

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»

Б. Ф. Галай

РЕКОМЕНДАЦИИ
по проектированию и устройству
буронабивных грунтовых свай,
изготовленных шнековым способом
в просадочных и слабых грунтах

Издание 3-е, дополненное

Ставрополь
2016

УДК 55:624.13
ББК 26.3:33.13
Г15

Рецензенты:

заведующий лабораторией «Основания и фундаменты на слабых грунтах» НИИ оснований и подземных сооружений им. Н. М. Герсеванова, заслуженный деятель науки и техники РФ, д.т.н., профессор *П. А. Коновалов*;

Специализированный экспертный базовый центр лицензирования строительной деятельности в Ставропольском крае – АООТ «Ставропольстрой»;
к.т.н., доцент *В. Г. Столяров*.

Галай, Б. Ф.

Г15 Рекомендации по проектированию и устройству буронабивных грунтовых свай, изготовленных шнековым способом в просадочных и слабых грунтах / Б. Ф. Галай. – 3-е изд., доп. – Ставрополь : Сервисшкола ; Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. – 96 с. + цв. вкл.

ISBN 978-5-93078-764-1

Рекомендации содержат основные положения по проектированию и производству работ при глубинном уплотнении лессовых просадочных и слабых, в том числе обводненных, песчано-глинистых грунтов буронабивными сваями, изготовленными шнековыми буровыми установками, широко применяемыми в изыскательских и строительных организациях России.

Для инженерно-технических работников проектных, изыскательских и строительных организаций.

УДК 55:624.13
ББК 26.3:33.13

ISBN 978-5-93078-764-1

© Галай Б. Ф., 2016
© СКФУ, 2016
© Сервисшкола, 2016

Содержание

Введение	4
1. Область применения	6
2. Нормативные ссылки	6
3. Определения, применяемые при шнековом способе устройства буронабивных свай.....	7
4. Общие положения	7
5. Проектирование глубинного уплотнения грунтов	11
6. Опытное глубинное уплотнение грунтов	16
7. Шнековое оборудование вращательного бурения, применяемое при производстве работ, и технология устройства грунтовых свай.....	18
8. Контроль качества и приемка выполненных работ.....	21
9. Техника безопасности при производстве работ	24
Литература	26
<i>Приложение А. Состав рабочих чертежей проекта глубинного уплотнения просадочных грунтов грунтовыми сваями</i>	<i>28</i>
<i>Приложение Б. Состав проекта производства работ по глубинному уплотнению просадочных грунтов грунтовыми сваями</i>	<i>29</i>
<i>Приложение В. Рекомендуемая форма «Журнала устройства грунтовых свай шнековым способом»</i>	<i>30</i>
<i>Приложение Г. Карта входного, операционно-приемочного контроля качества работ по устройству глубинного уплотнения просадочных грунтов в основании зданий и сооружений грунтовыми сваями, изготовленными шнековым способом</i>	<i>31</i>
<i>Приложение Д. Отзыв НИИОСП им. Н. М. Герсевича</i>	<i>40</i>
<i>Приложение Е. Экспертные заключения, справки, статьи, дипломы, отзывы организаций</i>	<i>41</i>

Введение

СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений» [6, п. 3.13] и Свод Правил [10, п. 6.1.22] рекомендуют *«устранение просадочных свойств грунтов в пределах всей просадочной толщи глубинным уплотнением грунтовыми сваями»*. Пособие [10а, п. 3.142–3.155] дает указания по проектированию грунтовых свай, технология устройства которых восходит к началу 1930-х гг. и описана в работах Ю. М. и М. Ю. Абелевых [12; 17–22].

С 1988 г. для уплотнения просадочных и слабых грунтов на Северном Кавказе стали применять буронабивные сваи, изготовленные шнековым способом. По рекомендуемой технологии были укреплены основания более 500 вновь строящихся и аварийных зданий и сооружений (города Ставрополь, Пятигорск, Кисловодск, Железноводск, Георгиевск, Зеленокумск, Благодарный, Светлоград, Ипатово, Ростов-на-Дону, Новочеркасск, Усть-Лабинск, Кропоткин, Ейск, Прохладный и др.).

По договору с Правительством Москвы в 1995 г., после террористического акта, шнековыми грунтовыми и бетонными сваями укрепили основания всех аварийных зданий Буденновской больницы. Этим же методом укрепили основания 12-этажного аварийного дома в г. Железноводске, аварийного здания Академии Госслужбы в г. Пятигорске, аварийных школ № 32, 36, 50, 52, 57 и строящегося 16-этажного дома по ул. Филимоновской в г. Ростове-на-Дону, построенных зданий военного городка в г. Буденновске. Некоторые аварийные здания после укрепления оснований были надстроены одним-двумя этажами (пристройка к роддому Буденновской больницы, жилой дом в г. Благодарном, Академия Госслужбы в Пятигорске, жилые дома в г. Георгиевске).

Проекты укрепления оснований аварийных зданий Буденновской больницы, 12-этажного дома в Железноводске и школ в г. Ростове-на-Дону были согласованы Главгосэкспертизой России.

Новая технология отличается:

- 1) низкой стоимостью,
- 2) высокой производительностью,
- 3) хорошо поддается технологическому контролю,
- 4) выполняется с помощью серийных буровых установок,
- 5) позволяет изготовить вертикальные, наклонные и горизонтальные буронабивные сваи в подвалах и вплотную к фундаментам аварийных зданий из местного суглинка, песчано-гравийной или бе-

тонной смеси без динамического воздействия в любых, в том числе плавунных, грунтах.

Метод буронабивных (грунтовых, песчаных и бетонных) свай, изготовленных шнековым способом, запатентован [27]. Краткое его описание дано в работе [20].

Головной институт НИИ оснований им. Н. М. Герсевича в 1998, 2007, 2010 гг. (Приложение Д) дал положительные отзывы на рекомендуемую технологию устройства буронабивных свай.

Теоретическое обоснование напряженно-деформируемого состояния грунтов при их укреплении по рекомендуемой технологии дано заведующим кафедрой механики грунтов, оснований и фундаментов МГСУ, д.т.н., профессором З. Г. Тер-Мартirosяном [24, 29].

Примеры успешного применения шнековых свай приведены в материалах международных конференций (г. Ростов-на-Дону «Строительство-2002; 2004; 2006» и г. Санкт-Петербург «Реконструкция исторических городов и геотехническое строительство», 2003; 2005; 2008).

На VI и VII Московском международном салоне инноваций и инвестиций (2006 и 2007 гг.) технология укрепления просадочных и слабых грунтов буронабивными шнековыми сваями была отмечена дипломами и бронзовыми медалями.

Национальное объединение строителей включило нашу технологию в Стандарт организаций ОАО «Институт общественных, жилых зданий, сооружений и комплексов» и «Центр проектной продукции в строительстве» под названием «Основания и фундаменты. Стена в грунте. Правила производства, контроля выполнения и сдачи работ. Общие технические требования» (Москва, 2011).

Автор благодарит директора НИИОСП им. Н. М. Герсевича, профессора, д.т.н. В. П. Петрухина и его сотрудников д.т.н., профессора П. А. Коновалова, к.т.н. Л. Г. Мариупольского, к.т.н. В. В. Михеева, д.т.н. Н. С. Никифорову, к.т.н. Ф. Ф. Зехниева за отзывы и Экспертное заключение о возможности выполнения работ по рекомендуемой технологии.

Рекомендации составил д.г.-м.н., профессор, академик РАЕН, член МАИГ, почетный изобретатель СССР, почетный и заслуженный строитель России и Ставропольского края Б. Ф. Галай. Разделы 1–9 и Приложение Е составлены при участии Б. Б. Галай, Р. А. Галай, О. Б. Галай, В. С. Плахтюковой, В. В. Сербина, В. А. Шерстянкина.

3-е издание Рекомендаций дополнено Приложениями, характеризующими успешное применение новой технологии.

1. Область применения

1.1. Бурунабивные грунтовые сваи применяют с целью:

1.1.1. Устранения просадочных свойств недоуплотненных лесовых и насыпных грунтов в пределах всей просадочной толщи или ее части;

1.1.2. Уплотнения слабых, в том числе водонасыщенных, песчаных и глинистых грунтов, включая обводненные лессы после предстроительного замачивания котлованов и гидровзрывного уплотнения;

1.1.3. Создания в основании строящихся или аварийных зданий и сооружений сплошного маловодопроницаемого экрана из уплотненного грунта;

1.1.4. Уплотнения насыпных грунтов обратных засыпок;

1.1.5. Устройств вертикальных противофильтрационных завес (ПФЗ) из столбов уплотненного глинистого грунта или иного материала;

1.1.6. Снижения категории грунтов по сейсмическим свойствам.

1.2. Область применения шнековых бурунабивных свай определяется инженерно-геологическими условиями участка и техническими возможностями бурового оборудования. Бурунабивные сваи, изготовленные с использованием указанных ниже буровых установок, целесообразно применять при толщине слоя просадочного (слабого) грунта до 18 м, влажности пылевато-глинистого, в т. ч. лесового, грунта, как правило, выше границы раскатывания $W > W_p$, а также в рыхлых и средней плотности мелких и пылеватых песках, в том числе водонасыщенных, при отсутствии в геологическом разрезе прослоев крупнообломочных грунтов и крупных включений, препятствующих бурению шнеками. Эффективность применения шнековых свай за этими оптимальными границами проверяется опытным путем.

2. Нормативные ссылки

В настоящих Рекомендациях приведены ссылки на нормативные документы, указанные в списке литературы [1– 29].

3. Определения, применяемые при шнековом способе устройства буронабивных свай

Буронабивная грунтовая свая – столб уплотненного грунта в массиве слабого грунта, полученный в пробуренной или продавленной скважине в процессе ее заполнения местным грунтом с уплотнением. Называется также **телом** грунтовой сваи. В качестве рабочего материала в теле буронабивной сваи может быть использован местный суглинок, песчано-гравийная, песчано-цементная или грунтово-известковая смесь.

Уплотненная зона – зона уплотнения грунта, окружающая буронабивную сваю и образованная за счет давления наконечника бурового снаряда и рабочего материала на грунт в массиве.

Шнековый способ устройства буронабивных свай – изготовление буронабивных свай в просадочных и других слабых грунтах путем непрерывной подачи в скважину рабочего материала и уплотнения его в забое скважины при помощи обратно вращающихся нагруженных шнеков.

4. Общие положения

4.1. СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» [2, п. 4.3] включает в состав инженерных изысканий обоснование мероприятий по инженерной защите территорий, геотехнический контроль и авторский надзор за подготовкой искусственных оснований, а также научные исследования в процессе строительства предприятий, зданий и сооружений.

СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ» [1, п. 9.6] рекомендует в период строительства при выполнении инженерной подготовки оснований зданий и сооружений методами глубинного уплотнения и закрепления грунтов проводить специальные инженерно-геологические исследования.

СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 3. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов» [4] относит просадочные и техногенные уплотненные грунты к специфическим образованиям и в состав инженерно-геологических исследований в период строитель-

ства и эксплуатации зданий и сооружений (п. 9.5.10) включает выдачу рекомендаций по безаварийному функционированию строительного объекта.

4.2. Действующие нормативы не регламентируют технологии по подготовке искусственных оснований. СНиП 10-01-94 [1, Прил. А, п. 4] грунты и основания зданий не относит к объектам нормирования и стандартизации; для них стандартизованы: классификация и расчетные характеристики грунтов, методы расчета и проектирования оснований, основные положения по производству работ, правила приемки, методы контроля и испытаний [1, Прил. Б, п. 50]. Там же указано: *«Нормативные документы должны не предписывать, как проектировать и строить, а устанавливать требования к строительной продукции, которые должны быть удовлетворены, или цели, которые должны быть достигнуты в процессе проектирования и строительства. Способы достижения поставленных целей в виде конструктивных или технологических решений должны носить рекомендательный характер»*.

4.3. Производство и приемку земляных работ, устройство оснований и фундаментов при строительстве новых, реконструкции и расширении действующих предприятий, зданий и сооружений регламентирует СНиП 3.02.01-87 [7, п. 1.12], в котором указано: *«В проектах допускается при соответствующем обосновании назначать способы производства работ и технические решения, устанавливать величины предельных отклонений, объемы и методы контроля, отличающиеся от предусмотренных настоящими нормами»*.

4.4. В настоящих рекомендациях дано технологическое и проектное обоснование новому способу инженерной защиты от опасных геологических процессов, применение которого требует надежного геотехнического контроля изыскательскими методами.

4.5. Рекомендации составлены к главе СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений» [6] в части проектирования и производства работ по глубинному уплотнению просадочных и слабых песчано-глинистых грунтов буронабивными сваями, изготовленными шнековым способом согласно патенту [27] из различных материалов (местных глинистых и песчано-гравийных грунтов, глиноцементных и песчано-цементных смесей, бетонных растворов и других сыпучих или гранулированных материалов).

При составлении данных рекомендаций были использованы нормативные документы и литературные источники, указанные в списке литературы [1–29].

4.6. Технологическая схема устройства буронабивных шнековых свай включает два основных этапа работ (рис.1):

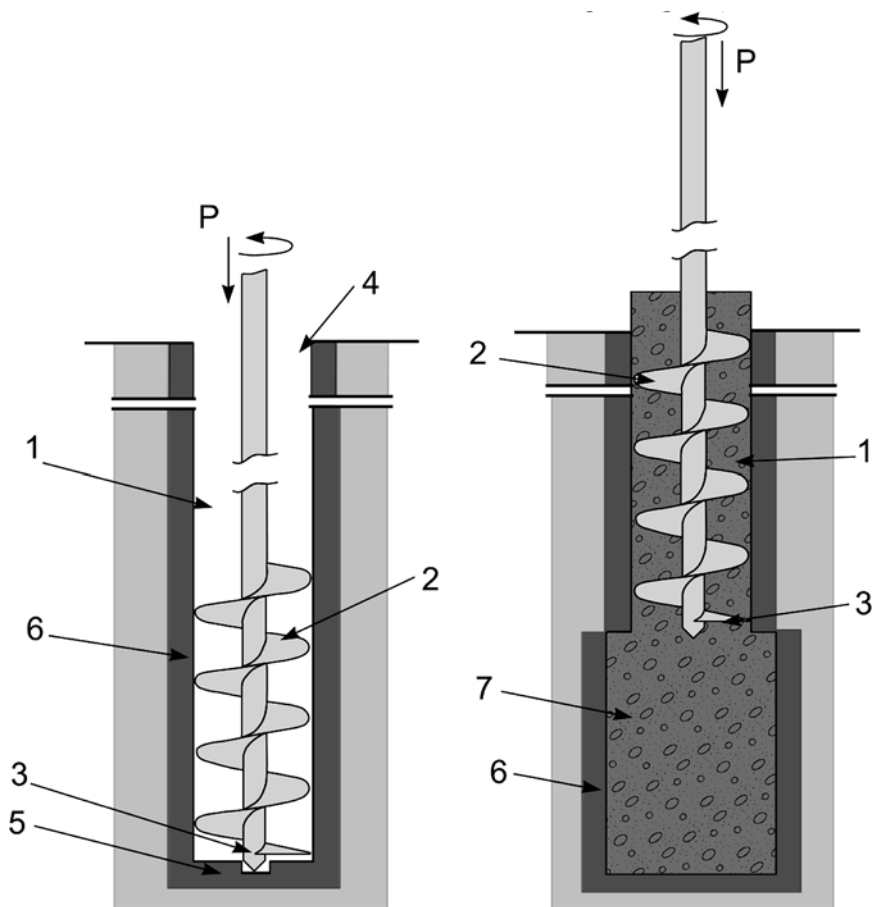


Рисунок 1 – Технологическая схема устройства буронабивных шнековых свай:

1-й этап – подготовка скважины прямым или обратным вращением шнеков;

2-й этап – формирование буронабивной сваи снизу вверх;

1 – скважина, пробуренная или продавленная; 2 – шнековая колонна;

3 – пята шнековой колонны; 4 – устье скважины; 5 – забой скважины;

6 – уплотненная зона при погружении шнеков обратным вращением;

7 – рабочий материал (местный суглинок, песок, гравий,

бетонная смесь и др.); P – давление на шнеки.

1-й этап. Погружение шнековой колонны на заданную глубину прямым или обратным вращением шнеков. В слабых грунтах рекомендуется продавливание скважины с обратным вращением шнеков без извлечения грунта.

2-й этап. Подача рабочего материала в скважину с обратно вращающимися шнеками и реактивное их выталкивание вверх с формированием снизу вверх буронабивной сваи диаметром, превышающим диаметр шнеков. На этом этапе под нижним витком шнековой колонны постоянно образуется «ядро» из напрессованного рабочего материала с кольцеобразной зоной уплотнения в окружающем грунте. Завершение набивки скважины в пределах верхнего, т.н. «буферного» слоя происходит с выпором окружающего грунта вверх.

Диаметр изготовленной таким образом буронабивной сваи и окружающей ее зоны уплотнения зависит от нагрузки на шнековую колонну, диаметра шнеков и состояния (деформируемости) грунта в массиве. Нагрузка на шнеки при набивке скважины материалом осуществляется весом бурового станка, для повышения нагрузки возможно использование дополнительных анкерных приспособлений, пригрузов и упоров.

4.7. Скважины (буронабивные сваи) располагают на определенных расстояниях таким образом, чтобы обеспечить в уплотненном массиве требуемые физико-механические характеристики грунта. Согласно Справочнику проектировщика [21, п. 13.1.1, с. 299], *«Уплотнение грунтов производится до определенной степени плотности, выражаемой через коэффициент уплотнения K_{com} , представляющий собой отношение заданного или фактически полученного значения плотности сухого грунта ρ_d к его максимальному значению по стандартному уплотнению $\rho_{d,max}$, т.е. $K_{com} = \rho_d / \rho_{d,max}$ »*. Рекомендуемая технология позволяет получить среднюю плотность грунта вплоть до $\rho_d \geq 1,75 \text{ т/м}^3$ и степень уплотнения $K_{com} = 1,0$. Заданная проектом плотность в уплотняемом массиве обеспечивается соответствующим расстоянием грунтовых свай при известном количестве грунта, набиваемого в скважины.

4.8. Устройство буронабивных шнековых свай следует производить по рабочему проекту с предварительным опытным уплотнением просадочных и слабых грунтов. На основе результатов опытного уплотнения уточняются схема расположения грунтовых свай и расчетные характеристики уплотняемых грунтов. По заданию проектной организации опытное уплотнение может быть выполнено на стадии изысканий в процессе буровых работ.

5. Проектирование глубинного уплотнения грунтов

5.1. Исходными материалами для составления проекта глубинного уплотнения грунтов являются:

- техническое задание заказчика;
- отчет (заключение) об инженерно-геологических условиях площадки с геологическими разрезами и результатами лабораторных определений просадочности и физико-механических свойств естественных и уплотненных грунтов;
- условия эксплуатации здания или сооружения (в том числе наличие мокрых процессов и других особенностей);
- план и глубина заложения фундаментов с действующими на них нагрузками;
- для аварийных зданий и сооружений должно быть составлено техническое заключение с указанием истории, причин и прогноза развития деформаций;
- рекогносцировочное обследование объекта, изучение местного опыта инженерной защиты территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов, анализ эффективности применения различных мероприятий инженерной защиты для вариантной проработки решений в данных условиях.

5.2. Состав рабочих чертежей проекта глубинного уплотнения просадочных грунтов грунтовыми сваями дан в **Приложении А**, а состав проекта производства работ – в **Приложении Б**.

5.3. Проектирование глубинного уплотнения грунтовыми сваями начинается с определения требуемых расчетных характеристик уплотненных грунтов. Контролируемые показатели в зависимости от поставленной цели приведены в табл. 1.

Указанные в табл. 1 показатели являются ориентировочными и должны быть дополнены расчетными характеристиками уплотненных грунтов, полученными на основе непосредственных испытаний в соответствии с техническим заданием на изыскания.

5.4. Зная объем уплотняемого массива, начальную и требуемую (среднюю) плотность грунта, можно определить общее количество (масса сухого грунта) для набивки грунтовых свай (рис. 2):

$$M = V(\rho_{ds} - \rho_d),$$

где M – масса сухого грунта, необходимого для набивки всех грунтовых свай, т; V – объем уплотняемого массива, м^3 ; ρ_{ds} – средняя плотность сухого грунта в уплотненном массиве, $\text{т}/\text{м}^3$; ρ_{d} – начальная плотность сухого недоуплотненного грунта, $\text{т}/\text{м}^3$.

Таблица 1

Цель уплотнения	Контролируемые показатели
1. Устранение просадочных свойств лессовых и насыпных пылевато-глинистых грунтов в пределах всей толщи или ее части. Уплотнение просадочных и слабых грунтов вокруг забивных и буронабивных ж/б свай для повышения их несущей способности	Средняя плотность грунта в уплотненном массиве $\rho_{\text{d}} \geq 1,65\text{--}1,70 \text{ т}/\text{м}^3$ [10, п. 3.152]; степень уплотнения по K_{com} ; модуль деформации E , удельное сопротивление C , угол внутреннего трения ϕ , коэффициент фильтрации $K_{\text{ф}}$
2. Упрочнение слабых водонасыщенных песчано-глинистых грунтов, в том числе после предварительного замачивания и гидровзрывного уплотнения лессовых толщ глубинными сосредоточенными или удлиненными зарядами	То же. Для буронабивных свай могут использоваться, кроме местных суглинков, другие материалы (песчано-гравийные смеси, шлаки, гашеная и негашеная известь и т. п.), свойства которых оцениваются отдельно на основе опытных работ
3. Создание маловодопроницаемого экрана из уплотненного глинистого грунта	Средняя плотность грунта $\rho_{\text{d}} = 1,70\text{--}1,75 \text{ т}/\text{м}^3$ и $k_{\text{ф}} = 5 \times 10^{-7} \text{ см}/\text{с}$ [10, п. 3.154; 11, п. 3.19 и 3.52]
4. Уплотнение насыпных грунтов обратных засыпок	Определяются проектом и по коэффициенту уплотнения согласно [13, табл. 1 и 2]
5. Устройство вертикальных противofiltrационных завес (ПФЗ) из суглинков и глин	Средняя плотность $\rho_{\text{d}} > 1,75 \text{ т}/\text{м}^3$ и $k_{\text{ф}} = 5 \times 10^{-7} \text{ см}/\text{с}$ [10, п. 3.154 и 11, п. 3.52]
6. Снижение категории грунтов по сейсмическим свойствам в глинистых грунтах с $I_{\text{L}} \leq 0,5$ при $e \geq 0,9$ для глин и суглинков и $e \geq 0,7$ – для супесей	Согласно [8, табл. 1] требуется уплотнение глин и суглинков до $e < 0,9$ и супесей до $e < 0,7$

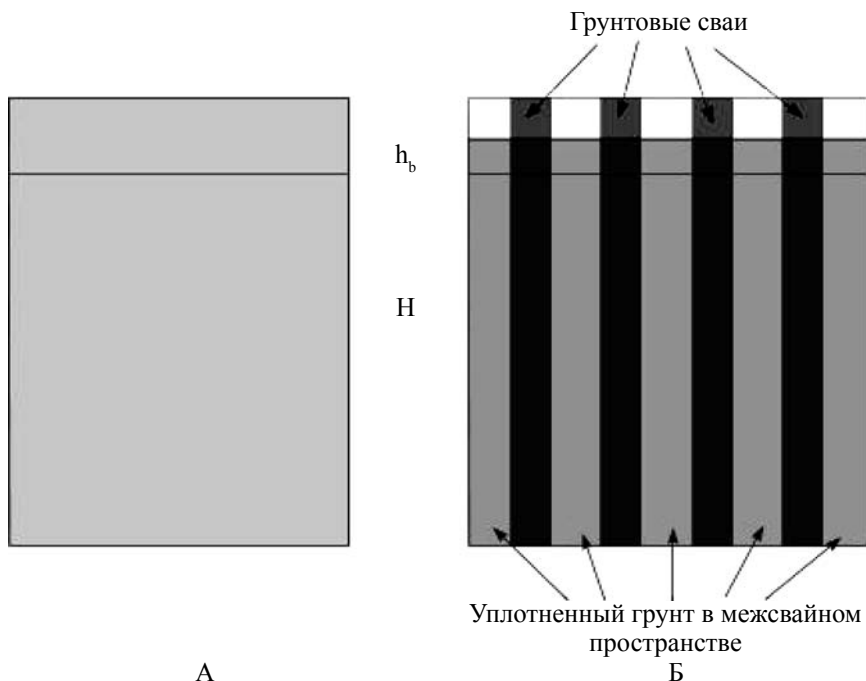


Рисунок 2 – Схема к расчету количества грунта для набивки грунтовых свай в однородном массиве:

А – неуплотненный массив; Б – уплотненный массив.

