГБ.

Оргкомитет конференции: +7 904 634 38 88; e-mail: as@gazo-beton.org; http://gazo-beton.org; http://naag.pf. Контактное лицо: Анастасия Смирнова

Учредитель журнала
АО «ЦНИИЭП жилища»

Ежемесячный научно-технический
и производственный журнал

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

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

Главный редактор

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

Редакционный совет:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Авторы

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

Редакция

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

Перепечатка

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

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

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Издается с 1958 г.

9'2017

Подземное строительство

Р.А. МАНГУШЕВ, И.П. ДЬЯКОНОВ, Л.Н. КОНДРАТЬЕВА

Границы практического применения свай «Фундекс» в условиях слабых грунтов 3

С.С. ЗУЕВ, О.А. МАКОВЕЦКИЙ

Оценка величины технологических деформаций при устройстве
грунтобетонных элементов 9

И.В. НИКОНОВА, Н.С. СОКОЛОВ

Строительство и территориальное освоение оползнеопасных склонов
Чебоксарского водохранилища 13

И.В. МАНЯХИН

Расчетный прогноз влияния инфильтрации атмосферных осадков
на устойчивость склонов, сложенных щебенисто-глинистыми грунтами 20

Н.С. СОКОЛОВ

Фундамент повышенной несущей способности с использованием
бурионъекционных свай ЭРТ с многоместными уширениями 25

И. А. САЛМИН

Мониторинг ограждающей конструкции глубокого котлована 29

О.С. ГЛОЗМАН

Определение классификации и типологии подземной инфраструктурной
зоны города 35

Комплексное освоение территории в ЖК «Некрасовка» в Москве (Информация) 40

Градостроительство и архитектура

И.Л. КИЕВСКИЙ, В.О. ПЕТРУХИН, О.А. ВОЛОХИНА

Информационно-аналитическое сопровождение программы «Моя улица»
на примере ремонта фасадов зданий на благоустраиваемых улицах 42

Founder of the journal

AO «TSNIIEP 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),
AO «TSNIIEP zhilishcha» (Moscow)*

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

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

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

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

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

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

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

MANGUSHEV R.,
*Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS
(Saint- Petersburg)*

SUBBOTIN O.,
Doctor of Architecture (Krasnodar)

The authors

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

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

Reprinting

and reproduction of articles, promo-
tional and illustrative materials are
possible only with the written permis-
sion of the editor-in-chief.

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

ZHILISHCHNOE STROITEL'STVO

Published since 1958

9'2017

Underground construction

R.A. MANGUSHEV, I.P. DIAKONOV, L.N. KONDRAT'EVA

Limits of Practical Application of «Fundex» Piles under Conditions of Weak Soils 3

S.S. ZUEV, O.A. MAKOVETSKY

Evaluation of Value of Technological Deformations when Arranging
Soil-Concrete Elements. 9

I.V. NIKONOROVA, N.S. SOKOLOV

Construction and Territorial Development of Landslide Slopes
of the Cheboksary Water Reservoir 13

I.V. MANIAKHIN

Design Forecast of Influence of Atmospheric Precipitation Infiltration
on Stability of Slopes Formed by Gravel-Clay Soils 20

N.S. SOKOLOV

Foundation of Increased Bearing Capacity Constructed with Use
of Bored-Injection Edt-Piles with Multiple Enlargements 25

I.A. SALMIN

Monitoring of the Enclosing Structure of a Deep Pit 29

O.S. GLOZMAN

Definition of Classification and Typology of the City Underground Infrastructural Zone 35

Complex Development of Territory at Housing Cooperative (HC) «Nekrasovka»
in Moscow (*Information*). 40

Town planning and architecture

I.L. KIEVSKY, V.O. PETRUKHIN, O.A. VOLOKHINA

Information-Analytical Support of the «My Street» Program on the Example
of Repair of Building Facades on Landscaped Streets. 42

УДК 624.1

Р.А. МАНГУШЕВ, член-кор. РААСН, д-р техн. наук (ramangushev@yandex.ru),
И.П. ДЬЯКОНОВ, инженер (idjkanv@yandex.ru), Л.Н. КОНДРАТЬЕВА, д-р техн. наук

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

Границы практического применения свай «Фундекс» в условиях слабых грунтов

Описаны основные положения полевых исследований завинчиваемых свай с теряемым наконечником в условиях слабых грунтов и существующей застройки Санкт-Петербурга. Авторами изучались как напряженно-деформируемое состояние грунтов, так и несущая способность по материалу сваи. Оба фактора рассматривались с учетом технологии изготовления и конструктивных особенностей рабочего органа, которым выполняется скважина. Напряженно-деформированное состояние оценивалось количественно с помощью метода статического зондирования грунтов. Основным выводом данной оценки является определение размеров зоны влияния сваи на окружающий грунтовый массив, а также получена степень снижения характеристик грунтов после изготовления сваи. Несущая способность сваи по материалу оценивается с точки зрения полученных дефектов ствола сваи. Дан анализ влияния способа бетонирования методом свободного сбрасывания на расслоение бетонной смеси. В ходе разрушающего контроля выбуренных образцов бетона из тела изготовленной сваи были проанализированы изменение ее прочности по высоте. Представлены рекомендации по контролю качества изготовления, предварительной оценки риска возникновения дефектов и влияния устройства свайного поля на окружающую застройку.

Ключевые слова: сваи «Фундекс», несущая способность, дефекты буронабивных свай, технологическое влияние.

Для цитирования: Мангушев Р.А., Дьяконов И.П., Кондратьева Л.Н. Границы практического применения свай «Фундекс» в условиях слабых грунтов // *Жилищное строительство*. 2017. № 9. С. 3–8.

R.A. MANGUSHEV, Corresponding Member of RAACS, Doctor of Sciences (Engineering), (ramangushev@yandex.ru),
I.P. DIAKONOV, Engineer (idjkanv@yandex.ru), L.N. KONDRAT'eva, Doctor of Sciences (Engineering)

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

Limits of Practical Application of «Fundex» Piles under Conditions of Weak Soils

Basic principles of field tests of screwed piles with a lost shoe under conditions of weak soils and the existing development of Saint-Petersburg are described. The authors studied the stress-strain state of soils and also bearing capacity of the pile material. Both factors were considered with due regard for the manufacturing technology and design features of the working body which was used for well-drilling. The stress-strain state was evaluated quantitatively with the help of the method of cone penetration test. The main conclusion of this evaluation is the determination of sizes of the zone of pile influence on the surrounding soil array; the level of reducing soils characteristics after pile installation was also obtained. The bearing capacity of the pile material is assessed by observation of defects of the pile shaft. An analysis of the influence of the concreting method by the method of free dropping on the concrete mix disintegration is presented. In the process of destroying test of the concrete samples drilled out of the body of the ready pile, changes in its strength along the height were analyzed. Recommendations on the control over the fabrication quality, preliminary assessment of the risk of defects appearance and as well as the impact of the pile field on the surrounding development are presented.

Keywords: «Fundex» piles, bearing capacity, defects of cast-in-situ bored piles, technological effect.

For citation: Mangushev R.A., Diakonov I.P., Kondrat'eva L.N. Limits of practical application of «Fundex» piles under conditions of weak soils. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 9, pp. 3–8. (In Russian).

Устройство свай без выемки грунта в общем случае позволяет повышать несущую способность свай путем уплотнения околосвайного массива. Данное преимущество перед буровыми сваями определило широкую популярность буронабивных свай. Последние, в свою очередь, между собой отличаются типами рабочих органов, которыми устраивается скважина, и методом подачи бетонной смеси. Рассмотрим подробнее голландскую технологию «Фундекс», широко распространенную в Санкт-Петербурге. Согласно данной технологии скважина образуется завинчиванием инвентарной обсадной трубы с теряемым наконечником. После достижения проектной отметки в обсадную трубу опускается арматурный каркас, а бетонная смесь подается методом свободного сбрасывания по мере извлечения обсадной трубы. Исходя из описанной последовательности

производства работ окончательная несущая способность сваи по грунту должна быть не менее величины несущей способности забивных свай заводского изготовления, что и подразумевается рекомендациями российских нормативных документов. Однако при проведении предпроектных и контрольных испытаний прослеживается тенденция заниженной несущей способности по сравнению с результатами расчета. Учитывая повсеместность применения данной технологии в Санкт-Петербурге, необходимо, принимая во внимание как положительный, так и отрицательный опыт строительства, дать область применения свай «Фундекс» для различных грунтовых условий.

В геологическом отношении условия центральной части Санкт-Петербурга характеризуются сильносжимаемыми водонасыщенными пылевато-глинистыми отложениями, ко-

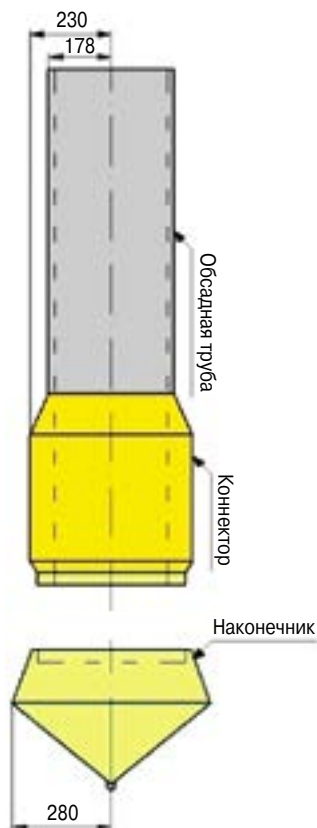


Рис. 1. Принципиальная схема конструкции рабочего органа буровой установки

торые распространяются до глубины от 20 до 35 м. Ниже, под сильносжимаемыми четвертичными отложениями залегают моренные грунты, которые, как правило, и являются надежным несущим слоем свайных фундаментов. В верхней части грунтового основания расположены плотные пески, мощность которых не превышает 10 м.

В подобных грунтовых условиях требуется, пройдя слабые разнородные грунты, доводить острие свай до грунтов дочетвертичных отложений, заходя в последние на 1–3 м. В результате боковая поверхность свай чаще всего сложена тиксотропными глинистыми грунтами, чувствительными к любым технологическим воздействиям. Таким образом, основную долю в несущую способность набивных свай вносят боковое и лобовое сопротивление грунтов преимущественно нижней части свай, где расположены мало- и среднедеформируемые грунты.

На основе исследований напряженно-деформированного состояния массива грунта около свай «Фундекс» [1] были сформулированы некоторые рекомендации о применимости результатов статического зондирования при оценке несущей способности по грунту [2] и перечне распространенных дефектов ствола свай [3].

В ходе дальнейших исследований была выполнена обработка архивных испытаний свай [4], предложена типизация основных дефектов бетона свай и обоснованы причины их возникновения [5]. Комплексное изучение перечисленных вопросов осуществлялось путем проведения дополнительных многочисленных полевых исследований грунтового массива в условиях свайного поля на каждом этапе производства работ: устройство одиночной сваи, откопка свай с последующим разрушающим контролем, мониторинг

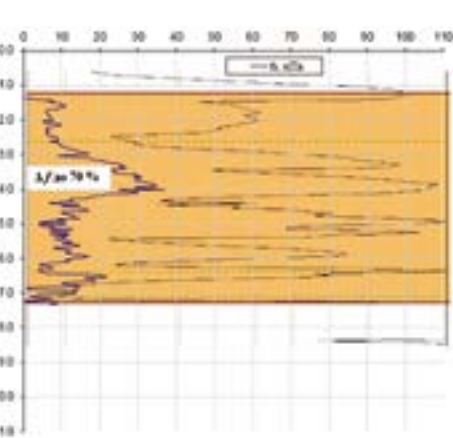
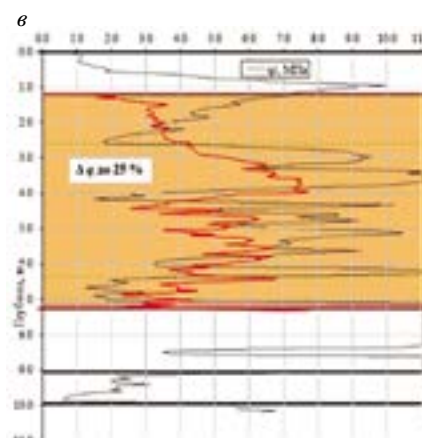
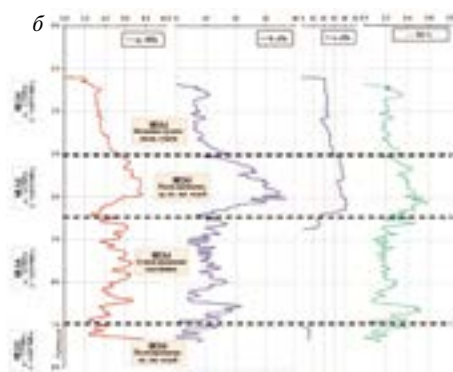


Рис. 2. Результаты полевых исследований грунтов при устройстве одиночной сваи: а – фотофиксация выполнения зондирования; б – результаты зондирования после устройства сваи; в – сопоставление результатов зондирования до и после устройства сваи

деформаций существующих зданий при устройстве отдельных свай и свайного поля.

Результаты обработки архивных данных полевых испытаний свай позволили сделать вывод о неудовлетворительной сходимости данных испытаний с расчетными величинами несущей способности. В частности, отмечено, что предельная нагрузка при испытаниях существенно ниже расчетной величины несущей способности, при этом до 70% несущей способности в условиях слабых грунтов обеспечивается нижней частью свай.

Этот вывод также следует из имеющихся конструктивных особенностей рабочего органа установки по изготовлению свай «Фундекс». Теряемый наконечник существенно превышает диаметр обсадной трубы, следствием чего является образование зазора по боковой поверхности свай до 0,1 м. Основная схема рабочего органа буровой установки для свай диаметром $d = 0,5$ м представлена на рис. 1.

Как видно из рисунка, рабочий орган не имеет постоянного диаметра, состоит из различных конструктивных элементов, а этапы устройства подразумевают подъемно-опускные работы.

Таким образом, следует полагать, что при устройстве сваи имеет место следующий механизм изменения напряженно-деформированного состояния. При погружении обсадной трубы с теряемым наконечником грунт вытесняется в стороны, происходит уплотнение пылевато-глинистых грунтов и переуплотнение песков средней плотности. Далее за счет наличия зазора грунт претерпевает разгрузку в горизонтальном направлении при обратном перемещении на 0,1 м. После укладки бетонной смеси и извлечения обсадной трубы грунт также перемещается в горизонтальном на-

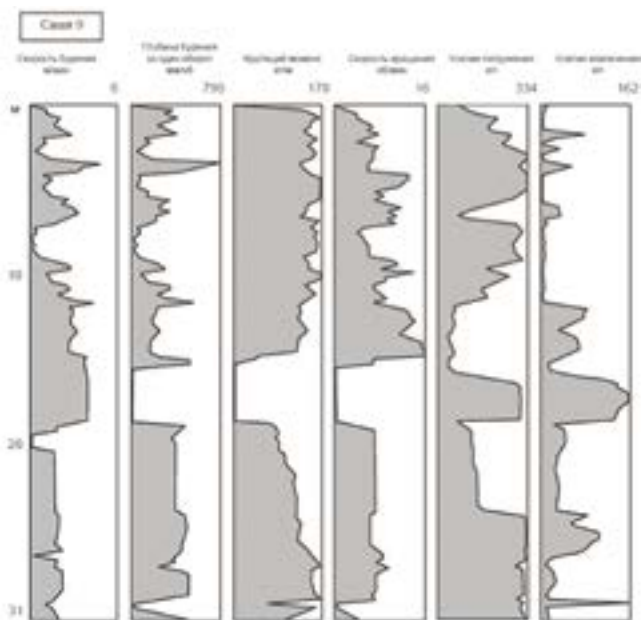


Рис. 3. Пример показателей данных бортового компьютера буровой установки

правлении в зависимости от гидростатического давления бетонного раствора на стенки скважины.

Стоит отметить, что важной составляющей на этих этапах является наличие напорных грунтовых вод и динамический напор как следствие высокой скорости погружения рабочего органа в водонасыщенные грунты.

Для количественной оценки изменения напряженно-деформированного состояния окружающего сваю грунтового массива применялось статическое зондирование типа *СРТу* (с возможностью измерения порового давления) в зоне устройства опытной сваи длиной $L = 31$ м и диаметром $d = 0,5$ м на различных расстояниях.

В результате исследования было отмечено, что наибольшие изменения происходят на расстоянии от одного до двух диаметров свай. Наиболее чувствительным параметром является величина f – трение по муфте зонда, через которую пересчитывалась консистенция грунта I_L [6]. На рис. 2 представлено сопоставление результатов зондирования грунтового основания до и после устройства буронабивной сваи.

После 28 сут экспериментальная свая была испытана статической вертикальной нагрузкой. Испытания показали, что максимальная несущая способность по результатам испытаний была более чем на 30% ниже расчетной величины. Из анализа графика испытания следует, что 60% несущей способности было реализовано за счет грунта под наконечником сваи, что согласуется с выводами статьи [4] о пропорции разделения несущей способности сваи «Фундекс» в указанном соотношении.

В соответствии с гипотезой [7] трение по боковой поверхности полностью реализовывается после достижения сдвиговой осадки; отмечено, что последняя, согласно результатам статистической обработки для свай «Фундекс», будет находиться в пределах 1–1,5 см, что вдвое меньше аналогичной характеристики для забивной сваи.

Принимая во внимание важность доведения сваи до малосжимаемых грунтов, следует выполнять непосредственный контроль устройства каждой сваи. Наличие бортовых компьютеров на буровых установках позволяют регистри-

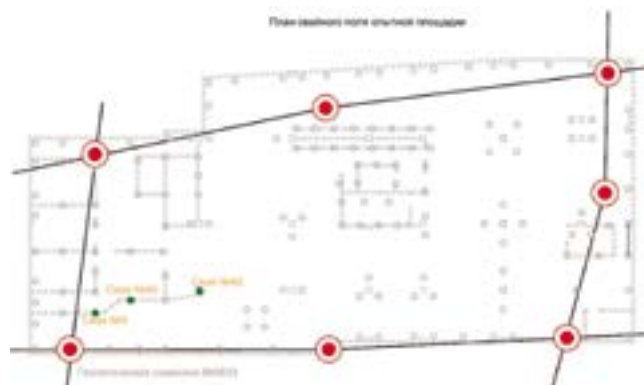


Рис. 4. План свайного поля опытной площадки

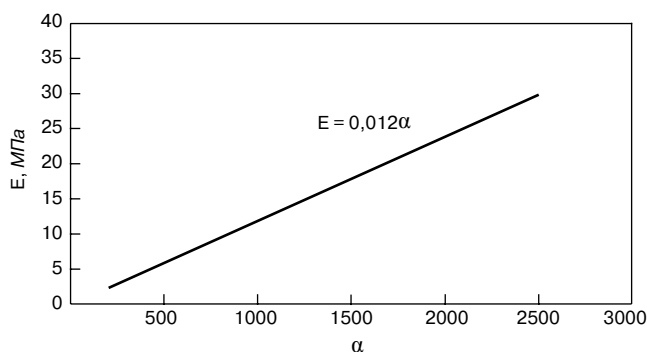


Рис. 5. Эмпирический коэффициент для оценки модуля деформации грунтов по показаниям контрольно-измерительной аппаратуры буровых установок

ровать ряд таких данных, как усилие вдавливания, момент вращения, скорость погружения обсадной трубы и многие другие характеристики (рис. 3). На опытной площадке были выполнены сваи с записью бортового оборудования в зоне одной из инженерно-геологических скважин (рис. 4).

В результате полевых исследований предложена эмпирическая величина α , основное назначение которой – определение модуля деформации грунта. Коэффициент α определяется отношением крутящего момента [кНм] к величине n [мм/об], характеризующей глубину погружения бурового снаряда за один оборот. Соответственно формула для определения коэффициента α :

$$\alpha = \frac{M}{n}.$$

Проанализировав по глубине график α с напластованием грунтов по данным инженерно-геологической колонки, авторами был построен график для определения модуля общей деформации (рис. 5).

При использовании данного графика представляется возможным устанавливать модуль деформации грунтов, прорезаемых сваями по параметрам контрольно-измерительной аппаратуры бортового компьютера буровой установки.

Полученная в ходе исследования напряженно-деформированного состояния массива грунта активная зона влияния при устройстве одиночной сваи вытеснения может быть использована в качестве оценки минимального расстояния до зданий соседней застройки при выполнении около них свайных работ.

Как показали результаты мониторинга, при устройстве свай с вытеснением на площадках, сложенных водонасыщенными пылевато-глинистыми грунтами, наблюдается первоначальное поднятие части зданий, построенных на

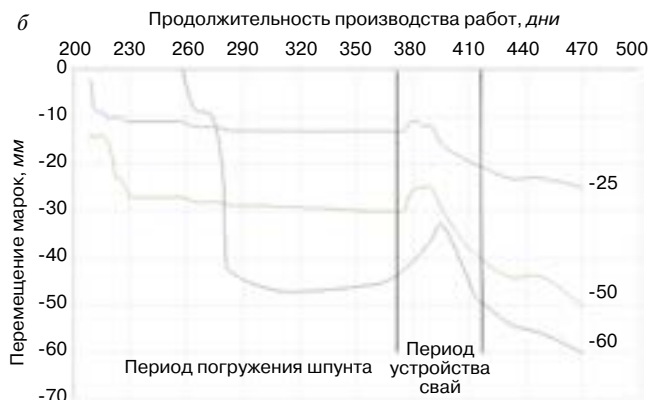
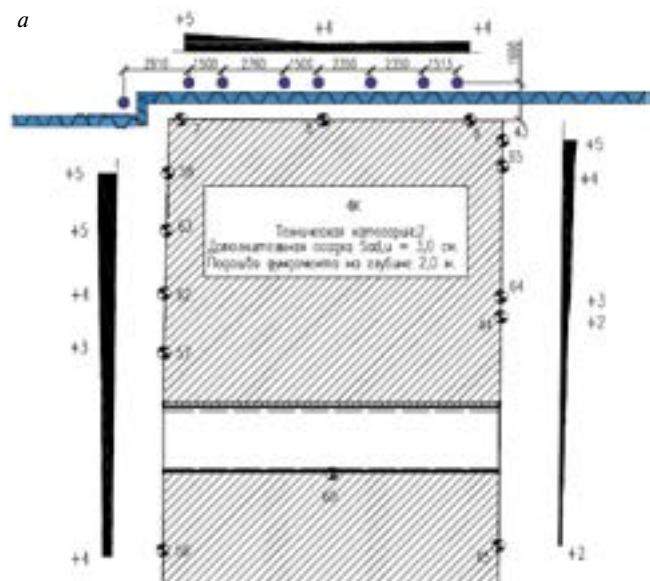


Рис. 6. Результаты исследования влияния погружения группы свай на существующие здания: а – план существующего здания и погружаемых свай; б – результаты мониторинга окружающей застройки

фундаментах мелкого заложения и расположенных вблизи производства работ, а в дальнейшем их неравномерная осадка. Так, при устройстве свай вытеснения типа «Фундекс» на расстоянии до двух метров от стен сооружений такой подъем может достигать 30 мм.

В работе [8] отмечен случай, когда тяжелый пятиэтажный дом получил подъем 40 мм при погружении 153 свай за 19 дней. При этом фронт работ двигался в сторону соседнего здания, нагоняя, тем самым на него волну выпора. В последующие три года здание получило осадку 10 см.

По разным оценкам, зона избыточного порового давления варьируется в пределах 10–15 диаметров свай [9]. После устройства свай рассеивание порового давления будет происходить в радиальном направлении от свай, что приведет к уплотнению грунта – его осадке. Как правило, рассеивание порового давления происходит в течение нескольких суток.

Релаксацией вытесненного грунта может объясняться и наблюдающийся в ряде случаев эффект засасывания изготовленной сваи в водонасыщенных связных грунтах. Эффект засасывания является свидетельством переуплотнения грунтов: при уплотнении содержание воды в грунте будет снижаться, а сдвиговая прочность возрастать.

Для подтверждения справедливости вышесказанного были проведены опытные погружения ряда свай около суще-

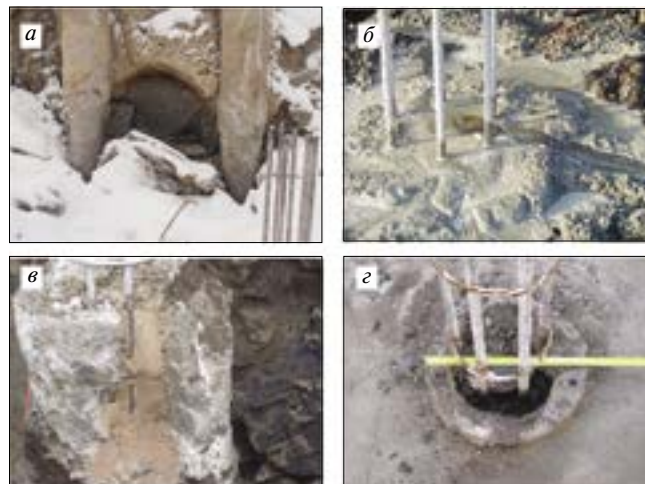


Рис. 7. Дефекты ствола свай: а – уменьшение поперечного сечения; б – эффект «плачущих свай»; в – включения песка; г – пустоты, микроканалы

ствующих зданий. Здания представляли собой пятиэтажные кирпичные жилые дома на фундаментах мелкого заложения с глубиной заложения фундаментов 2 м. Радиус активной зоны по результатам зондирования составил 2 м, что соответствует четырем диаметрам свай. Вдоль здания № 1 (рис. 6, а) сваи погружались на расстоянии 2 м, вдоль здания № 2 – на расстоянии 3 м. Возле каждого здания за одну смену погружалось 8 свай, после чего производились ежедневные измерения деформаций зданий. На рис. 6 представлены результаты исследований погружения группы свай.

Результаты геодезических наблюдений (данные предоставлены компанией ООО «ГЕОМАКС») показали, что здание № 1 получило максимальную деформацию подъема 5 мм, после которой произошла последующая осадка 25 мм. Здание № 2 деформаций не получило.

Вопрос качества изготовления ствола свай также исследовался авторами на одной из площадок Санкт-Петербурга. Предметом исследования служил метод бетонирования свай – свободное сбрасывание бетонной смеси через верх обсадной трубы. Оценивалась степень расслоения бетонной смеси и косвенная оценка причин образования наиболее распространенных дефектов ствола свай «Фундекс»: уменьшение поперечного сечения свай (рис. 7, а); эффект «плачущих свай» (рис. 7, б); включения песчаных прослоек (рис. 7, в); пустоты, микроканалы (рис. 7, г).

Перечисленные дефекты негативно влияют на оценку несущей способности свай по материалу.

Заполнение скважины бетонным раствором производится порционно по 1,5 м³. Высота свободного сбрасывания бетонного раствора, как правило, не превышает 30 м. Для снижения эффекта расслоения при сбрасывании с высоты более 10–15 м различными стандартами организаций рекомендуется применение праймера. Напомним, что праймер представляет собой смесь, в равных долях состоящую из цемента, песка и воды. Полученный таким образом раствор предназначен для уменьшения расслоения бетона в нижней части свай. Однако количественная оценка влияния применения праймера на улучшение бетонной смеси отсутствует.

Неоднократно отмечено, что в случае от отказа применения праймера перед подачей бетонной смеси производитель работ провоцирует тем самым и так распространенный дефект у данной технологии – эффект «плачущих свай».

Крупный заполнитель (5–20 мм) при длине сважины (более 12 м) концентрируется у забоя сважины, в то время как цементное молоко – в ее верхней части. При последующем извлечении трубы и при наличии в пределах ствола сваи грунтовых вод создается поршневого эффект, при этом крупный заполнитель (щебень), скопившийся у забоя, служит как дренаж. При благоприятствующих (напорные грунтовые воды в прослойках песков пылеватых) инженерно-геологических условиях происходит механическая суффозия прилегающих пылевато-глинистых частиц. Таким образом, свая твердеет в условиях фильтрации воды, проходящей через тело сваи.

Степень расслоения бетонной смеси анализировалась в полевых условиях на опытной площадке в центральном районе Санкт-Петербурга на буронабивной свае диаметром 0,5 м и длиной 24 м. Контроль качества бетона осуществлялся разрушающим методом, а именно отбором контрольных кернов из верхней части сваи и в зоне теряемого наконечника. Бетонная смесь имела подвижность П4, а ожидаемый класс бетона – В25. При устройстве испытываемой сваи было принято решение о необходимости исключить арматурный каркас как неблагоприятный фактор, что позволило «изолированно» анализировать эффект распределения щебня по высоте сваи. Набор прочности тела сваи происходил в течение 90 сут. Далее нижняя часть сваи была извлечена из грунта для проведения разрушающего контроля бетона и оценки характера изменения щебенистой фракции отобранных кернов по длине сваи.