Масса сухого грунта в неуплотненном массиве объемом V равна $M_1 = V \times \rho_d$.

Масса сухого грунта в уплотненном массиве того же объема V равна $M_2 = V \times \rho_{ds}$.

Масса сухого грунта в грунтовых сваях равна $M = M_2 - M_1 = V(\rho_{ds} - \rho_d)$.

Разность $(\rho_{ds} - \rho_d)$ называется **дефицитом проектной плотности грунта**.

С учетом влажности грунта W_s , используемого для набивки свай, общее количество грунтового материала M' для уплотнения всего массива составит

$$M' = M(1 + W_s).$$

Дефицит проектной плотности грунта в уплотняемом массиве можно восполнить:

- 1) либо сваями большого диаметра с большим расстоянием между ними,
- 2) либо более частым расположением свай меньшего диаметра.

Второй путь дает более равномерное уплотнение массива и меньшую его *локальную* неоднородность.

5.5. Общее количество грунтовых свай, необходимых для уплотнения всего массива, зависит от количества грунта для набивки одной сваи. Масса сухого грунта m для набивки одной сваи определяется опытным путем, т. к. эта величина зависит от вида и состояния уплотняемого грунта, типа буровой установки, заданной нагрузки на шнеки и их диаметра.

Для предварительных расчетов, если применяются буровые установки типа УГБ-50М, УРБ-2А-2 и ЛБУ со шнеком диаметром $d_{ш} = 180$ мм, расход пылевато-глинистого (лессовидного) грунта m_1 на 1 пог. м сваи диаметром и плотностью $\rho_d = 1,75$ т/м³ можно брать по табл. 2.

Таблица 2 – Расход сухого грунта m_1 (в т) на 1 пог. м грунтовой сваи диаметром d_c при диаметре шнеков $d_{ш} = 180$ мм и нагрузке на шнеки $P_{ш} \sim 4$ тс

Наименование грунтов в массиве	Показатель текучести I_L , д. е.			
	$I_L = 0,0-0,5$		$I_L = 0,5-1,0$	
Супеси и суглинки	M_1 , т	d_c , м	M_1 , т	d_c , м
	0,17	0,35	0,50	0,60
Пески пылеватые и мелкие, средней плотности и рыхлые	Их степень влажности S_r , д. е.			
	$S_r < 0,5$		$S_r > 0,5$	
	M_1 , т	d_c , м	M_1 , т	d_c , м
	0,22	0,40	0,50	0,60

5.6. Общее количество грунтовых свай n определяется по формуле

$$n = M:m$$

или с учетом влажности набиваемого грунта:

$$n = M':m',$$

где $m' = m(1 + W_s)$.

5.7. Приведенная в пп. 5.5 и 5.6 масса сухого грунта **m** для набивки одной сваи относится к однородным грунтовым толщам, которые на практике встречаются редко. Как отметил еще Ю. М. Абелев [17, табл. 26 и рис. 100], на участках и в прослоях, где грунты более рыхлые и замоченные, диаметр грунтовых свай получается больше.

Учитывая это обстоятельство, в неоднородных (слоистых) массивах проектирование и контроль количества грунта рекомендуется вести не на массив или сваю в целом, а по выделенным при изысканиях однородным слоям – инженерно-геологическим элементам (ИГЭ). В этом случае в качестве проектного и затем контролируемого параметра рекомендуется использовать расход грунта $m_{1,i}$ (т) на 1 пог. м грунтовой сваи каждого слоя (ИГЭ).

5.8. На заданной площади уплотнения **A** (м) количество требуемых грунтовых свай n_i для каждого **i-го** ИГЭ по глубине разреза рассчитывается по формуле

$$n_i = A \times q_i / m_{1,i},$$

где $q_i = (\rho_{ds,i} - \rho_{d,i})$ – дефицит проектной плотности сухого грунта (т/м³) для каждого ИГЭ уплотняемого массива; $m_{1,i}$ – удельный расход сухого грунта на каждом пог. м сваи (т/п.м).

В качестве проектного значения **n** принимается максимальное значение $n_{i,max}$, которое относится к наиболее слабым, а потому и к наиболее опасным участкам геологического разреза. Пример расчета $n_{i,max}$ дан в табл. 3, где $n_{i,max} = 478$ свай.

Таблица 3 – Пример расчета необходимого количества грунтовых свай n_i в слоистом массиве просадочного (слабого) грунта (площадь уплотнения **A** = 500 м²)

№ ИГЭ	Начальная плотность сухого грунта, ρ_d , т/м ³	Проектная плотность сухого грунта, ρ_{ds} , т/м ³	Дефицит плотности, $q = \rho_{ds} - \rho_d$, т/м ³	Удельный расход грунта на 1 п.м сваи, m_1 , т/п.м	Число свай для ИГЭ, n_i , шт.
1	1,48	1,70	0,22	0,23	$500 \times 0,22 / 0,23 = 478$
2	1,55	1,70	0,15	0,18	$500 \times 0,15 / 0,18 = 417$
3	1,60	1,70	0,10	0,17	$500 \times 0,10 / 0,17 = 294$
4	1,57	1,70	0,13	0,21	$500 \times 0,13 / 0,21 = 310$

5.9. В зависимости от поставленной цели определяются размеры площади уплотнения и схема размещения буронабивных свай. Для более равномерного уплотнения грунта в межсвайном пространстве грунтовые сваи следует размещать в шахматном порядке – по вершинам равностороннего треугольника.

5.10. При уплотнении просадочных и слабых грунтов в котлованах отметку дна котлована назначают с учетом последующей срезки буферного слоя или поверхностного доуплотнения тяжелой трамбовкой на глубину буферного слоя. Толщина этого слоя зависит от вида и состояния уплотняемого грунта, а также от давления шнековой колонны на забой скважины. Для предварительных расчетов толщину буферного слоя рекомендуется принять равной $p_b = 1,0$ м или из опыта работы в аналогичных грунтовых условиях.

5.11. В зависимости от требований к уплотняемому массиву и возможностей подрядчика буферный слой рекомендуется:

- срезать на всю глубину до проектной отметки подошвы фундаментов, если котлован отрыт с недобором на величину буферного слоя;
- доуплотнить тяжелой трамбовкой;
- заменить грунт буферного слоя на послойную грунтовую подушку;
- доуплотнить грунт буферного слоя в межсвайном пространстве дополнительными мелкими грунтовыми сваями, подбирая диаметр шнеков и нагрузку на них опытным путем.

6. Опытное глубинное уплотнение грунтов

6.1. Опытное глубинное уплотнение просадочных грунтов путем устройства грунтовых свай шнековым способом является обязательным этапом инженерно-геологических изысканий и подготовки строительной площадки к производству работ, входит в обязанность заказчика-застройщика и должно выполняться по договоренности между заказчиком, проектной (геолого-изыскательской) организацией и генподрядчиком (подрядчиком) до начала строительства здания (сооружения), как правило, на стадии выполнения инженерно-геологических изысканий.

6.2. Опытное глубинное уплотнение осуществляется с целью:

- а) уточнения диаметра свай, расстояния между их центрами и степени уплотнения грунта K_{com} в теле свай, под их ниж-

ним концом и в межсвайном пространстве для обеспечения достижения требуемой плотности грунта в уплотняемом массиве;

- б) установления фактического расхода грунта (в плотном и разрыхленном состоянии) для устройства одной грунтовой сваи заданного диаметра и длины;
- в) установления зависимости между числом оборотов шнека (скоростью обратного вращения шнека, временем работы буровой установки и т. п.), диаметром грунтового ядра и степенью уплотнения грунта в нем для их использования при предварительных проектных расчетах и разработке ППР.

6.3. Опытный участок уплотняется не менее чем тремя смежными грунтовыми сваями, расположенными в плане в вершинах равностороннего треугольника или в ряду на расстоянии, установленном проектом.

При наличии на площадке строительства грунтовых свай разной длины, напластований разнородных грунтов, а также грунтов разной степени влажности и т. п. количество участков опытного уплотнения должно быть увеличено по согласованию между заказчиком, проектной организацией и генподрядчиком (подрядчиком).

6.4. Составляемая проектной организацией программа проведения работ по глубинному уплотнению просадочных грунтов должна быть согласована с подрядчиком – будущим исполнителем работ.

6.5. Контроль плотности уплотнения грунта на опытном участке должен быть произведен на всю глубину заложения свай с интервалами отбора образцов по глубине, установленными проектной организацией.

6.6. Результаты опытного уплотнения должны быть оформлены в виде отдельного отчета (заключения), в котором должны содержаться:

- глубина уплотнения грунта, диаметр шнековой скважины и диаметр грунтовой сваи, расстояние между центрами грунтовых свай;
- вид, влажность и оптимальная влажность засыпаемого в сваю грунта, количество засыпанного грунта в сваю данной длины и данного диаметра;
- плотность, влажность и коэффициент уплотнения грунта в теле грунтовых свай, в межсвайном грунтовом пространстве и под пятой свай на глубине 0,5–1,0 м ниже их конца;

- фактическая толщина недоуплотненного буферного слоя грунта;
- выявленные зависимости между параметрами буровой шнековой установки, режима ее работы (число оборотов шнека, скорость вращения шнека при уплотнении и т. п.) и полученными результатами уплотнения грунта;
- выводы и рекомендации по результатам опытного уплотнения.

В состав отчета должны быть включены «Журнал устройства грунтовых свай шнековым способом» (см. **Приложение В**) и результаты лабораторных исследований грунтов на уплотненном участке, отобранных с соблюдением требований раздела 5.

6.7. Стоимость выполнения всего комплекса работ по опытному глубинному уплотнению грунтов, включая отбор образцов-монолитов грунта и их лабораторные исследования, следует включать в сметную стоимость строительства объектов по разделу «Проектно-изыскательские работы».

7. Шнековое оборудование вращательного бурения, применяемое при производстве работ, и технология устройства грунтовых свай

7.1. Для устройства шнековых буронабивных свай используются широко распространенные в изыскательских организациях буровые установки типа УГБ-50М, УРБ-2А-2, ЛБУ и др., вращатели которых позволяют дать прямое и обратное вращение шнекам с нагрузкой от веса бурового станка [29]. Характеристика буровых установок дана в табл. 4.

Помимо указанных установок рекомендуются к использованию и другие, более мощные, буровые станки шнекового бурения типа СО-2, БКМ-1510 и др. В стесненных условиях, в том числе в подвалах аварийных зданий, возможно применение специальных и модернизированных буровых станков шнекового бурения.

7.2. При использовании установок типа УГБ-50М, УРБ-2А-2, ЛБУ оптимальным был принят диаметр шнеков $d_{\text{шн}} = 180$ мм. Шнеки такого диаметра легко погружаются с обратным вращением без выемки грунта в слабые породы, обеспечивают хорошую подачу рабочего материала в забой скважины, уплотняют его под давлением.

ем $P = 1,0\text{--}2,0$ МПа и формируют буронабивные сваи диаметром до $d_{\text{св}} = 50\text{--}100$ см. В качестве наконечника для этих шнеков рекомендуется использовать шнековое долото 1ДРШ-198 МС диаметром 198 мм Щигровского завода, предназначенное для бурения горных пород до пятой категории по буримости и состоящее из двух лопастей, закрепленных под углом 5° относительно оси корпуса [28, с. 17]. Режущие грани долота оснащены твердосплавными пластинами, установленными наклонно к оси долота. Наличие опережающего сектора и наклонное расположение зубков на лопасти обеспечивает высокую скорость бурения и продавливания грунта при обратном вращении шнеков.

Таблица 4 – Характеристика буровых установок для устройства буронабивных шнековых свай

Параметры	УГБ-50М	ЛБУ-50	УРБ-2А-2
Глубина бурения шнековым способом, м	50	50	50
Тип двигателя	Д-65	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130
Мощность, кВт	30	45	45
Ход подачи, мм	1500	1500	4500
Частота вращения инструмента, об/мин	70–200	14–101	140–325
Скорость спуска и подачи инструмента, м/с	0,25–0,76	1,6	0,6–1,1
Высота мачты, м	8,0	8,3	8,37
Габариты в транспортном положении, мм:			
высота	3000	2546	3370
ширина	2000	2315	2450
длина	7200	8380	8820
Масса, кг	5100	8442	10080

7.3. Глубинное уплотнение буронабивными сваями включает следующие виды работ:

- вертикальную планировку площадки, а в случае необходимости – разработку котлована до проектной отметки;
- погружение шнеков до проектной глубины,
- доставку грунта или другого рабочего материала к скважине и засыпку его в скважину при обратном вращении нагруженных шнеков;
- поэтапный контроль за бурением скважин, количеством отсыпаемого грунта в скважину и качеством уплотнения.

7.4. До начала буровых работ следует согласовать все точки бурения с представителями служб подземных и наземных коммуникаций.

7.5. В границах площади уплотнения грунтов произвести разметку и закрепление центров скважин-свай по проекту.

7.6. В качестве рабочего материала для грунтовых свай обычно используются местные суглинки и супеси (без включений растительных остатков и строительного мусора), имеющие влажность, близкую к оптимальной. Оптимальная влажность определяется для конкретного грунта как влажность на границе раскатывания. Отклонение от оптимальной влажности допускается в пределах 0,02–0,04. Переувлажненный грунт следует высушить в буртах, а пересушенный увлажнить до оптимальной влажности. Грунт от высыхания защищается водонепроницаемым покрытием, а от замачивания атмосферными осадками – навесом. Для бурунабивных свай в переувлажненных и водонасыщенных плавунных грунтах возможно применение воздушно-сухих песчано-глинистых грунтов в сыпучем состоянии, известково-песчаных, известково-глинистых, цементно-песчаных и т. п. смесей.

7.7. Буровой станок установить на точку бурения, шнеки прямым или обратным вращением с минимальным выходом грунта погрузить на проектную глубину уплотнения. Затем шнекам дать обратное вращение и одновременно сверху подавать грунтовый материал в устье скважины.

7.8. Количество грунта, подаваемого в скважину, определяется при помощи дозаторов объемом 0,1–0,3 м³, что соответствует весу грунта порядка 150–450 кг. При необходимости следует фиксировать количество грунта на 1 погонный метр грунтовой сваи или в интервале инженерно-геологического элемента, выделенного при изысканиях.

Общее количество грунта, использованного на набивку грунтовых свай, можно определить по количеству автосамосвалов, доставивших грунт из карьера к объекту.

7.9. В случае отклонений от проектной нормы подаваемого грунта необходимо выяснить их причину. Рекомендуемая технология позволяет без дополнительных затрат выяснить изменение влажности и литологии по глубине разреза, обнаружить пустоты, слабые и упрочненные зоны в уплотняемом массиве и дать объяснение обнаруженным аномалиям. Буровой мастер по сопротивлению грунта при погружении шнеков производит постоянное и сплошное *шнековое зондирование* уплотняемого массива, как это указано в [18, с. 105].

7.10. При набивке рабочего материала (грунта) шнеками задний мост буровой установки может приподниматься на рессорах без отрыва колес от поверхности земли. По мере выталкивания вверх обратно вращающихся шнеков из скважины буровой мастер «осаживает» машину, одновременно фиксируя давление на шнеки по показаниям манометра гидросистемы.

7.11. Заполнение скважин рабочим материалом при обратном вращении нагруженных шнеков производится непрерывно до полного выталкивания шнеков на поверхность. При большой нагрузке на шнеки (порядка 4–8 тс) обычно на глубине менее 1 м происходит вспучивание (подъем) поверхности и верхний, т. н. *буферный*, слой не уплотняется. Для его уплотнения следует снизить нагрузку на шнековую колонну и в межсвайном пространстве выполнить дополнительные сваи шнеками большего диаметра, подобрав нагрузку опытным путем.

7.12. В зимнее время сезонное промерзание грунтов не оказывает существенного влияния на набивку скважин. Слой сезонного промерзания легко разрабатывается станком шнекового бурения. Поэтому основной задачей является сохранение подаваемого грунта в талом и сыпучем состоянии.

7.13. При набивке скважин шнековым способом, особенно если используется песок, нижние 1–2 витка шнеков сильно истираются и приобретают форму конуса. С целью повышения износоустойчивости на рабочую поверхность шнековой спирали наплавливают твердый сплав – *сормай* [28, с. 12].

7.14. При работе в стесненных условиях (например, в подвалах аварийных зданий) шнековые буровые установки следует модернизировать – снять с шасси машины, срезать буровую вышку или выполнить другие мероприятия, обсудив этот вопрос с буровым мастером и механиком по эксплуатации буровых установок.

8. Контроль качества и приемка выполненных работ

8.1. Поскольку обязательные при производстве работ [7, табл. 17] и рекомендуемые к применению [11, п. 3.120; 12, гл. 6] нормативы в недостаточной степени регламентируют требования к степени уплот-

нения грунта в грунтовом массиве, уплотненном грунтовыми сваями, указания, приведенные в данном разделе, развивают и детализируют требования к качеству уплотнения просадочных грунтов, приведенные в вышеназванных нормативных документах.

8.2. Указания по обеспечению качества устройства грунтовых свай, приведенные в данном разделе, обязательны при разработке проектов глубинного уплотнения просадочных грунтов, выполнении работ по опытному уплотнению этих грунтов, разработке проектов производства работ и выполнении всего комплекса работ при глубинном уплотнении просадочных грунтов в основаниях зданий и сооружений.

8.3. Устройство грунтовых свай на уплотняемой площади должно производиться в соответствии с рабочими чертежами устройства оснований зданий (сооружений) методом глубинного уплотнения просадочных грунтов.

8.4. Рабочие чертежи устройства оснований зданий (сооружений) методом глубинного уплотнения просадочных грунтов должны, как правило, разрабатываться на основе материалов, полученных при опытном уплотнении просадочных грунтов, которое должно быть произведено в период проведения инженерно-геологических изысканий на будущей площадке строительства.

8.5. Буровое оборудование, технология производства работ по устройству грунтовых свай и качество грунта, засыпаемого в тело свай, должны соответствовать требованиям рабочих чертежей и проекта производства работ.

8.6. Устройство каждой грунтовой сваи должно сопровождаться соответствующими записями в «Журнале устройства грунтовых свай шнековым способом» (**Приложение В**).

8.7. «Журнал устройства грунтовых свай шнековым способом» оформляется подрядчиком и заполняется работниками, производящими работы (мастером, прорабом); периодически проверяется работником технадзора заказчика и по окончании устройства всех грунтовых свай подписывается работниками подрядчика и заказчика, ответственными за качество и сдачу-приемку работ на данном объекте.

Первичная схема устройства грунтовых свай с нанесением на нее нумерации свай в порядке очередности их изготовления подрядчиком и после изготовления всех грунтовых свай является основой для составления и оформления исполнительной геодезической схемы-съемки законченного свайного поля. Исполнительная геоде-

зическая схема-съемка должна быть также подписана работниками подрядчика и заказчика, ответственными за сдачу-приемку работ.

8.8. При опытном и производственном устройстве грунтовых свай, включая приемку проектной документации на выполнение этих работ, должен осуществляться входной и операционно-приемочный контроль всех производственных и других показателей, влияющих на качество выполненных работ и надежность грунтового уплотненного основания, согласно прилагаемой карте контроля качества.

8.9. При разработке входного и операционно-приемочного контроля в качестве основополагающих заложены предусмотренные СНиП 3.02.01-87 [7] следующие допускаемые отклонения от требований проекта (рабочих чертежей):

- а) средняя плотность сухого грунта в уплотненном массиве грунта должна быть не ниже проектной; допускаемое снижение плотности грунта не должно превышать $0,05 \text{ т/м}^3$ не более чем в 10 % от числа всех определений величины плотности;
- б) отклонения расположенных грунтовых свай в плане от проектного не должны превышать 0,4 м;
- в) отклонения влажности грунта, засыпаемого в сваи, не должны превышать $\pm 4 \%$ от его оптимальной влажности, принятой в проекте.

8.10. Результаты глубинного уплотнения просадочных грунтов в основании зданий и сооружений оформляются после выполнения всего комплекса работ по такому уплотнению «Актом промежуточной приемки ответственных конструкций зданий и сооружений» (см. приложение 7*, СНиП 3.01.01-85*, издания 1995 г.), который подписывают работники подрядчика, заказчика и проектной организации, ответственные за качество и сдачу-приемку работ.

8.11. К «Акту промежуточной приемки основания, выполненного с помощью устройства грунтовых свай» должны быть приложены:

- а) рабочие чертежи глубинного уплотнения просадочного грунта;
- б) исполнительная геодезическая схема-съемка (или исполнительный рабочий чертеж) выполненных свайных полей с нанесением на нее контура фундаментных конструкций, нумерация свай в порядке очередности их изготовления, пунктов отбора образцов-монолитов грунта с указанием расположения в них скважин, пунктов проведения исследования плотности грунтов другими методами;

- в) журнал устройства грунтовых свай шнековым способом;
- г) отчеты о результатах лабораторных и других исследований фактической плотности грунтов в уплотненном массиве;
- д) исполнительная техническая документация (геодезические исполнительные схемы-съемки, акты освидетельствования скрытых работ, результаты исследования плотности грунта и т. п.) по сопутствующим мероприятиям (устранение недоуплотненности грунта в буферном слое, противопросадочные мероприятия и т. д.), выполненным в процессе глубинного уплотнения грунтов.

9. Техника безопасности при производстве работ

9.1. При выполнении работ по устройству буронабивных грунтовых свай шнековым способом необходимо руководствоваться СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования». М.: Госстрой России, 2000.

Наличие общегосударственных правил не освобождает подрядные организации от необходимости разработки внутренних правил безопасности, обращающих внимание работников на конкретные условия производства буровых работ.

9.2. Работы по бурению скважин могут быть начаты только на законченной монтажом буровой установке при наличии технического задания и акта о приемке буровой установки в эксплуатацию.

9.3. Запрещается производить буровые работы в населенных пунктах, имеющих подземные коммуникации, без предварительного согласования места работ и глубины скважин с организацией, ответственной за эксплуатацию и сохранность данных коммуникаций.

9.4. Запрещается присутствие посторонних лиц на месте производства буровых работ.

9.5. Рабочая площадка у станка должна иметь свободные подходы для обслуживающего персонала и подачи рабочего материала к скважине.

9.6. При шнековом бурении забуривание скважины разрешается после проверки соосности шнека и шпинделя.

9.7. Запрещается бурить шнеками, имеющими трещины и надрывы на трубе или на спирали шнека.

9.8. Запрещается применять шнеки с изношенными соединительными элементами (хвостовиками, муфтами, пальцами), не обеспечивающими достаточной жесткости колонны.

9.9. Запрещается удерживать вращатель на весу с помощью подъемной лебедки без дополнительного закрепления его в направляющих, а также находиться под поднятым вращателем.

9.10. Запрещается очищать от грунта шнековые колонны руками или какими-либо предметами во время вращения шнеков.

9.11. Разъединение шнековых труб при подъеме допускается только после посадки их на вилку или ключ-скобу.

9.12. Запрещается включать вращатель со шнеком, не касающимся грунта, соединять и разъединять шнеки на весу, касаться движущихся деталей буровой установки до полной их остановки.

Литература

1. СНиП 10-01-94. Система нормативных документов в строительстве. Основные положения. – М. : Минстрой России, 1996.
2. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М. : Минстрой России, 1997.
3. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ. – М. : Госстрой России, 1997.
4. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 3. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов. – М. : Госстрой России, 2000.
5. СНиП 22-02-2003. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. – М. : Госстрой СССР, 2004.
6. СНиП 2.02.01-83*. Основания зданий и сооружений. – М. : ГУП ЦПП, 1996.
7. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. – М. : Стройиздат, 1996.
8. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах. – М. : Минстрой России, 2002.
9. ГОСТ 30416-96. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. – М. : Минстрой России, ГУП ЦПП, 1997.
10. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – М. : Минрегионразвития РФ, 2011.
- 10а. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83). – М. : Стройиздат, 1986.
11. Пособие по производству работ при устройстве оснований и фундаментов (к СНиП 3.02.01-83). – М. : Стройиздат, 1986.
12. СН 33-66. Указания по глубинному уплотнению просадочных грунтов в основании зданий и сооружений грунтовыми сваями. – М. : Стройиздат, 1967.
13. СН 536-81. Инструкция по устройству обратных засыпок грунтов в стесненных условиях. – М. : Стройиздат, 1982.
14. *Абелев, Ю. М.* Изготовление грунтовых свай в лессовых грунтах / Ю. М. Абелев // Строительная промышленность. – 1936. – № 4.
15. *Абелев, Ю. М.* Изготовление набивных грунтовых свай в макропористых грунтах методом взрывов / Ю. М. Абелев // Строительная промышленность. – 1936. – № 10.
16. *Абелев, Ю. М.* Основные результаты изучения особенностей строительных свойств лессовидных грунтов и методов их упрочнения /

- Ю. М. Абелев // Строительство на лессовидных грунтах (По материалам совещания по строительству на лессовидных грунтах, 23–25 марта 1938 г.). – М. – Харьков : Госстройиздат, 1936.
17. *Абелев, Ю. М.* Основы проектирования и строительства на макропористых грунтах / Ю. М. Абелев. – М. : Стройвоенмориздат, 1948.
 18. *Абелев, Ю. М.* Основы проектирования и строительства на просадочных макропористых грунтах / Ю. М. Абелев, М. Ю. Абелев. – М. : Стройиздат, 1979.
 19. *Абелев, Ю. М.* Основы проектирования и строительства на просадочных макропористых грунтах / Ю. М. Абелев, М. Ю. Абелев. – Изд. 2-е. – М. : Стройиздат, 1968.
 20. *Галай, Б. Ф.* Шнековый способ глубинного уплотнения грунтов и устройства буронабивных свай (В помощь проектировщику) / Б. Ф. Галай, В. Г. Столяров // Промышленное и гражданское строительство. – 2000. – № 10.
 21. *Горбунов-Посадов, М. И.* Основания, фундаменты и подземные сооружения / М. И. Горбунов-Посадов, В. А. Ильичев, В. И. Крутов и др. ; под общ. ред. Е. А. Сорочана и Ю. Г. Трофименкова. – М. : Стройиздат, 1985 (Справочник проектировщика).
 22. *Коновалов, П. А.* Основания и фундаменты реконструируемых зданий / П. А. Коновалов, В. П. Коновалов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011. – 384 с.
 23. *Лебедев, В. И.* Полевые методы инженерно-геологических изысканий / В. И. Лебедев, В. В. Ильичев и др. – М. : Недра, 1988.
 24. *Малек, Алла Саид Мухамед Абдул.* Напряженно-деформированное состояние преобразованного основания фундаментов : автореф. дис. ... к.т.н. / Алла Саид Мухамед Абдул Малек. – М. : МГСУ, 2009. – 23 с.
 25. *Никляев, Ю. И.* Пособие специалистам по строительству противofiltrационных завес способом «стена в грунте» / Ю. И. Никляев. – М. : Мелиосервис, 1991.
 26. *Ребрик, Б. М.* Бурение скважин при инженерно-геологических изысканиях / Б. М. Ребрик. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1979.
 27. Способ возведения буронабивной сваи : патент 2135691 РФ / Галай Б. Ф.
 28. *Танов, Е. И.* Шнековый буровой инструмент. Справочник / Е. И. Танов, В. Я. Площадный. – М. : Недра, 1985.
 29. *Тер-Мартиросян, З. Г.* Напряженно-деформированное состояние слоя грунта в процессе его уплотнения грунтовыми сваями и последующего нагружения его под воздействием внешней нагрузки / З. Г. Тер-Мартиросян, Алла Саид Мухамед Абдул Малек // Вестник МГСУ. – 2008. – № 2.

Приложение А

Состав рабочих чертежей проекта глубинного уплотнения просадочных грунтов грунтовыми сваями

Проект глубинного уплотнения просадочных грунтов грунтовыми сваями должен содержать в своем составе:

- а) план размещения грунтовых свай (план свайного поля) на уплотняемой площади с нанесением на него контура фундаментных конструкций, для которых производится глубинное уплотнение грунта, сетки, по которой выполняются грунтовые сваи, с указанием величины расстояния между центрами грунтовых свай и их диаметра (как по диаметру шнека буровой установки, так и по диаметру грунтового ядра, образованного в результате уплотнения грунта). Все концевые ряды и отдельные группы свай должны иметь привязку к осям здания (сооружения);
- б) все характерные разрезы уплотняемого грунтового массива (как по длине свай и глубине их заложения, так и по прорезаемым ими инженерно-геологическим элементам) с нанесением на них инженерно-геологических профилей, отметок, с которых производится уплотнение грунта, и отметок заложения нижних концов свай;
- в) величину средней плотности сухого грунта (скелета) в уплотненном массиве, в том числе допускаемые разбросы величины уплотнения грунта в теле свай и межсвайном пространстве;
- г) характеристики грунта (вид грунта, его влажность и т. п.), рекомендуемого для засыпки в тело свай, количество грунта (в плотном и разрыхленном состоянии), засыпаемого в сваю определенной длины и расходуемого на уплотнение всего грунтового массива;
- д) рекомендуемый тип шнекового бурового оборудования и основные указания по производству работ, обусловленные инженерно-геологическими особенностями уплотняемого массива и конструкцией свай;
- е) основные показатели опытного глубинного уплотнения грунта, выполненного на данной площадке перед проектированием (в процессе инженерно-геологических изысканий) или произведенного в аналогичных инженерно-

- геологических и построечных условиях на соседних площадках;
- ж) величину ожидаемой толщины буферного слоя грунта на уплотняемой площади (или на отдельных его участках) и обязательные указания по ликвидации неуплотненности грунта в этом слое, включая его вырезку-удаление;
 - з) мероприятия по устранению – нейтрализации влияния просадки неуплотненного просадочного грунта на уплотненный массив, которая может произойти после обводнения (подтопления) просадочного грунта, окружающего уплотненный массив грунта;
 - и) места отбора контрольных проб-образцов грунта (или проведения других исследований) при приемочном контроле качества (степени) уплотнения грунта, считая при этом, что за одно исследование принимается получение данных о плотности грунта как в теле грунтовой сваи, так и одновременное получение таких же данных по примыкающему к свае межсвайному грунтовому пространству.

Приложение Б

Состав проекта производства работ по глубинному уплотнению просадочных грунтов грунтовыми сваями

Разрабатываемый строительной организацией проект производства работ по глубинному уплотнению просадочных грунтов грунтовыми сваями является дополнением к рабочим чертежам глубинного уплотнения грунтов на данной строительной площадке, разработанным проектной организацией, и должен содержать:

- а) технические характеристики принятой для производства работ буровой шнековой установки, количество установок, одновременно работающих на данной стройплощадке;
- б) описание принятой технологии производства работ и последовательности выполнения отдельных технологических операций при устройстве грунтовой сваи;
- в) характеристику грунта, принятого для засыпки в грунтовые сваи; выполнение обязательных мероприятий по его доувлажнению или подсушке перед засыпкой; конструкцию

- и емкость мерного устройства, применяемого при засыпке грунта;
- г) план котлована, отрытого для производства работ, с нанесением на нем путей движения буровых установок по захваткам (при одновременной работе двух и более установок) с нумерацией свай, определяющей последовательность их изготовления;
 - д) указания по ведению и заполнению «Журнала устройства грунтовых свай шнековым способом»;
 - е) технические решения по удалению или доуплотнению буферного слоя грунта (технические характеристики принятых для производства работ строительных механизмов и приспособлений, технологическую схему производства работ с необходимыми указаниями по их выполнению и т. п.);
 - е) указания по обеспечению техники безопасности при производстве всех видов работ, выполняемых на стройплощадке с применением данного ППР.

Приложение В

Рекомендуемая форма «Журнала устройства грунтовых свай шнековым способом»

1. Наименование объекта строительства _____
2. Наименование заказчика _____
3. Наименование строительной организации, выполнившей работы _____
4. Наименование организаций, производших отбор проб-монолитов грунта и лабораторные исследования их физико-механических свойств _____
5. Проектная глубина уплотнения:
 - а) отметки (абсолютные, относительные) глубины заложения подошв фундаментов _____
 - б) то же нижних концов грунтовых свай _____
 - в) длина свай (от их нижних концов) _____
6. Тип и марка буровой установки _____
 - а) диаметр шнека _____
 - б) число оборотов шнека на 1 пог. м длины _____
 - в) рабочая скорость оборотов шнека при уплотнении грунта _____

7. Проектная характеристика грунта, засыпаемого в сваи:

а) вид грунта _____

б) объемная плотность (в плотном и разрыхленном состоянии) _____

в) оптимальная влажность _____

8. Объем дозирующего устройства _____

9. Расчетное количество грунта, засыпаемого в сваи:

а) на одну сваю _____

б) на весь объем уплотнения _____

Приложение Г

Карта входного, операционно-приемочного контроля качества работ по устройству глубинного уплотнения просадочных грунтов в основании зданий и сооружений грунтовыми сваями, изготовленными шнековым способом

Наименование работ, производственных операций и других факторов, подлежащих контролю. Предмет контроля (что и какие количественные показатели подлежат контролю). Технические требования к предмету контроля, качеству выполняемых (выполненных) работ, операций и т. п. Допускаемые отклонения от требований проекта	1. Применяемые методы контроля и средства для проведения контроля. 2. Время проведения контроля. 3. Работники, производящие контроль. 4. Нормируемый требованиями СНиП объем контроля. 5. Методы оформления (фиксации) проведенного контроля
1	2
I. Общая готовность строительной площадки, бурового оборудования, производственной бригады к началу производства работ	
1. Наличие на строительной площадке у мастера (прораба) проектной и нормативно-технологической документации, необходимой для производства работ: а) имеющаяся проектная документация должна быть комплектной и по своему составу и содержанию соответствовать требованиям «Рекомендаций»;	1. Визуально, путем просмотра проектной документации, ППР и Общего журнала работ. 2. До начала производства работ на площадке. 3. Работники ПТО, начальник стройучастка и мастер (прораб), производящий работы.

1	2
б) имеющийся проект производства работ (ППР) должен быть утвержден руководством строительной организации и по своему составу и содержанию соответствовать требованиям данных «Рекомендаций»; в) у мастера (прораба) должен быть Общий журнал работ с оформленными записями о выполнении предшествующих земляных работ	4. Весь объем проектной документации, ППР и других документов. 5. Оформление и открытие журнала устройства грунтовых свай шнековым методом
2. Готовность бурового оборудования и приспособлений к производству работ: а) буровая установка (станок) по диаметру шнека и глубине его погружения в грунт должна соответствовать требованиям проекта и ППР; б) буровая установка (станок) должна быть в технически исправном состоянии, при необходимости должно быть произведено ее опробование в холостом и рабочем режиме; в) мерная тара для засыпки должна соответствовать требованиям проекта и ППР, быть удобной и безопасной при производстве работ	1. Визуально, при опробовании в холостом или рабочем режиме; с помощью рулетки проверка фактического объема мерной емкости. 2. До начала производства работ на площадке. 3. Механик, начальник стройучастка и мастер (прораб), производящий работы. 4. Буровая установка и мерная тара. 5. Запись в Журнале устройства грунтовых свай перед началом работы
3. Готовность рабочих бригады (звеньев) к производству работ: а) машинист буровой установки должен быть обучен и аттестован на право производства работ на ней; б) рабочие, производящие засыпку грунта в скважины, должны быть обучены правилам производства этих работ, своевременно пройти инструктаж по технике безопасности на данном рабочем месте по данному виду работ; в) все рабочие должны быть обеспечены индивидуальными средствами защиты, ручным инструментом	1. Визуально, с проверкой удостоверений, журнала инструктажа и т. п. 2. До начала производства работ на площадке. 3. Инженер по ТБ, начальник стройучастка, мастер (прораб), производящий работы. 4. Весь численный состав работающих. 5. Запись в Журнале устройства грунтовых свай перед началом работ
4. Обеспечение измерительно-геодезического и лабораторного контроля качества производства работ (при отсутствии собственной геодезической службы и специализированной грунтовой лаборатории):	

1	2
а) наличие геодезических приборов и линейных средств измерений: – строительная организация должна иметь и в период производства работ предоставить в распоряжение мастера (прораба), производящего работы, теодолит, нивелир, нивелирную рейку и стальную ленту длиной 20 (30 или 50) метров; все эти средства измерения должны пройти очередную госповерку (продолжительность межпроверочного периода не должна превышать для теодолита и нивелира 2 лет, для нивелирной рейки и стальных лент – 12 месяцев); – мастер (прораб) и рабочие, производящие работы, должны иметь не менее 2–3 стальных рулеток длиной 2 м, строительный отвес типа ОТ-400 и не менее 50 м шнура-причалки или стальной проволоки; б) строительная организация должна иметь договор с инженерно-изыскательской организацией на отбор образцов-монолитов из уплотненного массива грунта, проведение их лабораторных исследований и выдачу заключения на качество выполнения работ (степень уплотнения грунта в уплотненном массиве)	1. Визуально, с проверкой последних свидетельств о прохождении очередной госповерки. 2. До начала производства работ на площадке. 3. Работник ПТО, начальник стройплощадки, мастер (прораб), производящий работы. 4. Все геодезические приборы и линейные средства измерения длиной 5 м и более. 5. Запись в Общем журнале работ. 1. Визуально, с рассмотрением текста договора. 2. До начала производства работ на площадке. 3. Работник ПТО и начальник стройучастка. 4. Должен быть обеспечен отбор и испытания проб в объеме, предусмотренном проектом. 5. Запись в Журнале устройства грунтовых свай
5. Готовность площадки к производству работ: а) готовность котлована под устройство фундаментов к началу производства работ по глубинному уплотнению грунтов – должны быть выполнены земляные работы, предусмотренные ППР на выполнение этих работ (котлован должен быть разработан в заданных размерах по его дну; дно котлована должно быть спланировано; отметка дна котлована должна быть равна отметке, с которой производится глубинное уплотнение грунтов; в котловане должны быть сделаны съезды для движения буровой установки и автотранспорта, подвозящего грунт на засыпку в свай);	1. Визуально, с рассмотрением геодезической исполнительной схемы-съемки на устройство котлована. 2. До начала работ по устройству свай. 3. Мастер (прораб), производящий работы. 4. Вся площадка котлована. 5. Акт освидетельствования открытого котлована с разрешением на выполнение последующих работ.

1	2
б) наличие геодезической основы для производства работ – вне отрытого котлована должны быть выполнены выноски-обноска с закреплением на них всех основных осей здания (сооружения), а также установлен временный репер для возможности выполнения высотных съемок; в) наличие на участках-захватках производства работ по глубинному уплотнению разбивочной сети (треугольной и квадратной) для устройства грунтовых свай с закреплением центров свай штырями (колышками); отклонения центра грунтовых свай от их проектного положения при разбивке не должны превышать 5 см	1. Визуально, с рассмотрением геодезической схемы закрепления осей здания (сооружения), и инструментально с помощью теодолита и шнуров-причалок для сетки свайного поля. 2. Перед началом работ по устройству свай. 3. Мастер (прораб), производящий работы. 4. Вся уплотняемая площадь котлована. 5. Акт освидетельствования геодезической разбивки и закрепления осей здания и исполнительная схема разбивки свайного поля
II. Устройство грунтовых свай (производство работ в целом по свайному полю и по каждой свае в отдельности)	
1. Последовательность устройства грунтовых свай в целом по свайному полю и на его отдельных участках: а) количество одновременно работающих буровых установок и разбивка свайного поля на отдельные участки-захватки должны соответствовать ППР; в) последовательность устройства свай на каждом отдельном участке-захватке должна соответствовать ППР	1. Визуально. 2. В процессе выполнения работ по устройству свай. 3. Мастер (прораб), производящий работы. 4. Все сваи, входящие в состав свайного поля. 5. Исполнительная схема-съемка устройства свай с их нумерацией в порядке очередности выполнения
2. Технология и последовательность выполнения технологических процессов при устройстве каждой грунтовой сваи (технология и последовательность выполнения отдельных процессов, включая порядок засыпки грунта в тело сваи, должны соответствовать ППР)	1. Визуально. 2. В процессе выполнения работ по устройству свай. 3. Мастер (прораб), производящий работы. 4. Каждая свая. 5. Журнал устройства грунтовых свай
3. Параметры конструкций свай и их размещение на уплотняемой площади (соблюдение требования проекта в процессе производства работ): а) отклонения в расстояниях между центрами смежных свай перед началом бурения очередной сваи не должны превышать 10 см;	1. Визуально с помощью отвеса; измерительно с помощью рулетки при замере расстояний между центрами смежных свай и глубины скважины, с помощью часов при замере продолжитель-

1	2
б) шнековая колонна буровой установки перед началом бурения должна иметь вертикальное положение; в) глубина погружения шнековой колонны в грунт должна соответствовать проекту (замер должен производиться непосредственно по скважине, после того, как шнековая колонна выдавит весь грунт в стороны и будет поднята на поверхность, или другим способом, предусмотренным ППР); г) время, затрачиваемое на работу буровой установки для устройства одной сваи, по своей продолжительности должно отличаться в смежных сваях одинаковой длины не более чем на 15–20%	ности работы установки на каждой свае. 2. В процессе устройства свай. 3. Мастер (прораб), производящий работы постоянно, работник технадзора заказчика выборочно. 4. Каждая свая. 5. Схема и Журнал устройства свай
4. Вид засыпаемого в скважины грунта, его влажностные характеристики, степень уплотнения (соблюдение требований проекта в процессе производства работ): а) вид грунта, засыпаемого в скважины, должен соответствовать требованиям проекта или ППР; б) влажность грунта должна быть оптимальной, соответствующей требованиям проекта и отличаться от нее не более, чем на 4,0%; в) грунт в скважины должен засыпаться с помощью инвентарной мерной емкости; количество грунта, засыпаемого в скважины, не должно отличаться от величины, рекомендованной проектом или ППР, более чем на 10–15%	1. Визуально с помощью раскатывания грунта в руках, в необходимых случаях с помощью переносных грунтовых влагомеров. 2. В процессе устройства свай. 3. Мастер (прораб), производящий работы. 4. Каждая свая. 5. Схема и Журнал устройства свай
III. Приемка выполненных работ	
1. Фактическое расположение грунтовых свай на свайном поле (отдельных его участках, отдельных кустах свай): а) отклонения от проектного положения свай в плане не должны превышать 40 см; б) отклонения отметок верха свай от проектного положения не должны превышать 5 см; в) сетка свай должна иметь проектную конфигурацию	1. Измерительно с помощью рулеток и нивелира. 2. После окончания работ по устройству свай. 3. Мастер (прораб), производивший работы. 4. Все сваи. 5. Исполнительная геодезическая схема-съемка

1	2
2. Отбор проб-монолитов грунта для проведения лабораторных исследований при опытным глубинном уплотнении грунтов (включая их упаковку, транспортировку и хранение до проведения исследований). а) Для отбора проб-монолитов грунта должен быть пройден шурф, обеспечивающий вскрытие смежных грунтовых свай в опытном свайном кусте в порядке, предусмотренном рис. 4, п. 6.5 СН 33-66; в уровне каждого исследуемого горизонта (по длине свай) должны быть отработаны 27 штук проб-монолитов грунта; б) отбор проб-монолитов грунта должен производиться с каждого опытного куста грунтовых свай со следующих обязательных для контроля горизонтов уплотненного грунта: – уровня подошвы фундаментов; – на уровне отметок, расположенных по середине каждого ИГЭ, которые прорезаются грунтовыми сваями; – на уровне отметок заложения нижних грунтовых свай; – на уровне отметок, расположенных ниже на 1 м нижних концов свай, если это предусмотрено в программе опытного уплотнения	1. Визуально с соблюдением требований ГОСТ 12071-84 и требований программы проведения опытного уплотнения грунтов в пунктах устройства опытных кустов свай, назначенных проектной организацией. 2. После окончания работ по устройству свай. 3. Мастер (прораб), производивший работы, специализированная грунтовая лаборатория, представители технадзора заказчика и проектной организации. 4. Каждый опытный куст свай на горизонтах, обусловленных данной картой и программой опытного уплотнения. 5. Схема и Акт отбора образцов-монолитов грунта
3. Отбор образцов-монолитов грунта для проведения лабораторных исследований при проведении глубинного уплотнения грунтов на конкретных объектах строительства, согласно имеющимся рабочим чертежам: а) для отбора проб образцов-монолитов грунта в каждом пункте отбора образцов, установленном проектом, должны быть пройдены три скважины (в теле сваи, на границе контакта грунтовых ядер свай и слабо уплотненном межсвайном пространстве); число пунктов отбора образцов грунта принимается из расчета – один пункт не более чем на 500 м² независимо от величины его площади, но и не менее одного пункта отбора на отдельный уплотняемый участок, имеющий площадь менее 500 м² независимо от величины его площади;	1. Визуально с соблюдением требований ГОСТ 12071-84 и требований проекта в пунктах отбора образцов-монолитов, назначенных проектом. 2. После окончания работ по устройству свай. 3. Мастер (прораб), производивший работы, специализированная грунтовая лаборатория, представители технадзора заказчика и проектной организации. 4. Каждый пункт отбора образцов-монолитов грунта в составе трех скважин на уровнях (горизонтах), обусловленных данной

1	2
число образцов-монолитов грунта, отбираемых в каждом исследуемом горизонте (по длине свай), должно приниматься согласно указаниям проекта; б) отбор образцов-монолитов грунта должен производиться по каждой скважине со следующих обязательных для контроля горизонтов уплотненного грунта: на уровне отметок, расположенных по середине каждого ИГЭ, которые прорезаются грунтовыми сваями; на уровне отметок заложения нижних грунтовых свай; на уровне отметок заложения нижних грунтовых свай	картой и требованиями проекта. Один пункт отбора образцов-монолитов грунта должен обеспечивать контроль на отдельной площади уплотнения размером не более 500 м², независимо от размеров и площади контролируемого участка. 5. Схема и Акт отбора образцов-монолитов грунта
4. Плотность сухого грунта в целом по уплотненному массиву грунта или по отдельным его участкам, не соединяющимся друг с другом: 4.1. При опытном уплотнении грунта: а) средняя плотность сухого грунта в уплотненном массиве грунта должна быть не ниже проектной величины, в 10% проб, отобранных за пределами скважин между центрами смежных грунтовых свай (пробы №№ 1–21 по рис. 4, СН 33-66), допускается снижение плотности на 0,05 т/м³; б) в пробах грунта №№ 4, 11 и 18 по рис. 4, СН 33-66 допускаются единичные случаи снижения плотности грунта (только для зданий и сооружений с сухими технологическими и другими процессами) до 1,50 т/м³; если такие снижения носят достаточно массовый характер (более 10% от числа определений величины плотности), то следует опубликовать опытное уплотнение грунта при уменьшенной против первоначальной величины расстояния между центрами свай	1. Измерительно в лабораторных условиях с соблюдением требований ГОСТ 12071-84; также должны быть определены деформационные характеристики грунтов, если это предусмотрено Программой опытного уплотнения. 2. После получения отобранных образцов-монолитов грунта. 3. Специализированная грунтовая лаборатория. 4. Все полученные образцы-монолиты грунта. 5. Заключение изыскательской (инженерно-геологической) организации по результатам лабораторных испытаний грунта и общее заключение – отчет о результатах выполненного опытного глубинного уплотнения грунтов с соответствующими выводами и предложениями

1	2
4.2. При производственном глубинном уплотнении грунтов на объектах строительства: Средняя плотность сухого грунта в уплотненном массиве грунта должна быть не ниже проектной величины, в 10% от всех производственных проб-испытаний допускается снижение величины плотности не более, чем на 0,05 т/м³. В случае невыполнения этого требования должны быть проведены дополнительные исследования грунтов проверенными методами (статического или динамического зондирования); объем дополнительных исследований устанавливается отдельной программой, согласованной между проектной организацией, заказчиком и подрядчиком	1. Измерительно в лабораторных условиях с соблюдением требований ГОСТ 12071-84. 2. После получения отобранных образцов-монолитов грунта. 3. Специализированная грунтовая лаборатория. 4. Все полученные образцы-монолиты грунта. 5. Заключение лаборатории о результатах исследований уплотненных грунтов
4.3. Соответствие требованиям проекта мероприятий по устранению – нейтрализации воздействия сил отрицательного трения замоченного проседающего грунта, возникающих на боковых вертикальных поверхностях уплотненных массивов грунта: а) при устройстве уширенного свайного поля, выходящего за пределы крайних осей (рядов) здания (сооружения) или за наружные грани всех фундаментных конструкций; б) при устройстве прорезей, отделяющих уплотненный грунт от неуплотненного, а также при выполнении других мероприятий, предусмотренных проектом	1. Визуально с рассмотрением исполнительной геодезической схемы-съемки. 2. После устройства всех свай (см. также пункт III данной карты). 1. Визуально с рассмотрением всей исполнительной технической документации по выполненному мероприятию. 2. После выполнения работ по проектному мероприятию (см. также пункт III данной карты)
4.4. Соответствие выполненного комплекса работ по глубинному уплотнению просадочных грунтов требованиям проекта и СНиП 3.02.01-87: а) приемка должна осуществляться по правилам, установленным для промежуточной	1. Визуально с рассмотрением всей исполнительной технической, в том числе геодезической, документации по выполненному мероприятию.