На рис. 8 представлен общий вид нижнего фрагмента сваи с теряемым наконечником после извлечения сваи из грунта.

На рис. 9 представлен характерный срез керна, отобранного в нижней части сваи, и выполнена количественная оценка щебенистой фракции.

При испытании на разрушение отобранных образцов по длине сваи отмечено неудовлетворительное значение класса бетона, а также неоднородность на сжатие по высоте ствола, а именно верхняя часть сваи характеризуется бетоном класса В7,5, нижняя часть – В22,7.

При этом отмечено, что нижняя часть характеризуется 30-процентным превышением ожидаемой величины содержания щебенистой фракции. На рис. 10 представлен характер распределения щебенистой фракции по длине сваи.

Представленный анализ говорит о расслоении бетонной смеси и ее неравномерном распределении по высоте тела сваи, что позволяет судить об отрицательном влиянии метода бетонирования (свободное сбрасывание) на однородность свойств бетона по длине тела изготовленной сваи вытеснения по технологии «Фундекс».

Другим отрицательным моментом метода бетонирования тела сваи путем сбрасывания раствора является плохая адгезия бетонной смеси и арматурного каркаса, что является благоприятной средой для фильтрации грунтовой воды и, как следствие, образования в бетоне микроканалов и вымывания вяжущего раствора (рис. 7, б–г). Перечисленные явления зачастую приводят к разрушению бетона сваи при нагружении оголовков, что неоднократно отмечалось авторами на строительных площадках.

На основании изложенного материала можно сформулировать следующие выводы.

Результаты статического зондирования околосвайного массива показали существенное снижение характеристик



Рис. 8. Общий вид исследуемого нижнего фрагмента сваи после откопки

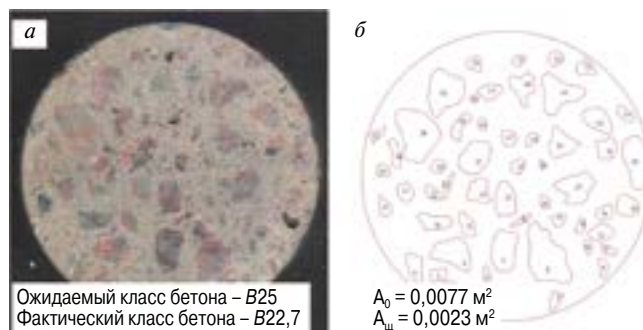


Рис. 9. Характерный срез выбуренного керна на глубине 24 м: а – вид керна перед испытанием; б – оценка щебенистой фракции; A_0 – общая площадь торцевой части керна; A_{Σ} – суммарная площадь щебенистой фракции



Рис. 10. Характер распределения щебенистой фракции по длине сваи

грунта в зоне, определяемой четырьмя диаметрами сваи. Величина увеличения показателя консистенции грунтов непосредственно после изготовления сваи достигает 70% около боковой поверхности сваи. Длительный отдых сваи характеризуется снижением показателя пластичности до двух раз.

Работа одиночной сваи «Фундекс» по грунту определяется главным образом работой наконечника сваи. Технологические особенности производства работ приводят к образованию контактной зоны по боковой поверхности сваи с пониженными характеристиками грунта.

Учитывая особенности распределения несущей способности по боковой поверхности и под острием, важным критерием контроля качества при производстве работ является доведение сваи до малосжимаемых грунтов. Осуществлять оперативный контроль сжимаемости грунтов возможно по предложенным зависимостям (рис. 5).

Метод бетонирования (свободное сбрасывание) в условиях напорных грунтовых вод приводит к расслоению бе-

тонной смеси и активной фильтрации грунтовых вод через тело сваи. Результатом расслоения следует считать скопление крупной фракции в нижней части сваи, а результатом фильтрации – образование полостей, каверн и включений в теле сваи. Класс бетона по высоте исследуемой сваи изменяется в широких пределах, от В22,5 до В7,5.

В качестве дополнительных мероприятий рекомендуется повышать адгезию арматуры с бетоном путем предварительной обработки арматурных каркасов цементными растворами – праймерами. Это позволяет понизить риск возникновения фильтрации воды в теле сваи на этапе твердения бетонной смеси.

Для минимизации негативного влияния на существующие здания и сооружения следует выполнять работы с отступом 3–4 м и устраивать не более трех свай в день.

Список литературы

1. Мангушев Р.А., Ершов А.В., Ершов С.В. Экспериментальная оценка изменения состояния грунтового массива при изготовлении набивной сваи // *Научно-практические и теоретические проблемы геотехники: Межвузовский тематический сборник трудов*. 2009 Т. 1. С. 101–108.
2. Ершов А.В., Нутрихин В.В. Оценка несущей способности набивных свай с использованием данных статического зондирования // *Инженерные изыскания*. 2011. № 7. С. 42–52.
3. Мангушев Р.А. Буронабивные сваи «Фундекс»: достоинства и недостатки // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета*. 2013. № 31–2 (50). С. 264–271.
4. Дьяконов И.П., Конюшков В.В. Особенности работы набивной завинчиваемой сваи «Фундекс» в разнородных грунтах // *Вестник гражданских инженеров*. 2014. № 6. С. 116–120.
5. Дьяконов И.П. Влияние технологии изготовления на несущую способность материала набивной сваи // *Вестник гражданских инженеров*. 2017. № 1. С. 133–136.
6. Дьяконов И.П. Анализ работы сваи «Фундекс» в слабых глинистых грунтах // *Вестник гражданских инженеров*. 2017. № 3. С. 55–58.
7. Далматов Б.И., Лапшин Ф.К., Россихин Ю.В. Проектирование свайных фундаментов в условиях слабых грунтов. Ленинград: Стройиздат, 1975. С. 30–38.
8. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Гид по геотехнике. СПб.: ПИ «Геореконструкция», 2012. 284 с.
9. Мангушев Р.А., Конюшков В.В., Дьяконов И.П. Анализ практического применения завинчиваемых набивных свай // *Основания и фундаменты, механика грунтов*. 2014. № 5. С. 11–16.
10. Ван Виил А.Ф. Руководство по сваям «Фундекс». Нидерланды. 1982. С. 19–32.
11. Мангушев Р.А., Ершов А.В., Осокин А.И. Современные свайные технологии. М.: АСВ, 2010. 235 с.
12. Fleming K., Weltman A., Randolph M., Elson K. Piling Engineering. NY: Third Edition, 2009, pp. 127, 272–280.
13. Ван Импе В.Ф. Фундаменты глубокого заложения: тенденции и перспективы развития // *Реконструкция городов и геотехническое строительство*. 2005. № 9. С. 7–33.
14. Верстов В.В. Технология и комплексная механизация шпунтовых и свайных работ СПб.: Лань, 2012. С. 118–124.
15. Chandra. Prediction and Observation of Pore Pressure Due to Pile Driving. *Third International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering*. No. 1.66., St. Louis, Missouri 1993.
16. Dan A. Brown. Design and Construction of Continuous Flight Auger (CFA) Piles. *Geotechnical engineering circular*. USA. Washington 2007, No. 8, pp. 104–107, 42–43.

References

1. Mangushev R.A., Ershov A.V., Ershov S.V. Experimental assessment of change of a condition of the soil massif at production of a stuffed pile. *Nauchno-prakticheskie i teoreticheskie problemy geotekhniki: mezhvuzovskii tematicheskii sbornik trudov*. 2009. V. 1, pp. 101–108. (In Russian).
2. Ershov A.V., Nutrikhin V.V. Assessment of the bearing ability of stuffed piles with use of data of static soundin. *Inzhenernye izyskaniya*. 2011. No. 7, pp. 42–52. (In Russian).
3. Mangushev R.A. Fundeks bored piles: merits and demerits. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2013. No. 31–2 (50), pp. 264–271. (In Russian).
4. D'yakonov I.P., Konyushkov V.V. Features of work of the stuffed screwed-up pile of «Fundeks» in diverse soil. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2014. No. 6, pp. 116–120. (In Russian).
5. D'yakonov I.P. Influence of manufacturing techniques on the bearing ability of material of a stuffed pile. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2017. No. 1, pp. 133–136. (In Russian).
6. D'yakonov I.P. The analysis of work of a pile of «Fundeks» in weak clay soil. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2017. No. 3, pp. 55–58. (In Russian).
7. Dalmatov B.I., Lapshin F.K., Rossikhin Yu.V. Proektirovanie svainykh fundamentov v usloviyakh slabyykh gruntov [Design of the pile bases in the conditions of weak soil]. Leningrad: Stroizdat, 1975, pp. 30–38.
8. Ulitskii V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Gid po geotekhnike [Gid on geotechnics]. Saint Petersburg: Georekonstruktsiya, 2012. 284 p.
9. Mangushev R.A., Konyushkov V.V., D'yakonov I.P. The analysis of practical application of the screwed-up stuffed piles. *Osnovaniya i fundamenty, mekhanika gruntov*. 2014. No. 5, pp. 11–16. (In Russian).
10. Van Viil A.F. Rukovodstvo po svayam «Fundeks». Niderlandy. 1982, pp. 19–32.
11. Mangushev R.A., Ershov A.V., Osokin A.I. Sovremennye svainye tekhnologii [Modern pile technologies]. Moscow: ASV, 2010. 235 p.
12. Fleming K., Weltman A., Randolph M., Elson K. Piling Engineering. NY: Third Edition, 2009, pp. 127, 272–280.
13. Van Impe W.F. Deep foundation: trends and development. *Reconstructcia gorodov i geotekhnicheskoe stroitelstvo*. 2005. No. 9, pp. 7–33. (In Russian).
14. Verstov V.V. Tekhnologiya i kompleksnaya mekhanizatsiya shpuntovykh i svainykh rabot [Technology and complex mechanization of tongue-and-groove and pile works]. Saint Petersburg: Lan', 2012, pp. 118–124.
15. Chandra. Prediction and Observation of Pore Pressure Due to Pile Driving. *Third International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering*. No. 1.66., St. Louis, Missouri 1993.
16. Dan A. Brown. Design and Construction of Continuous Flight Auger (CFA) Piles. *Geotechnical engineering circular*. USA. Washington. 2007, No. 8, pp. 104–107, 42–43.

УДК 624.138

С.С. ЗУЕВ¹, зам. директора (s.zuev@inbox.ru); О.А. МАКОВЕЦКИЙ², канд. техн. наук

¹ ОАО «Нью Граунд» (614081, г. Пермь, ул. Кронштадтская, 35)

² Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614019, г. Пермь, Комсомольский пр., 29)

Оценка величины технологических деформаций при устройстве грунтобетонных элементов

Производство работ по устройству подземных частей зданий и сооружений с применением струйной цементации необходимо выполнять с учетом возможного развития технологических осадок основания. Основным методом контроля развития технологических осадок является мониторинг, геодезический и аппаратный. В статье приведены опытные данные мониторинга технологических осадок в характерных геотехнических ситуациях и проведен анализ динамики их развития.

Ключевые слова: струйная цементация грунта, технологические осадки, геодезический мониторинг.

Для цитирования: Зуев С.С., Маковецкий О.А. Оценка величины технологических деформаций при устройстве грунтобетонных элементов // *Жилищное строительство*. 2017. № 9. С. 9–12.

S.S. ZUEV¹, Deputy Director (s.zuev@inbox.ru); O.A. MAKOVETSKY², Candidate of Sciences (Engineering)

¹ OAO "New Ground" (35, Kronshtadskay Street, 614081, Perm. Russian Federation)

² Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky Prosoect, 614019, Perm. Russian Federation)

Evaluation of Value of Technological Deformations when Arranging Soil-Concrete Elements

Works for construction of underground parts of buildings and structures with the use of jet cementation is necessary to conduct with due regard for possible development of technological settlements of the base. The main method for control over the development of technological settlements is geodesic and hardware monitoring. The article presents the experimental data of the monitoring of technological settlements in characteristic geotechnical situations and conducts the analysis of the dynamic of their development.

Keywords: jet cementation of soil, technological settlements, geodesic monitoring.

For citation: Zuev S.S., Makovetsky O.A. Evaluation of value of technological deformations when arranging soil-concrete elements. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 9, pp. 9–12. (In Russian).

При проектировании новых объектов в городской и промышленной застройке необходимо выполнение расчета по деформациям как новых зданий, так и существующих соседних. На процесс трансформации НДС «основание – здание – окружающая застройка» существенное влияние оказывают физико-механические характеристики грунтового массива; технология устройства котлована и ограждающей конструкции; технология подготовки искусственного основания; последовательность возведения подземной и надземной частей здания. Дополнительные осадки от строительно-технологических воздействий могут вызвать потерю устойчивости основания существующих фундаментов. Осадки этого вида вызываются вибрацией грунта, фундамента и наземных конструкций вследствие погружения свай и шпунта молотами разного типа или вибраторами; созданием вблизи строительного котлована глубже подошвы существующих фундаментов; промораживанием при зимнем ведении земляных работ; плавунным разжижением грунта под фундаментами при открытой откачке подземной воды, поступающей в котлован; отклонением шпунтовых стен котлована [1, 2].

Особое внимание следует уделять работам по преобразованию строительных свойств грунта различными методами: уплотнением грунтов трамбовками, шнековыми буроинъекционными сваями, нагнетанием в грунтовое про-

странство цементного раствора под большим давлением. Пример площадки строительства с выполнением такого рода работ показан на рис. 1.

Анализ теоретических решений по оценке НДС оснований при различных технологиях устройства искусственно улучшенных оснований показывает, что при применении этих методов в грунтовой массиве развиваются остаточные деформации, увеличивается плотность, растут компоненты напряжений, которые частично релаксируются, а частично остаются [3].



Рис. 1. Работы по устройству подземной части здания в пределах существующей застройки

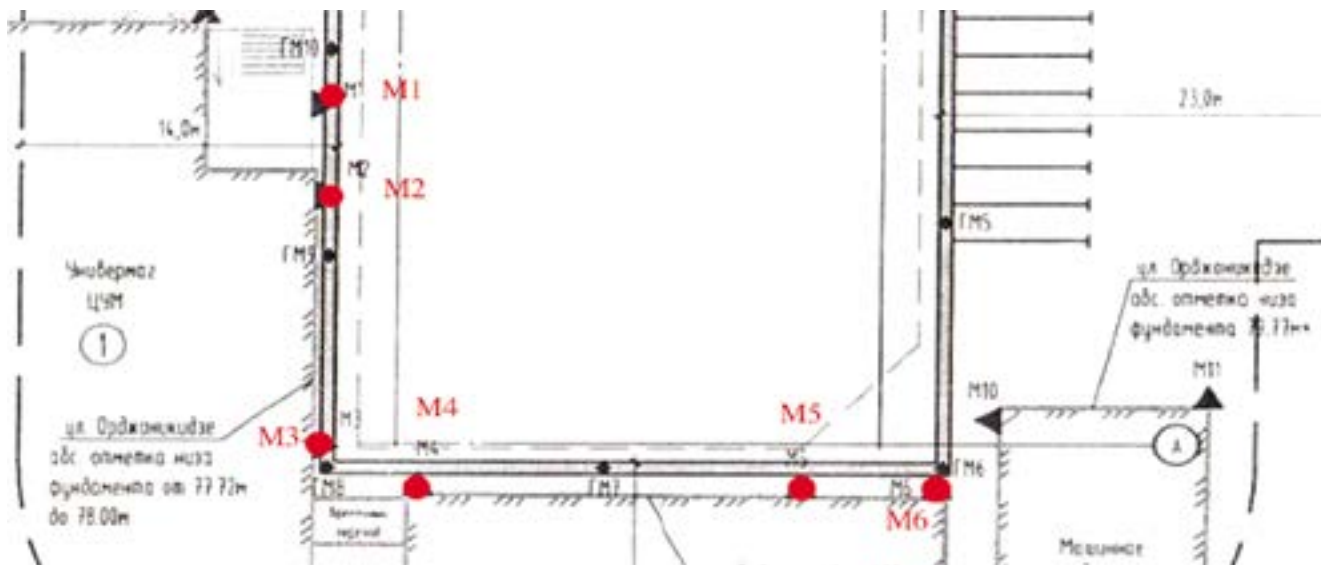


Рис. 2. Схема контрольных точек измерения вертикальных перемещений основания при устройстве геотехнического барьера

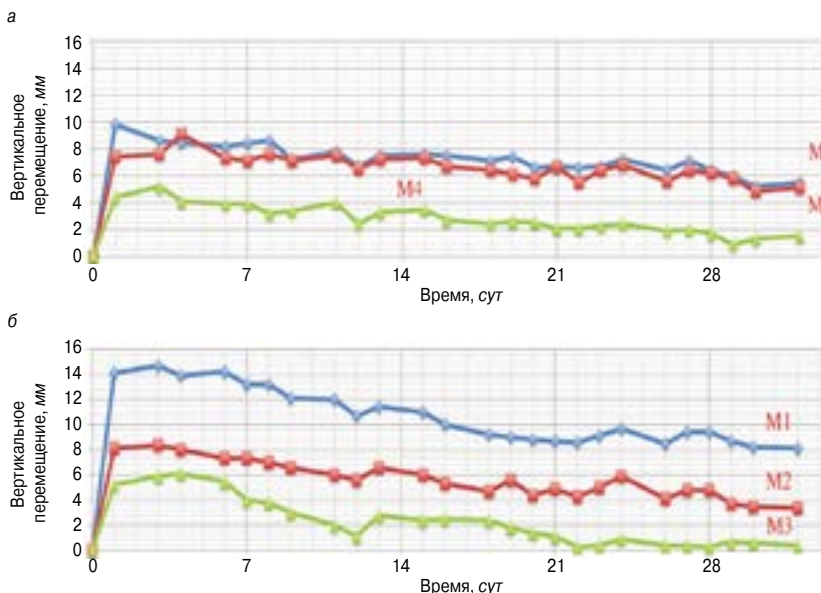


Рис. 3. Вертикальные перемещения основания отдельно стоящих фундаментов (а) и фундаментной плиты (б) при устройстве геотехнического барьера глубиной 36 м



Рис. 4. Устройство грунтобетонных элементов под существующей нагруженной фундаментной плитой

Для определения возможных условий применения струйной цементации грунта в непосредственной близости от существующих фундаментов в зависимости от характера развития и величины технологических осадок при устройстве грунтобетонных элементов выполняется геодезический и аппаратный мониторинг.

Наиболее характерные геотехнические ситуации, в которых выполнялся мониторинг процесса струйной цементации грунта, были проанализированы с учетом данных по динамике развития технологических осадок.

Технологические деформации окружающей застройки

Вертикальные перемещения определялись путем высокоточного геометрического нивелирования II класса точности с помощью цифрового нивелира Dini 03 № 708419 и с использованием инварной штрих-кодовой рейки. Точность проводимых измерений – 0,2 мм. В соответствии с указаниями Руководства [4] измерения проводились одним горизонтом в прямом и обратном направлениях способом совмещения.

Геодезический мониторинг вертикальных перемещений основания существующих зданий при устройстве грунтобетонных элементов по технологии Jet-2 был выполнен при устройстве системы геотехнических барьеров глубиной 36 м от поверхности. На стенах зданий были закреплены геодезические марки, на площадке за пределами зоны влияния выполнен грунтовый репер. Схема расположения стеновых марок приведена на рис. 2. Марки M1-M3 были закреплены на здании с отдельно стоящими фундаментами под конструкции железобетонного каркаса, марки M4-M6 – на здании с единой фундаментной плитой под конструкции железобетонного каркаса. Давление

на основе под подошвой существующих фундаментов находится в пределах 200–250 КПа.

Измерения проводились в течение 32 дней (один раз в сутки) в период проведения работ по устройству грунтобетонных элементов. Результаты измерений приведены в виде графиков развития перемещений во времени на рис. 3.

Анализ проведенных измерений показал: технологические перемещения (подъем) отдельно стоящих фундаментов составляют 5–14 мм, фундаментной плиты – 4–10 мм и не превышают предельно допустимых значений дополнительных перемещений [5] для зданий, находящихся в работоспособном состоянии. С течением времени происходит снижение дополнительных напряжений в массиве грунта, вызванных технологическим процессом, снижение перемещений и их стабилизации на уровне 55–65% от первоначальной величины. Проведенные исследования применения технологии струйной цементации грунта в непосредственной близости от существующих зданий и сооружений показывают допустимость ее использования для устройства геотехнических барьеров при проведении ежесменного геодезического контроля.

Производство работ в условиях существующих фундаментов

Для обеспечения стабилизации недопустимых осадок в основании существующих фундаментов производится армирование жесткими грунтобетонными элементами, выполненными по технологии струйной цементации грунта [6, 7, 8].

Работы выполнялись в подвале существующего здания через пробуренные в фундаментной плите технологические отверстия (рис. 4). Последовательность проведения работ по устройству грунтобетонных элементов была определена в ходе компьютерного моделирования поведения системы основание – здание с учетом образования зон ослабления и повышения жесткости относительно грунта естественно-го сложения.

Во время производства работ велся ежедневный геодезический мониторинг за вертикальными перемещениями шести контрольных марок, закрепленных на внешней поверхности цокольной части здания. Графики и динамика развития технологических осадок основания приведены на рис. 5 а, б.

Период производства работ по развитию технологических осадок можно разделить на три характерных этапа. Выполнение грунтобетонных армирующих элементов в начальный момент времени резко снизило скорость нарастания осадок (0,3–0,5 мм/сут) за счет «опрессовки» цементным раствором зоны контакта фундаментной плиты с грунтом. Затем по мере развития зон ослабления в основании при устройстве грунтобетонных элементов (нуле-

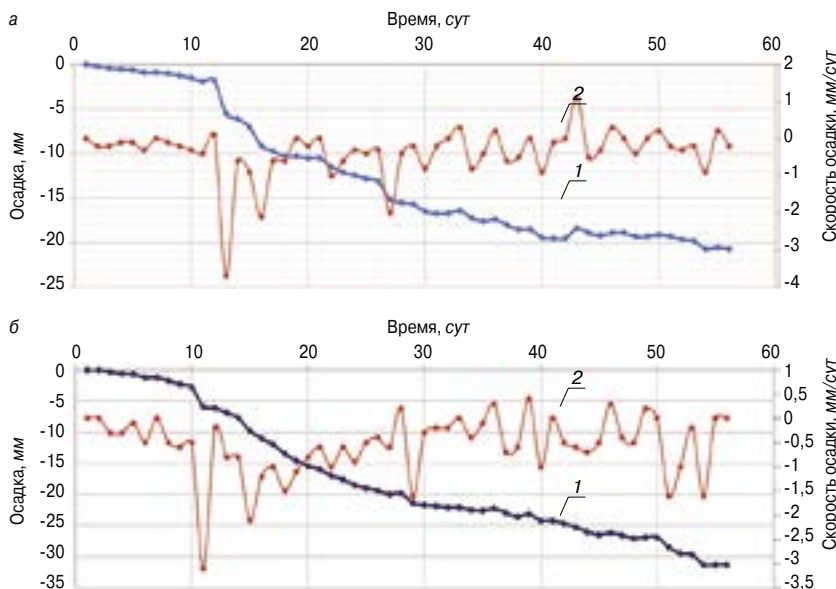


Рис. 5. Динамика развития технологических осадок при производстве работ под нагруженной фундаментной плитой: а – точка М1; б – точка М3; 1 – осадка; 2 – скорость осадки

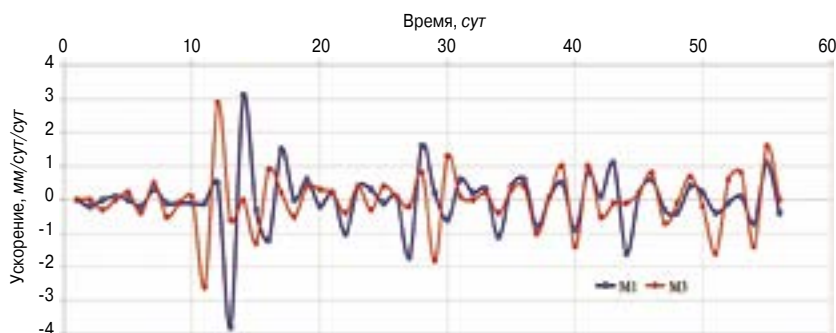


Рис. 6. Затухание технологической осадки в точках М1 и М3

вая прочность которых в течение 14 ч первичной кристаллизации приводит к развитию технологических осадок) скорость развития осадок снова возросла до 3–4 мм/сут. По мере набора прочности материалом армирующих элементов (14–28 сут) скорость развития осадок постепенно снижалась (1–1,5 мм/сут). Затем при достижении грунтобетоном проектной прочности и формировании жесткой сетки внутреннего армирования основания резко упала (0,2–0,3 мм/сут), что говорит о прекращении развития процесса ползучести и стабилизации осадок. Анализ графика



Рис. 7. Работы по устройству грунтобетонных элементов в непосредственной близости от существующих конструкций

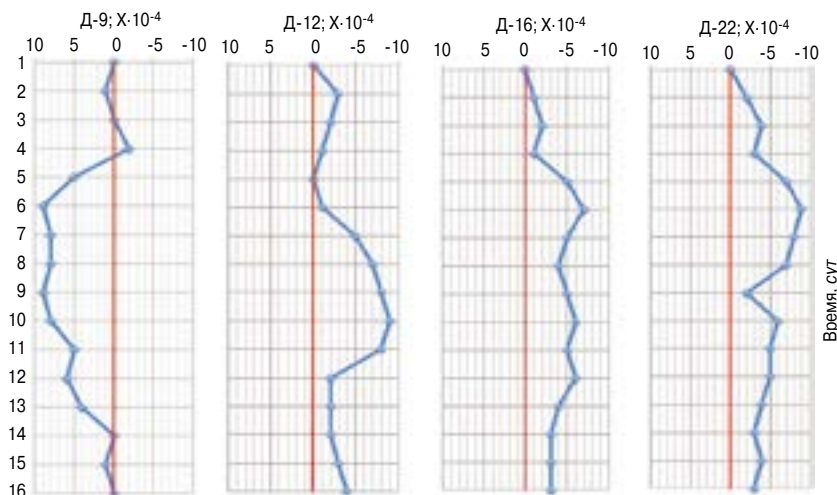


Рис. 8. Технологические деформации (относительные отклонения от вертикали) колонн Д-9, Д-12, Д-16, Д-22 при устройстве грунтобетонных элементов

развития ускорений технологических осадок показывает, что процесс их развития носит затухающий характер с постоянным снижением абсолютной величины ускорений.

Очень часто возникает вопрос сохранности существующих фундаментных конструкций при выполнении в непосредственной близости от них струйной цементации грунта.

В качестве объекта для выполнения аппаратного мониторинга рассмотрены колонны металлического каркаса промышленного здания при устройстве около них грунтобетонных элементов (рис. 7). В качестве контрольного параметра выбран угол отклонения оси колонн от вертикали.

Измерение положения (угла наклона) колонн проводилось с помощью системы мониторинга «Терем-4». Так как через уголки датчики жестко прикреплены к колоннам, по-

казания наклона датчиков соответствуют наклону колонн. Датчики были установлены на высоте ≈ 4 м от верха фундаментов колонн на приваренных к колоннам металлических уголках. Замеры значений углов наклона проводились с периодом в 1 ч. Обработка результатов (перевод углов наклона в относительный крен колонн) и построение графиков изменения крена колонн проводились с помощью программы Microsoft Office Excel. Результаты аппаратного мониторинга представлены в виде графиков на рис. 8.

За период проведения мониторинга значения величины крена колонн не превысили предельного значения – 0,002, фактические максимальные значения поперечного и продольного крена колонн за период наблюдений составили не более 0,001. Проведенные работы показали

возможность проведения работ в непосредственной близости от существующих конструкций фундаментов, что затем было подтверждено на других производственных площадках.

Проведенный анализ данных мониторинга характерных геотехнических ситуаций показал, что влияние, оказываемое технологическим процессом струйной цементации грунта на основание, требует постоянного контроля – определения необходимой последовательности выполнения работ и мониторинга за развитием технологических осадок основания. В этом случае величина дополнительных технологических осадок основания находится в допустимых пределах и не вызывает снижения механической безопасности и эксплуатационной надежности зданий и сооружений.