1	2
приемки законченных ответственных конструкций здания (сооружения); б) сдачу-приемку должны производить работники подрядчика, технадзора заказчика и авторского надзора проектной организации, ответственные за качество строительства данного здания (сооружения)	2. После выполнения работ, входящих в комплекс. 3. Ответственные работники подрядчика, технадзора заказчика и авторского надзора проектной организации. 4. Весь объем основания под здание (сооружение). 5. Акт промежуточной приемки ответственной конструкции здания (сооружения)
IV. Производство работ по устранению недоуплотненности буферного слоя грунта, возникшего при устройстве грунтовых свай, выполненных противопросадочных и других проектных мероприятий, входящих в комплекс работ по углубленному уплотнению грунтов Входной и операционно-приемочный контроль качества выполнения этих мероприятий должен осуществляться по соответствующим картам-схемам контроля качества выполняемых при этом видов строительно-монтажных работ	

Приложение Д Отзыв НИИОСП им. Н. М. Герсевича



Утверждаю:

Директор

НИИОСП

им. Н.М. Герсевича

В.П. Петрухин

13.07.10г.

Отзыв

**на «Рекомендации по проектированию и устройству буронабивных
грунтовых свай, изготовленные шнековым способом в просадочных и
слабых грунтах», составленных Северо-Кавказским государственным
техническим университетом.**

Рекомендации содержат 10 разделов (включая литературу) и 4 приложения. Первый раздел посвящен области применения. Она четко очерчивается. В пятом разделе достаточно ясно изложены вопросы, касающиеся проектирования глубинного уплотнения грунтов буронабивными сваями, изготовленными шнековым способом.

Документ изложен строго, без излишней детализации. Его положения соответствуют требованиям ныне действующих строительных нормативов. Рекомендации заслуживают положительной оценки, а технология устройства буронабивных грунтовых свай, изготовленных шнековым способом, рекомендуется к применению в просадочных и слабых грунтах.

**Заведующий лабораторией
«Оснований и фундаментов на слабых грунтах»,
Заслуженный деятель науки и техники РФ,
доктор технических наук, профессор**

П.А. Коновалов

Приложение Е Экспертные заключения, справки, статьи, дипломы, отзывы организаций



В ПОМОЩЬ ПРОЕКТИРОВЩИКУ

Шнековый способ глубинного уплотнения грунтов и устройства буронабивных свай

Б. Ф. ГАЛАЙ,
д-р геол.-минерал. наук (Северо-Кавказский филиал ПНИИС),
В. Г. СТОЛЯРОВ,
канд. техн. наук (Ставропольский гос. техн. ун-т)

Шнековый способ глубинного уплотнения грунтов апробован в 1988 г. и начал внедряться лабораторией опасных геологических процессов СКФ ПНИИС. Сущность способа заключается в создании в уплотняемом грунте буронабивных грунтовых свай, изготовленных шнековым способом (БГСИС). В пробуренную буровыми установками (типа УГБ-50М, УРБ-2А-2, ЛБУ-50) скважину диаметром d подают дополнительное количество грунта. При обратном вращении шнеков формируется БГСИС, ее диаметр увеличивается от начального значения d (например, 200 мм) до конечного — диаметра свай D_c (400–500 мм), а плотность грунта в межсвайном пространстве ρ_d (свай — в вершинах равнобедренного треугольника со сторонами L) увеличивается за счет обжатия сваями до ρ_{d0} . Величины ρ_{d0} , L , D_c определяют из баланса грунта в межсвайном пространстве до и после образования грунтовых свай (с учетом специфики метода считается, что грунт в объеме $\pi d^2 L / 4$ подается в нижнюю часть свай или извлекается на поверхность, т. е. скважина диаметром d в начале — «пустая»)

$$I_{p_d}(L^2 \tan^2 60^\circ / 4 - 0,5\pi d^2 / 4) = \\ = I_{p_{d0}}(L^2 \tan^2 60^\circ / 4 - 0,5\pi D_c^2 / 4); \quad (1)$$

$$\rho_{d0} = \rho_d \frac{1 - 0,907 D_c^2 / L^2}{1 - 0,907 d^2 / L^2}; \quad (2)$$

$$L = 0,952 \left[\frac{D_c^2 \rho_{d0} - d^2 \rho_d}{\rho_{d0} - \rho_d} \right]^{0,5}. \quad (3)$$

Дополнительная удельная (на 1 м свай) масса грунта, подаваемая в скважину

$$m_c = 0,785 D_c \rho_{d0} (1 + 0,01 W_d), \quad (4)$$

© Галай Б. Ф., Столяров В. Г., 2000

где ρ_{d0} — плотность скелета грунтовой свай; по опытным данным, суглинки и супеси уплотняются до $\rho_{d0} = 1,75 \dots 1,90 \text{ т/м}^3$, их плотность зависит от начальной влажности W_d , а степень влажности $S_r \approx 0,95$.

Способ глубинного уплотнения путем устройства БГСИС отличается низкой себестоимостью (грунт для свай может быть взят из данного объекта или соседнего котлована) и высокой производительностью: в сухих грунтах за рабочий день выполняли до 50 коротких (3–4 м) свай и 20 длинных (10–12 м). Большая точность подачи дополнительного грунта по глубине, возможность легко изменять его количество позволяют получать требуемую степень уплотнения каждого из слоев грунта многослойного основания. Для способа характерен малый (не более 0,5–0,7 м) буферный слой. БГСИС применимы в традиционных случаях: для уплотнения лессовых просадочных и насыпных грунтов, рыхлых песков, а также для устройства противофильтрационных завес в обводненных грунтах (материал свай в этом случае — тяжелые суглинки и глины).

Особенно выигрышно использование БГСИС в сейсмических районах: СНиП 2.02.01–83* рекомендует при грунтах III категории по сейсмическим свойствам устраивать искусственное основание. Уплотняя этим способом рыхлые неоднородные насыщенные пески, можно сделать их песками средней плотности, а коэффициент пористости лессовых суглинков, например, уменьшить с 0,95 до 0,75; указанные грунты после уплотнения перейдут во II категорию. Возможность уплотнить грунты на заданной глубине без (или до) отрывки котлована даст эффект как в условиях линейного строительства (например, в нефтегазовой отрас-

ли), так и в условиях плотной городской застройки.

В качестве дополнительного материала в скважину можно подавать жесткий бетон; получаемая при этом буронабивная бетонная свая также будет уплотнять грунт в межсвайном пространстве, от этого ее несущая способность по грунту будет увеличиваться. Если при изготовлении буронабивных свай по технологии CFA [1] предметом забот является обеспечение надлежащего контакта бетона и окружающего грунта, то при шнековом способе образования ствола свай надо следить за тем, не будет ли давление на контакте свая — грунт чрезмерным.

Шнековый способ образования свай обладает новизной [2], подготовлены рекомендации по его использованию для уплотнения грунтов.

Новый интенсивный способ глубинного уплотнения грунтов потребовал осмыслить многие стороны процесса с позиций инженерной геологии и механики грунтов. Если глинистый грунт свай будет набухать, то насколько ли увеличится уплотнение в межсвайном пространстве? Технически даже при уплотнении сухих лессов в скважину можно подать сколь угодно большое количество грунта. При каком диаметре свай достигается предельная нагрузка на уплотняемый грунт, какой должна быть влажность дополнительного глинистого грунта свай? На часть вопросов ответ дан в литературе [3], где показано, что при оценке разрушающего давления на грунт можно использовать решение Гибсона и Андерсона для прессиометров при больших относительных деформациях $\epsilon = u/r_0$ стенок скважин (более 30 % [4]), хотя при уплотнении грунтовыми сваями степень расширения скважин еще больше)

$$\rho_L - \rho_0 = N_p C_m \quad (5)$$

где ρ_0 — начальное горизонтальное давление в грунте; C_m — прочность грунта на сдвиг при недренированных испытаниях; коэффициент N_p изменяется от 6 до 6,75.

Глинистый грунт для БГСИС не обязательно должен иметь оптимальную влажность, но его конс-

стенцию рекомендуется ограничить значениями $I_L = 0,4 \dots 0,45$ [3].

Сложнее всего уплотнить мягко-, текучепластичные и текучие суглинки и глины. Там будет преобладать не процесс уплотнения, а процесс замещения — водонасыщенный грунт будет вытесняться (при расширении сваи) в сторону и вверх. То же происходит и при забивке сборных свай [5]; несмотря на большой потенциалный ущерб (несущая способность подымающихся свай уменьшается примерно вдвое), в СНиП 2.02.03-85 (п. 7.13) этот процесс отражен частично — в части учета подымающегося грунта в межсвайном пространстве. БГСИШ должны выполняться в таких грунтах только из песка, к тому же в центрах треугольников необходимо устраивать дополнительные песчаные сваи фальтации.

Технологическое проектирование грунтового уплотнения с помощью БГСИШ должно включать три основных блока: вопросы обеспечения качества работ (с учетом замечаний, изложенных выше и в [4, 3]); определение параметров БГСИШ; определение характеристик уплотненного грунта в межсвайном пространстве.

При уплотнении рыхлых песчаных грунтов применяются формулы (2), (3), (4) и известные решения из механики грунтов (для ρ_p , e , S_r). При уплотнении глинистых грунтов целесообразно пользоваться видоизмененными формулами:

$$e = 0,01(W_p + I_p/L)\rho_p/S_r \rho_w \quad (6)$$

$$\rho_p = \frac{\rho_p \rho_w S_r}{0,01(W_p + I_p/L) + \rho_w S_r} \quad (7)$$

$$S_r = 0,01(W_p + I_p/L)\rho_p/\rho_w \quad (8)$$

$$I_L = 100\rho_w S_r / I_p \rho_p - W_p / I_p \quad (9)$$

Применение (6)–(9) к анализу граничных (табл. 1 СНиП II.7-81*) значений $-I_L = 0,5$; $e = 0,9$ для глин, суглинков и $e = 0,7$ для супесей — показало, что только для глин указанные значения обеспечивают надежность эксплуатации (в смысле независимости от случайного доувлажнения). Суглинки при указанных граничных значениях могут иметь $S_r \approx 0,64$, а при аварийном замачивании их консистенция увеличивается до 0,9; супеси вообще переходят в текучее состояние ($I_L = 2,64$) [3]. Эти обстоятельства необходимо учесть в новой редакции норм.

Пример технологического проектирования. В сейсмическом районе ($I = 8$) требуется уплотнить слой ($h = 7,8$ м) тугопластичного суглинка ($\rho = 1,69$ т/м³, $W = 21,7$ %, $\rho_p = 1,39$ т/м³, $W_p = 16$ %, $I_p = 16$ %, $e = 0,95$; $S_r = 0,62$; $I_L = 0,356$; $\rho_w = 2,71$ т/м³), относящегося к III категории; сейсмичность площадки — 9 баллов. После уплотнения принимают степень влажности $S_r = 0,8$ (суглинок практически водонасыщен), по формуле (6) определяют $e = 0,735 < e_p = 0,9$; намечают увеличить диаметр БГСИШ до $D_p = 0,5$ м; $\rho_p = 2,71/(1 + 0,735) = 1,562$ т/м³; по формуле (3) $L = 1,328$ м. При значениях $e = 0,735$ и $I_L = 0,356 < I_{Lp} = 0,5$ искусственное основание, уплотненное БГСИШ диаметром 0,5 м по сетке с размером $L = 1,33$ м, относится к II категории по сейсмическим свойствам. Грунт сваи — суглинок из ближайшей карьера ($\rho_p = 2,71$ т/м³;

$W_p = 18$ %, $I_p = 12$ %, $W = 20$ %, $I_L = 0,167$). При уплотнении до $S_r = 0,95$ $\rho_p = 1,726$ т/м³ (7), а на 1 м погонной длины сваи по формуле (4) потребуется 0,406 т суглинка.

Так как к одной свае относится площадь поверхности $L \cdot L' = 0,866 \times 0,866 = 0,75$ м², то при средней производительности 5 мин/м сваи на 1 м³ уплотненного грунта требуются: машинист и буровая установка ЛБУ-50, время $t = 5/1,527 = 3,3$ мин; вагон из двух рабочих; материальные затраты — расход суглинка $0,406/1,527 = 0,266$ т/м³.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трушков В. А., Ли А. Д. Буронабивные сваи при устройстве фундаментов зданий в условиях существующей застройки // Пром. и гражд. стр.-во. 1998. № 9.
2. Заявка 98120297/03, 10.11.98. Способ возведения буронабивной сваи / Б. Ф. Галай.
3. Столяров В. Г., Галай Б. Ф. Устройство грунтовых свай шнековым способом: обоснование технологических параметров, особенности расчетов оснований и фундаментов / Ставроп. гос. техн. ун-т. Ставрополь, 1999. Деп. в ВНИИПИ, 1999.
4. Трофименков Ю. Г., Воробьев Л. Н. Полезные методы исследования строительных свойств грунтов. М.: Стройиздат, 1981.
5. Столяров В. Г., Долженко А. И., Кузнецова И. В. Особенности возведения и работы свайных фундаментов в водонасыщенных глинистых грунтах // Труды IV международной конференции по проблемам свайного фундаментостроения. Пермь, 1994. Ч. 2.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ

НАПОМИНАЕМ, ЧТО НАШ ЖУРНАЛ РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ ТОЛЬКО ПО ПОДПИСКЕ — В РОЗНИЧНУЮ ПРОДАЖУ ОН НЕ ПОСТУПАЕТ. ПОДПИСАТЬСЯ НА НЕГО МОЖНО НАЧИНАЯ С ЛЮБОГО МЕСЯЦА В ЛЮБОМ ОТДЕЛЕНИИ СВЯЗИ, А НЕДОСТАЮЩИЕ ЭКЗЕМПЛЯРЫ ПРИОБРЕСТИ В РЕДАКЦИИ.

ИНДЕКС ЖУРНАЛА 70695

КАТАЛОГ «ГАЗЕТЫ. ЖУРНАЛЫ. КНИГИ. УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ. ТОВАРЫ» АГЕНТСТВА «РОСПЕЧАТЬ».

Адрес: 101442 Москва, Долгоруковская, 23а, комн. 208 Тел. ф. о. н.: (095) 978-66-82, 978-26-00, 202-98-11
Интернет: pgs.do.ru E-mail: pgs@inbox.ru

Минземстрой России
**Научно-исследовательский проектно-исследовательский
и конструкторско-технологический институт оснований
и подземных сооружений им. Н. М. Герсеванова
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ЭКСПЕРТНЫЙ БАЗОВЫЙ ЦЕНТР**

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
О возможности выполнения ООО ПП «ГРУНТ»
специальных работ в грунтах: уплотнение просадочных
и слабых грунтов методом устройства набивных грунтовых свай
МОСКВА 1998 г.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее экспертное заключение составлено по просьбе Центра лицензирования строительной деятельности Управления архитектуры и градостроительства Правительства Ставропольского края (письмо от 11.08.98) и имеет целью дать оценку возможности выполнения ООО ПП «ГРУНТ» специальных работ в грунтах: *уплотнение просадочных и слабых грунтов методом устройства набивных грунтовых свай*.

При подготовке заключения рассмотрены следующие материалы:

1. Письмо Центра лицензирования от 11.08.98;
2. Устав ООО ПП «ГРУНТ»;
3. Реестр представленных документов на 31 стр.

АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Общество с ограниченной ответственностью производственное предприятие «ГРУНТ» является перерегистрированным ТОО ПП «ГРУНТ». До перерегистрации общество имело лицензию № СТК 000411 на право уплотнения просадочных и слабых грунтов методом устройства набивных грунтовых свай. Среди прочих, основными направлениями деятельности ООО ПП «ГРУНТ», согласно Уставу, являются строительные работы нулевого цикла для зданий и сооружений на слабых грунтах.

Общество обеспечено основным оборудованием для производства работ по уплотнению слабых грунтов в количестве 9 единиц, в том числе 3 позиции используются по договорам. Минимально требуемая нормативная и техническая литература в ООО ПП «ГРУНТ» имеется, кроме этого, в необходимых случаях используется научно-техническая библиотека СКФ ПНИИС.

Численность сотрудников ООО ПП «ГРУНТ» на август 1998 г. – шесть человек. Все руководители и специалисты имеют специальное образование, обладают опытом работы в строительстве, что позволяет им квалифицированно руководить работами по уплотнению грунтов. В обществе создана служба по охране труда (приказ №21 от 06.05.98), установлен перечень параметров качества, подлежащих лабораторным испытаниям и контролю; назначаются ответственные специалисты.

В последние годы обществом выполнены работы по укреплению слабых грунтов в основании 5-этажного жилого дома в г. Кисловодске, подготовке основания под 16-этажный дом в г. Ростове-на-Дону и по укреплению слабых грунтов буронабивными сваями в основании жилого 12-этажного дома в г. Железноводске.

Замечаний от заказчиков ООО ПП «ГРУНТ» не имеет.

ВЫВОДЫ

1. ООО ПП «ГРУНТ» имеет в своем составе высококвалифицированных специалистов, имеющих опыт работы в строительстве, и оборудование для производства работ по уплотнению грунтов.

2. Изложенное позволяет рекомендовать Центру лицензирования строительной деятельности Управления архитектуры и градостроительства Правительства Ставропольского края выдать ООО ПП «ГРУНТ» лицензию на право производства специальных работ в грунтах:

– уплотнение просадочных и слабых грунтов методом устройства набивных грунтовых свай с правом производства работ в особо сложных инженерно-климатических условиях (просадочные и слабые грунты).

Эксперт, канд. техн. наук
Эксперт, канд. техн. наук

Л. Г. Мариупольский
В. В. Михеев

ОАО «НИЦ «Строительство»
Научно-исследовательский, проектно-изыскательский
и конструкторско-технологический институт оснований
и подземных сооружений им. Н.М. Герсевича
НИИОСП им. Н.М. Герсевича

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
д.т.н., проф. В.П. Петрухин
09.07.2010 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по проекту: «Укрепление грунтов основания фундаментов
под силоса и очистительно-весовую башню зернохранилища
емкостью 50 тыс. тонн на территории ООО «Компания МАРТ»
в пос. Плаксейка Буденновского района Ставропольского края

Заказчик: ООО «Стройспецавтоматика».

Заведующий лабораторией №2, доктор технических наук, профес-
сор, заслуженный деятель науки и техники РФ П.А. Коновалов

Зам. заведующего лабораторией №2, доктор технических наук, поч-
етный строитель РФ Н.С. Никифорова

Ведущий научный сотрудник лаборатории №2, к.т.н Ф.Ф. Зехниев
Москва – 2010 г.

Настоящее научно-техническое заключение составлено в соот-
ветствии с письмом директора ООО «ГРУНТ» Б. Ф. Галая за №15
от 21.06.2010 г. с просьбой дать Заключение по проекту «Укрепле-
ние грунтов основания фундаментов под силоса и очистительно-
весовую башню зернохранилища емкостью 50 тыс. тонн на террито-
рии ООО «Компания МАРТ» в пос. Плаксейка Буденновского района
Ставропольского края, разработанного ООО ПП «Грунт» в 2009 году.

При составлении настоящего научно-технического заключения
рассмотрена следующая документация:

1. Том 1. Пояснительная записка, графическая часть. Проект-
ная документация. Укрепление грунтов основания фундаментов под
силоса и очистительно-весовую башню зернохранилища емкостью
50 тыс. тонн на территории ООО «Компания МАРТ» в пос. Плак-
сейка Буденновского района Ставропольского края. 2-2009п-УГ.
ООО ПП «Грунт». Заказчик: ОАО «Ростовский Промзернопроект».
Ставрополь, 2009 г.

2. Расчет осадки фундаментов силосов по деформациям по методике СП 50 – 101-2004 методом послойного суммирования и методом интегрирования. Объект: зернохранилище емкостью 50 тыс. тонн в пос. Плаксейка Буденновского района Ставропольского края. Канд. техн. наук, доцент СевКавГТУ В. Г. Столяров. Ставрополь, 2010 г.

3. Результаты контроля качества опытного укрепления слабых грунтов основания фундаментов под силоса и очистительно-весовую башню. Технический отчет по инженерно-строительным изысканиям. Зернохранилище емкостью 50 тыс. тонн в пос. Плаксейка Буденновского района Ставропольского края. 1-2009иг-УГ. ООО «Инженерные геотехнологии». Заказчик: ОАО «Ростовский Промзернопроект». Ставрополь, 2009 г.