Список литературы

1. Астраханов Б.Н. Тенденции развития технологии устройства ограждения котлованов в условиях плотной городской застройки // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2002. № 4. С. 4–8.
2. Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Технологические осадки зданий и сооружений в зоне влияния подземного строительства. М.: АСВ, 2017. 168 с.
3. Тер-Мартirosян З.Г., Тер-Мартirosян А.З. Некоторые проблемы подземного строительства // *Жилищное строительство*. 2013. № 9. С. 2–5.
4. Руководство по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1975. 156 с.
5. Разводовский Д.Е. Допустимые деформации существующей застройки // *Вестник НТЦ «Строительство»*. 2017. Вып. 13. С. 106–121.
6. Маковецкий О.А., Зуев С.С., Хусаинов И.И. Обоснование применения искусственного основания «структурный геомассив» // *Жилищное строительство*. 2016. № 9. С. 23–27.
7. Karol Reuben H. Chemical grouting and soil stabilization. American Society of Civil Engineers, 2003. 536 p.
8. Henn Raymond W. Practical guide to grouting of underground structures. American Society of Civil Engineers, 1996. 200 p.

References

1. Astrakhanov B.N. Tendencies of development of technology of the device of a protection of ditches in the conditions of dense urban development. *Osnovaniya, fundamentey i mekhanika gruntov*. 2002. No. 4, pp. 4–8. (In Russian).
2. Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Technological rainfall of buildings and constructions in a zone of influence of underground construction. Moscow: ASV, 2017. 168 p.
3. Ter-Martirosyan Z.G., Ter-Martirosyan A.Z. Some problems of underground construction. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2013. No. 9, pp. 2–5. (In Russian).
4. Guide to observations of deformations of the bases and bases of buildings and constructions. Moscow: Stroyizdat, 1975. 156 p.
5. Razvodovsky D. E. Admissible deformations of the existing building. *Vestnik NTC «Stroitel'stvo»*. 2017. V. 13, pp. 106–121. (In Russian).
6. Makovetsky O.A., Zuev S.S., Khusainov I.I. Justification of application of the artificial basis «structural block». *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2016. No. 9, pp. 23–27. (In Russian).
7. Karol Reuben H. Chemical grouting and soil stabilization. American Society of Civil Engineers, 2003. 536 p.
8. Henn Raymond W. Practical guide to grouting of underground structures. American Society of Civil Engineers, 1996. 200 p.

УДК 624.1

И.В. НИКОНорова¹, канд. геогр. наук;
Н.С. СОКОЛОВ^{1,2}, канд. техн. наук (ns_sokolov@mail.ru), директор

¹ Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова
(428015, Россия, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский пр., 15)

² ООО НПФ «ФОРСТ» (428000, Россия, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Калинина, 109а)

Строительство и территориальное освоение оползнеопасных склонов Чебоксарского водохранилища

Проблемы строительства и территориального освоения оползнеопасных склонов достаточно сложны и требуют решения многих вопросов устойчивого развития и рационального природопользования. Бесконтрольное строительство с недостаточным учетом инженерно-геологических и гидрогеологических условий территории, усилившееся техногенное воздействие на склоновые поверхности в условиях разрастающейся урбанизации привели к возникновению серьезных проблем и аварийных ситуаций на побережьях многих волжских водохранилищ, в том числе Чебоксарского водохранилища, на территории Чебоксарского городского округа и прилегающих территорий Чувашии. Обоснованию возможности рационального строительного освоения оползнеопасных склонов Чебоксарского водохранилища (ООС ЧВ) с целью обеспечения населения Чувашской Республики качественными объектами капитального строительства, социальной и промышленной инфраструктуры посвящена данная статья.

Ключевые слова: оползневый склон, ландшафт, стенка срыва, водохранилище, капитальное строительство, противооползневые мероприятия, буроинъекционные сваи ЭРТ, грунтовые анкера.

Для цитирования: Никонорова И.В., Соколов Н.С. Строительство и территориальное освоение оползнеопасных склонов Чебоксарского водохранилища // *Жилищное строительство*. 2017. № 9. С. 13–19.

I.V. NIKONOROVA¹, Candidate of Sciences (Geographic)

N.S. SOKOLOV^{1,2}, Candidate of Sciences (Engineering) (ns_sokolov@mail.ru), Director

¹ Chuvash State University Named After I.N. Ulyanov (15, Moskovsky Avenue, Cheboksary, 428015, Chuvash Republic, Russian Federation)

² ООО PPF «FORST» (109a, Kalinina Street, Cheboksary, 428000, Chuvash Republic, Russian Federation)

Construction and Territorial Development of Landslide Slopes of the Cheboksary Water Reservoir

The problems of construction and territorial development of landslide-dangerous slopes are quite complex and require the solution of many issues of sustainable development and rational nature management. Uncontrolled construction with insufficient account of the geotechnical and hydrogeological conditions of the territory, the increased technogenic impact on sloping surfaces in the face of growing urbanization led to the emergence of serious problems and emergency situations on the coasts of many Volgas reservoirs, including the Cheboksary Reservoir, in the Cheboksary City District and adjacent areas Territories of Chuvashia. The article is devoted to the substantiation of the possibility of rational construction development of landslide-dangerous slopes of the Cheboksary water reservoir (LDS ChR) to provide the population of the Chuvash Republic with qualitative objects of capital construction, social and industrial infrastructure.

Keywords: landslide slope, landscape, wall of disruption, reservoir, capital construction, anti-landslide measures, flight augering piles-EDT, soil anchors.

For citation: Nikonorova I.V., Sokolov N.S. Construction and territorial development of landslide slopes of the Cheboksary water reservoir. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 9, pp. 13–19. (In Russian).

В пределах Чувашской Республики река Волга имеет протяженность 127 км. Здесь располагается нижний участок Чебоксарского водохранилища (так называемый верхний бьеф Чебоксарского водохранилища) и верхний участок Куйбышевского (так называемый нижний бьеф Чебоксарского водохранилища). Чебоксарская гидроэлектростанция (ГЭС) была построена в каскаде волжских гидроузлов последней. Гидроузел расположен в зоне выклинивания подпора Куйбышевского водохранилища (рис. 1). Пуск первого агрегата произошел в 1980 г., а в половодье 1981 г. было заполнено водохранилище до отметки 63 м. На этой отметке водохранилище эксплуатируется уже 36 лет. При проектировании и строительстве Чебоксарской ГЭС прогнозы по

изменению природной среды, в том числе и берегов, были выполнены в расчете на отметку 68 м. В результате все прогнозные величины по отступанию берегов, заиливанию дна, загрязнению воды, развитию флоры и фауны оказались несостоятельными. Эксплуатация водохранилища на незапланированном уровне привела к непредвиденным явлениям. Незнученным остался и вопрос о влиянии работы Чебоксарского гидроузла на нижележащее Куйбышевское водохранилище. В то же время усиленная антропогенная нагрузка верхней части склонов ведет к уменьшению их устойчивости, что может вызвать оползание части грунтов. Именно оползневые процессы представляют наибольшую опасность, так как их прогнозировать очень трудно (рис. 2).



Рис. 1. Чебоксарское водохранилище. Участок Чебоксары – Новочебоксарск, защищенный контрбанкетом



Рис. 2. Стенка срыва и головной блок оползня скольжения. Микрорайон «Волжский-1», г. Чебоксары (2006 г.)



Рис. 3. Одноярусный оползень скольжения с головным блоком сброса, Новое село, г. Чебоксары

Помимо интенсивного строительства жилых зданий, промышленных и сельскохозяйственных объектов активно ведутся земляные работы по правобережью (прокладка электро- и телефонных кабелей, ремонт теплотрасс и водоводов и др.). В результате нарушается режим подземных вод, что тоже может способствовать оползанию. Так, например, в 1973 г. при строительстве котлована Чебоксарской ГЭС оползнем был охвачен южный берег котлована и часть коренного склона. Объем оползшей массы грунта составил

около 200 тыс. м³. Временно была выведена из строя система водопонижения, ЛЭП, дорога. В 1981 г., на начало эксплуатации Чебоксарской ГЭС, от р. п. Васильсурска до плотины Чебоксарской ГЭС насчитывалось 65 новых оползней. Для сохранения прибрежных ландшафтов РусГидро, ведающая управлением эксплуатации Чебоксарского водохранилища, создала водоохранную зону, расположенную на расстоянии 1–3 км от уреза воды. Однако за годы эксплуатации ГЭС здесь было построено огромное количество дач, гаражей, баз отдыха.

К основным факторам оползнеобразования склонов Чебоксарского водохранилища, по мнению авторов, относятся: 1) *тектоническое положение* (спокойная в сейсмическом отношении плита в пределах Токмовского свода Волго-Камской антеклизы с фундаментом из архейско-нижнепротерозойских кристаллических пород); 2) *структурно-текстурные особенности* пород осадочного чехла (субгоризонтальное залегание, их трещиноватость в зоне выветривания, локальная экзогенная складчатость древнеоползневой типа); 3) *литолого-стратиграфическое строение* толщ пород коренной основы (терригенные преимущественно глинистые слабо аргиллитизированные породы верхней перми), покровные образования делювиальных склонов долин рек, погребенных балок и оврагов, выходящих устьевой частью к урезу водохранилища; 4) *геоморфологические особенности северной части Приволжской возвышенности* с отметками наиболее высокой миоценовой поверхности выравнивания около 210–215 м при межени отметках главного базиса эрозии Чувашии, от 53 м (Куйбышевское водохранилище, р. Волга) до 63 м (Чебоксарское водохранилище, р. Волга), наличие эрозионных и оползневых типов склонов с их предельными морфометрическими параметрами (высотой и крутизной); 5) *климатические и гидрологические условия умеренной зоны*, различно проявляющиеся на склонах различных генетических типов и экспозиций; 6) *гидрогеологические условия склоновых массивов*, преимущественно до глубины эрозионного вреза, являющиеся следствием их геологического строения, условий дренирования, рельефа и климата.

Гидрогеологические и гидрологические факторы влияют на поле напряжений в массиве, на сдвиговые характеристики грунтов, контролируют роль гидродинамического и гидростатического давления в устойчивости склонов.

Наблюдения авторов подтверждают все возрастающую роль хозяйственной деятельности человека в оползнеобразовании [2–9].

Оползнеопасные инженерно-геологические условия на склонах Чебоксарского водохранилища обусловлены сочетанием склоновых и волновых геодинамических процессов и литологией, представленной переслаиванием глинистых разностей с песчано-мергелистыми комплексами пермской системы палеозоя. Многие из представленных в Чувашии оползней активизировались в связи с интенсификацией хозяйственной деятельности и созданием Куйбышевского и Чебоксарского водохранилищ на р. Волга. Абразия волжских берегов осложняется склоновыми процессами, и формируются: *абразионно-оползневые, абразионно-обвальные, абразионно-осыпные, абразионно-аккумулятивные типы берегов водохранилищ.* Наибольшее распространение имеют оползни в местах, где берега сложены породами татарского яруса перми. В результате последовательно смещающиеся оползневые блоки захва-

тывают значительные части склонов и приводят к формированию ступенчатого рельефа. В верхнепермских породах при относительных высотах 30–50 м и крутизне 15–30° формируются оползни-блоки. По степени проявления оползневых процессов они относятся к II и III категориям опасности. Размеры сместившихся оползневых блоков достигают размеров 50–70 на 40–60 м. Высоты стенок срыва до 20–30 м. Длина стенки срыва у фронтальных оползней достигает 130–170 м. Оползни образуют хорошо выраженные полуцирки, фронтальные террасы и имеют характерные стенки срыва, языковые части и валы выпирания. При крутизне основания склона до 20° в связи с созданием водохранилища стали формироваться оползни-сплывы.

На основе методики С.И. Болысова и др. с дополнениями авторов [1] была проведена типизация берегов водохранилища и уточнение их современного состояния с последующей оценкой геолого-геоморфологической безопасности изучаемой территории. Определение комплексной геоморфологической безопасности береговой зоны Чебоксарского водохранилища включало анализ инженерно-геологических условий, интенсивности расчлененности рельефа, ландшафтной дифференциации, наличия опасных экзогенных процессов и т. д.

Вычисление коэффициентов геолого-геоморфологической безопасности территории показало, что абразионно-оползневой тип берега характеризуется показателями от 15,2 до 17,3 и относится к группам с низкой и средней устойчивостью; эрозионный тип берега – 17,4; защищенный – 17,2–18,8; абразионно-осыпной тип – 15,8–17,3; абразионно-аккумулятивный и аккумулятивный – 17,9–19,8. Полученные цифровые показатели были закартированы (рис. 4).

Типы оползней по структуре и механизму на исследованных ключевых участках следующие. На волжском оползневом правом берегу высотой до 100 м и более в красных породах верхней перми представлены оползни всех четырех классификационных групп (по Н.Ф. Петрову, 1987, 1988), различающихся по механизму (выдавливания, скольжения, течения и особенных).

В зависимости от инженерно-геологических условий на побережье Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ можно выделить следующие участки, пригодные для строительства и хозяйственного использования. *Устойчивые и пригодные* для широкого освоения и застройки, представленные водораздельными пространствами правобережья Волги, аккумулятивными поверхностями левобережья и равнинными речными надпойменными террасами и делювиальными склонами в коренных и четвертичных отложениях. Могут быть пригодны для сельского хозяйства. Возможные проблемы здесь – вопросы водоснабжения, крутизны склонов и уровень грунтовых вод. *Условно устойчивые*, хозяйственное освоение которых затруднено из-за их рельефа. Это береговые склоны, достигшие равновесного состояния, без действующих оползней

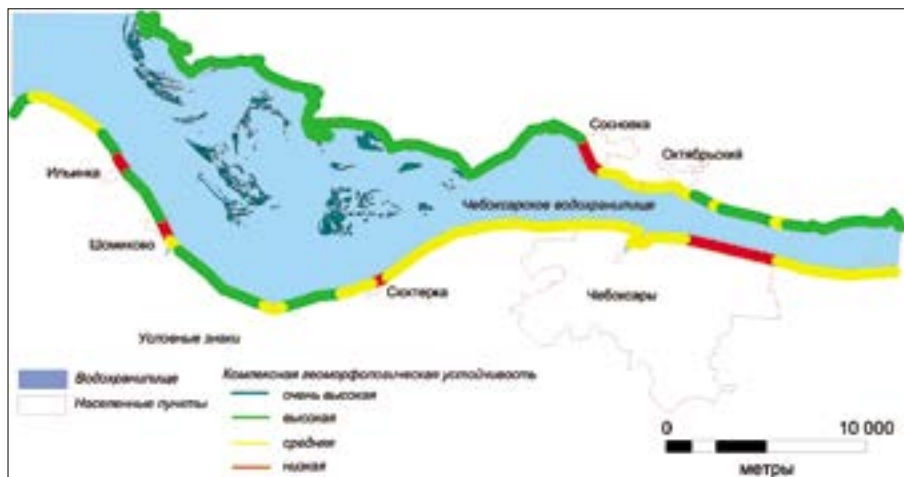


Рис. 4. Карта комплексной геолого-геоморфологической устойчивости береговой зоны Чебоксарского водохранилища в пределах Чувашии [1]

и осыпей, склоны долин крупных балок и притоков. Возможное использование под сады и луга. Строительство потребует здесь противооползневых и противозерозионных мероприятий. *Непригодные участки*, пораженные оползневыми деформациями.

В качестве техногенной защиты приурезовой зоны Чебоксарского водохранилища могут быть рекомендованы:

Использование полимерных материалов для укрепления поверхности пляжа из песка и гальки. Отрицательным фактором является слабая устойчивость против волнового воздействия. Кроме того, полимерное покрытие ухудшит экологическую обстановку береговой зоны, так как в приурезовой части пляжа эта корка покрывается микроводорослевой слизью, так же как валунно-каменная отмостка в воде.

Каменные наброски. Используются каменно-глыбовые или тетраподовые отмостки, однако это выведет полностью берег из рекреационного природопользования. Такой способ реализован непосредственно у сооружений Чебоксарского гидроузла.

Сооружение прерывистых волноломов. На относительно мелководных левобережных берегах этот способ защи-



Рис. 5. В процессе инженерной подготовки строительной площадки искусственно созданы зоны геологических опасностей с техногенными оползнями (VI мкр., г. Чебоксары)

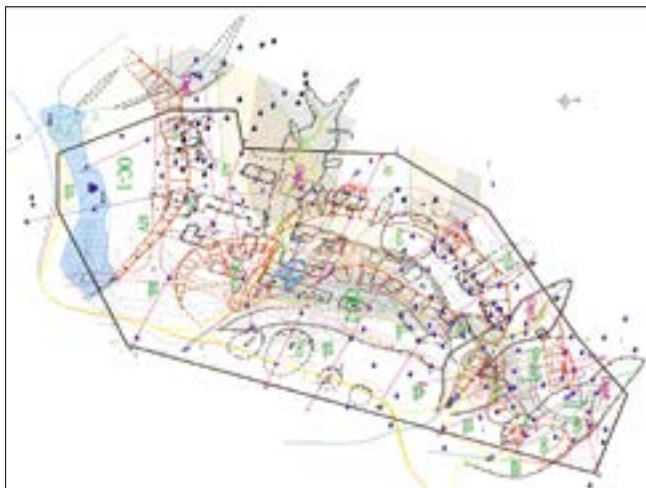


Рис. 6. Карта опасных геологических процессов и явлений (VI мкр. «Центр», Чебоксары) [4]



Рис. 7. Карта инженерно-геологического районирования (VI мкр. «Центр», Чебоксары) [4]

ты может дать хорошие результаты, однако на приглубых правобережных берегах, которые как раз подвержены оползневым деформациям, такой способ малоэффективен. Проблематично и строительство прерывистых волноломов на крутом обвальном-оползневом подводном склоне.

Защита берега бунами. При приглубом подводном обвальном-оползневом склоне применение этого варианта также проблематично.

Бетонный контрбанкет. Наиболее эффективный способ для социально значимых территорий у г. Чебоксары, г. Новочебоксарск, п. Сосновка и др.

В каждом случае критериями отбора наиболее эффективной техногенной защиты берегов Чебоксарского водохранилища являются: меньшая стоимость сооружения; меньшая материалоемкость; более высокая степень гашения волновой энергии; лучшие экологические свойства.

Что касается комплекса ПОМ, то строителями и проектировщиками в течение многих лет предлагаются следующие виды превентивных мероприятий: *механическое удержание оползневых масс; срезка, разгрузка и террасирование склонов; регулирование и засыпка балок, оврагов; устройство сетей нагорных водоотводов; дренирование подземных вод; агролесомелиорация.*

Все они в той или иной мере реализуются в практике строительства в Чувашии.

Планирование землепользования в целях сокращения убытков от оползней включает активные и пассивные методы, используемые как по отдельности, так и в комплексе:

– *активные методы:* перенос или изменение существующей застройки; защита существующей застройки;

– *пассивные методы:* ограничение нового строительства; регулирование застройки.

Условные обозначения к рис. 6, 7



В практике изыскательских работ под строительство в районах развития опасных склоновых процессов инженерно-геологический подход является крайне актуальным.

Суть инженерно-геологического подхода сводится к следующим этапам [6]:

1) *Геолого-геоморфологическая съемка* и составление инженерно-геологических карт и разрезов по данным съемки;

2) *Составление корректных расчетных структурно-функциональных моделей* по материалам этой съемки и разрезов как в современном состоянии склона, так и при необходимости в прошлом;

3) Выбор оптимальной расчетной формулы и оптимальных расчетных параметров;

4) Выполнение расчетов устойчивости оползневых систем сначала по лабораторным данным сдвиговой прочности грунтов, а затем при необходимости выполнение обратных расчетов для уточнения сдвиговой прочности грунтов коренного массива (пиковая прочность) и оползневых накоплений после смещения (остаточная прочность);

5) По полученным данным прогноз устойчивости края плато, не охваченного оползнем.

В результате в схемах расчета будут учитываться роль и значение каждого элемента и компонента в функционировании оползневой системы, в механизмах и интенсивности проявления оползневых деформаций. Корректные структурно-функциональные модели оползневых систем будут отражать механизмы и структуру реальных оползней исследуемых объектов, которые более объективны по сравнению с упрощенными тестовыми моделями (КЦПС и др.), составляемыми по определенным принципам, учитывающим генетические типы склонов, типы оползней по механизму смещения, современные представления о строении и компонентно-элементном составе оползневых систем, т. е. – типов оползневых блоков, типов оползневых ярусов и оползневых этажей [6].

Мониторинг опасных экзогенных процессов на побережье чувашского участка Чебоксарского водохранилища ведется с 1980 г. различными проектно-исследовательскими организациями («РусГидро», «Инженерная берегозащита», «ЧувашТИСИЗ», «Чувашгипропроводхоз»), а также учеными Чувашского государственного университета. Наблюдаемые участки отнесены к I и II категориям значимости. Геодезические измерения ведутся на профилях с реперами. Для защиты ценных народнохозяйственных объектов на опасных берегах созданы бетонные откосы и волногасители, искусственные пляжи, дренажные системы и другие объекты инженерной защиты в городах Чебоксары, Новочебоксарск, в Ядринской и Сосновской сельскохозяйственных низинах.

Имеются многочисленные новые данные об обвальноподоползневых явлениях последних лет, возникших как под влиянием режима Чебоксарской ГЭС, так и городского хозяйства. Они изучались с целью строительного освоения оползневых склонов.

Одним из примеров строительства на оползнеопасных склонах (рис. 5) является быстро вводимый в строй IV мкр. «Центр» столицы в левобережье р. Чебоксарка (авторы проекта застройки микрорайона VI центральной части г. Чебоксары ООО «Архитектурное бюро «Классика», архитектор Н.А. Рожкова, дизайнер М.А. Китаев).

Проведенные полевые исследования позволили выделить здесь три ИГ района [4]: 1) массивы типа А – поверхности выравнивания или плато (верхний ярус рельефа); 2) массивы типа Б – склоны различных генетических типов (средний ярус рельефа); 3) массивы типа В – поймы и днища балок (нижний ярус рельефа).

Границы между массивами А и Б определяются бровками срывов оползневых систем, бровками эрозионных склонов, а между Б и В – тыловым швом поймы р. Чебоксарка. Массивы типа А почти целиком застроены, генетически и структурно довольно однообразны и являются объектом инженерной защиты при застройке склонов. Между

этими ярусами рельефа располагаются высокие головные стенки срывов оползневых систем, подверженных локальным оползневым деформациям даже при их временных подрезках в строительных целях. В районе А выделены подрайоны, отличающиеся возрастом и типом пород коренной основы (пермский, плиоценовый и четвертичный). Строительные свойства древне- и давнеоползневых склонов (тип Б) определяются структурой и механизмом этих оползней, т. е. тем, на каких же функциональных компонентах оползней располагаются проектируемые здания и как изменится картина распределения нагрузок на склоне и режим подземных и поверхностных вод в связи с реализацией проектных решений по вертикальной планировке и др. В районе Б выделено пять подрайонов с участками. Подрайоны часто представляют собой самостоятельные геологические образования – оползень, генетический тип склона и др. А участок – часть оползневой системы, играющей в ее функционировании определенную роль. Поэтому, зная приуроченность объекта к тем или иным элементам, можно заранее предсказать и характер влияния его на устойчивость склона (рис. 6, 7).

Таким образом, структура склона осложнена тем, что на элементы оползней, ориентированных почти по простиранию долины р. Чебоксарки, наложена разновозрастная погребенная и современная овражно-балочная сеть, существенно осложняющая строительные свойства массива. Аккумулятивная пойма р. Чебоксарка с отметкой поверхности до 74 м и цоколя 58–60 м (тип В), ограничивая своим тыловым швом рассматриваемый склоновый массив, является для него контрбанкетом, базисом эрозии и местом накопления овражного пролювия.

В строительстве достаточно широко распространены способы закрепления грунтов различными методами (это смолизация, силикализация, цементация и т. д.). Однако использование таких технологий приводит к вмешательству в экологию и создает препятствие для фильтрации подземных вод, как сезонной, так и в результате избыточного увлажнения от атмосферных осадков. Особенно это актуально для построенных объектов на берегах рек, где в течение многих лет сложилась система водовмещающих слоев и необдуманное вмешательство может привести к необратимым последствиям.



Рис. 8. Шпунтовая стенка для обеспечения устойчивости оползневого склона: 1 – сваи ЭРТ; 2 – грунтовые анкера ЭРТ; 3 – монолитный железобетонный обвязочный пояс; 4 – анкерный обвязочный пояс

Ранее для решения такого рода задач без перекрытия водоносных слоев использовали в качестве грунтовых анкеров изготовленные на полигонах железобетонные сваи, погружаемые в грунт сваебойными установками вертикально, или буровые сваи, усиленные армированными каркасами, устроенные непосредственно в грунте. Недостатком такого способа является гладкая поверхность бетонной сваи, не обеспечивающая необходимую несущую способность за счет боковой поверхности. В инженерно-геологических разрезах, на склонах рек и оврагов слои чаще всего представлены слабыми и рыхлыми осадочными породами с недостаточной несущей способностью и плотностью, значительной деформативностью инженерно-геологических слоев.

Исключить эти недостатки и повысить эффективность при оптимальных затратах можно, используя инновационную запатентованную технологию устройства буроинъекционных анкеров и свай, изготовленных по электроразрядным технологиям (ЭРТ) [9–15]. Кроме того, технология ЭРТ позволяет устроить грунтовые анкеры под углом к поверхности, что, в свою очередь, создает условия для более надежного крепления грунтов в сложных инженерно-геологических условиях от возникновения оползней, так как есть возможность дойти до слоев с достаточной несущей способностью и плотностью под необходимым углом. Чем слабее грунт, через который проходит тело сваи, тем больше уширение ее диаметра в этом месте и, следовательно, повышается площадь контактной поверхности и уплотне-

ние, кроме того, идет упрочнение грунта в месте контакта с телом анкера. Результат – грунтовый анкер ЭРТ обеспечивает устойчивость склона надежнее, чем обычная свая аналогичной длины, в 1,5–2 раз.

На рис. 8 приведен случай строительства на правобережном оползневом склоне Волги общественного здания.

В качестве конструктивных элементов обеспечения устойчивости склона при строительстве общественного здания на оползневом склоне реки Волга приняты буроинъекционные сваи (сваи ЭРТ) и грунтовые анкеры (анкера ЭРТ), изготавливаемые по электроразрядным технологиям (ЭРТ).

Заключение.

Недоучет сложной инженерно-геологической ситуации в регионе при градостроительном освоении ведет к удорожанию процессов создания различных народнохозяйственных объектов. Часто процесс строительства приходится приостанавливать в связи с активизирующими оползневые деформациями, что подтверждает крайнюю необходимость тщательных инженерно-геологических изысканий на этапах проектирования.

Оползнеопасные инженерно-геологические условия на склонах Чебоксарского водохранилища обусловлены сочетанием склоновых и волновых геодинамических процессов и литологией, представленной переслаиванием глинистых разностей с песчано-мергелистыми комплексами пермской системы палеозоя.