В геоморфологическом отношении участок расположен на левобережной высокой террасе реки Кумы. Рельеф участка ровный, спланированный с небольшим уклоном в северо-восточном направлении. Согласно материалам [1,3], инженерно-геологическое строение площадки представлено следующими напластованиями грунтов:

- неоднородная песчано-галечниковая смесь с глинистым заполнителем, со строительным мусором, $\rho_n = 1,9 \text{ г/см}^3$ (до глубины 1,2 м);
- суглинок легкий песчанистый, водонасыщенный, мягкопластичной консистенции с прослойками пылеватого песка, $E_n = 20,6 \text{ МПа}$ (до глубины 3,4 м);
- песок мелкий, рыхлый, с прослойками пластичной и текучей супеси, водонасыщенный, $E_n = 18,5 \text{ МПа}$, $\varphi = 28^\circ$ (до глубины 5,0 м);
- суглинок водонасыщенный, от тугопластичной до мягкопластичной консистенции, опесчаненный, $E_n = 19,2 \text{ МПа}$, $C = 19\text{--}22 \text{ кПа}$, $\varphi = 15\text{--}17^\circ$ (до глубины 11,4 м);
- песок средней крупности, однородный, средней плотности с примесью гравия и мелкой гальки (до глубины 17,9 м).

В гидрогеологическом отношении участок характеризуется наличием подземных вод, статический уровень которых зафиксирован на глубине 1,10–2,20 м от поверхности земли.

Согласно проекту [1], силоса и очистительно-весовая башня проектируются на монолитных железобетонных плитных фундаментах. Абсолютная отметка низа фундаментов – 108,20 м.

Для обеспечения эксплуатационной надежности сооружений необходимо провести укрепление грунтов в их основаниях. Достигается это путем укрепления грунтов введением грунтовых свай.

Грунтовые сваи устраиваются путем втрамбовывания местного сухого грунта (суглинка) в предварительно пробуренную шнеками

скважину. Бурунабивная набивка сухого суглинка в скважину производится путем обратного вращения шнековой колонны.

В результате устройства грунтовых свай преобразованные грунты основания фундаментов будут иметь среднюю плотность сухого грунта не менее $1,65 \text{ г/см}^3$, а в теле грунтовой сваи – не менее $1,75 \text{ г/см}^3$.

Шаг свай в пределах укрепляемого массива принят $1,0 \times 0,85 \text{ м}$, сваи располагаются в шахматном порядке, длина свай – $9,0 \text{ м}$.

В качестве грунта для набивных свай используется местный суглинок, имеющий природную влажность, близкую к влажности на границе раскатывания, т.е. к оптимальной влажности.

Работы по уплотнению грунтов основания выполняются с абс. отм. $109,70 \text{ м}$. Затем срезается буферный слой до низа фундаментов ($108,2 \text{ м}$) и производятся работы по устройству фундаментов.

Расчет деформации основания производится исходя из посылок:

- модуль деформации уплотненного грунта – 20 МПа ;
- среднее давление под подошвой фундамента менее $2,5 \text{ кгс/см}^2$;
- расчетное сопротивление грунтов основания не менее $2,75 \text{ кгс/см}^2$. Средняя расчетная осадка наиболее нагруженных фундаментов на укрепленном основании от нормативных нагрузок составила $15,1 \text{ см}$, а величина их относительной разности не превышает $0,004$.

Устройство грунтовых свай должно вестись согласно разделу 1.5 «Технология и порядок производства работ» пояснительной записки к проектной документации.

В материале [2] представлен расчет осадки фундаментов силосов по деформациям по методике СП 50-101-2004, выполненный к.т.н., доцентом СевКавГТУ В.Г. Столяровым.

При использовании метода послыного суммирования (МПС) возникают значительные усложнения в расчете осадки. С помощью простых преобразований были сокращены промежуточные записи и вычисления. Это позволяет приблизиться к расчетному результату.

Кроме того, приводится пример определения осадки методом интегрирования, а также учет влияния соседних фундаментов. Расчеты [2] показывают, что средние значения осадок существенно меньше предельных. (Средняя максимальная осадка 40 см , относительная разность осадок $0,004$ согласно п. 4 табл. Е.1 Приложения Е СП 50-101-2004.) Претензий к результатам расчета осадок по различным способам не имеется. Более внимательным и требовательным необходимо быть при контроле качества работ. Здесь важным и ответственным становится каждый пункт.

С учетом вышеизложенного, представленный на экспертизу в НИИОСП им Н. М. Герсевича проект «Укрепление грунтов основания фундаментов под силоса и очистительно-весовую башню зернохранилища емкостью 50 тыс. тонн на территории ООО «Компания МАРТ» в пос. Плаксейка Буденновского района Ставропольского края может быть рекомендован к реализации.

ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗА РОССИИ
ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
по инженерно-геологическим изысканиям к рабочему проекту
реконструкции Центральной районной больницы (ЦРБ)
в г. Буденновске Ставропольского края

Заказчик: Москапстрой.

Исполнитель изыскательских работ: СКФ ПНИИИС.

На экспертизу представлены следующие материалы:

– Отчет по инженерно-геологическим изысканиям на площадке главного и травматологического корпусов Центральной районной больницы в г. Буденновске. СКФ ПНИИИС, г. Ставрополь, июль 1995 г.;

– Отчет по инженерно-геологическим изысканиям на площадке здания котельной и роддома Центральной районной больницы в г. Буденновске. СКФ ПНИИИС, г. Ставрополь, сентябрь 1995 г.

Инженерно-геологические изыскания на участках существующих главного и травматологического корпусов, роддома и котельной ЦРБ в г. Буденновске выполнялись в связи с их аварийным состоянием после известных событий в июне 1995 года, а также деформаций несущих конструкций зданий, связанных с неравномерными осадками оснований, сложенными просадочными грунтами.

Техническое задание на производство изыскательских работ в представленных материалах отсутствует. Техническая характеристика реконструируемых зданий приведена в пояснительной записке отчетов. Согласно приведенным данным, здание главного корпуса трехэтажное, травматологии – двухэтажное, здание роддома состоит из двух блоков – одно- и трехэтажного, котельной – одноэтажное. Все здания с подвалами, кирпичные. Фундаменты главного и травма-

тологического корпусов ленточные, котельной – столбчатые на естественном основании, роддома (обоих блоков) – свайные, из забивных железобетонных свай. Острые свай опирается на плотные глины на глубине 20 м.

В геоморфологическом отношении территория ЦРБ расположена на высокой надпойменной террасе р. Кумы, абс. отметки поверхности изменяются от 101,5 до 104,5 м. В геологическом строении площадки на исследованную глубину до 21 м участвуют следующие грунты:

- суглинок лессовидный, макропористый, твердый, просадочный, мощностью 1,9–2,3 м;
- супесь лессовая, макропористая, с прослойками песка, включениями гипса, просадочная, мощностью 9,7–10,5 м;
- супесь лессовая, пластичная, непросадочная, с прослоями и линзами песка, с включениями карбонатов, мощностью 2,2–3,8 м;
- песок мелкий и пылеватый, водонасыщенный, мощностью 2,4–4,0 м;
- глина аллювиальная, известковистая, с гнездами карбонатных включений, тугопластичная, вскрытая мощность составляет 0,5–3,0 м.

По просадочности грунтовые условия площадки относятся ко II типу. Подземные воды на площадке отмечены на глубине 16,0–16,5 м. Возможен сезонный подъем уровня воды на 1,5–1,6 м. По химическому составу вода сульфатно-хлоридно-магниевого типа и является сильно агрессивной средой по отношению к бетону марки W_4 на портландцементе.

Для изучения инженерно-геологических и гидрогеологических условий на участке главного и травматологического корпуса пробурено 9 скважин глубиной 18,5–21,0 м и пройдено 4 шурфа глубиной 2,0–3,3 м, на участке котельной пробурена 1 скважина глубиной 20 м и пройдено 3 шурфа глубиной до 2,0 м, на участке роддома пробурено 4 скважины глубиной до 20 м.

Скважины бурились для изучения геологического строения и просадочных свойств грунтов основания зданий, шурфы проходились для обследования фундаментов зданий и проверки состояния грунтов непосредственно под фундаментами.

В целом инженерно-геологические и гидрогеологические исследования на участках реконструируемых зданий выполнены в соответствии с п.п. 3.85–3.94 СНиП 1.02.07-87. Выделение инженерно-геологических элементов в разрезе и характеристика физико-

механических свойств по ним произведены согласно ГОСТ 25100-82 и ГОСТ 20522-75.

Рекомендации в отчетах по укреплению просадочных грунтов методом буронабивных грунтовых свай по наружной части зданий, а также по заложению 2–3 створов гидрогеологических наблюдательных скважин и организации инструментальных наблюдений за осадками зданий являются обоснованными.

ВЫВОДЫ и рекомендации

1. Инженерно-геологические изыскания на участке реконструкции объектов Центральной районной больницы в г. Буденновске выполнены в соответствии с нормативными требованиями. Информация о геологическом строении, свойствах грунтов и гидрогеологических условиях в целом является достаточной для принятия обоснованных проектных решений по укреплению грунтов реконструируемых зданий.

2. Рекомендации по заложению 2–3 створов гидрогеологических наблюдательных скважин и организации инструментальных наблюдений за осадками зданий являются обоснованными.

3. Отчетные материалы рекомендуется дополнить сведениями о сейсмичности площадки, результатами исследований свойств грунтов, химанализов подземных вод и колонками горных выработок для подтверждения достоверности приведенных в пояснительных записках данных.

Начальник отдела
строительств и инженерного обеспечения

В.К. Алексеев

Буденновская территориальная государственная администрация (5.08.98. №932)

Директору СКФ ПНИИИС Госстроя России Пахомову С.И.
«О внедрении рекомендаций СКФ ПНИИИС»

В 1995 году после террористического акта пострадали все основные здания Буденновской райбольницы. По поручению краевой администрации и по договору с Правительством Москвы СКФ ПНИИИС в короткий срок выполнил исследование просадочных грунтов,

разработал проект усиления грунтов и фундаментов и оказал содействие в его реализации.

Основным методом укрепления грунтов были буронабивные грунтовые сваи (автор – доктор наук Б.Ф. Галай). Этим же методом были закреплены просадочные грунты под 2-х этажным зданием Мамай-Маджарского монастыря (1886 г.), расположенного на территории райбольницы.

В условиях г. Буденновска ранее был проверен и внедрен новый гидровзрывной метод, разработанный профессором Б. Ф. Галаем. Этим методом были уплотнены просадочные лессы мощностью 50 м на очистных сооружениях г. Буденновска и АО «Ставропольполимер».

Благодарим СКФ ПНИИИС за многолетнюю научно-практическую помощь при восстановлении аварийных объектов и строительстве новых зданий на сильно просадочных грунтах г. Буденновска и Буденновского района.

Заместитель главы администрации

В. Н. Шайдеров

ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗА РОССИИ
ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 8-1/10-497-П
Главгосэкспертизы России по откорректированному
проекту первоочередных противодеформационных
мероприятий для аварийного жилого дома
по ул. Октябрьской, 55-б в г. Железноводске

1. Заказчик проекта – администрация г. Железноводска Ставропольского края.

2. Проектная организация – СКФ ПНИИИС Минстроя России.

3. Основание для проектирования – техническое задание, утвержденное Заказчиком.

4. Стоимость строительства в ценах 1991 г. по ранее представленному проекту – **102,92** тыс. рублей; откорректированному проекту – **75,13** тыс. рублей.

5. Краткая характеристика объекта. Рассматриваемый 12-этажный 48-квартирный крупнопанельный дом по ул. Октябрьской, 55б построен в 1984 г. по проекту Пятигорского института «Гражданпро-

ект». В указанном проекте не были предусмотрены мероприятия по защите грунтов основания от протечек водонесущих инженерных коммуникаций, а в решениях по ливневой канализации предусмотрен выпуск стока на рельеф.

Дом расположен вблизи пологого оврага, крутизна бортов которого искусственно увеличена за счет подрезки внизу и отсыпки на бровке (по проекту вертикальной планировки).

Фундаменты дома 55-б, как и других зданий микрорайона, заложены на глубине около 3 м от планировочной поверхности земли на загипсованных мергелистых глинах. При этом они прорезают относительно тонкий, порядка 2 м, слой покровных суглинков, являющийся естественным водоупором, предохраняющим загипсованные грунты от обводнения и выщелачивания гипса.

По материалам изысканий СКФ ПНИИС Минстроя России установлено, что в результате суффозионного растворения прослоев гипса в мергелистых глинах основания здание получило сверхнормативные деформации, выразившиеся в отклонении его от вертикали в северо-западном направлении на 28 см, в образовании трещины до 3 мм в монолитной стене подвала и наклонной трещины до 3 мм в несущих панелях 1-го этажа. Наблюдается общий уклон полов во всех квартирах в сторону крена здания, что свидетельствует о его деформациях после ввода в эксплуатацию.

По данным Северо-Кавказского филиала ПНИИС расчетная суффозионная просадка может составить 120–150 см (на момент проведения изысканий под северо-западным углом дома она составила 15 см). Основную угрозу для дальнейшей эксплуатации дома представляет возможное растворение (суффозия) гипса при инфильтрации атмосферно-ливневых и техногенных вод в грунты основания.

6. Основные решения проекта. В соответствии с рекомендациями заключения Главгосэкспертизы России от 26.07.96 № 8-1/10-497-П и Протокола заседания секции Совета экспертизы от 9.07.96 № 15 в откорректированном проекте рассматриваются следующие мероприятия:

6.1. Существующая засыпка строительным мусором подвала здания раскапывается до подошвы фундаментов и вывозится в согласованное с городскими властями место на свалку. Подвал до проектного уровня засыпается послойно с уплотнением глинистым грунтом, взятым из согласованного с городскими властями карьера. По поверхности засыпки укладывается бетонный пол и выравнивающая цементная стяжка. Уклон пола позволяет собрать случайные протечки в зумпф, из которого они самотеком по трубе $d = 150$ мм отводятся в канализацию.

6.2. Исключается ранее запроектированный сопутствующий дренаж наружных сетей.

6.3. Траншеи наружных сетей засыпаются местным суглинком с устройством глиняных замков из местной глины через 100–150 м по длине трассы и при вводах в здание.

6.4. Песчаный грунт обратной засыпки вокруг здания выкапывается и заменяется глинистым грунтом. *СКФ ПНИИИС предлагает уплотнить обратную засыпку шнековыми устройствами.* Уплотнение может быть достигнуто и при послойной отсыпке и с уплотнением ручными трамбовками или другими средствами механизации.

6.5. Атмосферные осадки с верховой стороны участка перехватываются открытым ливневым лотком, перекрытым чугунными решетками ЛК, отводящим сток в закрытый лоток $d = 400$ мм и далее в существующую канализацию.

6.6. На выходе трубы из зумпфа подвала в канализационный колодец устанавливается samozакрывающийся клапан по индивидуальным чертежам СКФ ПНИИИС.

6.7. Отмостка вокруг здания устраивается выше уровня обратной засыпки и уровня прилегающей территории с учетом перекрытия стока этих зон с тем, чтобы не создавать условий для накопления влаги.

6.8. Поврежденные поверхности искусственных покрытий ремонтируются.

6.9. Открытые участки грунта задерновываются.

7. Оценка проектных решений. Проектные решения разработаны с учетом рекомендаций экспертного заключения № 8-1/10-497-II и Протокола заседания секции Совета Главгосэкспертизы от 9.07.96. Решения охватывают достаточный комплекс мероприятий, создающих условия для защиты основания от суффозии, и предотвращают дальнейшее развитие деформаций здания.

В соответствии с имеющимися данными обследований, здание по мнению экспертизы не требует работ по усилению ни в подземных, ни в наземных частях.

8. Вывод. Откорректированный проект рекомендуется к утверждению со сметной стоимостью строительства 75,13 тыс. руб. в ценах 1991 года.

Начальник отдела
строительства и инженерного обеспечения
Главный специалист

Р. Степанов
В. Дмитриев

Производственный трест жилищного хозяйства г. Железноводска
Начальнику Ставропольского Центра лицензирования
строительной деятельности Пугачеву А.В. (20.03.98 № 20-98).

В 1994 году в г. Железноводске резко активизировались деформации жилых домов по ул. Октябрьской – Строителей – Проскурина – Энгельса.

Севкавгипроводхоз с участием Пятигорского ТИСИЗа на основе собственных изысканий разработал проект противооползневых мероприятий стоимостью **5,0 млн** рублей в ценах 1991 г., который был утвержден Ставропольской краевой экспертизой.

По распоряжению краевой администрации Северо-Кавказский филиал ПНИИС провел дополнительные исследования грунтов, установил, что причиной деформаций является растворение гипса в основании дома, а не оползневые явления, и разработал проект противодеформационных мероприятий стоимостью **75,0 тыс.** рублей.

Оба проекта были рассмотрены Главгосэкспертизой России. Проект Севкавгипроводхоза был отклонен как ошибочный, а проект СКФ ПНИИС рекомендован к производству работ. Под руководством СКФ ПНИИС деформации 12-этажного дома по ул. Октябрьская, 55-б были приостановлены в апреле 1995 года. В настоящее время дом 55-б готовится к заселению после завершения его внутреннего капремонта.

Начальник ПТЖХ

С. Г. Нигорожин

ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗА РОССИИ
ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 24-8/28-570-1

**Главгосэкспертизы России по проекту уплотнения
просадочных грунтов в основании фундаментов аварийного здания
школы № 52 по ул. Мечникова, 61 в г. Ростове-на-Дону**

1. Заказчик: Администрация г. Ростова-на-Дону.
2. Инвестор. Источник финансирования: Администрация г. Ростова-на-Дону.
3. Проектная организация: СКФ ПНИИС Госстроя России.

4. Основание для проектирования: письмо-заказ Администрации г. Ростова-на-Дону №2/201 от 25.03.98 г.

5. Состав проектной документации, представленной на экспертизу:

– Проект уплотнения просадочных грунтов в основании фундаментов аварийного здания школы № 52 по ул. Мечникова, 61 в г. Ростове-на-Дону;

– Техническое задание на выполнение работ по уплотнению просадочных грунтов в основании фундаментов аварийного здания школы № 52 по ул. Мечникова, 61:

– выкопировка из генплана. Схема 2.1;

– Рабочие чертежи;

– План фундаментов, сечения;

– Разрезы по линиям I-I – III-III;

– Схема расположения грунтовых свай;

– Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях для определения способа укрепления основания фундаментов школы № 52 в г. Ростове-на-Дону;

– Научно-технический отчет по договору № 433-Н «Инструментальное обследование несущих и ограждающих конструкций».

6. Краткая характеристика участка строительства

Площадка, на которой расположено аварийное здание школы № 52, находится в черте городской застройки. Согласно инженерно-геологическим условиям, описанным проектом укрепления грунтов основания школы № 52, в геологическом строении площадки на глубину до 15 метров принимают участие насыпной гумусированный суглинок; суглинок тяжелый, пылеватый, просадочный; суглинок тяжелый, пылеватый, непросадочный и глина легкая, пылеватая непросадочная, твердой консистенции.

Мощность слоя просадочных грунтов на площадке неодинакова и составляет 8,5–12 метров от подошвы фундаментов. При этом просадка от собственного веса грунта по расчетным скважинам составила от 15,5 до 28,0 см. Изменение просадочности по глубине показывает, что просадочными свойствами обладают в большей степени суглинки, находящиеся непосредственно под фундаментами здания до глубины 6–8 м от поверхности.

Грунтовые воды вскрыты на глубине 12,8–15,4 м от дневной поверхности. Кроме того, отмечено замачивание грунтов утечками из канализационной сети с уровнем воды в колодцах, отстоящих от дневной поверхности на 30–60 м.

7. Основные решения проекта.

Непосредственной причиной деформаций здания школы, как это отмечено в проекте уплотнения просадочных грунтов основания здания, является замачивание их за счет инфильтрации атмосферных осадков и утечки вод из инженерных коммуникаций здания. Здание школы было построено в 1938 году, представляет собой 4-х этажное кирпичное здание с размерами в плане в осях 71,44×9,4 метра.

Конструктивно здание решено с ленточными фундаментами, несущими продольными самонесущим поперечными кирпичными стенами толщиной на 1-м этаже 64 см, на следующих этажах – 51 см.

Междуэтажные перекрытия деревянные по металлическим балкам, перекрытие 4-го этажа выполнено из мелкогазобетонных плит по металлическим балкам. Крыша двухскатная стропильная. Стропила деревянные, кровля из волнистых асбоцементных листов по деревянной обрешетке.

В настоящее время здание включает в себя как бы 3 объема: основной и два пристроенных (четырёхэтажный и трёхэтажный).

В 1950 году в левом крыле школы были отмечены первые деформации фундаментов и кирпичных стен. *В качестве мер по укреплению здания были установлены стальные тяжи из прутков $d = 22$ мм, после чего деформации на время прекратились. Однако в 1995 году здание получило новые деформации, и этот процесс, как отмечается в проекте, приобрел прогрессирующий характер.* Деформации несущих конструкций в виде появления сквозных трещин в стенах с раскрытием их до 6–12 мм на нижних этажах и 16–50 мм на 4 этаже наиболее выражены по краям здания.

Проектом уплотнения грунтов основания школы предполагается устройство равномерного поля из буронабивных свай до глубины 11,0 м от дневной поверхности. Сваи предполагается выполнить как внутри контура здания, так и снаружи по его периметру с выносом на 1,0 метр.

СевКавНИПИАгропромом в заключении по обследованию здания предлагается усилить стены за счет установки горизонтальных тяжей из высокопрочных предварительно натянутых канатов, установить стальные обоймы по простенкам двух верхних этажей, облегчить покрытие за счет смены утеплителя и в целях снижения расчетного давления на грунт подвести под здание сплошную железобетонную плиту, кроме того, восстановить наружные водосточные трубы. Предложения были рассмотрены на научно-техническом совете СевКавНИПИАгропром с привлечением представителей РОНО,

директора школы и других административных органов. Предложения были одобрены и рекомендованы к дальнейшей разработке.

8. Оценка проектных решений. Замечания и предложения экспертизы.

Рабочий проект уплотнения просадочных грунтов в основании фундаментов аварийного здания школы № 52 по ул. Мечникова, 61 в г. Ростове-на-Дону выполнен в соответствии с требованиями действующих СНиП 3.02-87 и СНиП 2.02.01-83 и по составу и по объему разработки согласуется с требованиями «Инструкции о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений» СНиП 11-01-95. Принятая проектом технология работ по укреплению грунтового основания позволяет закрепить просадочную толщу подстилающих фундаменты грунтов основания и в целом поддерживается.

По представленным материалам проекта, а также по рассмотренным материалам заключения по результатам обследования здания школы № 52 имеются следующие замечания и предложения.

1. Вследствие наличия просадочных грунтов подо всеми частями здания и наличия водонесущих сетей на прилегающих улицах *выполнить по разработанной в проекте технологии уплотнение грунтов не только под главным корпусом, но под пристройками. Уплотнение выполнить на всю глубину просадочной толщи.*

2. Ширину полосы уплотнения снаружи здания определить по расчету в соответствии с требованиями СНиП 2.02.03-85, п. 8.3.

3. Поскольку несущие конструкции здания прочны, от устройства обойм и укрепления *предварительно натянутыми канатами отказаться*. Трещины разделить, укрепить перекрестными арматурными коротышами, пересекающими трещины, и заинъектировать. Это проще, экономичней и более эффективно.

4. Поскольку в материалах обследования нет указаний на протечки кровли, рекомендуется существующее покрытие не трогать. Если шиферное покрытие выработало свой срок, можно заменить только его.

5. Предлагаемое в заключении СевКавНИПИАгропрома устройство сплошной фундаментной плиты, обеспечивающее снижение нагрузок на грунт до 0,08 МПа, не обеспечивает защиты от просадок, так как начальное посадочное давление по материалам СевКавНИПИАгропрома – 0,04 МПа.

Выводы

Проект уплотнения просадочных грунтов в основании фундаментов аварийного здания школы № 52 по ул. Мечникова, 61 в г. Ростове-на-Дону рекомендуется к утверждению с учетом высказанных замечаний и предложений.