Список литературы

1. Ильин В.Н., Беспалова Л.А., Никонорова И.В., Сушко К.С. Характеристика береговой зоны Чебоксарского водохранилища в пределах Чувашской Республики: Типология берегов, описание устойчивости // *Успехи современного естествознания*. 2016. № 12 (ч. 2). С. 395–400.
2. Никонорова И.В. Геодинамические процессы в береговой зоне Чебоксарского водохранилища и их влияние на хозяйственное освоение // *Теория и методы современной геоморфологии: Материалы XXXV пленума Геоморфологической комиссии РАН. Симферополь, 3–8 октября 2016 г.* Симферополь, 2016. В 2 т. Т. 2. С. 404–408.
3. Никонорова И.В., Александров А.Н. Динамика и функционирование геотехнической системы Чебоксарского водохранилища (р. Волга) // *Эколого-геоморфологические исследования в урбанизированных и техногенных ландшафтах (Арчиловские чтения-2015): Сб. материалов Всеросс. летней молодежной школы-конференции, посвященной 90-летию со дня рождения д.г.н., проф. Е.И. Арчикова*. Чебоксары: ЧГУ, 2015. С. 88–102.
4. Никонорова И.В., Петров Н.Ф., Александров А.Н. Аккумулятивная геодинамика в береговой зоне Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ и ее влияние на хозяйственное освоение // *Региональные географические и экологические исследования: Актуальные проблемы: Сборник материалов Всероссийской молодежной школы-конференции, посвященной 15-летию основания кафедры природопользования и геоэкологии и 10-летию возрождения деятельности Чу-*

References

1. Ilyin V.N., Bepalova L.A., Nikonorova I.V., Sushko K.S. The characteristic of a coastal zone of the Cheboksary reservoir in the Chuvash Republic: typology of coast, description of stability. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2016. No. 12 (p. 2), pp. 395–400. (In Russian).
2. Nikonorova I.V. Geodynamic processes in a coastal zone of the Cheboksary reservoir and their influence on economic development. *Theory and methods of modern geomorphology: Materials of the XXXV plenum of the Geomorphological commission of RAS, Simferopol, on October 3–8, 2016*. Simferopol, 2016. V. 2, pp. 404–408. (In Russian).
3. Nikonorova I.V., Alexandrov A.N. Dynamics and functioning of geotechnical system of the Cheboksary reservoir (Volga River) // *Ecological-geomorphological researches in the urbanized and technogenic landscapes (Archikovskiy readings – 2015) // Collection of materials of All-Russian the summer youth school conference devoted to the 90 anniversary since birth Doctor of Geographical Sciences, professor E.I. Archikov*. Cheboksary: CHGU, 2015, pp. 88–102. (In Russian).
4. Nikonorova I.V., Petrov N.F., Alexandrov A.N. Accumulative geodynamics in a coastal zone of the Cheboksary and Kuibyshev reservoirs and her influence on economic development. *Regional geographical and ecological researches: urgent problems: The collection of materials of the All-Russian youth school conference devoted to the 15 anniversary of foundation of department of environmental management and geoecology and the 10 anniversary of revival of activity of the Chuvash republican office of All-Russian public organization 'Russian Geographical Society' (Cheboksary, on November 08–13, 2016)*. Chuvash state

- вашского республиканского отделения ВОО «Русское географическое общество» (Чебоксары, 08–13 ноября 2016 г.). *Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова*. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. С. 30–37.
5. Никонорова И.В., Соколов Н.С. Хозяйственное освоение зоны влияния Чебоксарского водохранилища // *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Управління водними ресурсами в умовах змін клімату»*, присвяченої Всесвітньому дню води. 21 березня 2017 р. Київ. Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2017. С. 71–72.
 6. Петров Н.Ф., Никонорова И.В., Прокопьева Н.А. Опыт оценки устойчивости оползневых систем // *Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации: Материалы 12 общероссийской конференции изыскательских организаций*. 7–9 декабря 2016 г. СПб. 2016. С. 87–95.
 7. Петров Н.Ф., Никонорова И.В., Павлов А.Н. Изучение оползневых рисков на побережье Волги в зоне проектирования высокоскоростной магистрали Москва – Казань // *Региональные географические и экологические исследования: Актуальные проблемы: Сборник материалов Всероссийской молодежной школы-конференции, посвященной 15-летию основания кафедры природопользования и геоэкологии и 10-летию возрождения деятельности Чувашского республиканского отделения ВОО «Русское географическое общество»* (Чебоксары, 08–13 ноября 2016 г.). *Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова*. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. С. 37–57.
 8. Петров Н.Ф., Никонорова И.В., Прокопьева Н.А. Прочностные характеристики грунтов зоны смещения оползней // *Сергеевские чтения. Вып. 19. Геоэкологическая безопасность разработки месторождений полезных ископаемых*. М.: РУДН, 2017, 590 с.
 9. Патент РФ № 2250958. Устройство для изготовления набивной сваи / Н.С. Соколов, В.Ю. Таврин, В.А. Абрамушкин. Заявл. 14.07.2003. Оpubл. 27.04.2005. Бюл. № 12.
 10. 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.
 11. Патент РФ № 2282936. Генератор импульсных токов / Н.С. Соколов, Ю.П. Пичугин. Заявл. 4.02.2005. Оpubл. 27.08.2006. Бюл. № 24.
 12. Патент РФ № 2318960. Способ возведения набивной сваи / Н.С. Соколов. Заявл. 26.12.2005. Оpubл. 10.03.2008. Бюл. № 7.
 13. Патент РФ № 2318961. Разрядное устройство для изготовления набивной сваи / Н.С. Соколов. Заявл. 10.07.2007. Оpubл. 10.03.2008. Бюл. № 7.
 14. 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.
 15. Патент РФ № 2605213. Способ возведения набивной конструкции в грунте / Н.С. Соколов, Х.А. Джантимиров, М.В. Кузьмин, С.Н. Соколов, А.Н. Соколов // Заявл. 01.07.2015. Оpubл. 20.12.2016. Бюл. № 35.
- university of name I.N. Ulyanova*. Cheboksary: TsNS «Interaktiv plus», 2016, pp. 30–37. (In Russian).
5. Nikonorova I.V., Sokolov N.S. Economic development of a zone of influence of the Cheboksary reservoir. *Materials of the International Scientific and Practical Conference «Water Resources Management in Climate Change»*, dedicated to the World Water Day. March 21, 2017. Kyiv. Institute of Water Problems and Melioration NAAS, 2017, pp. 71–72.
 6. Petrov N.F., Nikonorova I.V., Prokopyeva N.A. Experience of an assessment of stability of landslide systems. *Prospects of development of engineering researches in construction in the Russian Federation: Materials of the 12th All-Russian conference of the prospecting organizations*. On December 7–9, 2016. St. Petersburg. 2016, pp. 87–95. (In Russian).
 7. Petrov N.F., Nikonorova I.V., Pavlov A.N. Studying of landslide risk on the coast of Volga in a zone of design of the high-speed highway «Moscow – Kazan». *Regional geographical and ecological researches: urgent problems: The collection of materials of the All-Russian youth school conference devoted to the 15 anniversary of foundation of department of environmental management and geocology and the 10 anniversary of revival of activity of the Chuvash republican office of All-Russian public organization 'Russian Geographical Society' (Cheboksary, on November 08–13, 2016)*. Chuvash state university of name I.N. Ulyanova. Cheboksary: TsNS «Interaktiv plus», 2016, pp. 37–57. (In Russian).
 8. Petrov N.F., Nikonorova I.V., Prokopyeva N.A. Strength characteristics of soil of a zone of shift of landslides. *Sergeevsky readings. Issue 19. Geoecological safety of development of mineral deposits*. Moscow: RUDN, 2017, 590 p.
 9. 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).
 10. Patent RF 2250957. *Sposob vozvedeniya nabivnoi svai* [The method of 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).
 11. 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).
 12. Patent RF 2318960. *Sposob vozvedeniya nabivnoi svai* [The method of production of a stuffed pile]. N.S. Sokolov. Declared 26.12.2005. Published 10.03.2008. Bulletin No. 7. (In Russian).
 13. Patent RF 2318961. *Razryadnoe ustroistvo dlya izgotovleniya nabivnoi svai* [Discharge device for production of a stuffed pile]. N.S. Sokolov. Declared 10.07.2007. Published 10.03.2008. Bulletin No. 7. (In Russian).
 14. Russian Federation patent for utility 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).
 15. Patent RF 2605213. *Sposob vozvedeniya nabivnoi konstruktssii v grunte* [Way of construction of a stuffed design in soil]. N.S. Sokolov, H.A. Dzhantimirov, M.V. Kuzmin, S.N. Sokolov, A.N. Sokolov. Declared 01.07.2015. Published 20.12.2016. Bulletin No. 35. (In Russian).

УДК 69.035.2

И.В. МАНЯХИН, специалист (ivan.manyakhin@mail.ru)

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

Расчетный прогноз влияния инфильтрации атмосферных осадков на устойчивость склонов, сложенных щебенисто-глинистыми грунтами

Выполнен прогноз изменения влажностного режима в течение года (определена глубина увлажнения и коэффициент степени водонасыщения) для склонов, сложенных щебенисто-глинистыми грунтами после подрезки, получена зависимость изменения количества инфильтрации от величины атмосферных осадков, также получена зависимость изменения коэффициента степени водонасыщения (S_v) от величины инфильтрации для дисперсных грунтов. Рассмотрено влияние атмосферных осадков на общую устойчивость (выполнена серия численных расчетов общей устойчивости откоса).

Ключевые слова: коэффициент устойчивости, инфильтрация атмосферных осадков, степень водонасыщения, численный расчет устойчивости.

Для цитирования: Маняхин И.В. Расчетный прогноз влияния инфильтрации атмосферных осадков на устойчивость склонов, сложенных щебенисто-глинистыми грунтами // *Жилищное строительство*. 2017. № 9. С. 20–24.

I.V. MANIAKHIN, Specialist, (ivan.manyakhin@mail.ru)

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

Design Forecast of Influence of Atmospheric Precipitation Infiltration on Stability of Slopes Formed by Gravel-Clay Soils

The forecast of changes in humidity conditions of soils during the year (the depth of humidification and coefficient of water saturation were determined) for slopes, which have formed by gravel-clay soils, after cut is made; the dependence of the change in the amount of infiltration on the atmospheric precipitation and the change in the degree of water saturation (S_v) on the infiltration are obtained for disperse soils. The influence of atmospheric precipitation on the stability of slopes (the series of numerical calculations of the slope stability were made) is considered.

Keywords: stability factor, infiltration of atmospheric precipitation, degree of water saturation, numerical calculation of stability.

For citation: Maniakhin I.V. Design forecast of influence of atmospheric precipitation infiltration on stability of slopes formed by gravel-clay soils. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 9, pp. 20–24. (In Russian).

При строительстве зданий и сооружений на склонах необходимо оценивать изменение напряженно-деформированного состояния основания в зависимости от влажности грунтов [1–8]. С целью установления влияния увлажнения за счет инфильтрации атмосферных осадков на коэффициент общей устойчивости естественного откоса k_{st} выполнен прогноз изменения влажностного режима (глубина увлажнения и коэффициент степени водонасыщения) в течение года.

При подрезке природных склонов, перемещении грунтовых масс с помощью строительной техники, как правило, извлекают или нарушают почвенно-растительный и поверхностный слой, что способствует увеличению проникновения атмосферных осадков. Как следствие, в результате увлажнения изменяются физико-механические характеристики грунтов, а именно увеличивается удельный вес грунта и снижается удельное сцепление, угол внутреннего трения, модуль деформации. Возникает поверхностная эрозия, образование трещин, осыпи и как результат потеря общей и местной устойчивости склона.

Пример выполненной подрезки склона для формирования выемки под площадку строительства представлен на рис. 1.

В [9] установлена связь между изменением напряженно-деформированного состояния склонов (после подрезки с последующим закреплением грунтовыми анкерами) и увлажнением грунтов за счет инфильтрации атмосферных осадков (определено количество влаги, которое впитывает грунт от среднего значения атмосферных осадков за месяц, что вызывает перемещения массива грунта совместно с конструкциями инженерной защиты). Для тех же самых пяти участков, представленных в [9], выполнены расчеты инфильтрации атмосферных осадков в плоской постановке в программе *Plaxis 2D* в зависимости от месяца. Характерный участок и инженерно-геологический разрез представлены на рис. 2.

Площадка строительства сложена щебенисто-глинистыми грунтами, которые подстилает элювий коренных осадочных пород – глинистых сланцев рыхлых; основные физико-механические характеристики инженерно-геологических элементов представлены в табл. 1.

Гидрологические условия представлены водоносным горизонтом, приуроченным к дисперсным отложениям, и формируются за счет инфильтрации осадков в периоды выпадения дождей и снеготаяния.

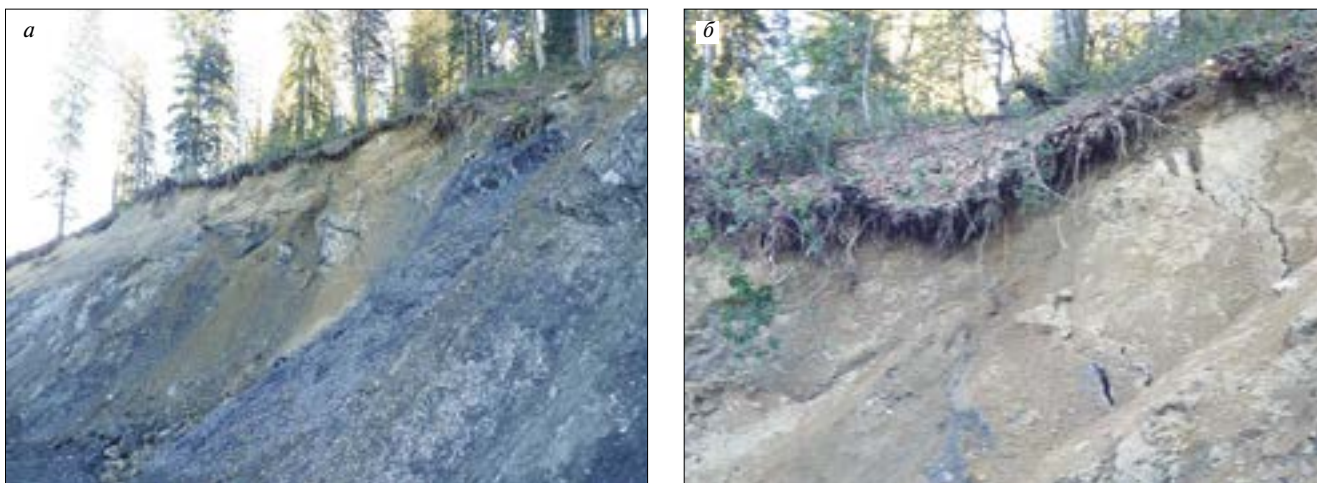


Рис. 1. Выполненная подрезка склона: а – подрезанный склон; б – образование трещин и осыпей в результате увлажнения

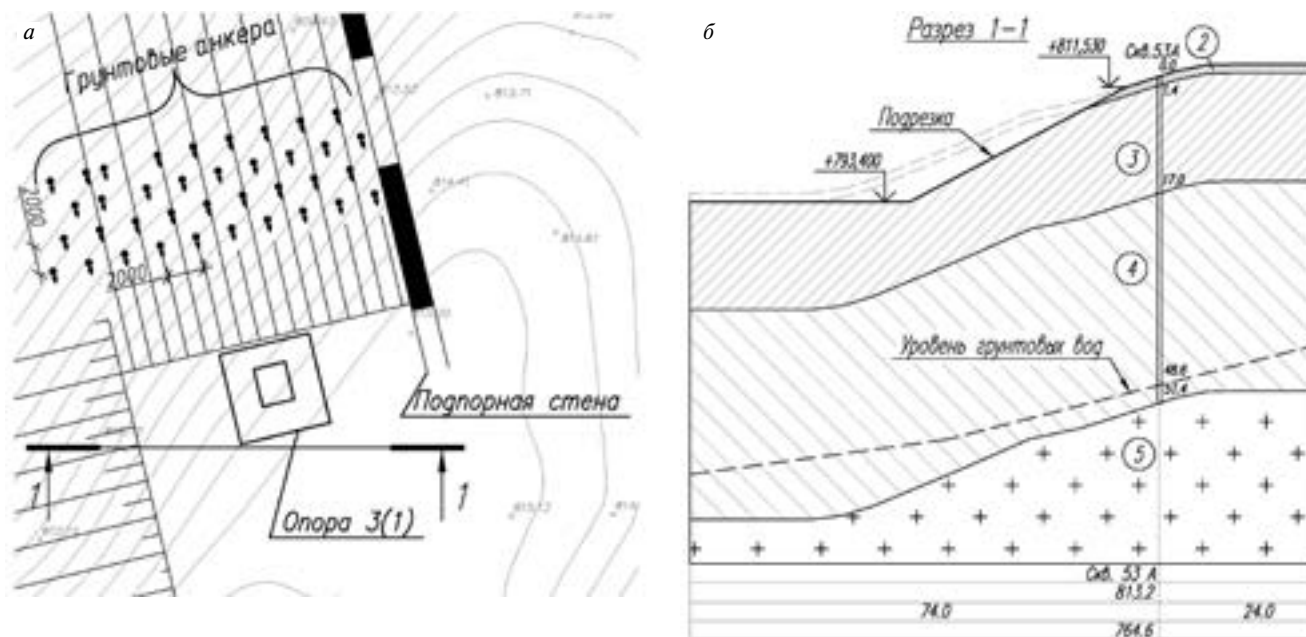


Рис. 2. Характерный участок наблюдения: а – опора 3(1), отм. 817 м; б – инженерно-геологический разрез 1–1

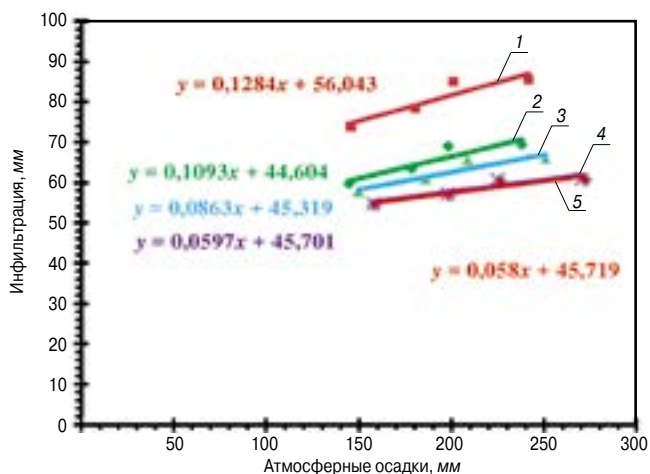


Рис. 3. Зависимость инфильтрации от величины атмосферных осадков. Участки: 1 – опора 3, отм. 585 м; 2 – нижняя станция, отм. 560 м; 3 – опора 5, отм. 655 м; 4 – верхняя станция, отм. 806 м; 5 – опора 3(1), отм. 817 м

Количество инфилирующих в грунт от атмосферных осадков для каждого участка принято в соответствии с зависимостями на рис. 3, полученными по результатам ранее проведенных расчетов [9].

Годовое распределение атмосферных осадков принято по результатам наблюдений двух метеостанций Ачишхо и Красная Поляна в зависимости от месяца и высотной отметки (по Балтийской системе высот), значения представлены в табл. 2.

В численной модели были заданы начальные коэффициенты водонасыщения S_i для каждого инженерно-геологического элемента, затем задано годовое распределение атмосферных осадков в соответствии с табл. 2 по зависимости $I(A.O)$. В результате расчетов инфильтрации в плоской постановке получены изополя распределения коэффициента водонасыщения для каждого месяца. На рис. 4 представлены характерные изополя за сентябрь и август включительно, т. е. через один год. Определено, что в течение года атмосферные осадки изменяют естествен-

Таблица 1

Физико-механические свойства грунтов

Инженерно-геологический элемент	γ_d , кН/м ³	$\gamma_{d\text{sat}}$, кН/м ³	S_r	E_k , кН/м ²	$E_{k\text{sat}}$, кН/м ²	C_f , кН/м ²	$C_{f\text{sat}}$, кН/м ²	φ_f , °	$\varphi_{f\text{sat}}$, °	$K_{\text{ф}}$, м/сут
ИГЭ-2 – (dpQIV) Суглинок тяжелый полутвердый до тугопластичного с включением щебня 24,2% и глыб 1,9%	18,5	19,7	0,8	3412	3153	11,2	9,5	20	15	0,1
ИГЭ-3 – (dpQIV) Щебенистый грунт с суглинистым тяжелым заполнителем 34%, с включениями глыб до 2%	19,4	21,6	0,3	4820	4440	11,5	7,5	22	17	0,2
ИГЭ-4 – (dpQIV) Щебенистый грунт с суглинистым заполнителем до 21%, с включениями глыб 2,8%	19,7	21,7	0,4	7060	6820	14,7	8,7	30	25	0,4
ИГЭ-5 – (eJ2-3) Элювий коренных осадочных пород – глинистых сланцев рыхлых, пониженной прочности, выветрелых, размягчаемых	21,4				14400		90		41	

Таблица 2

Годовое распределение атмосферных осадков

Точка наблюдения	Атмосферные осадки, мм											
	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
МС Красная Поляна, отм. 566 м	204	183	173	140	126	132	115	119	145	179	199	239
МС Ачишхо, отм. 1880 м	363	326	301	215	200	218	151	174	216	283	342	413
Нижняя станция, отм. 560 м	203	182	172	140	126	132	115	119	145	179	198	238
Опора 3, отм. 585 м	206	185	175	141	127	133	116	120	146	181	201	242
Опора 5, отм. 655 м	215	193	182	145	131	138	117	123	150	186	209	251
Верхняя станция, отм. 806 м	233	209	196	154	140	148	122	129	158	198	225	271
Опора 3(1), отм. 817 м	234	210	197	154	140	148	122	130	159	199	226	272

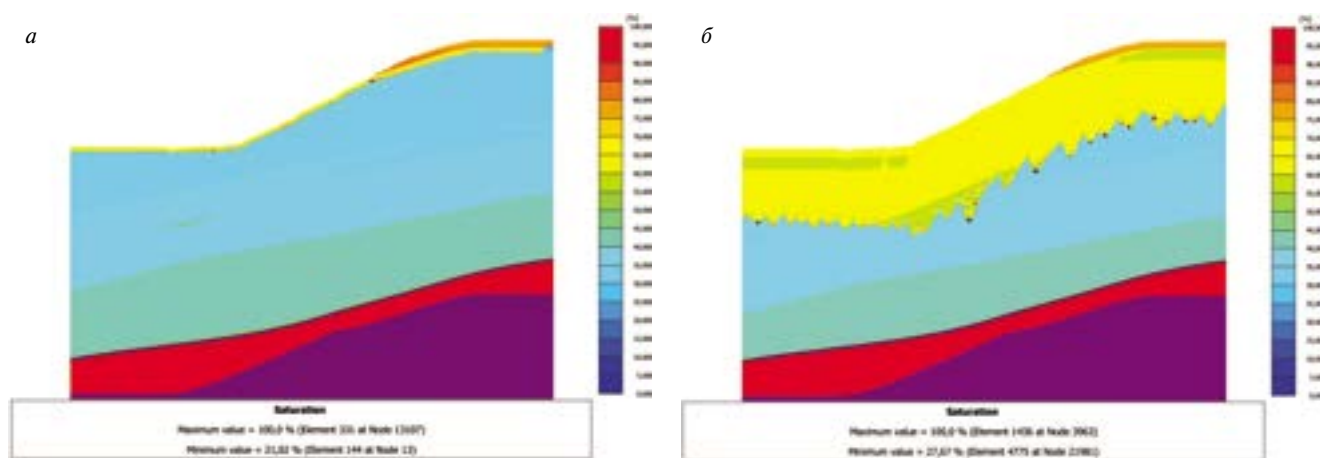


Рис. 4. Изополя коэффициента водонасыщения S_r ; а, б – разрез 1–1, опора 3(1), отм. 817 м

ный влажностный режим и устанавливают новый баланс. При этом атмосферные осадки достигают отметки уровня грунтовых вод, а также увлажняют склон на существенную глубину.

Для дисперсных грунтов, слагающих склоны и попадающих в зону увлажнения, – ИГЭ-2, ИГЭ-3, ИГЭ-4 из численной модели по результатам расчетов по пяти участкам получена зависимость изменения коэффициента водонасыщения от годового распределения осадков (рис. 5). Значение S_r

за первый месяц увлажнения сходится со значением S_r для того же месяца через год, при этом колебания влажностного режима для ИГЭ-2 незначительны, так как слой залегает с поверхности и постоянно увлажнен; для слоев ИГЭ-3 и ИГЭ-4 S_r увеличивается до двух раз.

Также установлена зависимость изменения коэффициента водонасыщения S_r от величины атмосферных осадков для дисперсных грунтов. По полученным данным построены линии тренда (рис. 6).

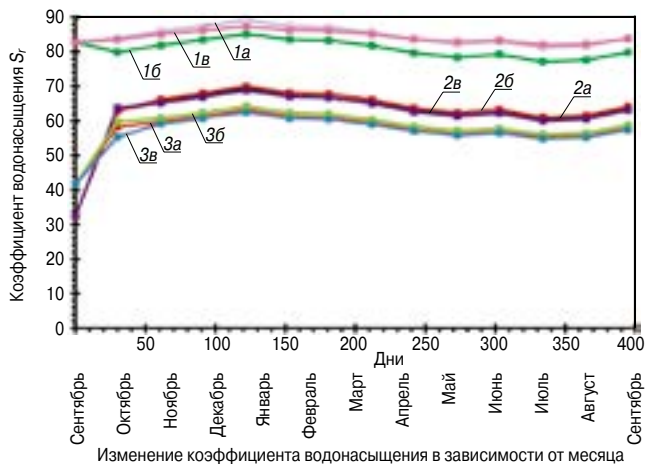


Рис. 5. Зависимость коэффициента водонасыщения от месяца. ИГЭ-2 на участках: 1а, 1б, 1в – опора 3, отм. 585 м; верхняя станция, отм. 806 м, опора 3(1), отм. 817 м соответственно; ИГЭ-3 на участках: 2а, 2б, 2в – нижняя станция, отм. 560 м, верхняя станция, отм. 806 м, опора 3(1), отм. 817 м соответственно; ИГЭ-4 на участках: 3а, 3б, 3в – нижняя станция, отм. 560 м, опора 3, отм. 585 м, опора 5, отм. 655 м соответственно

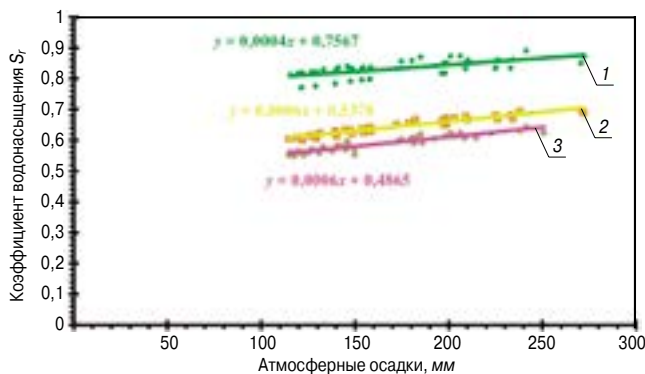


Рис. 6. Зависимость коэффициента водонасыщения от величины инфильтрации атмосферных осадков: 1 – ИГЭ-2; 2 – ИГЭ-3; 3 – ИГЭ-4

Для оценки устойчивости естественного угла откоса выполнена серия расчетов в плоской постановке в программе *Plaxis 2D* для грунтов ИГЭ-3 и ИГЭ-4, поскольку данные слои подстилают слой ИГЭ-2 и после подрезки склонов непосредственно попадают в зону увлажнения. Изменения коэффициента водонасыщения для поверхностного слоя ИГЭ-2 незначительны и не влияют на общую устойчивость. Расчеты выполнены для углов наклона 25, 45 и 65°.

По результатам численных расчетов получены коэффициенты устойчивости естественного откоса в зависимости от длины, уклона и коэффициента водонасыщения (рис. 7, 8).

При увеличении абсолютной отметки участка наблюдения (с +560 до +817 м) начальное значение S_r возрастает для ИГЭ-3 с 0,325 до 0,607–0,701. Для ИГЭ-4 – с 0,417 до 0,56–0,65; коэффициент устойчивости снижается от 12 до 21% для ИГЭ-3; от 5 до 16% – для ИГЭ-4.

В соответствии с СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов» для основного сочетания нагрузок

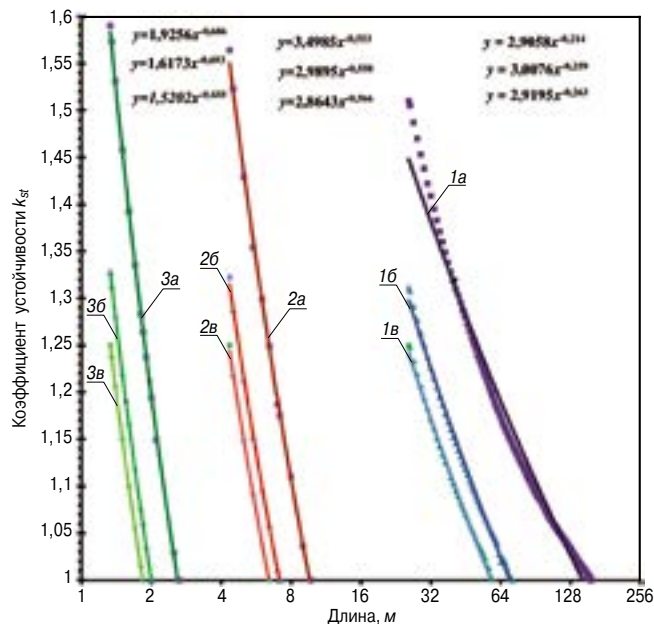


Рис. 7. Зависимость $k_s(L, \alpha, S_r)$ для ИГЭ-3: угол наклона 25° при S_r : 0,325 – 1а, 607 – 1б, 0,701 – 1в; угол наклона 45° при S_r : 0,325 – 2а, 607 – 2б, 0,701 – 2в; угол наклона 65° при S_r : 0,325 – 1а, 607 – 1б, 0,701 – 1в

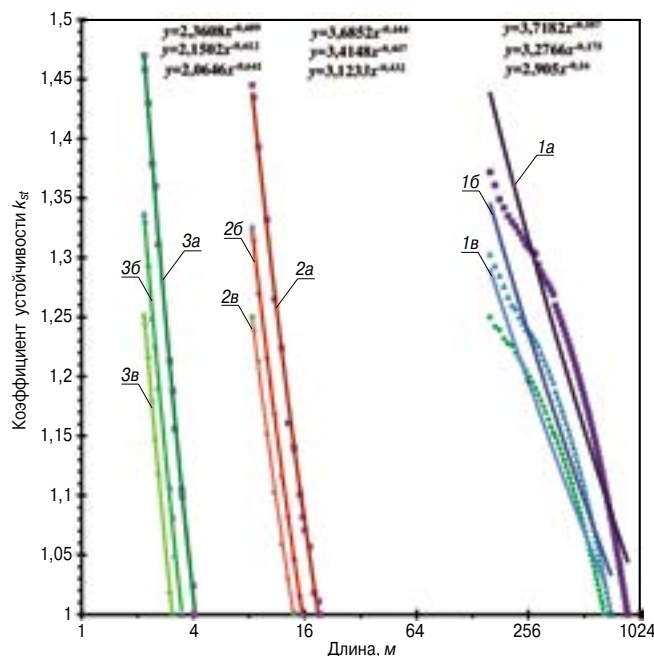


Рис. 8. Зависимость $k_s(L, \alpha, S_r)$ для ИГЭ-4: угол наклона 25° при S_r : 0,417 – 1а, 0,56 – 1б, 0,65 – 1в; угол наклона 45° при S_r : 0,417 – 2а, 0,56 – 2б, 0,65 – 2в; угол наклона 65° при S_r : 0,417 – 1а, 0,56 – 1б, 0,65 – 1в

нормативное значение $[k_s]$ в зависимости от уровня ответственности сооружения, в соответствии с ГОСТ Р 54257 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» при коэффициенте условия работы $\gamma_d = 1$: 1а – 1,25; 1б – 1,2; 2 – 1,15; 3 – 1,1.

Очевидно, что для сооружений при уровне ответственности менее чем 1а, расположенных в субтропической климатической зоне, для которой характерно интенсивное выпадение атмосферных осадков, расчетный коэффициент

устойчивости k_{st} меньше нормативного $[k_{st}]$. Следовательно, условие (1) п. 5.2 СП 116.13330.2012 не выполняется, о чем свидетельствуют приведенные трещины, осыпи и эрозионные процессы, представленные на рис. 1:

$$k_{st} \geq [k_{st}]. \quad (1)$$

Изменение влажностного режима основания (склона), вызванного впитыванием атмосферных осадков в грунт, существенно влияет на устойчивость, в частности срезка (планировка) поверхностных слоев способствует интенсивному увлажнению вскрытых инженерно-геологических элементов. При этом нормативный коэффициент устойчивости $[k_{st}]$ не учитывает данное явление, следовательно, подрезанный склон при расчетном значении коэффициента устойчивости k_{st} менее чем $[k_{st}] = 1,25$ (в зависимости от уровня ответственности сооружения) может переходить в предельное состояние равновесия, теряя местную или общую устойчивость.

Список литературы

1. Бабошкина С.В., Пузанов А.В., Ельчинова О.А., Рождественская Т.А., Трошкова И.А. Моделирование внутрипочвенного движения влаги в черноземах агроландшафтов Уймонской межгорной котловины (бассейн р. Катунь, центральный Алтай) // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016. № 8 (142). С. 29–39.
2. Безухов Д.А., Шнайдер В.А. Влияние инфильтрационных процессов на местную устойчивость откосов земляного полотна автомобильных дорог // *Материалы международной научно-практической конференции (к 85-летию ФГБОУ ВПО «СибАДИ»)*. Омск. 2015. Т. 1. С. 28–34.
3. Нгуен Ф.З. Влияние неустановившейся фильтрации на устойчивость грунтовых откосов // *Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева*. 2012. Т. 266. С. 55–60.
4. Нгуен Ф.З., Буряков О.А. Влияние инфильтрации дождевых осадков на устойчивость откосов грунтовых сооружений // *Гидротехническое строительство*. 2013. № 5. С. 23–26.
5. Огородников Л.П., Постников П.А. Просачивание атмосферных осадков через почву на среднем Урале // *АПК России*. 2015. Т. 73. С. 116–119.
6. Панина С.С., Шеин Е.В. Математические модели влагопереноса в почве: значение экспериментального обеспечения и верхних граничных условий // *Вестник Московского университета*. 2014. № 3. С. 45–50.
7. Шеин Е.В., Щеглов Д.И., Москвин В.В. Моделирование процесса водопроницаемости черноземов каменной степи // *Почвоведение*. 2012. № 6. С. 648–657.
8. Терлеев В.В., Mirschel W., Баденко В.Л., Гусева И.Ю., Гурин П.Д. Физико-статистическая интерпретация параметров функции водоудерживающей способности // *Агрофизика*. 2012. № 4 (8). С. 1–8.
9. Маняхин И.В. Анализ напряженно-деформированного состояния склонов, закрепленных грунтовыми анкерами, с учетом инфильтрации атмосферных осадков // *Вестник гражданских инженеров*. 2017. № 2 (61). С. 143–153.

Выводы.

1. По результатам расчетов и наблюдений установлено, что при подрезке склонов за счет инфильтрации атмосферных осадков устанавливается новый влажностный режим, при этом коэффициент степени водонасыщения для грунтов, попадающих в зону увлажнения, может увеличиваться до двух раз.

2. Получены зависимости изменения S_r от атмосферных осадков, дан прогноз изменения влажностного режима в течение года для дисперсных грунтов (ИГЭ-2, ИГЭ-3, ИГЭ-4).

3. Установлено, что коэффициент общей устойчивости снижается от 5 до 21% за счет инфильтрации атмосферных осадков. Также для сооружений при уровне ответственности менее 1а при коэффициенте условия работы $\gamma_d = 1$, расположенных в субтропической климатической зоне, для которой характерно интенсивное выпадение атмосферных осадков, необходимо учитывать изменение влажностного режима при расчетах по первой группе предельного состояния.

References

1. Baboshkina S.V., Puzanov A.V., Elchinina O.A., Rozhdestvenskaya T.A., Troshkova I.A. Modeling of moisture interprofile movement in chernozemse of agrolandscapes of uimon intermountain depression (Katun basin, central Altai). *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016. No. 8 (142), pp. 29–39. (In Russian).
2. Bezukhov D.A., Schneider V.A. Influence of infiltration processes on local stability of slopes of road cover. *Materials of the international scientific and practical conference (on the occasion of the 85th anniversary of the SibADI FGBOU)*. Omsk. 2015. Vol. 1, pp. 28–34. (In Russian).
3. Nguyen F.Z. Influence of unsteady seepage on stability of earth slopes. *Izvestia VNIIG im. B.E. Vedeneeva*. 2012. No. 266, pp. 55–60. (In Russian).
4. Nguyen F.Z., Buryakov O.A. Influence of rainfall infiltration on the stability of soil slopes structures. *Gidrotekhnicheskoye stroitelstvo*. 2013. No. 5, pp. 23–26. (In Russian).
5. Ogorodnikov L.P., Postnikov P.A. Precipitation infiltration into soil in the Middle Urals. *APK Rossii*. 2015. No. 73, pp. 116–119. (In Russian).
6. Panina S.S., Shein E.V. Mathematical models of soil moisture transfer: importance of the model's experimental assurance and the upper boundary condition. *Vestnik Moskovskogo Universiteta*. 2014. No. 3, pp. 45–50. (In Russian).
7. Shein E.V., Shcheglov D.I., Moskvina V.V. Simulation of water permeability processes in chernozems of the Kamennaya Steppe. *Pochvovedeniye*. 2012. No. 6, pp. 648–657. (In Russian).
8. Terleev V.V., Mirschel W., Badenko V.L., Guseva I.Y., Gurin P.D. Physico-statistical interpretation of the soil water retention function's parameters. *Agrofizika*. 2012. No. 4 (8), pp. 1–8. (In Russian).
9. Manyakhin I.V. Analysis of stress-strain condition of slopes reinforced with soil anchors taking into account the infiltration of atmospheric precipitation. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2017. No. 2 (61), pp. 143–153. (In Russian).

УДК 621.6.072

Н.С. СОКОЛОВ^{1,2}, канд. техн. наук, директор (ns_sokolov@mail.ru)

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

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

Фундамент повышенной несущей способности с использованием буронабивных свай ЭРТ с многоместными уширениями

Возведение фундаментов с повышенными значениями несущей способности является актуальной задачей современного геотехнического строительства. Особенно оно востребовано при строительстве объектов в стесненных условиях и сооружений повышенной этажности. Часто использование буронабивных свай по технико-экономическим соображениям нецелесообразно. Буронабивные сваи ЭРТ с многоместными уширениями в этом случае оказываются максимально востребованы.

Ключевые слова: несущая способность, буронабивная свая, ростверк, сваи ЭРТ, многоместные уширения, инъекции.

Для цитирования: Соколов Н.С. Фундамент повышенной несущей способности с использованием буронабивных свай ЭРТ с многоместными уширениями // *Жилищное строительство*. 2017. № 9. С. 25–28.

N.S. SOKOLOV^{1,2}, Candidate of Sciences (Engineering), Director (ns_sokolov@mail.ru)

¹ ООО PPF «FORST» (109a, Kalinina Street, Cheboksary, 428000, Chuvash Republic, Russian Federation)

² Chuvash State University Named After I.N. Ulyanov (15, Moskovsky Avenue, Cheboksary, 428015, Chuvash Republic, Russian Federation)

Foundation of Increased Bearing Capacity Constructed with Use of Bored-Injection Edt-Piles with Multiple Enlargements

Construction of foundations with increased values of bearing capacity is an objective of a current interest of modern geotechnical construction. It is especially in demand during construction of objects in constrained conditions and high-rise structures. There are a lot of frequent cases when using of boring piles is impractical due to technical and economics considerations. In that case bored-injection EDT-piles with multiple enlargements are highly in-demand.

Keywords: bearing capacity, boring pile, grillage, EDT-piles, multiple enlargements, injections.

For citation: Sokolov N.S. Foundation of increased bearing capacity constructed with use of bored-injection edt-piles with multiple enlargements. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 9, pp. 25–28. (In Russian).

В современном геотехническом строительстве существуют технологии устройства фундаментов повышенной несущей способности. Одним из нормативных документов ТСН-306–2005 «Основания и фундаменты повышенной несущей способности», разработанным Министерством строительства, архитектуры и ЖКХ Ростовской области, устанавливаются положения по улучшению строительных свойств грунтов оснований зданий и сооружений способами инъекции химических растворов, армирования основания через направленные гидроразрывы, армирования сваями-инжекторами и буронабивными элементами. Инъекции химическими растворами актуальны только для структурно-неустойчивых грунтов. Поэтому в современном геотехническом строительстве широко востребованы буронабивные сваи.

Возведение подземной части любого сооружения требует особого внимания [1–6] со стороны геотехников. Любое внедрение в основание элементов в виде строительных конструкций, а также извлечение из него грунта изменяют сложившееся в течение длительного геологического периода напряженно-деформированное состояние основания (НДС). Также извлечение из него грунтов приводит к его

разуплотнению. При этом чем больше диаметр рабочего органа буровой установки, тем значительнее негативные последствия на основание вынутого из него грунта. Для сведения отрицательных влияний к минимуму с целью восстановления существовавшего НДС при производстве буровых свай необходимо использовать технологии, способствующие восстановлению структуры грунтов основания.

Проектные организации, как правило, при нагрузках на сваи чаще всего проектируют буронабивные сваи диаметром 600 мм и более.

Практически любой инженер-строитель знает, что чем больше диаметр сваи, тем больше ее несущая способность. Можно назначить буронабивную сваю любого диаметра. Но основным критерием окончательного назначения типа (величины диаметра и длины) буронабивной сваи является кроме технической целесообразности также экономическая эффективность.

Инвестор всегда вкладывает денежные средства в наиболее экономичный и в то же время надежный тип фундамента. Таким образом, для случая свайного фундамента экономическая эффективность рассматривается совместно со стоимостью свайного поля и ростверков [7–11].

Тип сваи	Позиция	Несущая способность, кН	Расчетная нагрузка	Примечания	Объем сваи, м³	Удельная несущая способность, кН/м³	Удельная расчетная нагрузка, кН/м³
Буронабивная свая Ø600 A=0,2826 м²	1	2330	1665	Буронабивная свая в обсадных трубах	5,6	416	297,3
	2	2300	1640		5,6	410,7	293
	3	2465	1760		5,6	440,2	314,3
Буронабивная свая Ø800 A=0,5 м²	1	3760	2685		10	376	268,5
	2	3725	2660		10	372,5	266
	3	3935	2810		10	393,5	281
Буронабивная свая Ø1000 A=0,785 м²	1	5540	3960		15,7	352,9	252,2
	2	5500	3930		15,7	350,3	250,3
	3	5770	4120		15,7	367,5	263,4
Буронабивная свая Ø2000 A=6,28 м²	1	19400	13860		125,6	154,4	110,3
	2	19850	14180		125,6	158	112,9
	3	19860	14200		125,6	158,2	113
Буроинъекционные сваи ЭРТ Ø350 A=0,1 м²	4	1515	1080	Буроинъекционная свая ЭРТ без уширений	2	757,5	540
	5	1680	1200	Буроинъекционная свая ЭРТ с уширениями под пятой	2	840	600
	6	1880	1340	Буроинъекционная свая ЭРТ с уширениями под пятой и вдоль ствола	2	940	670
	7	1930	1380	Буроинъекционная свая ЭРТ с уширениями под пятой и двумя уширениями вдоль ствола сваи	2	965	690

Для доказательства вышесказанного ниже приводятся выкладки, доказывающие преимущества буроинъекционных свай, изготовленных по разрядно-импульсной технологии (сваи ЭРТ) по сравнению с буронабивными сваями.

Определение несущей способности F_d производится по формуле (7.11) СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты»:

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

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1; R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа, принимаемое по табл. 7.2 СП 24.13330.2011; A – площадь опирания сваи на грунт, м²; u – наружный периметр поперечного сечения сваи, м; f_i – расчетное сопротивление i -го слоя грунта основания по боковой поверхности сваи, кПа, принимаемое по СП 24.13330.2011; h_i – толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; γ_{cf} – коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и по боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на значения расчетного сопротивления грунта и принимаемые по табл. 7.6 СП 24.13330.2011; γ_{cR} – коэффициент условий работы под нижним концом сваи согласно п. 7.26 СП 24.13330.2011.

По формуле (1) произведены расчеты несущей способности F_d по грунту различных типов буровых свай, прорезающих текучепластичный суглинок с $I_L = 0,9$, мягкопластичный суглинок с $I_L = 0,6$. Пята сваи заделана в полутвердую глину. В качестве типов буровых свай использованы: 1) буроинъекционные сваи ЭРТ без уширений и с уширениями

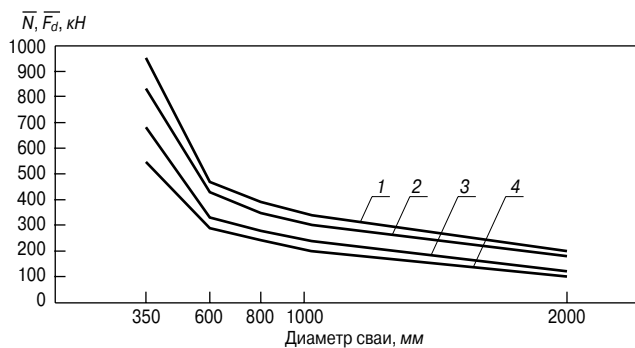


Рис. 2. Графики зависимости $f(\varnothing, \bar{N})$ и $f(\varnothing, \bar{F}_d)$: \bar{N} – удельная расчетная нагрузка, кН; \bar{F}_d – удельная несущая способность, кН; 1, 2 – графики $f(\varnothing, \bar{F}_d)$; 3, 4 – графики $f(\varnothing, \bar{N})$; 350 – диаметр сваи ЭРТ; 600, 800, 1000, 2000 – диаметры буронабивных свай, мм

под пятой и вдоль ствола; 2) буронабивные сваи Ø600, 800, 1000 мм, изготавливаемые в обсадных трубах под защитой тиксотропной глины, а также укладываемые с помощью глубокой вибрации. Результаты расчетов F_d по приведенным схемам на рис. 1 сведены в таблице.

Для оценки величин несущей способности свай и расчетных нагрузок на них в таблице имеются величины удельных значений – удельная несущая способность \bar{F}_d , соответствующая $\bar{F}_d = \frac{F_d}{V_c}$, и удельная расчетная нагрузка \bar{N} , соответствующая $\bar{N} = \frac{N}{V_c}$, где V_c – объем рассматриваемой сваи.

Наиболее характерны графики зависимости \bar{N} и \bar{F}_d от диаметра и типа свай, приведенные на рис. 2. Ярко прослеживается преобладание \bar{N} и \bar{F}_d для свай ЭРТ с множест-

ными уширениями. Оно превышает в 2,5–6,5 раз значения \bar{N} и \bar{F}_d для буронабивных свай. При этом с увеличением диаметра свай графики функции $f(\varphi, \bar{F}_d)$ и $f(\varphi, \bar{N})$ приобретают ниспадающий линейный характер.

Список литературы

- Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2012. № 2. С. 17–20.
- Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
- Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с.
- Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям). СПб., 2012. 284 с.
- Соколов Н.С., Соколов С.Н. Применение буроинъекционных свай при закреплении склонов // *Материалы Пятой Всероссийской конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» (НАСКР-2005)*. Чебоксары: ЧГУ им. И.Н. Ульянова, 2005. С. 292–293.
- 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)*. Чебоксары: ЧГУ им. И.Н. Ульянова, 2014. С. 407–411.
- Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай-ЭРТ // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2015. № 1. С. 10–13.
- Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об эффективности устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями с использованием электроразрядной технологии // *Геотехника*. 2016. № 2. С. 28–34.
- Соколов Н.С., Рябинов В.М. Особенности устройства и расчета буроинъекционных свай с многоместными уширениями // *Геотехника*. 2016. № 3. С. 60–66.
- Соколов Н.С., Рябинов В.М. Технология устройства буроинъекционных свай повышенной несущей способности // *Жилищное строительство*. 2016. № 9. С. 11–14.
- Соколов Н.С. Критерии экономической эффективности использования буровых свай // *Жилищное строительство*. 2017. № 5. С. 34–38.

References

- Il'ichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Development of underground space in large Russian cities. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov*. 2012. No. 2, pp. 17–20. (In Russian).
- Ulitsky V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Geotechnical maintenance of urban development. Saint-Petersburg: Georeconstructsiya, 2010. 551 p.
- Ter-Martirosyan Z.G. Mekhanika gruntov [Soil Mechanics]. Moscow: ASV, 2009. 550 p. (In Russian).
- Ulitsky V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Guide to geotechnical engineering (Guide to the grounds,

foundations and underground structures). Saint-Petersburg: Georeconstructsiya, 2015, 284 p.

- Sokolov N.S., Sokolov S.N. Using of bored-injection piles for securing slopes. *Materials of 5th All-Russian conference «New in architecture, designing of building structures and reconstructions»*. (NASKR-2005). Cheboksary – 2005, pp. 292–293.
- Sokolov N.S. Method of calculation bearing capacity of the bored-injection EDT-piles taking into account «thrust bearings». *Materials of the 8th All-Russian (the 2nd International) the «New in Architecture, Designing of Construction Designs and Reconstructions» conference (NASKR-2014)*. Cheboksary – 2014, pp. 407–411. (In Russian).
- Sokolov N.S., Ryabinov V.M. About one method of calculation of bearing capacity of bored-injection EDT-piles. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov*. 2015. No. 1, pp. 10–13. (In Russian).
- Sokolov N.S., Ryabinov V.M. About Effectiveness of Installation of Bored-Injection Piles with Multiple Enlargements with Using of Electric Discharge Technology. *Geotechnica*. 2016. No. 2, pp. 28–34. (In Russian).
- Sokolov N.S., Ryabinov V.M. Features of Installation and Calculation of Bored-Injection Piles with Multiple Enlargements. *Geotechnica*. 2016. No. 3, pp. 60–66. (In Russian).
- 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. 11–14. (In Russian).
- Sokolov N.S. Criteria of economic efficiency of use of drilled piles. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 5, pp. 34–38. (In Russian).

ВЫСТАВКА

КРЫМ

СТРОЙИНДУСТРИЯ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

ОСЕНЬ-2017

9-11 ноября

г. Ялта, ул. Дражинского, 50

ГК «ЯЛТА-ИНТУРИСТ»

ФОРУМ КРЫМСКИЕ
ВЫСТАВКИ

Оргкомитет:
г. Симферополь, ул. Горького, 8, оф. 27
моб.: +7 978 78 178 83
т.: +7(3652) 54-60-66
E-mail: marketing@expoforum.biz
<http://expoforum.biz/>



УДК 624.152

И.А. САЛМИН, инженер (support@geo-soft.ru)

ООО «ИнжПроектСтрой» (614000, а/я 91, г. Пермь, Комсомольский пр., 34, оф. 105)

Мониторинг ограждающей конструкции глубокого котлована

В настоящей работе представлен опыт оптимизации проектного решения по ограждению котлована глубиной 14,4 м. Мониторинг перемещений ограждения котлована двумя методами показал сопоставимые результаты (перемещения в процессе разработки и дальнейшей эксплуатации не превысили 16 мм). Наблюдения за показаниями датчиков сил позволили сделать вывод об отсутствии эффектов ползучести корня анкера, а также о значительно меньших усилиях в анкерах, чем было получено по расчету. Низкие значения усилий в анкерах обусловлены низкими значениями перемещений ограждения котлована. Системы мониторинга являются важным инструментом для получения фактической информации о состоянии ограждения в процессе разработки котлована, а также дальнейшей его эксплуатации.

Ключевые слова: мониторинг, ограждение котлована, инклинометр, датчик силы, GeoWall, Alterra, подземное строительство, анкер.

Для цитирования: Салмин И.А. Мониторинг ограждающей конструкции глубокого котлована // *Жилищное строительство*. 2017. № 9. С. 29–33.

I.A. SALMIN, Engineer (support@geo-soft.ru)

ООО "InzhProektStroy" (34, office 105, Komsomolsky Prospect, P.O.B. 91, 614000, Perm, Russian Federation)

Monitoring of the Enclosing Structure of a Deep Pit

The article presents an experience in optimization of the design solution of enclosing the pit of 14.4 m depth. The monitoring of moving of the pit enclosing by two methods shows comparable results (moving during the process of excavation of the pit and its further operation didn't exceed 16 mm). Monitoring the readings of force sensors has made it possible to conclude that the effects of creep of the anchor root are absent and the stresses in anchors were significantly lesser that obtained according to the calculation. Low values of stresses in anchors are due to the low values of displacement of the excavation fence. Monitoring systems are an important instrument for obtaining factual information about the enclosing conditions during the process of pit excavation as well as its further operation.

Keywords: monitoring, pit enclosing, inclinometer, force sensor, GeoWall, Alterra, underground construction, anchor.

For citation: Salmin I.A. Monitoring of the enclosing structure of a deep pit. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 9, pp. 29–33. (In Russian).

При строительстве технических сооружений для очистки ливневых сточных вод в Перми необходимо выполнить устройство ограждения котлована. Глубина котлована составляет 14,4 м, протяженность котлована в плане 25 м. Существующий проект предполагал устройство ограждения из БНС $\varnothing 600$ мм, глубиной 30 м с 4-мя ярусами крепления грунтовыми анкерами.

В геологическом строении данного района принимают участие биогенные (ПГС), четвертичные отложения. Коренные породы встречены всеми скважинами и представлены пермскими отложениями (алевролиты, аргиллиты). Особенностью коренных грунтов является их размокаемость. При добавлении воды один образец полностью размок. Второй образец показал падение прочности на одноосное сжатие более чем в 10 раз. Уровень грунтовых вод находится на отметке глубины котлована.

Предварительный анализ существующего проектного решения показал, что длина заделки 16,6 м для котлована глубиной 14,4 м является избыточной. Обвязочный пояс из одинарного швеллера 30Ш недостаточен для подобного котлована, причем конструкция пояса не позволит провести натяжения анкеров. Корни анкеров предлагалось выполнить $\varnothing 600$ мм в аргиллитах и алевролитах по технологии

струйной цементации грунтов [1], что является достаточно спорным решением. На практике возможно объединить технологию буроинъекционных свай с технологией струйной цементации; технология носит название Атлант-Jet [2], при этом диапазон диаметров варьируется от 300 мм в глинистых грунтах до 500 мм в песчаных. Практика показывает, что разрушить струей цементного раствора полускальный грунт до $\varnothing 600$ мм не представляется возможным.

Выбор проектного решения подтверждался техническим отчетом по расчету в программе Plaxis 8 с использованием модели Hardening Soil. Отчет содержал ряд неточностей и допущений. Основным замечанием к отчету было использование в качестве расчетных значений физико-механических характеристик грунтов табличные значения из СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83*». Анализ отчета по расчету показал, что расчетные значения усилий в анкерах превышают несущую способность анкеров по материалу.