Начальник отдела
строительства и инженерного обеспечения
Главный специалист

Р.В. Степанов
В.К. Дмитриев

Отдел образования Администрации Октябрьского района г. Ростова-на-Дону (№ 561/01 от 14.10.98)

Согласно договору № 5/98 с Администрацией г. Ростова-на-Дону производственное предприятие «ГРУНТ» в 1998 году выполнило сложные специальные работы по укреплению слабых грунтов буронабивными грунтовыми сваями в основании аварийного здания средней школы № 52 г. Ростова-на-Дону по адресу: ул. Мечникова, 61. Проект был разработан СКФ ПНИИИС и согласован с Главгосэкспертизой России.

В настоящее время деформации здания остановились и после завершения капитального ремонта учащиеся школы приступили к занятиям. Отдел образования Администрации Октябрьского района г. Ростова-на-Дону надеется на дальнейшее сотрудничество с ООО ПП «ГРУНТ».

Начальник Октябрьского отдела образования

А.Д. Ласковец

ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗА РОССИИ
ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 8-1/28-570

**Главгосэкспертизы России по рабочему проекту уплотнения
просадочных грунтов в основании здания мельницы
в Ставропольском крае**

1. Заказчик – фирма «Геострой-сервис».
2. Проектная организация: Проектно-изыскательская и строительная фирма «Геострой-сервис».
3. Основание для проектирования – Техническое задание на проектирование подготовки основания здания мельницы в Ставропольском крае.
4. Состав проектной документации, представленной на экспертизу: Техническое задание на проектирование подготовки основания здания мельницы в Ставропольском крае; Рабочий проект уплотнения просадочных грунтов в основании здания мельницы в Ставропольском крае; План фундаментов здания мельницы производительностью 130 т/сутки; Результаты лабораторных исследований грунтов основания; Выводы по материалам инженерно-геологических изысканий площадки строительства.

5. Краткая характеристика участка строительства

Площадка строительства здания мельницы производительностью 130 т/сутки располагается в Ставропольском крае вблизи г. Кисловодска. Согласно выборочно представленным материалам изысканий в геологическом строении площадки принимают участие в активной зоне подстилающего массива – делювиальные суглинки с глубины 0,7 м до 18 м, которые покрыты почвенно-гумусированным слоем. В целом инженерно-геологические изыскания, выполненные в июле 1996 г., позволили выявить в подстилающем массиве два основных инженерно-геологических элемента (ИГЭ):

ИГЭ-1 – суглинок желто-бурый, лессовый, высокопористый, просадочный, твердый, незасоленный, с сульфатной и хлоридной агрессией по отношению к бетонам на портландцементе. Грунты этого слоя обладают просадочными свойствами. Просадочная толща развита до глубины 10,8–12,0 м. Просадка грунтов под действием собственного веса составляет 8,91–13,51 см. Тип грунтовых условий по просадочности – II-й. Нормативные и расчетные значения характеристик просадочности грунтов в таблице с описанием ИГЭ-1 и на геологическом строении разреза 1-1. Мощность слоя составляет 10,8–12,0 м.

ИГЭ-2 – суглинок бурый и серовато-бурый, полутвердый, непросадочный, незасоленный, агрессивный к бетонам на портландцементе. Мощность слоя не вскрыта, и подошва его принята условно на глубине 18,0 м.

Грунтовые воды до глубины 18,0 м не встречены. Однако в отчете по инженерным изысканиям площадки строительства отмечается, что в нижней зоне делювиальных суглинков, залегающих на глинистых породах, возможно образование водоносного горизонта, а также подъем его уровня, в то же время конкретные данные отсутствуют.

При замачивании просадочной толщи грунтов возможно развитие просадочных деформаций под нагруженными фундаментами сооружения до 0,5–0,7 метра.

6. Основные проектные решения

В качестве уплотнения просадочных грунтов основания проектом предложено устройство свайного поля из буронабивных грунтовых свай. Функционально данное решение предусматривает:

- устранение просадочных свойств грунтов в пределах всей просадочной толщи макропористых суглинков (ИГЭ-1);
- устройство противофильтрационной защиты из уплотненного грунта.

Производство работ по реализации данного метода производится при помощи буровых станков (УРБ-2А-2 на базе автомобиля ЗИЛ-130 или КАМАЗ) и включает в себя следующие основные операции:

- отрывку котлована до проектной отметки и разметку его с шагом 1,0 м в обоих направлениях;
- бурение скважин по сетке на глубину 10,5 м от отметки дна котлована;
- по достижении заданной глубины бурения рабочему органу станка придают обратное вращение и одновременно подают грунтовый материал для формирования свай.

При этом к доставленному и подготовленному к засыпке грунтовому материалу предъявляются требования по плотности и влажности согласно СНиП 3.02.01-87. В итоге грунт свай уплотняется давлением веса бурового станка, равным $P = 8,5$ тс.

Для создания вертикальной противофильтрационной завесы (ПФЗ) вокруг предполагаемого к строительству здания мельницы проектом предусматривается выполнение двух рядов буронабивных свай с шагом 1,0 м на глубину 12,0 м, т.е. до подошвы посадочного слоя грунтов. Что обеспечивает образование завесы толщиной

2,0 м с плотностью грунта $\rho_d = 1,75 \text{ т/м}^3$. Проектом предусмотрено, что коэффициент фильтрации в завесе должен быть в пределах $K_{\phi} = 5 \times 10^{-7} \text{ см/сек}$.

При создании противифльтрационной завесы уплотняются рыхлые насыпные грунты в пазухах котлована, а также производится дополнительная набивка грунта под наружный обрез фундаментов сооружения.

В соответствии с требованиями СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» проектом разработан комплекс работ по контролю за качеством уплотнения грунтового массива, который включает в себя проведение работ на опытном участке (бурение скважин с отбором монолитов и определением физических свойств и испытанием грунтов межсвайного пространства на просадочность).

По результатам предусмотренных проектом контрольных испытаний определяются нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств уплотненных грунтов для сравнения их с заданными.

7. Оценка проектных решений.

Замечания и предложения экспертизы

Рабочий проект уплотнения просадочных грунтов в основании здания мельницы в Ставропольском крае выполнен в соответствии с действующими нормами и правилами (СНиП 3.02-87 и СНиП 2.02.01-83).

Принятая проектом технология работ по уплотнению грунтового основания позволяет закрепить просадочную толщу подстилающего фундаменты мельницы массива и обеспечить экономическую эффективность выбранного метода.

К достоинствам принятого проектом метода следует отнести простоту технологии выполнения работ и использование местного суглинистого грунта (с учетом его характеристик по влажности и плотности).

Вместе с тем у экспертизы есть следующие замечания и предложения:

— учитывая значительную толщу уплотняемых просадочных грунтов в соответствии с рекомендациями Справочника проектировщика «Основания, фундаменты и подземные сооружения», глава 10, п. 1.1, для создания эффективной противифльтрационной завесы целесообразно выполнить три ряда буронабивных свай с шагом 1,0 м и глубиной 12,0 м, а не два, как предусмотрено проектом;

– учитывая значительное развитие просадочных деформаций грунтов основания при их замачивании, а также возможность образования водоносного горизонта в нижней части толщи делювиальных суглинков и возможность его последующего подъема, целесообразно провести дополнительно анализ гидрогеологического состояния массива.

ВЫВОДЫ

Рассмотрев представленный «Рабочий проект уплотнения просадочных грунтов в основании здания мельницы в Ставропольском крае», *Главгосэкспертиза России поддерживает предусмотренный проектом метод закрепления грунтового основания в части его надежности и эффективности* и рекомендует проект к утверждению с учетом замечаний, изложенных в настоящем заключении.

Начальник Отдела
строительства и инженерного обеспечения
Начальник Сектора

Р.В. Степанов
П.А. Поспелов

ТРУДЫ ЮБИЛЕЙНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, ПОСВЯЩЕННОЙ 50-ЛЕТИЮ РОМГТИФ

РОССИЙСКАЯ ГЕОТЕХНИКА – ШАГ В XXI ВЕК. Том II.

Москва, 15–16 марта 2007 г.

**Опыт устройства оснований и фундаментов в сложных
инженерно-геологических условиях Ростовской области.**

**Н. Н. Жарова, Г. Н. Павлик (Управление Главгосэкспертизы
по Ростовской области), О.А. Филимонов (ООО «Геострой-плюс»)**

«...Еще одним способом подготовки основания плитных и ленточных фундаментов при строительстве на просадочных грунтах является их глубинное уплотнение грунтовыми сваями с полной прорезкой просадочной толщи. Грунтовые сваи устраиваются обратным вращением шнекового бурового инструмента (патент №2135691). Расстояние между осями грунтовых свай задается из условия полного устранения просадочных свойств и достижения средневзвешенной плотности сухого грунта уплотненного массива не менее 1,65 г/см³. При этом уплотненные грунты составляют сплошной, достаточно од-

нородный водонепроницаемый массив. Достоинством метода является его экономичность и возможность тотального контроля существующими стандартными методами. Ограничением – толщина просадочных грунтов, превышающая 8...10 м и, в ряде случаев, пониженная влажность грунта» (стр. 198).

АДМИНИСТРАЦИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Министерство строительства, архитектуры и ЖКХ области.

Государственное учреждение «Областная государственная вневедомственная экспертиза проектов» (22.05.2000 г. № 122).
Заместителю генерального директора Департамента строительства и перспективного развития г. Ростова-на-Дону А.Г. Кобзарю.

По вопросу усиления грунтов в основании фундаментов здания школы №36 по ул. Тургеневской, 12 г. Ростова-на-Дону.

В Облэкспертизе были рассмотрены материалы инженерно-геологических изысканий на площадке застройки здания школы № 36 по ул. Тургеневской, 12 г. Ростова-на-Дону. По результатам рассмотрения заказчика дано заключение №172-1/0-2000 от 24.04.2000 г. В основании фундаментов здания залегают лессовые высокопористые легкие просадочные суглинки, просадка от собственного веса которых более 20 см. Здание расположено недалеко от зоны появления оползневых процессов, территория которых четко не выявлена.

В связи с изложенным, не рекомендуется для усиления грунтов в основании фундаментов применение технологий, использующих водные растворы. Для данных инженерно-геологических условий *следует применить метод устранения просадочных свойств грунтовыми сваями* (п. 2.69а СНиП 2.02.01-83. «Основания зданий и сооружений»).

Начальник учреждения

В. П. Сергеев

«СТРОИТЕЛЬСТВО – 2006»
МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ (Ростов-на-Дону – 2006)

О. Е. Приходченко (Ростовский государственный строительный
университет)

МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ ОСНОВАНИЙ

«...Уплотнение просадочных грунтовыми сваями осуществляется по технологии «обратного вращения шнека». Этот вид подготовки и усиления грунтов является наиболее дешевым, но требует высокой культуры производства работ. Стоимость 1 м³ уплотненного грунта составляет 270–330 рублей» (с. 158).

ООО финансово-строительный концерн «ЕДИНСТВО»

Начальнику Ставропольского Центра лицензирования строительной
деятельности г-ну Пугачеву А.В. (№59 от 12.02.1998 г.).

В центральной части г. Ростова-на-Дону на перекрестке улицы Филимоновской и проспекта Семашко закончено строительство 16-этажного жилого дома повышенной комфортабельности. Строительство дома происходило в сложных грунтовых условиях – при наличии просадочных грунтов большой мощности и вплотную к двум 9-этажным домам старой постройки, имеющим трещины просадочного характера.

По нашей просьбе Северо-Кавказский филиал ПНИИИС разработал проект уплотнения посадочных грунтов *буриабивными грунтовыми сваями, который был согласован с генпроектировщиком институтом «Ростовгражданпроект» и Ростовской областной экспертизой.* Все работы по подготовке основания были выполнены производственным предприятием «ГРУНТ» (г. Ставрополь).

Осадка жилого дома после строительства составила 3,0 см. Дом сдан в эксплуатацию. Производственное предприятие «ГРУНТ» и лично профессор Галай Б.Ф. дали гарантию надежности подготовленного основания для нашего 16-этажного дома.

Генеральный директор

Полевиченко В. М.

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «711 ВОЕНПРОЕКТ»

Ректору Северо-Кавказского государственного университета профессору Синельникову Б.М. (01.06.2004 г. исх. № 711).

В настоящее время в г. Буденновске идет строительство крупного военного городка, представляющего главную стройку министерства обороны в ЮФО в связи с переводом армии на контрактную основу. *Стройка находится под особым контролем Министра обороны.*

Исследования ОАО «711 Военпроект» показали, что на территории строящегося военного городка распространены сильно просадочные лессовые грунты, с которыми связаны многочисленные деформации зданий и сооружений в г. Буденновске, в том числе жилого городка «Северный», построенного иностранной фирмой по межправительственному соглашению России с Германией в 1995 году.

Для уплотнения просадочных грунтов при строительстве объектов вблизи с существующими зданиями и подземными коммуникациями был применен метод Б. Ф. Галая – *буронабивные шнековые грунтовые сваи*. Шнековые сваи на некоторых объектах военного городка были запроектированы заведующим кафедрой оснований и фундаментов РГСУ, проф. О. Е. Приходченко, который считает такой метод подготовки оснований в данных условиях наиболее надежным и эффективным. Как нам известно, по согласованию с областной экспертизой шнековые сваи Б. Ф. Галая были применены на некоторых объектах г. Ростова-на-Дону при новом строительстве и для спасения аварийных зданий.

ОАО «711 Военпроект», как генеральный проектировщик военных объектов на Северном Кавказе, благодарит за практическую помощь в строительстве важного военного объекта в сложных грунтовых условиях и надеется на дальнейшее сотрудничество в этом направлении.

Главный инженер ОАО «711 Военпроект»,
заслуженный строитель России

В. И. Ткаченко

ОАО «АЭРОПОРТ РОСТОВ-НА-ДОНУ»
(исх. №19-313 от 05.04.02 г.)
Директору ООО ПП «Грунт» Галаю Б.Ф.

Уважаемый Борис Федорович!

Администрация ОАО «Аэропорт Ростов-на-Дону» выражает благодарность за быстрое и качественное выполнение работ по уплотнению грунтов в основании фундаментов здания гостиницы на опытном участке. Для проведения работ по уплотнению грунтов по периметру здания прошу Вас представить в наш адрес для рассмотрения проект договора и смету на вышеуказанные работы. Надеюсь на дальнейшее сотрудничество и взаимопонимание.

Директор по развитию и эксплуатации аэропорта Ф. Е. Муратов

КАВЖЕЛДОРПРОЕКТ
Кавказский проектно-изыскательский институт
Министерства путей сообщения (14.08.98 г. №5501/583)
Директору СКФ ПНИИИС Пахомову С.И.

В 1993 году СКФ ПНИИИС разработал проекты уплотнения просадочных грунтов для двух домов в Краснодарском крае на станциях Усть-Лабинск и Гречишкино, строящихся по титулу «Электрификация ж.д. линии Кавказская – Краснодар».

Для уплотнения просадочных грунтов мощностью 14,0 м применили *метод буронабивных грунтовых свай*, разработанный профессором Б. Ф. Галаем. Указанные дома были сданы в срок и сейчас находятся в хорошем состоянии.

Одновременно отмечаем большую помощь Б.Ф. Галая при выявлении причин деформаций ж/д вокзала в г. Сочи. Надеемся на дальнейшее сотрудничество при проектировании объектов в сложных грунтовых условиях.

Главный инженер Кавжелдорпроекта

Ф. Г. Куютин

СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЙ ПОЕЗД № 205

г. Невинномысск (№61 6.08.98 г.)

Директору Северо-Кавказского филиала ПНИИИС Пахомову С.И.

В 1993 году по нашей просьбе СКФ ПНИИИС разработал проект уплотнения просадочных грунтов 2-го типа для строительства жилого дома на станции Гречишкино СКЖД, строящегося по титулу «Электрификация участка Краснодар – Кавказская». Данный проект предусматривал устройство буронабивных грунтовых свай на глубину 15,0 м по методике СКФ ПНИИИС (автор – доктор наук Б. Ф. Галай).

Проект был согласован с генеральным проектировщиком «Кавжелдорпроект» (г. Ростов-на-Дону). Применение грунтовых свай позволило значительно ускорить строительство и снизить его стоимость по сравнению с ранее запроектированными ж/б сваями С-15-35, состоящими из двух свай – С-8-35 и С-7-35. Для испытания свай требовались длительные и дорогостоящие работы с замачиванием опытных котлованов, которые надолго могли задержать строительство жилья по важному объекту СКЖД. Строительство дома было выполнено в короткий срок и без осложнений.

Совместно с Заказчиком (Управлением СКЖД) благодарим за помощь и в дальнейшем рассчитываем на содействие при строительстве в сложных грунтовых условиях.

Главный инженер СМП-205

Н. М. Кириченко

А Д М И Н И С Т Р А Ц И Я

города Кисловодска Ставропольского края (03.09.96 г. № 02/73)

Начальнику Ставропольского краевого лицензионного центра
Батаеву Б.А.

Жилой 5-этажный, 60-квартирный дом по ул. Цандера, 8 в г. Кисловодске был построен в 1964 году и затем испытал незатухающие деформации с раскрытием трещин в капитальных стенах до 5–7 см. В 1974 г. Ростовский ПромстойНИИпроект попытался закрепить слабые грунты под фундаментами здания методом силикатизации. Закрепление грунтов не получилось, деформации дома не остановились.

В 1992 г. Кисловодский Коммунпроект выполнил изыскания и установил в основании дома неоднородные по сжимаемости, слабые, обводненные суглинки мощностью до 6–7 м. Анализ геологических условий показал, что основной причиной деформаций дома следует считать суффозионное разрушение слабых суглинков потоком грунтовых вод, направленных с нагорной части участка.

По предложению заведующего лабораторией просадочных грунтов СКФ ПНИИС Госстроя России, доктора геолого-минералогических наук Галая Б.Ф. производственным предприятием «ГРУНТ» в октябре 1994 г. была выполнена с нагорной стороны здания противофильтрационная завеса с укреплением грунта под фундаментами дома. Для наблюдения за деформациями на трещинах дома были установлены специальные маяки. Выполненные мероприятия остановили деформации дома. Работы по укреплению слабых грунтов производились без выселения жильцов.

Первый заместитель
главы администрации города

А. И. Беспалов

МИНИСТЕРСТВО ЖКХ И СТРОИТЕЛЬСТВА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Государственное унитарное предприятие
жилищно-коммунального хозяйства (04.08.98 г. № 222)
Директору Северо-Кавказского филиала ПНИИС Пахомову С. И.

На территории города Георгиевска сплошное распространение имеют просадочные грунты. Из-за просадочности грунтов некоторые жилые дома испытали аварийные деформации. По рекомендациям СКФ ПНИИС Госстроя СССР (**Б. Ф. Галай**) и доцента МИСИ **Абелева М. Ю.** в 1976 году были спасены два жилых дома ЖСК «Чайка». *Раскрытие трещин в этих домах достигло 330 мм, а жильцы были выселены.*

В процессе укрепления оснований оба 4-этажных дома были надстроены, и город получил дополнительно 16 квартир.

В 1992–94 гг. по проектам СКФ ПНИИС были укреплены просадочные грунты на аварийных 2-х – 5-тиэтажных домах по ул. Батаской, 12, ул. Октябрьской, 23, ул. Строителей, 19, ул. Сеченова, 4.

Укрепление произведено методом буронабивных грунтовых свай без выселения жильцов и без конструктивного усиления зданий.

Благодарим СКФ ПНИИИС за оказанную помощь в восстановлении аварийных зданий.

Главный инженер

В. А. Бровицкий

**Российская Академия государственной службы
при Президенте Российской Федерации
СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ АКАДЕМИЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ**

Пятигорский филиал (ПФ СКАГС) (25 февраля 2004 г. № 67/05-11)
Ректору Северо-Кавказского государственного технического университета, академику Б. М. Синельникову

Уважаемый Борис Михайлович!

Пятигорский филиал Северо-Кавказской академии государственной службы в 2000 году приступил к реконструкции учебного корпуса по ул. Дунаевского, 5. Двухэтажное здание было построено в 60-х гг. на просадочных грунтах и длительное время испытывало незатухающие деформации. В капитальных стенах здания имелись сквозные трещины с раскрытием до 25 мм. Исследование грунтов и фундаментов, выполненное Югпроектстроем, дало самые неблагоприятные прогнозы относительно его устойчивости, а ремонтно-восстановительные работы требовали больших средств и специальных подрядчиков высшей квалификации.

Для решения проблемы в 2001 году был приглашен профессор СевКавГТУ Галай Б. Ф. Он дал рекомендации по укреплению просадочных грунтов буронабивными грунтовыми сваями и затем оказал содействие в выполнении сложных работ по укреплению слабого основания.

По методу проф. Б.Ф. Галай под фундаментами здания были выполнены буронабивные грунтовые сваи на глубину 5,0 м в количестве 120 штук. 31.01.2001 года с участием представителей проектной организации было произведено комиссионное вскрытие и анализ буронабивных свай. *Укрепление просадочных грунтов позволило не только остановить незатухающие деформации здания ПФ СКАГС,*

но и надстроить третий этаж здания с усилением его несущих конструкций.

Доказательством надежности выполненных работ по укреплению просадочного основания может служить тот факт, что *июньское наводнение 2002 года не привело к развитию деформаций*, после наводнения в здании не было обнаружено каких-либо дефектов. В настоящее время после реконструкции и надстройки третьего этажа здание сдано в эксплуатацию.

Администрация Пятигорского филиала Северо-Кавказской академии государственной службы выражает благодарность профессору СевКавГТУ Галаю Б. Ф. за помощь в укреплении просадочных грунтов в основании учебного корпуса Академии и приглашает Вас, Борис Михайлович, посетить восстановленное здание Академии в г. Пятигорске.

С уважением, директор ПФ СКАГС

Г. Н. Малахова

**Акционерное общество «ЦИГЕЛЬ»
(г. Зеленокумск, 05.04.98 г. № 602)**

Директору Северо-Кавказского филиала ПНИИИС Госстроя РФ
Пахомову С.И.

О внедрении рекомендаций СКФ ПНИИИС на объектах завода.

1. Главный корпус завода. 27.09.1991 года исх. №402 СКФ ПНИИИС составил «Заключение о причинах деформаций зданий и сооружений Зеленокумского завода силикатного кирпича» (автор – Б.Ф. Галай). В этом заключении отмечено, что при проектировании завода в 1964 году НИИ силикальцита (г. Таллин) не предусмотрел противопросадочные мероприятия, принял расчетное сопротивление сухих просадочных грунтов равным **$R = 3,5 \text{ кгс/см}^2$** .

20 июня 1983 года в г. Зеленокумске прошел ливень с градом. За 40 минут выпало 140 мм осадков, что составило почти полугодовую норму. Из-за неблагоприятной планировки вся вода с окружающей территории хлынула в главный корпус завода, замочила грунты и вызвала неравномерную осадку фундаментов и колонн до 140 мм. При этом перекошились несущие балки, в местах их опирания был обнаружен выкол бетона защитного слоя. Стихийное бедствие привело к полной остановке завода.

Проект противодеформационных мероприятий был разработан конструктором Л. В. Яценко при участии Б. Ф. Галай.

Выполненные мероприятия позволили обеспечить длительную безаварийную эксплуатацию завода до настоящего времени.

2. Шаровая мельница. При строительстве этого объекта в 1992 году были применены *буронабивные грунтовые сваи*. Геологический разрез здесь, как и на других объектах завода, следующий:

ИГЭ-1. Маловлажные лессы I типа просадочности до глубины 3,5–4,0 м.