С целью устранения выявленных недочетов было решено внести изменения в проектное решение. В новом решении длину ограждения сократили с 30 до 22,5 м, глубина заделки составила 8,1 м. Изменению подверглись анкера: длина анкеров уменьшилась, но площадь сечения анкерных тяг уве-

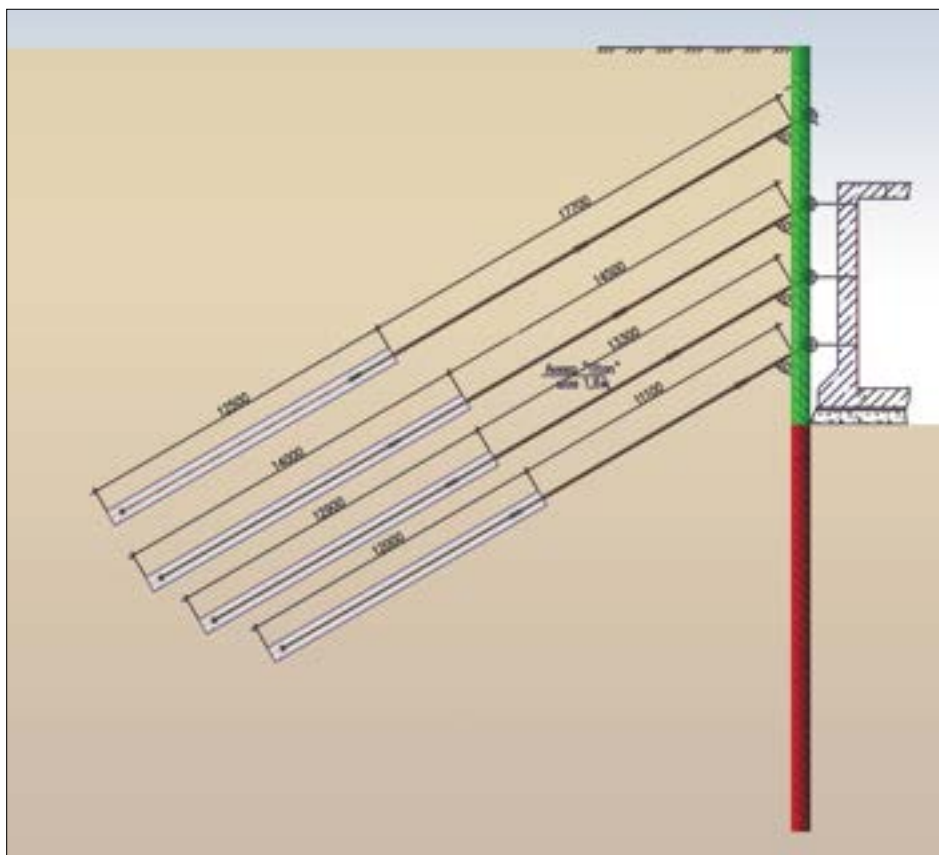


Рис. 1. Начальное проектное решение. Зеленым цветом показана длина ограждения до заделки (14,4 м), красным – заделка (16,6 м). Длина ограждения 30 м

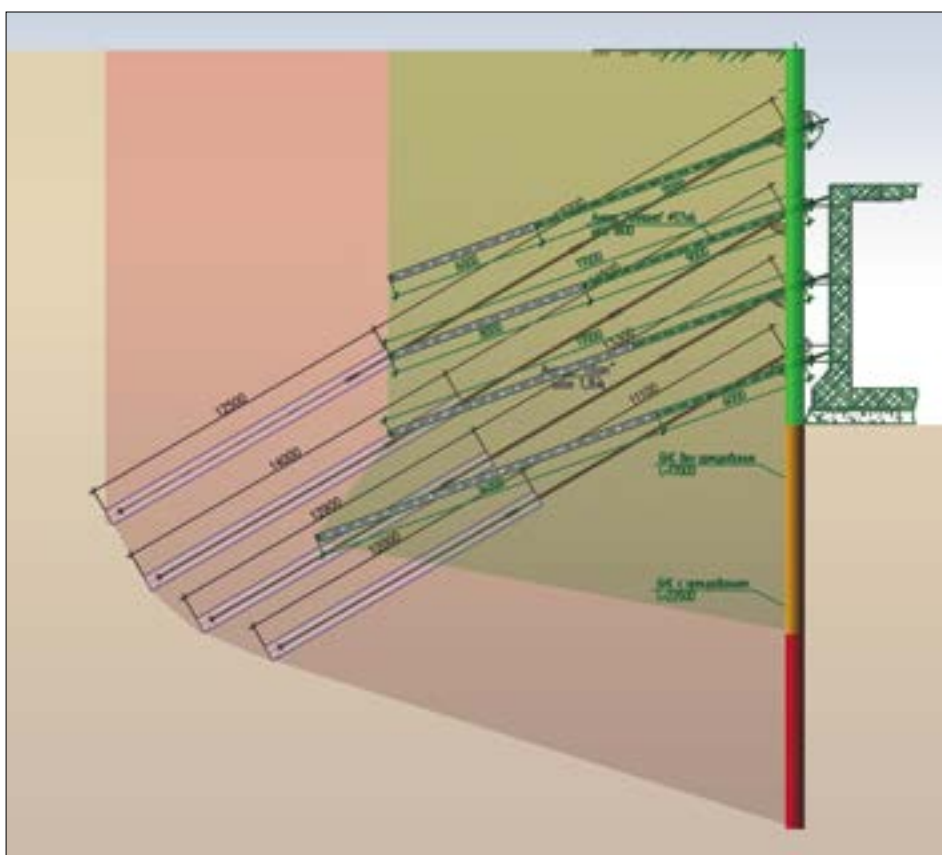


Рис. 2. Сравнение двух проектных решений. Красным цветом показано исходное проектное решение, зеленым цветом – новое решение

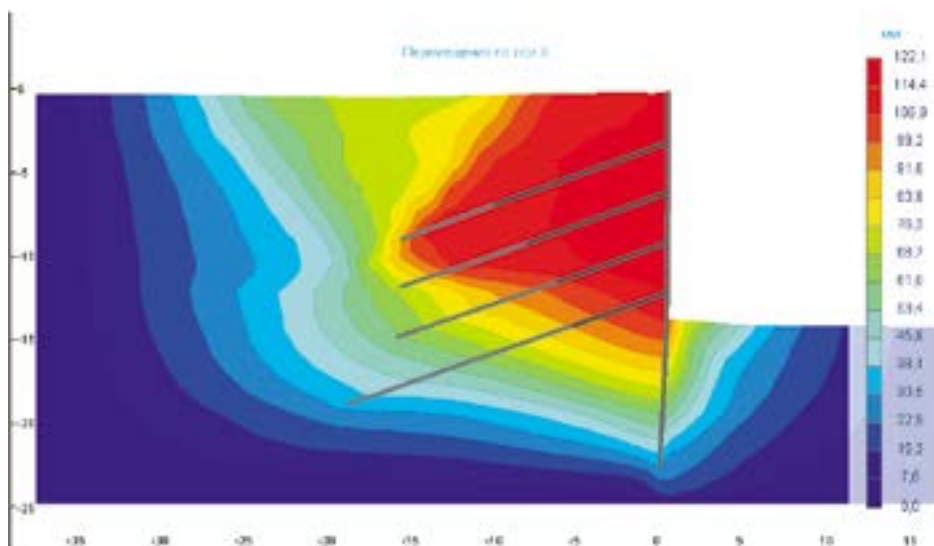


Рис. 3. Расчет ограждения котлована в программе Alterra

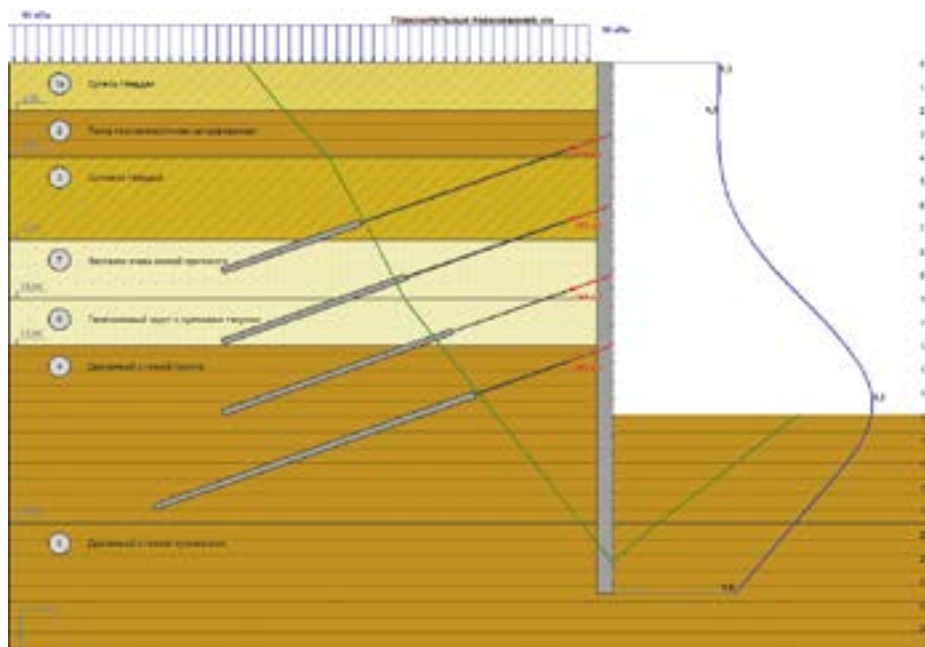


Рис. 4. Расчет ограждения котлована в программе GeoWall

личена, уменьшен угол установки анкеров с 30 до 20°, диаметр корней анкеров уменьшен с проектных 600 до \varnothing 250 мм. Сравнение двух решений представлено на рис. 2.

Для оптимизации проектного решения были выполнены дополнительные изыскания, в результате которых уточнен инженерно-геологический разрез, а также получены физико-механические характеристики грунтов.

При расчете ограждений котлованов одной из первых задач является выбор модели взаимодействия грунта с ограждением. В МКЭ решается полная система уравнений равновесия, геометрических соотношений, физических соотношений и граничных условий для каждого элемента, на которые разбивается массив грунта и ограждение. В качестве физических соотношений для грунта часто применяют упругопластическую модель с критерием перехода в пластическое состояние согласно зависимости Кулона–Мора.

В инженерных методиках (в частности, предлагаемых в СП 22.13330.2011, СП 101.13330.2012 «Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные соору-

жения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.07–87», [3–4]) горизонтальная реакция грунта определяется кусочно-линейной функцией, которая зависит от горизонтального смещения ограждения.

В расчетах применялись оба подхода к моделированию взаимодействия ограждения и грунта: подход МКЭ реализован в программе Alterra [5] (рис. 3), подход с кусочно-линейной функцией реализован в программе GeoWall (рис. 4).

Оптимизация проектного решения позволила сократить общую длину буронабивных свай на 25%, длину анкеров на 30%. Замена анкеров Titan на Атлант [6, 7] производства ООО «ИнжПроектСтрой», позволила дополнительно сократить стоимость работ. При оптимизации варьировались отметки установки анкеров [8], углы установки, длина заделки. По результатам расчетных усилий подбирались армирование ограждения, длина корней анкеров [9], площадь поперечного сечения тяг анкеров.

С целью подтверждения правильности принятых проектных решений предусмотрено проведение мониторинга в про-

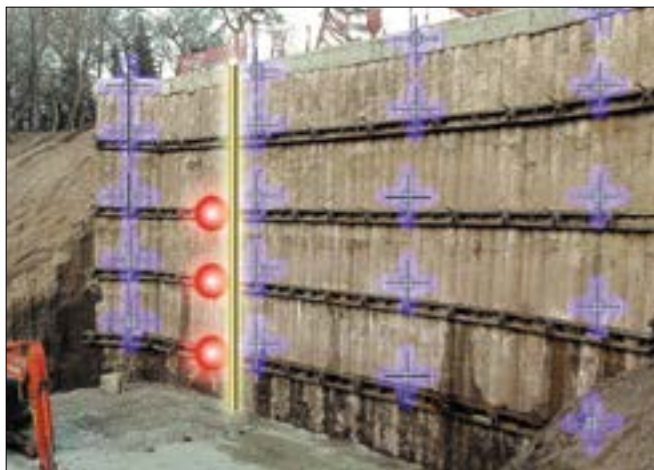


Рис. 5. Положение опорных точек для мониторинга. Синим цветом показаны геодезические марки, красным цветом – датчики усилий на анкеры, желтым – инклинометрическая трубка

цессе разработки котлована. Мониторинг включал в себя геодезические наблюдения, инклинометрические наблюдения, а также контроль усилий в анкерах по показаниям датчиков сил.

Геодезические марки устанавливали по 4 шт. на каждом ярусе и верхней обвязочной железобетонной балке – итого 20 марок (рис. 5). Наблюдения велись начиная с февраля по настоящее время. Результаты наблюдений представлены на рис. 6.

За все время наблюдений перемещения ограждения, по данным геодезических наблюдений, не превышали 16 мм. Параллельно производились измерения инклинометром. Результаты наблюдений представлены на рис. 7.

За все время наблюдений перемещения ограждения, по данным инклинометрических наблюдений, не превышали 8 мм. Эпюры профилей, полученные инклинометром, представлены на рис. 8.

В дополнение к мониторингу перемещений установлены датчики усилий на анкеры. Результаты наблюдений представлены на рис. 9.

Изначальное усилие натяжения составляло 100–150 кН в зависимости от яруса установки анкеров. На протяжении пяти месяцев усилие натяжения в анкерах изменилось незначительно: выросло соответственно до 120–180 кН.

Отличие результатов наблюдений от расчетных значений связано с тем, что фактические условия работы ограждений котлованов могут отличаться от условий, предполагаемых при проектировании. Причины этому могут быть различными:

- расчетные модели ограждений котлованов имеют ряд допущений;
- расчетные значения физико-механических свойств грунтов, как известно, являются случайными величинами с определенным доверительным интервалом;

Сравнение результатов расчета с наблюдениями

	Макс. перемещения, мм	Усилия в анкерах, кН
Исходный проект, Plaxis 8	148	750
Оптимизированный проект, GeoWall 6	33	550
Оптимизированный проект, Alterra	122	530
Наблюдения	16	200

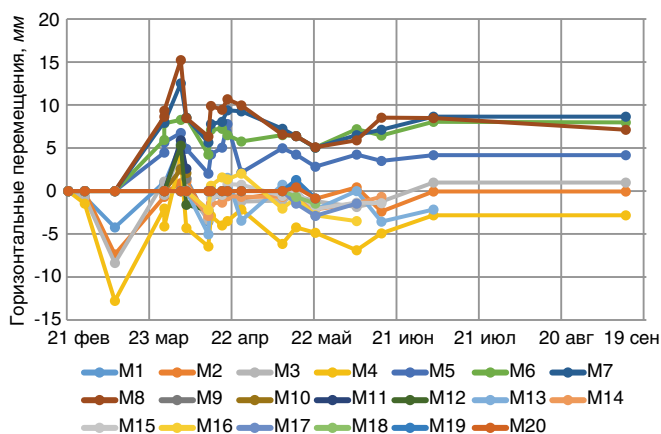


Рис. 6. Значения горизонтальных перемещений марок от времени

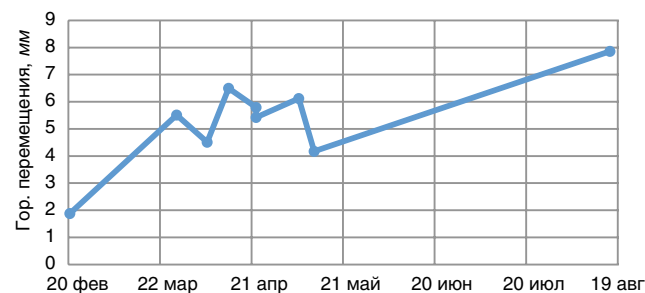


Рис. 7. Значения максимальных перемещений по результатам инклинометрических наблюдений

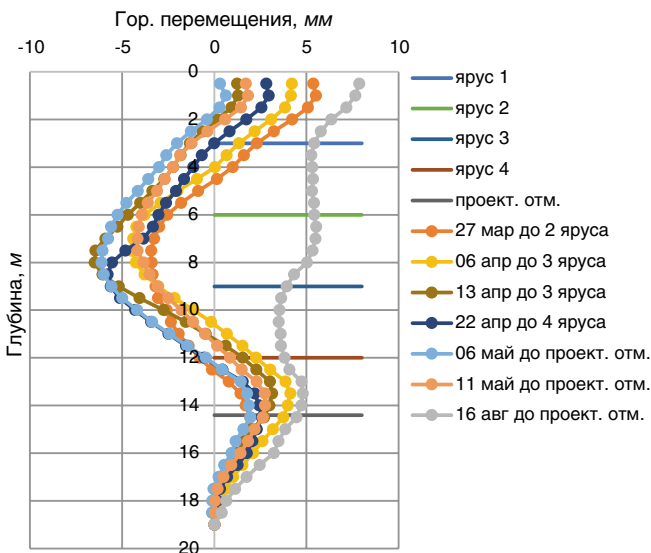


Рис. 8. Значения максимальных перемещений по результатам инклинометрических наблюдений

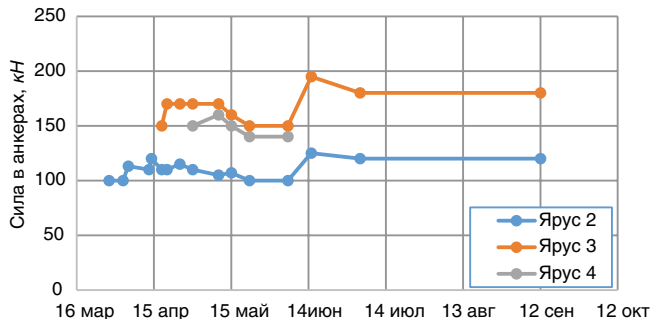


Рис. 9. График зависимости усилий в анкерах от времени

– устройство ограждения котлована может изменить гидрогеологические условия площадки;

– возможное превышение глубины разработки котлована;

– возможное появление дополнительной технологической нагрузки на бровку котлована.

Для уточнения расчетной модели можно воспользоваться обратным расчетом и определить фактические значения свойств грунтов, которые оказывают наибольшее влияние на НДС схемы. Подобный анализ на примере осадки фундаментной плиты с подбором модуля деформации приведен в статье [10].

При обратных расчетах ограждения котлована было подобрано повышенное значение угла внутреннего трения грунта заделки (с 15 до 25°). В этом расчетном случае результаты перемещений ограждения котлована и усилия в анкерах стали достаточно хорошо описывать наблюдаемые значения на реальном объекте.

Список литературы

1. Малинин А.Г. Струйная цементация грунтов. М.: Стройиздат, 2010. 226 с.
2. Малинин П.А., Струнин П.В., Гульшина Ю.Г., Салмин И.А. Опыт применения новой технологии грунтовых анкеров «Атлант Jet» при креплении глубокого котлована в Москве: Сб. трудов международной научно-технической конференции «Современные геотехнологии в строительстве и их научно-техническое сопровождение». СПб, 2014. С. 142–148.
3. Клейн Г.К. Расчет подпорных стен. М.: Высшая школа, 1964. 196 с.
4. Горбунов-Посадов М.И., Ильичев В.А., Крутов В.И. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Под. общ. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. М.: Стройиздат, 1985. 480 с.
5. Малинин П.А., Воробьев А.В., Жемчугов А.А. Шестаков А.П. Современный программный комплекс для геотехнических расчетов методом конечных элементов // *Жилищное строительство*. 2011. № 9. С. 32–33.
6. Малинин П.А., Струнин П.В. Опыт строительства глубокого котлована с использованием технологии струйной цементации грунтов // *Геотехника*. 2013. №2. С. 4–13.
7. Малинин А.Г., Малинин Д.А. Анкерные сваи «Атлант» // *Жилищное строительство*. 2010. № 5. С. 60–62.
8. Марголин В.М. – Поиск оптимальных решений ограждения котлована «стеной в грунте» с использованием буринъекционных анкеров // *Промышленное и гражданское строительство*. 2012. № 12. С. 23–26.
9. Малинин Д.А. Несущая способность винтовых анкеров «Атлант» // *Жилищное строительство*. 2012. № 9. С. 46–49.
10. Тер-Мартirosян З.Г., Тер-Мартirosян А.З., Соболев Е.С. Анализ данных геотехнического мониторинга плитных фундаментов большой площади // *Геотехника*. 2012. № 4. С. 28–34.

Выводы.

Проектирование ограждений котлованов является многофакторной задачей, затрагивающей различные области знания механики грунтов. Расчеты ограждения котлована позволяют получить некоторый набор различных вариантов проектных решений, но мониторинг дает ответ на вопрос, насколько выбранное решение соответствует поставленной задаче.

Мониторинг является полезным инструментом при разработке котлована. Авторы проекта могут получать сигналы о состоянии ограждения практически в любое время в процессе строительства и даже после него. Мониторинг в роли обратной связи позволяет дать ответ, насколько расчетная модель близка к реальности. Это дает возможность развиваться инженеру-проектировщику. Полученный опыт позволяет в дальнейшем принимать более рациональные проектные решения.

References

1. Malinin A.G. Struinaya tsementatsiya gruntov [Jet cementation of soil]. Moscow: Stroyizdat, 2010. 226 p.
2. Malinin P.A., Strunin P.V., Gulshina Yu.G., Salmin I.A. Experience of use of new technology of soil anchors «the Atlas of Jet» when fastening a deep ditch in Moscow». Works of the international scientific and technical conference «Modern Geotechnologies in Construction and Their Scientific and Technical Maintenance». St. Petersburg, 2014, pp. 142–148. (In Russian).
3. Klein G.K. Raschet podpornykh sten [Calculation of retaining walls]. Moscow: Vysshaya shkola, 1964. 196 p.
4. Gorbunov-Posadov M.I., Ilyichev V. A., Krutov V.I. Osnovaniya, fundamentey i podzemnye sooruzheniya [Bases, bases and underground constructions]. Under. general edition of E.A. Sorochan and Yu.G. Trofimenkov. Moscow: Stroyizdat, 1985. 480 p.
5. Malinin P.A., Vorobyov A.V., Zhemchugov A.A. Shestakov A.P. A modern program complex for geotechnical calculations with a finite element method. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2011. No. 9, pp. 32–33. (In Russian).
6. Malinin P.A., Strunin P.V. Experience of construction of a deep ditch with use of technology of jet cementation of soil. *Geotekhnika* [Geotechnics]. 2013. No. 2, pp. 4–13. (In Russian).
7. Malinin A.G., Malinin D.A. Anchor piles «Atlant». *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2010. No. 5, pp. 60–62. (In Russian).
8. Margolin V.M. – Search of optimal solutions of a protection of a ditch «a wall in soil» with use the buroinjeksionnykh of anchors. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and civil engineering]. 2012. No. 12, pp. 23–26. (In Russian).
9. Malinin D.A. The bearing ability of screw anchors «Atlas». *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2012. No. 9, pp. 46–49. (In Russian).
10. Ter-Martirosyan Z.G., Ter-Martirosyan A.Z., Sobolev E.S. Analysis of data of geotechnical monitoring of the slabby bases of the big area. *Geotekhnika* [Geotechnics]. 2012. No. 4, pp. 28–34. (In Russian).

**MALININ
GROUP**

MALININ group объединяет компании «ИнжПроектСтрой»; «Специальная строительная техника»; «Анкерные системы»; «GeoSoft», занимающиеся геотехническими работами, производством специального строительного оборудования, анкеров, а также разработкой программного обеспечения для геотехнических расчетов.

www.MalininGroup.com

Proekt@MalininGroup.com

X Международная конференция / X International Conference

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

NANO-TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION

NTC-2018

13-17 апреля 2018 г.
13-17 April, 2018

Прибытие и регистрация участников / Arrival & Registration 13.04.2018
Дни проведения конференции / Scientific activities 14–16.04.2018
Отъезд / Departure 17.04.2018

Хургада, Египет
Hurgada, Egypt
Отель / Hotel

Sunny Days El Palacio Resort & Spa

Организатор конференции / Organizer

Национальный исследовательский центр жилья и строительства (НБРС)
Housing & Building National Research Center (NBRC)

**Соорганизаторы конференции / Co-organizers**

Министерство жилищно-коммунального хозяйства и городского сообщества
Ministry of Housing, Utilities and Urban Communities



Египетско-российский университет
Egyptian Russian University (ERU)



Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова
Kalashnikov Izhevsk State Technical University (ISTU)

**Тематика конференции / Conference Themes**

- Синтез применение наночастиц
- Наноразмерная характеристика материалов.
- Наноструктурированные или нанопористые материалы и нанокompозиты
- Наноматериалы для медицины
- Применение нанотехнологий в красках, покрытиях, слоях и мембранах.
- Наноматериалы в архитектуре для энергоэффективности, внутреннего экологического качества и устойчивости.
- Эффективность нанотехнологий в огнезащите.
- Другие.
- Nanoparticles synthesis and applications.
- Nanoscale materials characterization.
- Nanostructured or nanoporous materials and nanocomposites
- Nanomaterials for structural health monitoring and sensing.
- Application of nanotechnology in paints, coatings, layers and membranes.
- Nanomaterials in architecture for energy efficiency, indoor environmental quality and sustainability.
- Nano-technology's effect of fire performance.
- Others.

Параллельно с конференцией в помещении отеля будет проходить выставка.

Экспоненты предоставляются следующие категории спонсорского участия:

Exhibition: An exhibition will be held at the Hotel premises.

Exhibitors are welcomed for sponsoring with the following categories & fees:

Bronze	Silver	Gold
1000 \$	1500 \$	2000 \$

Основные даты и условия участия / Deadlines and Conference fees

- Принятие рефератов (abstract) 01/11/2017
- Представление полной рукописи 01/12/2017
- Принятие полных рукописей 01/01/2018
- Окончательный прием заявок 01/02/2018

Для участников, не являющихся египтянами, регистрационный взнос за участие в конференции (исключая проживание, транспорт и общественные мероприятия), составляет 200 долл. США/чел. и 100 долл. США/чел для студентов.

Регистрационный взнос за полный пакет участника (с проживанием, трансфером и общественными мероприятиями) составляет 500 долл. США/чел и 300 долл. США/чел для студентов.

Оплата производится: Банковским переводом в QNB Qatar National Bank Al Ahli, Swift Code QNB AEGCXXX, № счета 00037 00152 20315560107-56, Египетское-Российский университет.

- Acceptance for abstract 01/11/2017
- Submission of full manuscript 01/12/2017
- Acceptance for full manuscripts 01/01/2018
- Final acceptance 01/02/2018

For Non Egyptian participants, the conference registration fees excluding accommodation, transportation and social activities is 200 USD/Person and 100 USD/Person for Non Egyptian students.

A package for accommodation, internal transportation and social activities is available for Non Egyptian participants for 500 USD/Person and 300 USD/Person for Non Egyptian students.

Payment of fees must be: by Bank transfer to QNB Qatar National Bank Al Ahli, swift code QNB AEGCXXX, Account No. 00037 00152 20315560107-56, Egyptian-Russian University.

Информационная поддержка – журнал «Строительные материалы»®
Information support – the «Construction Materials» journal



К проведению конференции планируется выпуск журнала «Строительные материалы» № 1-2.2018. Статьи будут публиковаться на двух языках (русский английский). Срок подачи материала в редакцию до 13.01.2018 / To holding a conference the issue of the journal «Construction Materials» 1-2.2018 is planned. Articles will be published in two languages (Russian, English). Deadline for submitting the material to the editorial office before 13.01.2018

Контактная информация в России /
Contact information in Russia

Профессор Григорий Иванович Яковлев
ИжГТУ им. М.Т. Калашникова
E-mail: gyakov@istu.ru Тел.: 89128566688
Факс: +7(3412)592555
Prof. G.I. Yakovlev
Studencheskaya Str., 7, Izhevsk, 426069, Russia
Mob. +79128566688, E-mail: gyakov@istu.ru

Контактная информация в Египте
(только на английском языке)
/ Contact information in Egypt (English only)

Prof. Magdy Helal, Prof. Sayed Shebl
Housing & Building National Research Center
El-Tahrir Street, Dokki, Giza-Egypt
Tel: +20233356853, 37617107
Mr. Haysam Wahed Mob: +201226293390
info@ntchbc.com ntc_nano@yahoo.com

Более подробную информацию можно найти на сайте конференции / More information can be found on the website www.ntchbc.com

УДК 624.1

О.С. ГЛОЗМАН^{1,2}, канд. техн. наук (7457915@gmail.com)

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

² РААСН (107031, г. Москва, ул. Б. Дмитровка, 24, стр. 1)

Определение классификации и типологии подземной инфраструктурной зоны города

Рассмотрен вопрос включения в правила землепользования и застройки подземных территорий городов. Правила землепользования и застройки основываются на функциональном зонировании подземного пространства. Ранее была определена типология подземных зон города, включающая в себя четыре типа: инфраструктурный, научно-производственный, общественный и вспомогательный. В настоящей статье представлена авторская классификация инфраструктурного типа, основанная на обобщении мирового опыта подземного строительства в городах. Основываясь на представленной классификации, целесообразно назначать территориальные зоны, определять вид разрешенного использования и градостроительные регламенты подземных территорий городов в документах градостроительного зонирования. Для удобства использования классификации она разделена на виды и приведены примеры каждого вида.

Ключевые слова: градостроительство, георбанистика, подземное пространство, генеральный план, функциональное зонирование, территориальное планирование, правила землепользования и застройки, территориальные зоны.

Для цитирования: Глоzman О.С. Определение классификации и типологии подземной инфраструктурной зоны города // Жилищное строительство. 2017. № 9. С. 35–39.

O.S. GLOZMAN^{1,2}, Candidate of Sciences (Engineering), Adviser RAACS (7457915@gmail.com)

¹ Moscow Architectural Institute (State Academy) (11/4, bldg. 1, structure 4, Rozhdestvenka Street, 107031, Moscow, Russian Federation)

² RAACS (24, bldg.1, 107031, Bol'shaya Dmitrovka Street, Moscow, Russian Federation)

Definition of Classification and Typology of the City Underground Infrastructural Zone

The article focuses on the issue of including city underground spaces in the land use and site development regulations. The rules of land use and site development are based on the functional zoning of underground spaces. Previously it was shown that the city underground spaces can be classified into four categories: infrastructural, scientific and production, public, auxiliary. These four categories make up the typology of the city underground spaces. This work presents the author created classification of the city underground spaces of the infrastructural type which is based on the global experience of the underground development of the territory. This classification provides a means for allocating areas, defining ways of possible land use and creating urban development protocols for city underground spaces using city zoning document system. In order to simplify the use of the classification the article features different categories that fall into the classification as well as the examples that illustrate each category.

Keywords: urban planning, geo-urban planning, underground space, master plan, functional zoning, territorial planning, rules of land use and development, territorial zones.

For citation: Glozman O.S. Definition of classification and typology of the city underground infrastructural zone. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 9, pp. 35–39. (In Russian).

Учет подземных территорий в документах территориального планирования городов начинается с функционального зонирования подземного пространства и должен быть продолжен на этапе разработки правил землепользования и застройки.

С целью включения подземных территорий в генеральные планы городов автором разработана типология функционального зонирования подземного пространства. Типология включает четыре типа подземной функциональной зоны города: научно-производственную, инфраструктурную, общественную и вспомогательную. Более подробно типология описана в [1].

С целью учета подземных территорий в правилах землепользования и застройки целесообразно определить классификацию каждого типа подземных функциональных зон. Далее представлена авторская классификация инфраструктурного типа, основанная на обобщении мирового опыта подземного строительства в городах.

Вся городская инфраструктура традиционно делится на два класса: транспортный и инженерный. Для целей планирования подземной территории города целесообразно сохранить классификацию, описав более подробно виды сооружений, относящиеся к транспортному или инженерному классу.

Основные объекты транспортной инфраструктуры, располагаемые под землей, – это тоннели всех видов транспорта, за исключением авиационного, а также пешеходные пути. В современной градостроительной практике все чаще встречаются примеры обустройства в подземном пространстве транспортно-пересадочных узлов всех видов транспорта, включая железнодорожные вокзалы. Ниже приведен краткий обзор каждого вида подземного транспортного сооружения.

Наиболее распространенный вид транспортного класса – это тоннель. В тоннелях организовывается движение трамваев, метрополитена, автомобилей, железнодорожных поездов и пешеходов.

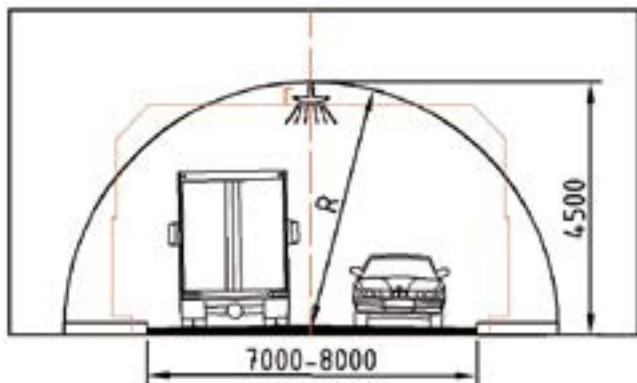


Рис. 1. Автомобильный тоннель, разрез



Рис. 2. Подземные автомобильные тоннели западной части г. Парижа

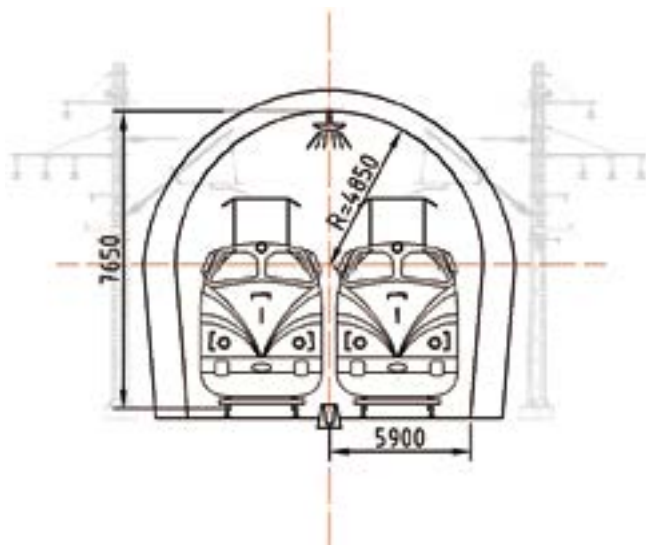


Рис. 3. Железнодорожный тоннель, разрез

Первый автомобильный тоннель был открыт для движения автомобилей в 1927 г. в США. В настоящее время почти во всех крупных городах мира уже эксплуатируются и строятся новые транспортные тоннели. Размещение под землей отдельных участков важнейших транспортных магистралей, пересекающих город или его часть, способствует разгрузке улично-дорожной сети города и уменьшает время поездки, что в конечном счете положительно влияет на среднюю скорость передвижения и улучшает благоустроенность города в целом. Поскольку вредные выбросы от автотранспорта проходят фильтрацию перед тем, как попасть из тоннеля в воздушное пространство города, возрастает уровень защиты окружающей среды от загрязнения воздуха. Строительство тоннелей существенно снижает шумовую нагрузку на город. Пример простейшего автомобильного тоннеля приведен на рис. 1.

В Европе с целью экономии городских земель и повышения качества городской среды часто прибегают к строительству тоннелей, особенно во Франции, Испании и Германии.

Численность жителей Ниццы менее 400 тыс. человек; ее площадь около 80 км², по мировым меркам город не очень крупный. Через него проходит скоростная международная автомобильная дорога восточно-западного направления, значительная часть которой в тоннеле. Также и другие, проходящие по городу магистральные дороги, частично проложены ниже уровня земли. Общая протяженность тоннелей в городе не менее 5 км. Аналогичный по численности населения испанский город Бильбао занимает чуть больше 40 км², при этом на территории города функционирует не менее 15 автомобильных тоннелей.

Крупнейшие города как в Европе, так и в Азии, без автомобильных тоннелей не справились бы с транспортными проблемами. На рис. 2 представлена схема расположения крупных подземных участков автомобильных дорог Парижа. Основные автомобильные подземные дороги Парижа:

- спаренный тоннель Сент-Клу является частью городской автомобильной дороги, заглубление которой было оправданно огромной перегрузкой улично-дорожной сети в данной части города;

- двухуровневый тоннель Duplex A86 позволил сохранить архитектурный облик города и охраняемые природные территории.

Наибольшее количество тоннелей на единицу площади построено в Англии.

Россия также накопила значительный опыт в строительстве автомобильных тоннелей, в основном в Москве и Санкт-Петербурге [2]. Среди них необходимо выделить наиболее масштабные проекты, такие как Лефортовский и Алабяно-Балтийский тоннели Москвы и подводный тоннель под Финским заливом для Кольцевой автомобильной дороги вокруг Санкт-Петербурга. Последний строили с перерывами в общей сложности 13 лет. Полная длина тоннеля в Санкт-Петербурге составляет 1961 м, включая подземный участок длиной 1189 м и два рамповых участка по 386 м. Глубина заложения котлована – 28 м от уровня воды в заливе.

Строительство Алабяно-Балтийского тоннеля протяженностью менее 2 км заняло более 10 лет и было осложнено рядом аварий, вызванных прорывом подземных вод. Из-

за наличия в месте прохождения тоннеля линии метрополитена неглубокого заложения появилась необходимость заглубления на 22 м, что привело к усложнению и удорожанию проекта. Строительство Алабяно-Балтийского тоннеля можно признать неудачной попыткой использования подземного пространства для движения автотранспорта.

Пример двупутного железнодорожного тоннеля приведен на рис. 3 с указанием размеров.

Широкое распространение в мире получили и железнодорожные тоннели. Большая часть железнодорожной сети крупных городов развитых стран построена в прошлом веке. Рост городов, повышение плотности застройки и развитие железных дорог, в частности прокладка дополнительных путей, привели к тому, что в большинстве крупных городов уже исчерпан территориальный резерв на поверхности земли. Территория, занятая железной дорогой, мешает росту города, а уже застроенная территория, в свою очередь, тормозит развитие самой железной дороги. К необходимости размещения отдельных участков железных дорог под землей уже пришли во многих крупных городах, таких как Берлин, Мюнхен, Токио.

Одна из наиболее крупных реконструкций с удлинением подземной пригородной железной дороги и созданием нового подземного железнодорожного диаметра была осуществлена в Мюнхене. Пригородная железнодорожная сеть, обеспечивающая маятниковое движение, состоит из 12 линий, отходящих от города примерно на расстояние до 40 км. Одна часть этой сети заканчивалась у Главного, другая – у Восточного вокзала. Объединение этих двух частей сети было предложено в 1911 г., но реализовано только в Олимпийском 1972 г. В результате создания тоннельного железнодорожного диаметра между Главным и Восточным вокзалами была создана единая пригородная сеть города, вместе с этим к данной сети был подключен и центр города. Пятикилометровый подземный железнодорожный диаметр пересекается с линией метро «Север – Юг».

Отдельно необходимо выделить значительное сооружение Мюнхенской железной дороги – подземную железнодорожную станцию «Карлсплац». В этом пятиэтажном подземном сооружении кроме станции пригородной железной дороги есть этаж для пешеходов с магазинами; два подземных этажа – гаражи и склады магазинов. Схема подземной связи двух вокзалов представлена на рис. 4.

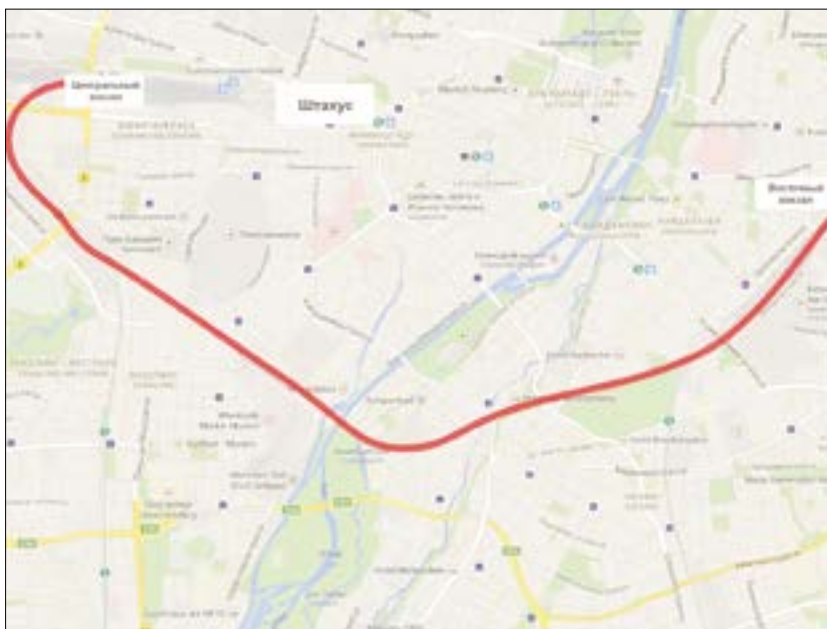


Рис. 4. Схема подземной связи Главного и Восточного вокзалов Мюнхена

Сравнительный анализ наиболее крупных систем метрополитенов мира

Город	Протяженность линий, км	Количество линий, шт.	Количество станций, шт.	Плотность станций, м/кол-во
Барселона	157,5	9	165	954,55
Берлин	152	9	173	878,61
Дели	192,7	6	142	1357,04
Лондон	408	11	270	1511,11
Мадрид	296	13	326	907,98
Мехико	225,9	12	195	1158,46
Москва	338,9	12	203	1669,46
Нью-Йорк	375	36	472	794,49
Париж	219,9	16	302	728,15
Пекин	527	18	270	1951,85
Сеул	393,6	18	429	917,48
Стокгольм	106	3	100	1060
Токио	310	13	290	1068,97
Чикаго	171	8	144	1187,5
Шанхай	548	14	329	1665,65

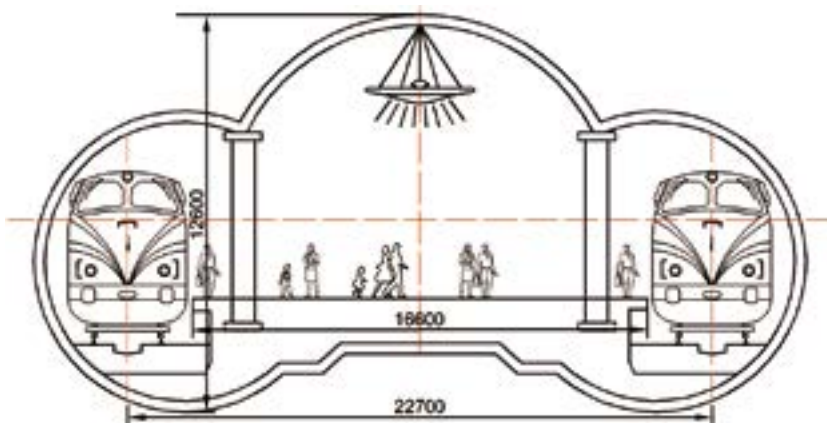


Рис. 5. Тоннель станции метрополитена, разрез

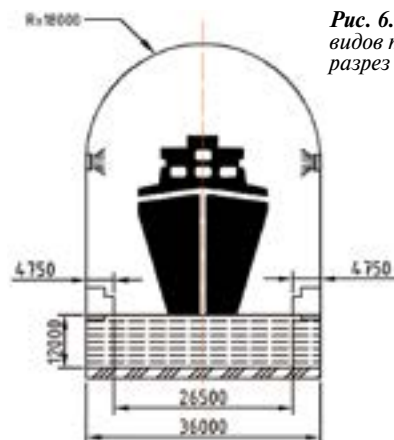


Рис. 6. Тоннель водных видов транспорта, разрез



Рис. 7. Классификация инфраструктурной подземной зоны города

В мире насчитывается более 40 сверхдлинных тоннелей, самый длинный в Японии – тоннель Сэйкан протяженностью почти 574 км. В поперечном сечении тоннель 74 м², непосредственно в нем расположены две подземные станции [3].

В России к особо крупным тоннелям следует отнести Северомуйский тоннель в Республике Бурятия. По тоннелю проходит участок Байкало-Амурской магистрали длиной 15,3 км; сооружение введено в эксплуатацию в 2001 г. [4].

Железные дороги в настоящее время связывают все крупные города в Европе и Азии. Допустимые уклоны полотна дороги очень маленькие, не более 0,4%. Для сравнения, автомобильные дороги строят с уклоном до 15%, в связи с чем в горной местности железные дороги приходится прокладывать в тоннелях. Например, от Генуи до Ниццы на участке протяженностью около 200 км более 40 железнодорожных тоннелей.

Системы внеуличного городского общественного транспорта, как правило, проложены в тоннелях, в подземном пространстве. Общественный транспорт – явление относительно молодое, первые маршруты появились только во второй половине XVII в. в Париже. Про внеуличный (организованный отдельно от дороги) транспорт задумались в конце XIX в., когда на дорогах стало слишком тесно. К этому времени города уже были плотно застроены и единственным возможным вариантом организации работы общественного транспорта стало строительство линии метро в подземном пространстве. На сегодняшний день городской внеуличный общественный транспорт представлен метрополитеном, трамваем, легким рельсовым транспортом (ЛРТ). Метрополитен – самый распространенный и масштабный вид внеуличного скоростного общественного транспорта. Системы метрополитенов во всех странах преимущественно строятся в тоннелях под землей, за редким исключением небольших наземных отрезков. Сравнительный анализ наиболее крупных систем метрополитенов мира представлен в таблице.

Как видно из таблицы, в мире существует 15 метрополитенов, проложенных в тоннелях протяженностью более 100 км. Интересно в этом контексте отметить, что Московский метрополитен имеет одну из наименьших плотностей станций. Плотность станций Московского метрополитена сопоставима только с Лондоном, Пекином и Шанхаем. Важно отметить, что метрополитены Шанхая и Пекина имеют общую протяженность и количество линий больше, чем в Москве, следовательно, плотность линий метрополитена на

территории города выше, что покрывает «дефицит» станций. Интересен тот факт, что многие станции и линии Московского метрополитена строились в первую очередь как бомбоубежища, а транспортная функция считалась вторичной. Это объясняет излишнюю заглубленность центральных станций.

Пример тоннелей метрополитена со станцией приведен на рис. 5.

В настоящее время линии подземного трамвая успешно функционируют во многих городах мира, в том числе в Антверпене, Брюсселе (Бельгия), Гааге (Нидерланды), Бостоне, Сан-Франциско (США), Вене (Австрия), Будапеште (Венгрия) и др. [5]. В России подземный трамвай (метротрам) построен в Волгограде. Всего линия протяженностью 17,3 км состоит из 22 станций, из них участок длиной 7,1 км путей и шесть станций проложены под землей [6].

Пешеходные пути, пересекающие естественные и искусственные преграды, часто устраивают в тоннелях. Первые подземные пешеходные переходы в мире появились в начале XX в. В России позже, например, в Санкт-Петербурге первый подземный пешеходный переход был построен в 1960 г. под Варшавской железной дорогой в створе ул. Кузнецовской, в настоящее время демонтирован.

Подземными пешеходными переходами связаны отдельно стоящие корпуса больниц, школ и спортивных центров. Некоторые частные домовладельцы строят подземные пешеходные переходы от одного строения к другому в границах своего участка.

Подземные пешеходные переходы с доступом к подземным или наземным остановкам или станциям общественного транспорта формируют транспортно-пересадочные узлы. Подобные объекты начали формироваться как выходы из подземных станций метрополитена и железной дороги.

Существует еще один вид транспортных тоннелей – водный. Пример приведен на рис. 6. Однако до настоящего времени необходимости возводить водные тоннели в городах не возникало. Данный вид транспортного тоннеля актуален для прохождения горных массивов между заливами, например в Норвегии.

Второй класс инфраструктурного типа подземных зон города – инженерный. Данный вид предполагает размещение всех видов инженерных сетей и объектов.

Прокладка в подземном пространстве всех видов инженерных сетей в настоящее время уже является правилом городского строительства, а редкие исключения связаны с необходимостью сократить сроки реализации проекта. На

пример, в Белгородской области для скорейшей газификации всех населенных пунктов газопроводы разместили на поверхности земли. Инженерные сети размещают под землей как отдельно, так и в общих коллекторах. В больших городах России плотность подземных инженерных коммуникаций настолько высока, что практически для любого строительства приходится освобождать участок от существующих сетей путем их переноса. Вокруг хаотично закопанных инженерных сетей устанавливаются охранные зоны, зачастую покрывающие всю территорию. При строительстве подземных объектов иного назначения существующие инженерные сети помещают в специальный технический этаж. С целью упорядочения существующих и планируемых инженерных сетей и сокращения охранных зон в градостроительной документации целесообразно предусматривать строительство коллекторов и технических этажей подземных объектов. Подобное расположение сетей упрощает и удешевляет эксплуатацию.

Объекты энергетического комплекса также могут и должны располагаться полностью в подземном пространстве. В районах индивидуальной жилой застройки объекты канализации, водоснабжения, газоснабжения всегда расположены ниже уровня земли, прежде всего из эстетических соображений. В европейских и американских городах с малоэтажной застройкой, где водоснабжение, отопление и канализация организовываются автономно на один-два дома, объекты этих систем, как правило, располагаются в подземном пространстве. Более крупные объекты, обслуживающие многоквартирную застройку, чаще оставляют на поверхности, что портит облик города и занимает территории, которые можно было использовать более эффек-

тивно. Хотя и в зарубежной, и в российской практике есть немало удачных примеров размещения достаточно крупных электростанций и объектов связи. Характерный пример – атомные электростанции, как правило, располагаемые в подземном пространстве [7].

Как транспортный, так и инженерный класс состоят из сетевых и узловых элементов.

В результате обобщения теории и практики градостроительства, а также примеров строительного освоения подземного пространства в части обустройства города инженерными и транспортными системами сформулирована классификация инфраструктурной подземной зоны города, представленная на рис. 7.

Для гармоничного развития городов, учитывающего интересы всех горожан, а не только единичного инвестора, в правила землепользования и застройки необходимо включить зонирование подземной части города. Актуальность вопроса градостроительного планирования подземных территорий регулярно обсуждается специалистами на международных конференциях [8].

Учитывая, что в подземном пространстве могут размещаться любые объекты временного пребывания людей, в том числе и рабочие места, с целью избегания переуплотнения городской застройки и сохранения допустимой нагрузки на территорию необходимо включать в градостроительные регламенты предельно допустимые параметры подземных объектов.

На основании классификации функциональных зон целесообразно определить виды территориальных подземных зон города для формирования правил землепользования и застройки, учитывающих подземные территории.

Список литературы

1. Глозман О.С. Территориальное планирование подземной части городов // *Жилищное строительство*. 2017. № 7. С. 13–16.
2. Меркин В.Е., Каспэ И.Б. Обеспечение сохранности городской застройки при строительстве Лефортовского тоннеля // *Транспортное строительство*. 2005. № 3. С. 12–17.
3. Гарбер В.А. Интересная статистика по транспортным тоннелям и метрополитенам // *Метро и тоннели*. 2015. № 1. С. 30–35.
4. Голицынский Д.М., Снетков В.А., Ряшин Ю.А. Северомуйский тоннель – самый длинный тоннель в России // Сборник лучших докладов студентов и аспирантов факультета «Транспортное строительство». Санкт-Петербург, 2016. С. 17–21.
5. Трамвай Сан-Франциско // *Железные дороги мира*. 2015. № 8. С. 32–36.
6. Чибизов А.Е., Кожевников А.П. Технологические особенности уникального российского метротрама // *Метро и тоннели*. 2012. № 3. С. 18–19.
7. Ушакова А.И. Подземные пешеходные переходы в Санкт-Петербурге // *Инновации на транспорте и в машиностроении: Сборник трудов III Международной научно-практической конференции*. 2015. С. 62–63.
8. Кокосадзе А.Э., Чесноков С.А., Фридкин В.М. Конструктивные решения подземных атомных электростанций малой мощности // *Известия Тульского государственного университета*. 2011. № 1. С. 301–305.

References

1. Glozman O.S. Territorial planning of the underground part of the city. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction], 2017. No. 7, pp. 13–16. (In Russian).
2. Merkin V.E., Kaspe I.B. Ensuring preservation of town buildings during the construction of Lefortovo Tunnel. *Transportnoe stroitel'stvo*. 2005. No. 3, pp. 12–17. (In Russian).
3. Garber V.A. Interesting statistics on transport tunnels and metropolitenes. *Metro i tonneli*. 2015. No. 1, pp. 30–35. (In Russian).
4. Golitsynskii D.M., Snetkov V.A., Ryashin Yu.A. Northmoums tunnel – the longest tunnel in Russia. *Sbornik luchshikh dokladov studentov i aspirantov fakul'teta «Transportnoe stroitel'stvo»*. Sankt-Peterburg. 2016, pp. 17–21. (In Russian).
5. Tram of San-Frantsisko. *Zheleznye dorogi mira*. 2015. No. 8, pp. 32–36. (In Russian).
6. Chibizov A.E., Kozhevnikov A.P. Technological features of the unique Russian metrotram. *Metro i tonneli*. 2012. No. 3, pp. 18–19. (In Russian).
7. Ushakova A.I. Underground pedestrian transitions in Saint-Petersburg. *Innovatsii na transporte i v mashinostroenii. Sbornik trudov III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. 2015, pp. 62–63. (In Russian).
8. Kokosadze A.E., Chesnokov S.A., Fridkin B.M. Constructive solutions of low-power underground nuclear power plants. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta*. 2011. No. 1, pp. 301–305. (In Russian).

Комплексное освоение территории в ЖК «Некрасовка» в Москве



Это популярные и проверенные временем серии П-44Т и П-44К, обновленная серия П-44 «модернизированный» и новинки комбината – серии ДомРИК и ДомНАД. Кроме жилья в квартале № 11 заканчивается строительство самой большой общеобразовательной школы с бассейном в Москве, рассчитанной на 2,5 тыс. учащихся, а также предусмотрено строительство трёх детских садов на 250–350 мест каждый. Первые этажи жилых домов отведены под размещение объектов инфраструктуры.

Дома серии П-44Т представлены на рынке индустриального домостроения с 1998 г. и на протяжении всего периода их строительства оставались самыми популярными у застройщиков и покупателей. Внешнюю узнаваемость серии П-44Т обеспечила отделка фасадов плиткой «под кирпич», крыша с наклонными фризами, покрытая натуральной черепицей, эркеры и полуэркеры в комнатах и кухнях, остекленные лоджии и балконы. Первые этажи в домах данной серии в основном нежилые и предназначены для размещения коммерческих объектов. В серии П-44Т представлены квартиры разной квартирографии и площади. Однокомнатные – общей площадью 37,2–38,5 м²; двухкомнатные – 51,7–63,4 м²; трехкомнатные – 77,2–84,5 м². Площадь кухни – 7,3–12,9 м². Высота потолков – 2,64 м. Высота домов серии П-44Т – 17 этажей.

В 2012 г. на базе П-44Т начался выпуск серии П-44Т25. Внешне дома очень похожи: в них сохранилась отделка фасада плиткой «под кирпич», эркеры и полуэркеры (трапециевидные и треугольные), применяется единое остекление лоджий и балконов. Но изменилась высота домов, которая может достигать 25 этажей. В каждом подъ-

езде уже по три лифта – один грузоподъемностью 400 кг и два по 630 кг. Также в серии П-44Т25 представлен более широкий выбор планировок одно-трехкомнатных квартир, площадь которых увеличилась и составляет 39,8–84 кв. м. Отличием является наличие эркеров во всех квартирах, включая однокомнатные. За счет полуэркера в однокомнатных квартирах до 9 кв. м увеличилась площадь кухонь. В двухкомнатных квартирах линейной планировки наличие эркера в кухне позволило увеличить помещение до 15,9 м², а в квартирах распахнутой планировки – до 13,8 м². В двухкомнатных и трехкомнатных квартирах по две лоджии, одна из них – 4,8 м². В серии П-44Т25 в поворотных секциях представлены и эксклюзивные двухкомнатные и трехкомнатные квартиры с тремя лоджиями: одна из них, «зимний сад», общей площадью 9,2 м². Высота потолков – 2,64 м.



Новинка, выпуск которой начат в 2015 г., – индустриальная серия «П44-Т модернизированный». Ее выпуск налажен на базе П-44Т, но в отличие от своей предшественницы в новой серии гладкие фасады. Вместо эркеров используются прямые наружные панели. Чтобы сохранить внешний облик фасада, для каждой квартиры предусмотрены корзины для установки кондиционеров. Внешний вид нежилых первых этажей изменился за счет вентилируемого фасада и витражных входных дверей. В домах серии «П44-Т модернизированный» предусмотрены одно-трехкомнатные квартиры общей площадью 38,5 – 78 м². Кухни в квартирах – от 7,3 до 11,1 м². В отдельных двухкомнатных и в трехкомнатных квартирах по две лоджии. Площадь одной из них – 4,8 м². Высота потолков – 2,64 м. Высота домов – до 17 этажей.

В отдельных двухкомнатных и в трехкомнатных квартирах по две лоджии. Площадь одной из них – 4,8 м². Высота потолков – 2,64 м. Высота домов – до 17 этажей.





Серия П-44К запущена в производство в 2005 г. Ее отличительная особенность – наличие только однокомнатных и двухкомнатных квартир общей площадью от 39,2 до 64 м². В квартирах есть эркеры, остекленные лоджии и балконы. Кухни – от 10 м². Высота потолков – 2,64 м. Высота домов – 17 этажей.

Серию ДомРИК ДСК-1 выпускает с 2014 г. Внешне дома отличаются гладким фасадом, отделанным керамической плиткой строго вертикальной раскладкой; оконными блоками с увеличенным остеклением. Лоджии в новой серии находятся в одной плоскости с фасадом. Для установки кондиционеров в домах серии ДомРИК на балконах предусмотрены специальные ниши. Вход в здание располагается на уровне земли, что очень удобно для маломобильных граждан и исключает ступеньки внутри подъезда. Первые этажи высотой 3,3 м – коммерческие помещения, с внешней стороны соединенные единой крытой галереей. Улучшились и потребительские характеристики квартир за счет появления в части квартир окон на двух сторонах комнаты, что очень удобно при перепланировке. В двухкомнатных и трехкомнатных квартирах появился гостевой санузел. В домах используется горизонтальная разводка

отопления, что позволяет владельцу каждой квартиры устанавливать самый комфортный тепловой режим и экономить на отоплении. Особенность серии ДомРИК – наличие небольших однокомнатных квартир общей площадью 31,3–32,7 м². Двухкомнатные и трехкомнатные квартиры имеют стандартную площадь от 55,6 до 75,9 м². Высота жилых зданий – до 17 этажей.

ДомНАД – серия, запущенная на конвейер ДСК-1 в 2014 г. Для отделки фасадов используется плитка разных цветов, что позволяет придать каждому корпусу неповторимый вид. Первые нежилые этажи с витражными входными дверями и окнами. Наружные блоки кондиционеров размещаются в специальных корзинах на фасаде. Лоджии имеют увеличенное остекление – от пола до потолка. В квартирах, состоящих из одной–трех комнат (39–82 м²) очень удобные планировки. В двухкомнатных и трехкомнатных квартирах есть отдельный гостевой санузел. Кухни – 10,3–14 м². В домах используется горизонтальная разводка отопления с возможностью регулирования подачи тепла в каждой квартире. Высота домов до 17 этажей.

По материалам службы по связям с общественностью ДСК-1



УДК 711.4

И.Л. КИЕВСКИЙ, канд. техн. наук, генеральный директор (mail@dev-city.ru),
В.О. ПЕТРУХИН, инженер отдела автоматизированного проектирования,
О.А. ВОЛОХИНА, инженер отдела автоматизированного проектирования
ООО НПЦ «Развитие города» (129090, Москва, пр. Мира, 19, стр. 3)

Информационно-аналитическое сопровождение программы «Моя улица» на примере ремонта фасадов зданий на благоустраиваемых улицах

Рассмотрены особенности реализации в Москве подпрограммы «Благоустройство улиц и общественных пространств «Моя улица»». Определена структура работ по благоустройству улиц, которая включает вертикальные поверхности, инженерные сети, транспортно-пешеходную сеть, малые архитектурные формы и пешеходную инфраструктуру, озеленение. В работе представлены такие этапы подготовки и осуществления работ по ремонту фасадов зданий на благоустраиваемых улицах, как подготовительный, определение номенклатуры работ и распределение ответственности, определение и согласование сроков строительно-монтажных работ, строительно-монтажные работы, заключительный (подведение итогов). Представлены структурные схемы этих этапов. Обобщается практический опыт координации работ по ремонту фасадов. Раскрывается содержание понятия «информационно-аналитическое сопровождение». Определены основные мероприятия информационно-аналитической деятельности: подготовка картографических материалов, фотомониторинг, информационно-картографический контроль. Описана система информационно-картографического контроля. Сделаны выводы о необходимости информационно-аналитического сопровождения для управленческой деятельности при реализации градостроительных программ.