ИГЭ-2. Слабые обводненные (насыщенные водой) лессы текучей консистенции с низким расчетным сопротивлением $R = 0,5–0,8 \text{ кгс/см}^2$ и низким модулем деформации $E = 15–25 \text{ кгс/см}^2$. Подошва слоя находится на глубине 9–11 м.

ИГЭ-3. Прочные гравийно-галечниковые отложения (русловой аллювий р. Кумы).

Слабый слой ИГЭ-2 обладал плавунными свойствами при динамических воздействиях. Для его укрепления Б. Ф. Галай предложил сплошное свайное поле в виде буронабивных свай по сетке $1 \times 1 \text{ м}$. Сваи были выполнены буровым станком УГБ-50, *имели диаметр $D = 0,8 \text{ м}$ и плотность сухого грунта $\rho_d = 1,70–1,85 \text{ т/м}^3$* . Согласно СНиП и Пособию (1986, табл. 27, 28, п. 47), были приняты: удельное сцепление $C = 0,28 \text{ кгс/см}^2$, угол внутреннего трения $\varphi = 20^\circ$, модуль деформации $E = 150 \text{ кгс/см}^2$, расчетное сопротивление $R = 2,5 \text{ кгс/см}^2$. Строительство шаровой мельницы закончилось в 1992 году. Несмотря на динамические воздействия при ее работе, осадка фундамента мельницы оказалась минимальной.

3. Склад извести. Состоит из 6-ти ж/б банок общей емкостью 500 тонн. Технология уплотнения указанных слабых грунтов включала устройство плотных буронабивных свай по сетке $1 \times 1 \text{ м}$ на всю глубину слабого слоя (11 м). После строительства осадка склада извести, так же как и шаровой мельницы, не вышла за пределы допустимой.

4. Склад песка. Колонны эстакады и 4-бункерная установка склада песка были построены на просадочных лессах, подстилаемых обводненными плавунными лессами до глубины 11,0 м. В процессе эксплуатации произошли вертикальные и горизонтальные смещения верха колонн, неравномерная просадка фундаментов до 200 мм и горизонтальные отклонения верха колонн до 100 мм.

По нашей просьбе (№833 от 06.07.91 г.) Б. Ф. Галай выполнил исследование грунтов и установил, что причинами незатухающих деформаций эстакады и бункерной установки являются: замачивание

просадочных грунтов, динамические воздействия от мельницы, дробилки, вибраторов и смесителей, а также циклические нагрузки от резервной насыпи песка, достигающей высоты 10,0 м. По предложению Б. Ф. Галая здесь были выполнены комбинированные буронабивные сваи вокруг фундаментов галереи: в плывунном слое ИГЭ-2 были выполнены грунтовые сваи $D = 0,8$ м, а в просадочном слое ИГЭ-1 – набивные бетонные сваи $D = 0,3$ м.

Это мероприятие значительно снизило, но полностью не остановило деформации колонн эстакады. Для полной стабилизации фундаментов колонн, испытывающих циклические и динамические нагрузки, были забиты ж/б сваи с опиранием на слой галечника ИГЭ-3.

Благодарим СКФ ПНИИИС за оказанную высококвалифицированную помощь при спасении аварийных зданий и сооружений нашего завода.

Президент АО «Цигель»

Н. Г. Шевляков

**Территориальный базовый центр по лицензированию
строительной деятельности АО СТАВРОПОЛЬСТРОЙ**
«Утверждаю»: председатель экспертного совета по лицензированию
строительной деятельности Н. П. Коннов (21 июня 1993 г.).

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
**по документации на лицензирование строительной
деятельности ТОО ПП «ГРУНТ»**

«...Основываясь на научном и производственно-техническом потенциалах ТОО ПП «ГРУНТ» и выводах из них, изложенных в разделах 4–6, а также справках-отзывах о внедрении нового метода уплотнения грунтов в городах и районах края, экспертиза рекомендует выдать товариществу с ограниченной ответственностью производственному предприятию «ГРУНТ» в г. Ставрополе лицензию сроком на 2 года на следующий вид строительной деятельности: а) **Уплотнение просадочных и слабых грунтов методом устройства набивных грунтовых свай с правом производства работ на вновь строящихся и уже эксплуатируемых объектах, включая объекты, находящиеся в аварийном состоянии».**

Эксперты территориального базового центра лицензирования строительной деятельности: Ю. А. Жакович, В. И. Травова.

ЗАО «Ставропольский бройлер»

Служба капитального строительства. Иск. № 1584 от 13.12.2010 г.
**СПРАВКА об эффективном внедрении комплексной технологии
уплотнения просадочных грунтов с использованием энергии
взрыва при строительстве птицеперерабатывающего
комбината ЗАО «Ставропольский бройлер» в г. Благодарный,
Ставропольского края.**

В июле 2009 г. в г. Благодарный Ставропольского края началось строительство крупнейшего на Юге России птицеперерабатывающего комбината. На территории действующего предприятия ЗАО «Ставропольский бройлер» необходимо было построить производственное здание, АБК, цех технических фабрикатов, аммиачную компрессорную, насосную станцию и резервуары чистой воды. Стоимость проекта, технологическая часть которого разработана известным бельгийским архитектором Патриком Тасс, составляла более 1 миллиарда рублей, площадь застройки комплекса возводимых сооружений – 2,5 га.

Инженерно-геологические изыскания показали, что в основании строящегося комбината распространены сильно просадочные лесовые грунты, с которыми связаны многочисленные деформации зданий и сооружений в г. Благодарный, в том числе зданий действующего комбината, на территории которого велось строительство.

По нашей просьбе профессор Б.Ф. Галай и Д.М. Стешенко совместно с ОАО «Институт Ставропольагропромпроект» в кратчайшие сроки подготовили проект подготовки оснований для зданий и сооружений птицеперерабатывающего комбината, разработали мероприятия по снижению сейсмического воздействия на существующие корпуса.

Под авторским контролем на территории комбината было взорвано более 2000 глубинных зарядов массой до 10 кг.

Сразу после глубинных взрывов произошла просадка котлованов до 1,4 м. Характеристики уплотненных грунтов были изучены ООО «Геострой-Ф» (Ростов-на-Дону) и выдано заключение об эффективном уплотнении и полном устранении просадочных свойств грунтов оснований. Взрывные работы сопровождалась фиксацией сейсмических колебаний и изучением воздействий оказываемых взрывом на существующие здания.

Взрывы производились в соответствии с разработанным в СевКавГТУ «Пособием по уплотнению просадочных грунтов глу-

бинными взрывами», составленным Б. Ф. Галаем при участии Стешенко Д. М. и согласованным с Госгортехнадзором РФ и Кавказвзрывпромом.

Взрывные работы выполнялись без остановки действующего комбината, и ни на одном из зданий, находящихся не более чем в 20 метрах от площадки производства работ, не было отмечено деформаций, связанных с выполнением взрывных работ.

В течение двух месяцев комплексной технологией с глубинными взрывами было уплотнено более 600 тыс. м³ просадочных грунтов. Внедрение перспективной технологии подготовки оснований позволило сократить сроки и стоимость строительства в два раза, сэкономив около 15 миллионов рублей в текущих ценах.

На уплотненных взрывами основаниях к декабрю 2010 были возведены корпуса птицеперерабатывающего комбината. ЗАО «Ставропольский бройлер» благодарит профессора Б. Ф. Галаю и доцента Д. М. Стешенко за научно-практическую помощь в строительстве объекта в сложных грунтовых условиях и надеется на дальнейшее сотрудничество в этом направлении.

Начальник

И. А. Празднов

**Буденновский филиал
дочернего АО «Ставропольагропромпроект»
№ 26 5.08.1998 г.
Директору СКФ ПНИИИС Пахомову С. И.**

«Сообщаем, что по нашей просьбе в 1994 году СКФ ПНИИИС разработал проект уплотнения просадочных грунтов буронабивными грунтовыми сваями для строительства здания таможни в г. Буденновске.

Проект был утвержден Ставропольской краевой экспертизой.

Строительство здания таможни было выполнено в срок. До начала устройства фундаментов была проверена плотность грунтов, которая соответствовала требованиям проекта СКФ ПНИИИС и СНиП. В настоящее время здание таможни эксплуатируется без осложнений.

В 1992 году буронабивными грунтовыми сваями по методу СКФ ПНИИИС были укреплены обводненные лёссы на строительства площадке детского сада в с. Левокумском.

Как генеральный проектировщик, Буденновский филиал ДОО «Ставропольагропромпроект» благодарит СКФ ПНИИИС за оказание постоянной помощи при проектировании и строительстве объектов в сложных грунтовых условиях».

Директор
БФ ДОО «Ставропольагропромпроект»

В. В. Вакуленко

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЭКСПЕРТИЗА РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

УТВЕРЖДАЮ: Руководитель «Государственная экспертиза РК»

Очиров П. С.

(14 апреля 2010 г.)

ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 08-1-0014-10

(дается с сокращениями)

Краткие сведения

об инженерно-геологических условиях площадки

«Грунты, слагающие площадку до глубины 20 м, представлены верхнечетвертичными делювиальными (dQ_{III}) отложениями, представленными твердыми суглинками светло-бурого цвета, макропористыми, с включениями аморфного и кристаллического гипса, стяжений карбонатов – специфические признаки делювиального переотложения лёссовидных водораздельных суглинков.

Категория сложности инженерно-геологических условий – третья.

Грунтовые воды по состоянию на февраль 2008 г. не вскрыты. В результате дальнейшего хозяйственного освоения территории возможен подъем УГВ.

Специфическими грунтами на площадке изыскания являются просадочные грунты ИГЭ-1. Просадочные грунты представлены суглинком твердым, незасоленным мощностью до 13,6 м, II тип по просадочности.

Проектные решения

Для обеспечения эксплуатационной надежности сооружения необходимо устройство противифльтрационной завесы для предотвращения попадания атмосферных и поверхностных вод в его основание.

Достижение поставленной цели в условиях данной стройплощадки решается уплотнением просадочных грунтов по периметру фундаментов и в пазухах обратной засыпки глубинным уплотнением грунтовыми сваями.

Грунтовые сваи устраиваются путем обратного вращения шнековой колонны. В результате устройства грунтовых свай, преобразованные грунты будут иметь среднюю плотность сухого грунта не менее **1,65 г/см³**, а в теле грунтовой сваи не менее **1,75 г/см³**. В качестве дополнительного грунта для набивки свай может использоваться местный суглинок, имеющий природную влажность, близкую к влажности на границе раскатывания, то есть к оптимальной влажности.

Выводы по результатам рассмотрения:

Представленная на экспертизу проектная документация по объекту «Ветроэнергетические станции в п. Песчаный Приютненского района, республика Калмыкия. Ветряные установки № 77 и № 78 соответствует установленным нормативным требованиям».

Начальник отдела экспертизы

документов территориального планирования

Э. А. Мухлаев

А К Т

визуального осмотра несущих конструкций здания

РКЦ ГУ ЦБ РФ по Ставропольскому краю

г. Буденновск

5 августа 1998 г.

«Мы, нижеподписавшиеся: заведующий лабораторией просадочных грунтов СКФ ПНИИИС Галай Б. Ф., главный конструктор СКФ ПНИИИС Орлянов А. Г., начальник РКЦ Рогачева Л. Ф. и заведомо Малахова Л. А. произвели осмотр конструкций здания РКЦ и установили следующее:

Здание РКЦ было построено на просадочных грунтах II типа мощностью 20–23 м с расчетной просадкой 50–70 см без противопросадочных мероприятий.

В 1993 году здание испытало сильные аварийные деформации. СКФ ПНИИИС разработал проект противодеформационных меро-

приятый, включающий усиление основания буронабивными грунтовыми сваями и усиление конструкций.

Все мероприятия были выполнены под контролем СКФ ПНИИИС в 1993 году.

В настоящее время каких-либо деформаций в несущих конструкциях здания не обнаружено. Обнаружены микротрещины (доли мм) по штукатурке и до 1 мм в перегородках 1-го этажа, которые можно объяснить усадкой материала. По полу 2-го этажа операционного зала имеется унаследованная трещина с раскрытием до 5 мм.

Кроме того, по восточной стене в подвале здания имеется сырость. Скрытая сигнализация в стенах здания работает нормально.

В отдельных местах на границе примыкания отмостки к цоколю имеются трещины и местами просадки асфальта с застоем воды. Требуется организация стока ливневых вод с восточной стороны и слева от главного входа. Требуется организация водостока с крыши здания.

Выводы и рекомендации:

1. После ремонтно-восстановительных работ, выполненных в 1993 году по проекту и под контролем СКФ ПНИИИС, деформаций в несущих конструкциях здания не обнаружено.

2. На микротрещины по штукатурке установить гипсовые маяки и в случае их разрыва сообщить в СКФ ПНИИИС.

3. С участием Водоканала выяснить внешний источник замачивания на участке восточной стены здания.

4. При малейших признаках обнаружения деформаций СКФ ПНИИИС приступает к инструментальному наблюдению за осадкой здания».

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОЕ СТРОИТЕЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

27.07.2004 г.

№ 40

**Ректору Северо-Кавказского государственного
технического университета, профессору Синельникову Б. М.**

Уважаемый Борис Михайлович!

«В связи с переводом армии на контрактную основу, в г. Буденновске ведется строительство крупного военного городка. **Стройка**

находится под особым контролем Министра обороны и Северо-Кавказского военного округа. Материалы изысканий показали, что на территории городка распространены сильно просадочные грунты, для уплотнения которых были запроектированы и взорваны 600 глубинных зарядов массой по 10 кг.

Проекты глубинных взрывов для строительства трех общежитий, рассчитанных на 900 чел., по заданию Военпроекта были разработаны профессором Б. Ф. Галаем, доцентом В. Г. Столяровым и аспирантом Д. М. Стешенко.

Сразу после взрывов произошла просадка котлованов до 1,6 м, которая оказалась неожиданной для военных строителей, убедила нас в высокой эффективности нового метода уплотнения просадочных грунтов и одновременно подтвердила надежность разработанного в СевКавГТУ «Пособия по уплотнению просадочных грунтов глубинными взрывами», согласованного с Госгортехнадзором РФ и Кавказвзрывпромом.

В течение месяца глубинными взрывами было уплотнено 150 тыс. м³ просадочного грунта, **что позволило сократить сроки и стоимость строительства в два раза.**

Для уплотнения просадочных грунтов при строительстве котельной, медпункта, бани и учебного корпуса, находящихся вблизи 205-й ОМСБр, Б. Ф. Галай, В. Г. Столяров и Д. М. Стешенко запроектировали грунтовые и бетонные сваи согласно «Рекомендациям по проектированию и устройству буронабивных свай», составленным СевКавГТУ (2001). Эта новая технология нашла широкое применение на объектах Ростовской области и поддержана зав. кафедрой «Оснований и фундаментов» Ростовского строительного университета проф. Приходченко О. Е.

Строительное управление, как генеральный подрядчик военных объектов на Северном Кавказе, благодарит Б. Ф. Галай, В. Г. Столярова и Д. М. Стешенко за практическую помощь в строительстве важного военного объекта в сложных грунтовых условиях и надеется на дальнейшее сотрудничество в этом направлении».

Начальник ФГУ «СК СУ МО РФ»,
полковник, заслуженный строитель РФ

В. Г. Головнев

Эффективность шнековых грунтовых свай при восстановлении аварийных объектов Буденновской больницы подтверждает Протокол комиссии, созданной по распоряжению Правительства Москвы.

**«Утверждаю»: Начальник
Управления координации строительства В. В. Сухоцкий
ПРОТОКОЛ
ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ КОМПЛЕКСА
БУДЕННОВСКОЙ КРАЕВОЙ БОЛЬНИЦЫ
31 июля 1997 года г. Буденновск**

«В соответствии с распоряжением Первого заместителя Премьера **Ресина В. И.** от 28 июля 1997 г. №779-РЗП комиссией в составе: **Богданова В. Н.** (председатель) – главного специалиста Управления развития Генплана, **Крупенченко С. В.** – директора «Мосспецпромстрой», **Майорова С. Г.** – главного инженера «Мосгеотрест», **Пайкова В. М.** – главного инженера проекта «МНИИПО-КОСиЗ», **Багдасарова Ю. А.** – заведующего лабораторией НИИОСП им. Н. М. Герсегова; **Трушкова В. А.** – заведующего лабораторией НИИМОССТРОЙ, в *присутствии*: **Шайдерова В. Н.** – заместителя главы администрации г. Буденновска, **Никульшина С. В.** – заместителя крайздрава, **Куртасовой С. Н.** – главного врача больницы, **Галая Б. Ф.** – зав. лабораторией СКФ ПНИИИС, **Найманова Х. Ю.** – директора УКС «Москапстрой», **Мартыненко А. С.** – директора фирмы «Южный», **Акульшина А. А.** – директора Пятигорского филиала «Ставропольгражданпроект», **Паксаева И. П.** – главного инженера проекта этого института изучила исполнительную документацию, акты на скрытые работы и осмотрела в натуре отдельные конструкции основных зданий больницы.

После завершения восстановления и реконструкции в состав больничного комплекса вошли главный корпус с пищеблоком, терапевтический корпус с родильным отделением, лабораторный корпус, складские помещения, гаражи-стоянки, инженерные сети сооружений.

Инженерное обеспечение включает водоснабжение от автономных артскважин с водонапорной башней, насосной и резервуаром запаса воды; теплоснабжение от собственной котельной на газовом топливе; электроснабжение от городских сетей, сети канализационные с подключением к городскому коллектору, проходящему на территории больницы; кислородопровод, обратное водоснабжение и др. Территория благоустроена, озеленена и ограждена забором.

Ливневая канализация не была проложена, т.к. якобы, разработанная проектная документация не согласовывалась Краевым управлением культуры из-за расположения, предусмотренных этим проектом, локальных очистных сооружений вблизи археологического памятника (документы, подтверждающие это, комиссии не представлены).

Функции генерального проектировщика по проектированию всего комплекса выполнял МНИИПОКОСиЗ (основные здания), на суб-подряде у него вел проектирование Пятигорский филиал «Ставрополь-гражданпроект» (благоустройство, инженерные сети и сооружения).

Строительство осуществлялось «Мосспецпромстроем» (генеральный подрядчик) и фирмой «Южный», заказчиком выступал УКС АО «Москапстой».

В результате обследования отдельных объектов установлено:

Строительство, восстановление и ввод в эксплуатацию объектов больницы осуществлялось в две очереди: первая очередь строительства – главный корпус с пристроенным пищеблоком была завершена в период с июля по декабрь 1995 года; вторая очередь – терапевтический корпус с родильным отделением, лабораторный корпус, другие здания и инженерные сети – с августа 1995 года по июнь 1996 года.

До начала строительно-восстановительных работ здания имели ряд деформаций, как связанных с боевыми действиями, так и появившихся вследствие некачественного выполнения работ прежним подрядчиком и в процессе эксплуатации (акт прилагается).

В главном корпусе были усилены поврежденные конструкции, по периметру здания устроен монолитный железобетонный пояс и *в качестве противопросадочных мер было выполнено согласованное с Главгосэкспертизой РФ контурное уплотнение грунта в основании в виде одного ряда буронабивных грунтовых свай по методу д.г.-м.н. Галая Б. Ф. (СКФ ПНИИИС), такое же уплотнение было выполнено и на лабораторном корпусе.*

В то же время на главном корпусе в наружных несущих стенах образовались несколько вертикальных трещин с раскрытием до 3–5 мм. Из-за отсутствия на них «маяков» не представляется возможным определить динамику их развития.

По заявлению эксплуатационной службы больницы в зимний период из-за высокой температуры в чердачном пространстве корпуса от проходящих в нем тепловых сетей, венткамер, вывода фановых труб на чердак и отсутствия слуховых окон для проветривания происходит подтаивание снежного покрова на кровле с последующим

образованием наледи на карнизе. Это вызывает трудности с эксплуатацией кровли и повреждением черепицы на свесах.

В общем, основные конструкции главного корпуса находятся в удовлетворительном состоянии и никаких мер по их усилению не требуется.

Терапевтический корпус имеет фундаменты в виде свай-стоек (?? – Б. Г.) длиной до 22 м, прорезающих толщу посадочного грунта и опертые на плотные слои глин. В продольных несущих внутренних и наружных стенах имеются небольшие в пределах этажа трещины, в ряде помещений подвала, из-за обрушения бетонной отмостки у здания, при дождях поступает поверхностная вода.

Лабораторный корпус с ЦСО реконструирован с усилением существующих стен и фундаментов, заменой перекрытий и ***уплотнением основания. Никаких деформаций в здании не обнаружено.***

В результате прошедших в июне-июле с.г. сильных дождей (справка прилагается) при предусмотренном проектом неорганизованном водоотводе с территории и при не совсем качественном выполнении бетонных отмосток и отводящих лотков произошло промачивание, разрушение и струйчатый размыв грунта в основании пазухах фундаментов. В результате ***во многих местах произошел отрыв отмостки от подстилающего слоя, ее провисание и разрушение. На отдельных участках дорожек, проездов и газонов появились локальные просадки и провалы, дали осадку и крен заборные шахты выносных вентиляционных и отдельные входные крыльца.***

В настоящее время нарушена общая система отвода атмосферных вод, и вода свободно поступает во многих местах в подвальные помещения.

Непринятие срочных мер по восстановлению этой системы может привести в осенне-зимний период к дальнейшему развитию деформаций.

Выводы и предложения:

1. Несмотря на наличие деформационных трещин в ограждающих и внутренних конструкциях основных корпусов, признать их состояние как аварийное пока нельзя.

2. Проектное решение по открытому сбросу атмосферных вод с территории на просадочных грунтах вместо ливневой канализации следует признать ошибочным.

3. Из-за невысокого качества выполненных бетонных отмосток и лотков, недостаточного уплотнения грунта в пазухах не было предот-

вращено попадание атмосферных вод в основание фундаментов, что привело к образованию просадок и деформаций на ряде объектов.

4. Во избежание развития деформаций и возникновения на лечебных корпусах аварийной ситуации необходимо срочно откорректировать проект по организованному отводу атмосферных вод. В проекте предусмотреть:

- *постоянное уплотнение грунта в пазах фундаментов зданий,*

- устройство асфальтовых отстоков по армированному бетонному основанию,

- сбор и транзит воды только по бетонным лоткам заводского изготовления,

- ликвидацию газонов, прилегающих к отстоям зданий,

- устройство оголовка на сливной трубе в месте сброса ливневых стоков и укрепление откосов оврага.

Кроме того, выдать проектные решения и выполнить работы:

- по устройству в кровлях основных лечебных корпусов слуховых окон для обеспечения надлежащего температурно-влажностного режима в чердачном пространстве,

- по восстановлению давших осадку и крен заборных шахт венткамер и входных крылец.

5. Руководству больницы:

- *по договору с СКФ ПНИИИС организовать систематическое инструментальное наблюдение за деформациями в зданиях и динамикой грунтовых вод,*

- повысить требовательность к техническому персоналу за содержание и эксплуатацию инженерных сетей и систем, исключив всякие протечки и проникновение воды в основание.

6. Поручить АО «Москапстрой» обеспечить разработку проектной документации и представить на утверждение смету на выполнение строительных работ согласно п. 4.

7. *В виду того, что метод уплотнения основания грунтовыми сваями в интерпретации СКФ ПНИИИС не предусмотрен нормами, рекомендовать Галаю Б. Ф. в месячный срок представить в НИИОСП им. Н. М. Герсеванова материалы для экспериментальной проверки.*

Подписали: Богданов В. П., Крупенченко С. В., Майоров С. Г., Пайков В. М., Багдасаров Ю. А., Трушков В. А. Ознакомлены: Шайдеров В. Н., Куртасова С. Н., Найманов Х. Ю., Мартыненко А. С., Паксаев И. П., Галай Б. Ф.