Ключевые слова: благоустройство, информационное обеспечение, контроль и координация хода выполнения работ, фасады зданий.

Для цитирования: Киевский И.Л., Петрухин В.О., Волохина О.А. Информационно-аналитическое сопровождение программы «Моя улица» на примере ремонта фасадов зданий на благоустраиваемых улицах // *Жилищное строительство*. 2017. № 9. С. 42–47.

I.L. KIEVSKY, Candidate of Sciences (Engineering), General Director (mail@dev-city.ru),
V.O. PETRUKHIN, Engineer of the department of computer-aided design, O.A. VOLOKHINA, Engineer of the department of computer-aided design
ООО NPTS «Razvitie Goroda» (Structure 3, 19, Mira Avenue, 129090, Moscow, Russian Federation)

Information-Analytical Support of the «My Street» Program on the Example of Repair of Building Facades on Landscaped Streets

Features of the realization of the sub-program "Landscaping of streets and public spaces "My Street" are considered. The structure of works for landscaping streets which includes vertical surfaces, engineering networks, transport-pedestrian network, small architectural forms, and pedestrian infrastructure, greening has been determined. The article presents such stages of preparation and execution of works for repair of building facades on landscaping streets as a preparatory one, determination of procedural nomenclature and distribution of responsibility, determination and approval of times of installation and construction works, and a final one (summing up). Structural schemes of these stages are presented. A practical experience in coordination of works for facade repair is generalized. The content of the "information-analytical support" concept is opened. Main measures of the information-analytical activity are determined; they are preparation of cartographic materials, photo-monitoring, information-cartographic control. The system of information-cartographic control is described. Conclusions about the necessity of information-analytical support for management activity when realizing town-planning programs are made.

Keywords: improvement, information application, control and coordination of progress of work execution, facades of buildings.

For citation: Kievsky I.L., Petrukhin V.O., Volokhina O.A. Information-analytical support of the «My Street» program on the example of repair of building facades on landscaped streets. *Zhilyshchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 9, pp. 42–47. (In Russian).

Одним из приоритетов градостроительной политики Москвы [1–3] является комплексная реконструкция и благоустройство исторического центра, включающая формирование нового архитектурно-художественного облика Москвы с учетом территорий особой градостроительной ценности, развитие общественных пространств, ограничение движения для автотранспорта, усовершенствование системы общественного транспорта, развитие пешеходной и туристической инфраструктуры. Практическая реализация этого направления градостроительной политики началась с

разработки подпрограммы «Благоустройство улиц и общественных пространств «Моя улица» на 2015–2018 годы» в составе государственной программы города Москвы «Развитие индустрии отдыха и туризма на 2012–2018 годы» (№ 397-РП от 29.07.2014 г.).

Цели подпрограммы состоят в том, чтобы сделать московские улицы узнаваемыми, повысить их художественную выразительность, повысить их доступность и безопасность для всех групп населения. Жителям Москвы, где темп жизни чрезвычайно высок, необходимы комфортные

БЛАГОУСТРАИВАЕМАЯ УЛИЦА

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

Фасады зданий ГКУ «ДКР», ГКУ «УКРиС», ЗАО «УКС НАУКА», ФКР и др.
Заборы и ограждения ГКУ «ДКР», ГКУ «УКРиС» и др.
Мосты, тоннели, внеуличные переходы ГБУ «Гормост»
Переходы, совмещенные со входом в метро
ГУП «Московский метрополитен»

ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ

Подземные инженерные коммуникации

Газопроводные сети АО «Мосгаз»
Водопроводные сети АО «Мосводоканал»
Канализационные сети АО «Мосводоканал»
Ливневая канализация ГУП «Мосводосток»
Теплопроводные сети ПАО «МОЭК»
Коммуникационные коллекторы ГУП «Москоллектор»
Кабельные линии электропередач ПАО «МОЭСК», АО «ОЭК»
Кабельные линии освещения АО «ОЭК», ГУП «Моссвет»

Воздушные инженерные сети

Архитектурно-художественная подсветка АО «ОЭК», ГУП «Моссвет»
Линии освещения АО «ОЭК», ГУП «Моссвет»
Линии электропередач ПАО «МОЭСК», АО «ОЭК»
Сети связи ПАО «ВымпелКом», ПАО «Мегафон», ПАО «Ростелеком» и др.

ТРАНСПОРТНО-ПЕШЕХОДНАЯ СЕТЬ

Проезжая часть ГБУ «Автомобильные дороги»
Разметка ГБУ «Автомобильные дороги»
Велосипедные дорожки ГБУ «Автомобильные дороги»
Тротуары ГБУ «Автомобильные дороги»
Техсредства ОДД ГКУ «ЦОДД»
Парковки ГКУ «АМПП»

МАЛЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ ФОРМЫ И ПЕШЕХОДНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Урны ДЖКХиБ
Столбы освещения ГУП «Моссвет»
Скамейки ДЖКХиБ
Остановки общественного транспорта
ГУП «Мосгортранс»
Транспортная навигация ДТиРДТИ
Уличные указатели ГБУ «МАЦ»

ОЗЕЛЕНЕНИЕ

Деревья ГБУ «Озеленение»
Газоны ГБУ «Озеленение»
Клумбы и цветники ГБУ «Озеленение»

Рис. 1. Элементы благоустройства улиц и ответственные за выполнение работ (эксплуатирующие организации)

условия для отдыха и высокое качество благоустройства. Преодоление дисбаланса между пешеходным, велосипедным и автомобильным движением обеспечит комфортные условия передвижения для всех участников. Упорядоченное парковочное пространство позволит увеличить пропускную способность улиц и в то же время сделать удобными поездки на наземном транспорте [4, 5].

Полный цикл управленческой деятельности в городе: целеполагание, планирование, организация, координация, контроль и корректировка целей [6, 7] применительно к конкретному градостроительному преобразованию может быть представлен в виде двух элементов управления – подготовки и осуществления управленческих решений. Качество этих решений напрямую зависит от своевременного

и полного информационно-аналитического обеспечения процесса их принятия [8–10]. С увеличением количества и сложности управленческих задач резко возрастает объем, разнородность и важность обрабатываемой информации.

Множественность задач повлекла за собой множественность необходимых мероприятий, основные из них отображены на рис. 1, который, кроме того, показывает комплексность подхода к благоустройству улиц, а также разнобразию учреждений и организаций, в чью зону ответственности попадают проводимые работы [11–15].

Рассмотрим процесс подготовки и осуществления работ по ремонту фасадов зданий на благоустраиваемых улицах. Весь комплекс работ разделяется на следующие этапы:

1. Подготовительный.
2. Определение номенклатуры работ и распределения ответственности.
3. Определение и согласование сроков строительно-монтажных работ.
4. Строительно-монтажные работы.
5. Заключительный.

Подготовительный этап (рис. 2) начался с определения перечня улиц силами КБ «Стрелка», а также посредством голосований на портале «Активный гражданин»; промежуточный перечень благоустраиваемых улиц подготавливал Департамент капитального ремонта (ответственный от Правительства Москвы за реализацию подпрограммы «Моя улица»). Далее проводилось обследование зданий с фотомониторингом и определение вида требуемых работ. Результаты осмотра фиксировались в форме актов обследования фасада, которые оформлялись на каждое здание. Акты составлялись при участии представителей Департамента капитального ремонта, префектур административных округов, управ районов, ОАТИ г. Москвы, Мосжилинспекции (МЖИ), Департамента культурного наследия (ДКН), собственников.

В результате проведенных обследований подведомственными Департаменту капитального ремонта организациями (ГКУ «ДКР» и ГКУ «УКРиС») формировались перечни объектов, требующих ремонта, и направлялись на проработку в ОАТИ (по нежилым домам), МЖИ (по жилым домам) и ДКН (по объектам культурного наследия) с целью определения возможности устранения выявленных дефектов в рамках текущего или капитального ремонта, или включения в региональную программу капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах (Фонд капитального ремонта (ФКР)). Кроме того, для нежилых зданий направлялся запрос в Департамент городского имущества о предоставлении информации по этим объектам с целью выявления доли города и формы собственности.

Ответы от вышеперечисленных организаций были сгруппированы с целью дальнейшего контроля всех объектов. В 2016 г. специалистами НПЦ «Развитие города» сформирован сводный список объектов нежилого фонда и многоквартирных домов, требующих проведения ремонта в рамках комплексного благоустройства улиц.

Для разделения сфер ответственности по приведению в порядок фасадов было необходимо установить собственника и балансовую принадлежность каждого здания. В связи с тем, что большинство улиц расположено в центральной части города, где преобладает историческая застройка, особое внимание уделено определению точного адреса здания. Детально рассмотрены случаи, когда дома вплотную

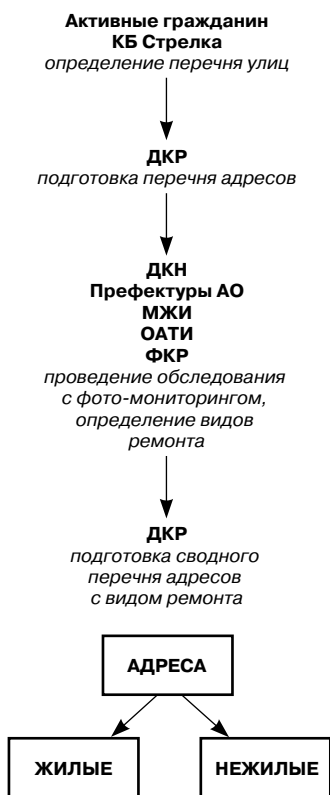


Рис. 2. Структура подготовительного этапа

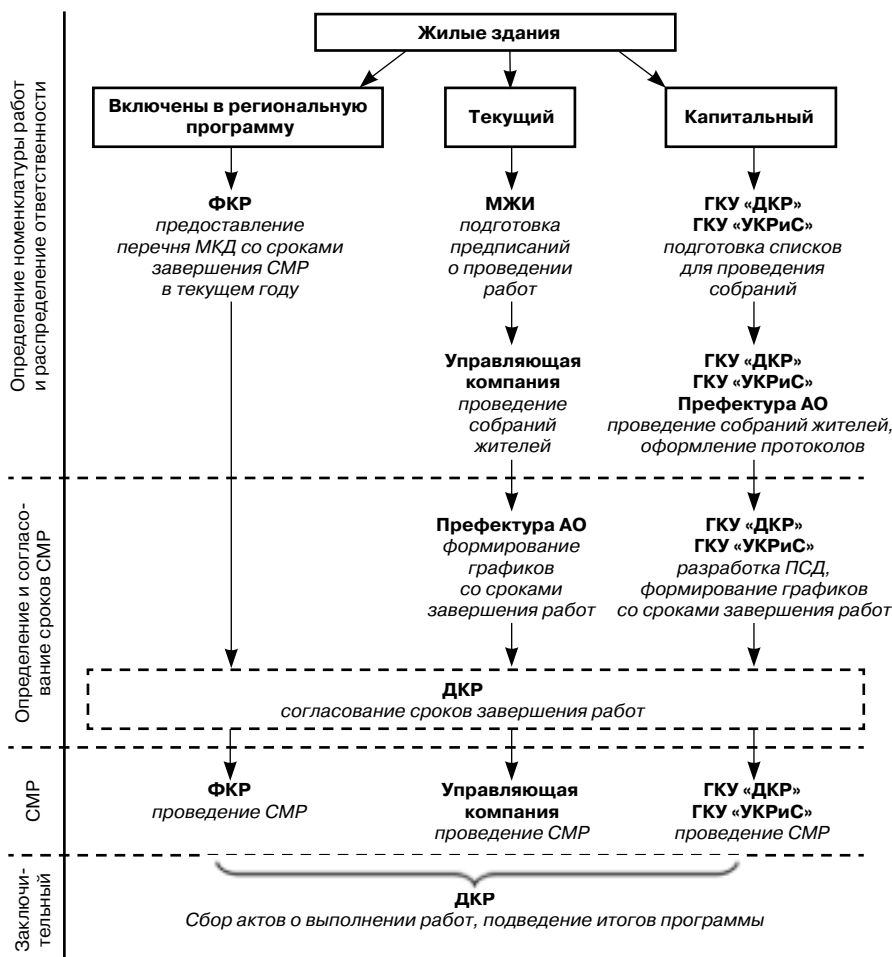


Рис. 3. Структура определения видов работ и распределение ответственности при ремонте фасадов жилых зданий

примыкают друг к другу, используют общие стены, не имеют собственных домовых знаков или адресного ориентира. Поэтому при проведении обследования целесообразно использовать картографический материал, чтобы исключить возникновение ошибок и неточностей при идентификации зданий. На следующей стадии работ требуется верифицировать собранный материал: исключить дублирование адресов на пересекающихся и близко расположенных улицах, проверить наличие пропущенных фасадов, фасадов, расположенных на второй линии, сносимых домов и строений. Нужно согласовать данные в городских и федеральных организациях, подведомственные здания которых требуют ремонта. На этом заканчивался подготовительный этап по ремонту фасадов.

Этап определения номенклатуры работ и распределение ответственности. Для формирования графиков проведения работ требуется уведомить собственников и определить сроки ремонта.

Для жилых зданий (рис. 3) этот этап стартовал с момента определения видов работ, требуемых при проведении ремонта фасада. В случае, если требовался капитальный ремонт фасада, ГКУ «ДКР» и ГКУ «УКРиС» подготавливали списки адресов для проведения собрания жильцов, затем с участием представителей префектур организовывались собрания с их протоколированием. При необходимости текущего ремонта фасада Мосжилинспекция подготавливала предписания управляющим компаниям о проведении ре-

монтных работ. Управляющая компания проводила собрания жителей. Для тех зданий, что включены в региональную программу капитального ремонта общего имущества в многоквартирных жилых домах (МКД), Фонд капитального ремонта предоставлял перечни домов со сроками завершения строительно-монтажных работ в текущем году.

Для нежилых зданий структура работ была аналогичной и начиналась с определения формы собственности каждого здания. За проведение ремонтных работ в зданиях с долей собственности города 50–100% ответственен ДКР.

Если доля собственности города составляла 0–50%, префектура административного округа, ОАТИ, ДКН (по результатам обследования фасадов здания) направляли письма-обращения, предписания собственникам зданий о необходимости проведения ремонтных работ. В случае получения удовлетворительного ответа собственника о готовности приведения в порядок фасада 2-й этап завершался. Если ответ был неудовлетворительный или не был получен, ДКР проводилась комиссия по вопросу приведения в надлежащее состояние фасадов за счет средств департамента.

В случае, когда здание находится в собственности у федерального учреждения, ДКР подготавливались проекты писем за подписью Мэра Москвы С.С. Собянина с обращением об организации проведения работ по ремонту фасадов. Получение удовлетворительного ответа завершало данный этап. Если ответ был неудовлетворительный или же не был получен в установленный срок (30 дней), префектурой АО



Рис. 4. Интерфейс механизма информационно-картографического контроля

подготавливались повторные проекты писем за подписью заместителя Мэра Москвы П.П. Бирюкова; при получении удовлетворительного ответа этап завершается.

Для отселенных и аварийных зданий, определенных под снос, префектура АО организовывала установку баннера либо производила снос здания.

Этап определения и согласования сроков строительно-монтажных работ. Для жилых зданий с капитальным ремонтом фасадов этап начинался с разработки ГКУ «ДКР» и ГКУ «УКРиС» проектно-сметной документации, а также формирования графиков и определения сроков завершения работ. При текущем ремонте фасадов префектурой административного округа определялись графики и сроки завершения работ. По всем нежилым зданиям ГКУ «ДКР» и ГКУ «УКРиС» разрабатывали ПСД, определяли графики и сроки завершения работ. Департаментом капитального ремонта согласовывались сроки завершения работ на всех объектах.

Этап строительно-монтажных работ. В зависимости от вида ремонтных работ фасадов жилых домов СМР проводили ГКУ «ДКР» и ГКУ «УКРиС» (капитальный ремонт), управляющие компании (текущий ремонт), ФКР (здания, включенные в региональную программу).

Завершающий этап. На этом этапе ДКР координировал, контролировал и проводил мониторинг исполнения подпрограммы «Благоустройство улиц и городских общественных пространств «Моя улица» на 2015–2018 годы», проводил сбор актов о выполнении работ по ремонту фасадов. В конце 2016 г. подводились итоги выполнения подпрограммы.

В рамках реализации программы «Моя улица» в 2016 г. на первой линии благоустраиваемых улиц выявлено 863 здания, из них: 545 – требовали проведения ремонта, 318 – не требовали ремонта.

Наличие большого объема материала требовало систематизации и организации электронного архива для быстрого поиска и анализа. Различные формы отчетов накладывали дополнительные условия для формирования сложных, перекрестных запросов и фильтров. Разнородные исходные данные в виде справочной, картографической, табличной информации и фотографий требовали управления несколькими видами баз данных и архивов, способами отображения и связей внутри их.

С целью сбора и хранения документации, связанной с объектами, требующими ремонта фасадов, была установлена связь с работниками префектур, уполномоченными

контролировать мероприятия по ремонту фасадов и благоустройству территорий. Полученные данные передавались в ДКР для анализа и принятия решений по каждому письму о готовности собственников провести ремонт фасадов. После получения исполнителем писем с решением ДКР массив параметров объектов анализировался и размещался в системе информационно-картографического контроля (рис. 4), созданного специалистами НПЦ «Развитие города» специально для координации всего комплекса мероприятий по выполнению программы «Моя улица».

В течение всего времени реализации программы проводилась корректировка и актуализация массива семантических и картографических данных. Электронный архив в увязке с каждым адресом позволял получить информацию обо всех имеющихся документах по конкретному адресу по определенным разделам. По итогам реализации программы «Моя улица» в 2016 г. было обработано и учтено более 1600 документов и писем. Загружено более 1300 фотоматериалов.

Кроме этого, подготовка к совещаниям и штабам в Комплексе городского хозяйства, проведение выездных совещаний и встреч с мэром периодически требовала наличия сводных справок по ремонту фасадов по улицам, административным округам, организациям и т. д. с детализацией необходимой информации по каждому адресу: состояние работ, собственники и балансодержатели, переписка с собственниками. При этом, помимо докладов руководителей подрядных организаций и их представителей, важно было иметь объективную, подтвержденную информацию.

Выводы.

Информационно-аналитическое сопровождение ремонта фасадов на практике стало неотъемлемым структурным элементом реализации программы «Моя улица», которая имеет сложную структуру, состоящую из множества процессов и мероприятий. Информация для принятия решений в ходе программы должна быть актуальной, своевременной, проблемно-ориентированной, достоверной, носить прогностический характер и обладать максимальной полнотой при минимальном объеме. С использованием системы информационного контроля была решена актуальная проблема оперативного и адекватного отслеживания, сбора, обработки и анализа информационных потоков, в чем и заключается информационно-аналитическая деятельность. Это позволило эффективно принимать управленческие решения, связанные с высоким уровнем ответственности.

Список литературы

1. Киевский Л.В., Хоркина Ж.А. Реализация приоритетов градостроительной политики для сбалансированного развития Москвы // *Промышленное и гражданское строительство*. 2013. № 8. С. 54–57.
2. Левкин С.И., Киевский Л.В. Градостроительные аспекты отраслевых государственных программ // *Промышленное и гражданское строительство*. 2012. № 6. С. 26–33.
3. Kievskiy L.V., Kievskiy I.L. Information and mapping technologies as a tool for analysis of city development programs // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015. Vol. 10. No. 20, pp. 40893–40898.

References

1. Kievskiy L.V., Horkina G.A. Realization of priorities of urban policy for the balanced development of Moscow. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2013. No. 8, pp. 54–57. (In Russian).
2. Levkin S.I., Kievskiy L.V. Town planning aspects of the sectoral government programs. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2012. No. 6, pp. 26–33. (In Russian).
3. Kievskiy L.V., Kievskiy I.L. Information and mapping technologies as a tool for analysis of city development programs. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015. Vol. 10. No. 20, pp. 40893–40898.
4. Kievskiy L.V., Kievskiy I.L. Prioritizing traffic city development framework. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2011. No. 10, pp. 3–6. (In Russian).

4. Киевский Л.В., Киевский И.Л. Определение приоритетов в развитии транспортного каркаса города // *Промышленное и гражданское строительство*. 2011. № 10. С. 3–6.
5. Киевский Л.В., Киевский И.Л. Дорожно-мостовое строительство в сложившейся городской среде // *Промышленное и гражданское строительство*. 2009. № 4. С. 3–6.
6. Киевский И.Л. О необходимости комплексного моделирования процессов координации и управления крупномасштабными городскими проектами рассредоточенного строительства // *Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: Сборник материалов международной научной конференции*. Москва. 16–17 ноября 2016. С. 427–430.
7. Гусакова Е.А., Павлов А.С. Основы организации и управления в строительстве. М.: Юрайт, 2016. 318 с.
8. Киевский Л.В. От организации строительства к организации инвестиционных процессов в строительстве // *Развитие города: Сборник научных трудов 2006–2014 гг.* / Под ред. проф. Л.В. Киевского. М.: СвР-АРГУС, 2014. 592 с.
9. Тихомиров С.А., Киевский Л.В., Кулешова Э.И., Костин А.В., Сергеев А.С. Моделирование градостроительного процесса // *Промышленное и гражданское строительство*. 2015. № 9. С. 51–55.
10. Валуи А.А., Киевский И.Л., Хоркина Ж.А. Пятилетие реализации Государственной программы города Москвы «Жилище» и планы на 2016–2018 гг. // *Жилищное строительство*. № 10. 2016. С. 44–48.
11. Киевский Л.В. Комплексность и поток: Организация застройки микрорайона. М.: Стройиздат, 1987. 136 с.
12. Шульженко С.Н., Киевский Л.В., Волков А.А. Совершенствование методики оценки уровня организационной подготовки территорий сосредоточенного строительства // *Вестник МГСУ*. 2016. Вып. 3. С. 135–143.
13. Киевский Л.В., Аргунов С.В., Привин В.И., Межмач В.Р., Кулешова Э.И. Участие инвесторов в развитии инженерной инфраструктуры города // *Жилищное строительство*. 1999. № 5. С. 21–24.
14. Олейник П.П. Организация строительного производства. М.: АСВ, 2010. 576 с.
15. Семечкин А.Е. Системный анализ и системотехника. М.: СвР-АРГУС, 2005. 536 с.
5. Kievskiy L.V., Kievskiy I.L. Road and bridge construction in the current urban environment. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2009. No. 4, pp. 3–6. (In Russian).
6. Kievskiy I.L. On the need for comprehensive modeling of coordination processes and management of large-scale urban projects distributed construction. *Integration, partnership and innovation in building science and education. Collection of the international scientific conference*. Moscow. 16–17 November 2016, pp. 427–430. (In Russian).
7. Gusakova E.A., Pavlov A.S. Osnovy organizatsii i upravleniya v stroitel'stve [Bases of the organization and management in construction]. Moscow: Yurait. 2016. 318 p.
8. Kievskiy L.V. Ot organizatsii stroitel'stva k organizatsii investitsionnykh protsessov v stroitel'stve. «Razvitie goroda»: *Sbornik nauchnykh trudov 2006–2014 gg.* [From construction management to investment process in construction management. «CITY DEVELOPMENT» collection of proceedings 2006–2014]. Moscow: SvR-ARGUS, 2014. 592 p.
9. Tikhomirov S.A., Kievskiy L.V., Kuleshova E.I., Kostin A.V., Sergeev A.S. Modelling urban development process. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2015. No. 9, pp. 51–55. (In Russian).
10. Valui A.A., Kievskiy I.L., Khorkina Zh.A. Five Years of implementation of the state program of Moscow «Housing» and plans for 2016–2018. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 10, pp. 44–48. (In Russian).
11. Kievskiy L.V. Kompleksnost' i potok (organizatsiya zastroiki mikroraiona) [The complexity and the flow (organization development of the neighborhood)]. Moscow: Stroyizdat. 1987. 136 p.
12. Shul'zhenko S.N., Kievskiy L.V., Volkov A.A. Improving the methodology for assessing the level of the organizational preparation of areas of concentrated construction. *Vestnik MGSU*. 2016. No. 3, pp. 135–143. (In Russian).
13. Kievskiy L.V., Argunov S.V., Privin V.I., Mezhmach V.R., Kuleshova E.I. Participation of investors in physical infrastructure development of the city. *Zhilishhnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 1999. No. 5, pp. 21–24. (In Russian).
14. Oleinik P.P. Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva [Organization of construction production]. Moscow: ASV. 2010. 576 p.
15. Semechkin A.E. Sistemnyi analiz i sistemotekhnika [System analysis and system engineering]. Moscow: SvS-ARGUS. 2005. 536 p.

Вниманию авторов!

Ознакомьтесь с правилами и рекомендациями,
размещенными на сайте издательства:

www.rifsm.ru/page/7

Информация по оформлению подписки на странице:

www.rifsm.ru/page/5

www.rifsm.ru

Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до 5–6 журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

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

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

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автором требованиям к содержанию научной статьи и включать не менее 10 позиций.

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

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

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

3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.

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

ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

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

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

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

ВНИМАНИЕ! При подготовке рукописи статьи к отправке в редакцию обязательно ознакомьтесь с требованиями на сайте издательства в разделе «Авторам»!

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

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

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

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

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

г. Веймар
(Германия)



20. ibausil 12.-14.09.2018 in Weimar

12–14 сентября
2018 г.

F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde | Bauhaus-Universität Weimar

Институт строительных материалов им. Ф.А. Фингера (FIB) университета Bauhaus-Universität г. Веймар (Германия) организует 20-й Международный конгресс по строительным материалам

Международный конгресс по строительным материалам IBAUSIL проводится в г. Веймаре с 1964 г. и за это время стал авторитетным форумом для научного обмена между исследователями университетов и промышленных предприятий с востока и запада.

Основные темы конгресса

- Неорганические вяжущие вещества;
- Стеновые строительные материалы / содержание
- Бетоны и долговечность бетонов;
- Сооружений / переработка материалов.

Официальные языки конференции – немецкий, английский

Заявки об участии с докладами в конгресс принимаются до **1 ноября 2017 г.**

Подробности вы найдете на сайте: www.ibausil.de

www.ibausil.de

www.ibausil.de

www.ibausil.de

www.ibausil.de

II Международный симпозиум по долговечности и устойчивому развитию конструкционного бетона DSCS 2018



Москва, 6-7 июня 2018 г.

Организаторы:

Итальянское отделение американского института бетона (ACI IC) и Российская инженерная академия (РИА) При участии Российской академии наук (РАН) и Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН)

Спонсоры конференции:

Американский институт бетона (ACI) и его комитеты: C130 (Sustainability of Concrete), C201 (Durability of Concrete), C544 (Fiber Reinforced Concrete), C549 (Thin Reinforced Cementitious Products and Ferrocement); Международная федерация по конструкционному бетону (fib); Международный союз экспертов и лабораторий в области испытаний строительных материалов, систем и конструкций (RILEM)



Тематика симпозиума

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

Место проведения конференции: Российская академия наук, Москва, Россия

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

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

Российский секретариат: Леонид Иванов, региональная группа РИЛЕМ (l.a.ivanov@mail.ru);

Сергей Бронин, Национальная группа ФИБ (bronin@list.ru).




NEW GROUND

С нами строить легко!



✓ **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО подземных частей технически сложных и уникальных объектов:**

- подземные автостоянки;
- транспортные развязки;
- гидротехнические сооружения

✓ **ОГРАЖДЕНИЕ КОТЛОВАНОВ**

✓ **ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ**

✓ **УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ**

✓ **ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ на памятниках истории и архитектуры**



ОАО «НЬЮ ГРАУНД»

г. Пермь, ул. Кронштадтская, 35
тел/факс: (342) 236-90-70

info@new-ground.ru

- ИЖЕВСК : (3412) 56-62-11
- КРАСНОДАР : (861) 240-90-82
- КРАСНОЯРСК : (391) 208-17-15
- КАЗАНЬ : (843) 296-66-61
- РОСТОВ-НА-ДОНУ : (863) 311-36-36
- МОСКВА : (495) 643-78-54
- САНКТ-ПЕТЕРБУРГ : (812) 923-48-15
- ТЮМЕНЬ : (3452) 74-49-75
- УФА : (917) 378-07-48
- ЧЕЛЯБИНСК : (351) 223-24-53