Следующая проверка технического состояния зданий больницы также показала эффективность грунтовых свай и ненадежность 22-метровых составных ж/б свай, которые приняли как «свайстойки». Деформации здания, построенного на этих сваях продолжают и в наши дни.

АКТ
проверки технического состояния комплекса
Буденновской краевой больницы
по передаче программы НТВ 13–15 марта 2001 года.
г. Буденновск 15 марта 2001 года

«Мы, нижеподписавшиеся: заведующий лабораторией просадочных грунтов Северо-Кавказского филиала Производственного и научно-исследовательского института по инженерным изысканиям в строительстве (СКФ ПНИИИС) профессор Галай Б. Ф., главный врач больницы Куртасова С. Н., заместитель главного врача больницы, инженер-строитель Щеголев В. И., представитель фирмы «Мосспецпромстрой» – руководитель контракта Ларин С. К. в результате осмотра в натуре всех корпусов и благоустройства больницы

Установили:

1. В реконструированном московскими строителями **главном корпусе больницы, фундаменты которого были усилены 470 буронабивными грунтовыми сваями, а также в пристройке пищеблока трещины по наружным и внутренним стенам отсутствуют.** Имеется просадка участка благоустройства на бетонной площадке вблизи пищеблока.

2. В отдельно стоящем здании **инфекционного отделения** больницы, строительство которого было закончено до начала реконструкции больницы **московскими строителями, выявлено большое количество трещин в стенах здания с раскрытием до 20 мм** в результате подтопления ливневыми водами, попадающими через отмокку в фундамент.

3. В реконструированном московскими строителями отдельно стоящем здании **лабораторного корпуса** трещины в стенах здания и подвале отсутствуют, так как он был реконструирован с усилением существующих стен и фундаментов, заменой перекрытия **и уплотнением основания грунтовыми сваями.**

4. **Во вновь построенном терапевтическом отделении больницы, состоящем из родильного, кардиологического отделения, административной части, детского отделения и аптеки** **установле-**

но появление трещин между корпусами, построенных на разных основаниях в местах деформационных швов, на стенах имеются отдельные трещины. Фундаменты этих отделений выполнены в виде свай длиной до 22 метров, прорезающих толщу просадочного грунта 8–10 м и опертых на плотные слои глины. Заключение на несущую способность и разрешение на возведение здания получено после обследования свай НИИОСП им. Н. М. Герсеева. В связи с чем в терапевтическом корпусе не производилось уплотнение грунтов по методу профессора Галая Б. Ф., которое выполнялось на главном и лабораторном корпусах за исключением пристройки к роддому, где возведено дополнительно 2 этажа и не обнаружено деформаций, так как укрепление грунтов производилось. Во внутреннем дворе родильного отделения имеется просадка благоустройства в асфальтобетонном покрытии, в торце здания крыльцо со ступенями имеет наклон от просадок.

Протоколом обследования технического состояния зданий и сооружений комплекса Буденновской больницы от 31 июля 1997 года, утвержденным начальником Управления координации строительства В. В. Сухоцким, были даны выводы и предложения, среди которых было предложено откорректировать проект вертикальной планировки и выполнения работ по организованному отводу вод, послойного трамбования грунтов в пазах зданий, устройство асфальтовых отмопок по армированному бетонному основанию, устройство бетонных лотков для транзита воды, ликвидация газонов, примыкающих к отмосткам зданий. Проектное решение по открытому сбросу атмосферных вод с территории на просадочных грунтах вместо ливневой канализации признано ошибочным (п. 2). Проектирование основного проекта и корректировку по разделам благоустройства «Послепросадочные мероприятия и водоотводные работы», выполнял по договору с МНИИП ОКОСиЗ Пятигорский филиал «Ставропольгражданпроект», заказчик «Москапстрой».

Все указанные работы согласно откорректированному проекту и протоколу технического совещания от 02.09.1997 года были выполнены в период август-октябрь 1997 года в полном объеме с хорошим качеством и подтверждены справкой больницы.

В последующий период эксплуатации больницы с октября 1997 года по настоящее время не были выполнены предложения комиссии по пункту 5 протокола от 31 июля 1997 года, в котором было предписано руководству больницы по договору с СКФ ПНИИИС организовать систематическое инструментальное наблюдение за деформациями здания и динамикой грунтовых вод.

Основной причиной невыполнения было отсутствие финансирования со стороны администрации Ставропольского края на бурение скважин и оснащение необходимым оборудованием для ведения мониторинга за деформациями и динамикой грунтовых вод, а также не выделение средств на текущий ремонт здания в период его эксплуатации. По данному вопросу СКФ ПНИИС письменно обращался к руководству Администрации края и Буденновского района.

Выводы:

1. Техническое состояние здания больницы не угрожает жизни медицинского персонала и больных.

2. Просить администрацию Буденновского района и Ставропольского края в кратчайшие сроки решить вопросы финансирования мониторинга и наблюдений за осадками, а также текущего ремонта больницы.

3. Решение о необходимости усиления оснований и конструкций терапевтического отделения и устройству ливневой канализации может быть принято после комиссионного обследования и получения заключения по деформациям и динамике грунтов.

4. Решить вопрос финансирования мероприятий по предотвращению появившихся просадок в благоустройстве, крыльце и устройству деформационных швов».

Подписали: Галай Б. Ф., Куртасова С. Н., Щеголев В. И., Ларин С. К.

Чтобы показать, как решалось уплотнение просадочных грунтов на крупнейшей стройке Юга России в 80-е гг. и в настоящее время с применением наших технологий приведем следующие документы.

СОВЕТ МИНИСТРОВ СССР

О строительстве объектов производства поливинилбутирала (группа «100») на Прикумском заводе пластмасс

Поручение Совета Министров СССР

от 21 апреля 1984 г. № 101-С/187

Исх. № 208 25.05.84

«Госстрой СССР совместно с Госпланом СССР, Минхимпромом и с участием Минпромстроя СССР рассмотрел вопросы, поставлен-

ные в письме Минхимпрома от 12 апреля 1984 г. № ВЛ-863-8, и сообщает.

Свайные фундаменты в инженерно-геологических и гидрогеологических условиях площадки строительства объектов производства поливинилбутирала (ПВБ) на Прикумском заводе пластмасс не могут обеспечить требований по предельно допустимым величинам и равномерности осадки несущих конструкций и оборудования. Поэтому нельзя согласиться с предложением Минхимпрома об использовании ранее разработанной документации по свайным фундаментам. В целях обеспечения надежной эксплуатации объектов производства ПВБ принято решение по устройству плитных и столбчатых фундаментов на грунтовой подушке с ликвидацией просадочных свойств грунтов устранением тяжелыми трамбовками. Это решение наиболее целесообразно в данных условиях строительства, применяется в отечественной и зарубежной практике, позволяет в максимально короткие сроки обеспечить начало строительных работ, не требует дополнительных материальных затрат и специальных механизмов. Проектные и научно-исследовательские организации Госстроя СССР окажут техническую помощь Минпромстрою СССР по разработке технологии уплотнения грунтов».

Председатель Госстроя СССР

С. Башилов

**Госстрой СССР
Главстройнаука (12.07.84 № Ж-1105)**

г. Ставрополь, ул. Дзержинского, 116/1, Главставропольпромстрой,
т. Жаковичу Ю. А.

«По поручению руководства Госстроя СССР Главстройнаука рассмотрела Ваше письмо, поступившее из ЦК КПСС, и сообщает.

Вопрос об устройстве фундаментов объектов производства поливинилбутирала на Прикумском заводе пластмасс неоднократно рассматривался в Госстрое СССР с привлечением ведущих специалистов в области фундаментостроения из НИИОСП им. Герсенова, МИСИ им. Куйбышева, **ПНИИСа**, Фундаментпроекта и других научно-исследовательских и проектных организаций. **При этом было отмечено, что свайные фундаменты в инженерно-**

геологических и гидрогеологических условиях площадки не могут обеспечить соблюдение требований по предельным величинам и неравномерности осадок несущих конструкций и оборудования. Применение метода уплотнения просадочных грунтов замачиванием со взрывом ограничено недопустимостью сейсмического воздействия на рядом расположенные сооружения. В этих условиях наиболее экономичной конструкцией фундаментов были признаны фундаменты на грунтовой подушке с ликвидацией просадочных свойств грунтов уплотнением тяжелыми трамбовками.

Качественное выполнение грунтовой подушки с последующим устройством фундаментной плиты обеспечивает надежную эксплуатацию построенных зданий и сооружений.

Для уточнения технологии уплотнения местных грунтов 3-х и 7-ми тонными трамбовками на площадке должны быть организованы опытные работы. Организациям Госстроя СССР (ПНИИИСу и Бюро внедрения НИИОСП им. Герсевича) поручено по договору с Главстворопольпромстроем оказать техническую помощь главному в организации работ по качественному уплотнению грунтов на площадке».

Зам. начальника Главстройнауки

В. В. Михеев

**МИНРЕГИОН РОССИИ
ФАУ «ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗА РОССИИ»**

Ростовский филиал

Утверждаю: начальник Ростовского филиала В. П. Сергеев

04 октября 2012 г.

**ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ № 518-12/РГЭ-2079/03**

Объект капитального строительства.

**Строительство резервуара хранения жидкого этилена
(Ставропольский край, г. Буденновск)**

(дается с сокращением, с. 26)

«Фундамент под резервуар запроектирован из монолитных железобетонных конструкций... Под подошвой фундамента предусмотрено выполнение грунтов основания в пределах кругового контура

диаметром 27,3 м. Уплотнение грунта основания выполняется грунтовыми сваями длиной 14,0 м, расположенными с шагом 1,0×1,0 м... *Усиление грунтов основания, в пределах грунтового массива предусмотрено путем формирования свай обратным вращением шнекового снаряда.* При этом выполняется уплотнение примыкающего к свае массива грунта диаметром более 1,0 м. Физико-механические характеристики в уплотняемом массиве должны составлять не менее: $p_d = 1,70 \text{ г/см}^3$, $E = \text{МПа}$, с расчетным сопротивлением $R_0 = 0,25 \text{ МПа}$...

Общие выводы: Проектная документация «Строительство резервуара хранения жидкого этилена» соответствует результатам инженерных изысканий и установленным требованиям».

Успешное применение глубинных взрывов на площадке ООО «Ставролен» (бывшего Прикумского завода пластмасс) состоялось в 2014 году с большим экономическим эффектом после положительного заключения Главгосэкспертизы России.

**РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ
ОАО «КАВКАЗВЗРЫВПРОМ»**

Ректору Северо-Кавказского Федерального университета

А. А. Левитской

Уважаемая Алина Афакоевна!

СПРАВКА

**О выполнении опытно-производственных работ
при уплотнении просадочных грунтов глубинными взрывами
на объекте: «Товарно-сырьевой склад СУГ ООО «Ставролен»
в рамках инвестиционного проекта «Реконструкция с целью
переработки газового сырья месторождений Северного Каспия»**

Программа стратегического развития ОАО «ЛУКОЙЛ» предусматривает реализацию проекта «Комплекс переработки попутного нефтяного газа месторождений Северного Каспия в полиэтилен на базе ООО «Ставролен» (г. Буденновск), который является одним из крупнейших нефтехимических предприятий России.

Основным сырьем для Комплекса станет попутный нефтяной газ с месторождений, которые ОАО «ЛУКОЙЛ» разрабатывает в

российском секторе Каспийского моря. Проект включен в Стратегию развития химической и нефтехимической промышленности России.

На площадке строительства I очереди Газоперерабатывающей установки (ГПУ-1) Комплекса мощностью 2,2 млрд кубометров газа запроектирован Склад СУГ, строительство которого осложнили просадочные грунты мощностью до 28 м с расчетной просадкой от собственного веса 83,96 см.

Профессор Галай Борис Федорович для уплотнения просадочных грунтов на площадке строительства Склада СУГ предложил выполнить глубинные взрывы в соответствии с единственным в России «Пособием по уплотнению просадочных лёссовых грунтов глубинными взрывами в условиях Северного Кавказа» (СевКавГТУ, 20012), согласованным с Госгортехнадзором РФ и ОАО «Кавказвзрывпром».

Проект гидровзрывного уплотнения просадочных грунтов разработал главный инженер проекта, аспирант кафедры «Строительство» СКФУ Сербин Виталий Викторович. По этому проекту, в соответствии с действующими нормативами, было запроектировано 2562 взрыва массой зарядов до 10 кг аммонита 6ЖВ в дренажно-взрывных скважинах глубиной 6 м. Аммонит 6ЖВ является эталонным ВВ, допущенным Ростехнадзором для выполнения подобных работ.

Учитывая то обстоятельство, что глубинные взрывы были запроектированы на территории взрывоопасного предприятия, проект, разработанный Б. Ф. Галаем и В. В. Сербиным, был направлен в Центральную производственно-экспериментальную специализированную строительную лабораторию по инженерному обеспечению буровзрывных работ (г. Москва).

В дополнение к проекту генеральный директор ООО «ЦПЭССЛ БВР», д.т.н. **В. Л. Барон** и технический директор, д.т.н. **М. И. Ганопольский** разработали «Проект производства буровзрывных работ по усилению грунтов основания Товарно-сырьевого склада СУГ ООО «Ставролен», предусматривающий дополнительные мероприятия по охране окружающих объектов при производстве массовых взрывов.

Проект «ЦПЭССЛ БВР» был рассмотрен и согласован Экспертно-консультативным центром «Ставпромбезопасность».

Уплотнение просадочных грунтов глубинными взрывами на площади 28530 м² выполнил Кавказвзрывпром в декабре 2014 году под авторским надзором Б. Ф. Галая и В. В. Сербина. Взрывные работы выполнили вблизи объектов повышенной опасности (резервуары хранения этилена, действующий склад СУГ и др.).

Качество уплотнения ОАО «ЛУКОЙЛ» поручил проверить Ростовскому филиалу ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегородниинепфепроект».

После выполнения контрольных изысканий, проектно-изыскательские материалы были направлены в Главгосэкспертизу России.

Главгосэкспертиза России в «Положительном заключении Государственной экспертизы № 1255-15/ГГЭ-10119/02 от 14 сентября 2015 года» отмечает, что **«На основании инженерно-геологических изысканий можно сделать вывод, что в местах проведения глубинных взрывов с последующим уплотнением «буферного» слоя грунтовыми сваями просадка грунтов от собственного веса при замачивании до глубины 25 м отсутствует»**, а в Общих выводах указывает: **«Результаты инженерных изысканий соответствуют установленным требованиям. Проектная документация по объекту «Товарно-сырьевой склад СУГ ООО «Ставролен» соответствует результатам инженерных изысканий и установленным требованиям»**.

По данным ООО «Ставролен», *экономический эффект принятого решения уплотнить просадочные грунты глубинными взрывами составил 887,372 млн рублей.*

ОАО «КАВКАЗВЗРЫВПРОМ» благодарит профессора Б. Ф. Галая и инженера-аспиранта В. В. Сербина за качественно выполненный проект уплотнения просадочных грунтов при строительстве высокоответственного объекта и надеется на дальнейшее сотрудничество по применению буровзрывных работ в области строительства».

Генеральный директор

И. Ф. Барабаш

МИНСТРОЙ РОССИИ
ФАУ «ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗА РОССИИ»
Утверждаю: Заместитель начальника В. Н. Федосеев
«14» сентября 2015 г.
ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ГОСУДАРСТВЕННО ЭКСПЕРТИЗЫ № 1255/ГГЭ-10119/02
«ТОВАРНО-СЫРЬЕВОЙ СКЛАД СУГ ООО «СТАВРОЛЕН»
(дается с сокращением, с. 20 и 108)

«Согласно проекту по уплотнению грунтов были поставлены следующие цели:

а) устранение просадочных свойств грунтов;

б) в уплотненном массиве методом глубинных взрывов среднее значение плотности скелета грунта должно быть не менее $\rho_d = 1,60 \pm 0,2 \text{ г/см}^3$. Модуль деформации уплотненного грунта в водонасыщенном состоянии не менее 12 МПа;

в) в результате устройства грунтовых свай, преобразованные грунты верхнего «буферного» слоя должны иметь среднюю плотность сухого грунта не менее $1,65 \text{ г/см}^3$, модуль деформации $E \geq 20 \text{ МПа}$, удельное сцепление $C \geq 20 \text{ кПа}$, угол внутреннего трения $\varphi \geq 20^\circ$, расчетное сопротивление уплотненного массива не менее 0,25 МПа...

Выводы по результатам рассмотрения: Проектная документация по объекту выполнена в соответствии с требованиями Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию, утвержденных Правительством Российской Федерации 16.02.2008 № 87... Проектные решения раздела «Конструктивные и объемно-планировочные решения» в части конструктивных решений соответствуют:

- требованиям Задания на проектирование;
- требованиям Федерального закона № 384-ФЗ от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
- национальным стандартам и сводам правил, вошедших в перечень, утвержденный Распоряжением Правительства Российской Федерации, в том числе: ...СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений»...

Общие выводы: Результаты инженерных изысканий соответствуют установленным требованиям. Проектная документация по объекту «Товарно-сырьевой склад СУГ ООО «Ставролен» соответствует результатам инженерных изысканий и установленным требованиям».

Шнековые, или как их называли в Национальном объединении строителей **«шнеконабивные»** сваи могут быть применены на объектах Керченского мостового перехода с предварительным опробованием их с участием всех заинтересованных организаций. Для этого пришлось обратиться в Администрацию Президента России.

Руководителю Администрации
Президента Российской Федерации
СЕРГЕЮ БОРИСОВИЧУ ИВАНОВУ

По вопросу опасных геологических процессов
при строительстве Керченского моста

ГЛУБОКОУВАЖАЕМЫЙ СЕРГЕЙ БОРИСОВИЧ!

«Строительство Керченского моста осложняют слабые грунты и высокая сейсмичность района. Висячие сваи, запроектированные под опоры моста, не имеют надежного несущего слоя и не являются сваями-стойками (по СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты», п. 2.2).

В марте с.г. на конференции в Институте геоэкологии РАН главный научный сотрудник Института Физики Земли РАН, д.г.-м.н., профессор **А. А. Никонов** сообщил, что *«Вопрос об опасностях в районе Керченско-Таманского перехода актуален, но автору неизвестны публикации оценки возможных с этой стороны рисков при составлении проекта грандиозного сооружения»*. Этот авторитетный сейсмолог оценил ***сейсмичность в районе моста равной 9 баллам***. По данным А. А. Никонова, *«В самом проливе, в его акватории, известны два действующих грязевых вулкана, один в осевой части к югу от косы Тузла, другой севернее восточного побережья косы Чушка. По берегам пролива имеются еще несколько действующих грязевых вулканов»*. Возможно также развитие цунами с высотой до 5 м и оползней по берегам пролива.

Сейсмическую опасность для Керченского моста подтверждает бывший глава ЛенГЭС, д.т.н., профессор-гидростроитель **Северд Ю. К.** («Московский Комсомолец», 25.03.16).

При строительстве Керченского моста может повториться ошибочная оценка несущей способности свайных фундаментов, как это произошло в более простых геологических условиях при строительстве на просадочных грунтах Атоммаша в г. Волгодонске. Нам удалось избежать этой ошибки при строительстве взрывоопасных объектов ЛУКОЙЛа в г. Буденновске и сэкономить в 2015 году **890 млн рублей**, уплотнив просадочные грунты ***глубинными взрывами и буронабивными сваями***. Проект был одобрен Главгосэкспертизой России и реализован местными строительными фирмами.

Такими методами в 2004 году были уплотнены просадочные грунты при строительстве **Военного городка** в г. Буденновске Став-

ропольского края, *когда Вы, Сергей Борисович, были министром обороны РФ.*

Для уплотнения просадочных и слабых грунтов в Северо-Кавказском федеральном университете (СКФУ) составлены два норматива:

– единственное в России *«Пособие по уплотнению просадочных грунтов глубинными взрывами»*, согласованное с Госгортехнадзором России и ОАО «Кавказвзрывпром»,

– *«Рекомендации по проектированию и устройству буронабивных свай, изготовленных шнековым способом в просадочных и слабых грунтах»*, согласованные с головным НИИ оснований им. Герсеванова Госстроя РФ и одобренные *Главгосэкспертизой РФ и Московским государственным строительным университетом (МГСУ)* при проектировании высокоответственных объектов в сложных геологических условиях Юга России.

На Московских *международных* салонах инноваций и инвестиций (2006 и 2007 гг.) рекомендуемые технологии были отмечены *дипломами и медалями*, что подтверждает их высокую эффективность и мировой уровень новизны.

13.03.2014 г. я обратился к Президенту В. В. Путину с просьбой включить меня в авторский коллектив по проектированию и строительству Керченского моста (*письмо прилагается*). Минстрой РФ выполнил эту просьбу (*№6686-ОГ/09 от 23.05.2014*), а Минтранс РФ (*№ 02-01/11-65ис от 16.01.2015*) подготовил *«Краткий отчет о результатах ознакомления с методами укрепления слабых грунтов, в части применения их при строительстве Транспортного перехода через Керченский пролив»*.

Авторы отчета – специалисты УпрДор «Тамань» Назаришин С. В. и Ильин Р. С. и главный специалист Института «Гипростроймост – Санкт-Петербург» Клименков А. А. поддержали рекомендуемое укрепление слабых грунтов: *«Метод укрепления слабых грунтов в основании сооружений способом грунтовых буронабивных свай является более изученным, широко распространен в транспортном строительстве. В ходе проектирования Транспортного перехода через Керченский пролив проектировщиком рассматривается вариант укрепления основания насыпи по косе Тузла методом буронабивных свай. Конкретная технология их устройства, а также материал заполнения свай будут определены на основе расчетов, исходя из данных инженерно-геологических изысканий и определения несущей способности грунтов естественного за-*

легания, и выбрана на основе технико-экономического сравнения вариантов».

Важно отметить, что рекомендуемая технология была опробована в 2013 г. по заданию СоюзморНИИпроекта и МГСУ при проектировании *Морского комплекса в г. Темрюк на грунтах, аналогичных Керченскому проливу*. Заведующие кафедрами МГСУ, д.т.н. **З. Г. Тер-Мартirosян** и д.т.н. **И. Г. Кантарджи** в проекте указали: *«Рассмотрев существующие варианты закрепления и уплотнения слабых грунтов, а также проанализировав опыт реализации рассмотренных технологий в РФ и мире, авторы пришли к выводу, что в данных инженерно-геологических условиях оптимальным методом уплотнения слабого ила будет являться использование песчаных свай-дрен, которые не только эффективно повышают механические характеристики слабого грунта, но и значительно сокращают время уплотнения (консолидации) преобразованного основания».*

Теоретическое обоснование проектирования шнековых свай в слабых грунтах дал заведующий кафедрой «Механика грунтов, основания и фундаменты» МГСУ, д.т.н., профессор, академик АВН РФ, заслуженный деятель науки РФ **Тер-Мартirosян Забен Григорьевич** в Вестнике МГСУ, 2008, № 2.

Свайный вариант при строительстве Керченского моста будет более обоснованным, если слабые грунты укрепить методом, который запроектировали для аналогичных грунтов ведущие специалисты главного строительного ВУЗа страны как лучшую технологию в РФ и мире. При этой технологии можно получить в теле свай *максимальную плотность* рабочего материала с коэффициентом уплотнения $K_{com} = 1,0$.

Не ставя под сомнение высокий уровень проектировщиков Керченского моста, строящегося в сложнейших условиях, следует рассмотреть возможность укрепления слабых грунтов рекомендуемой технологией на случай аварийной ситуации и/или при проектировании других объектов в аналогичных условиях.

Для этого необходимо, как это требует СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты», Приложение 4 (обязательное), провести опытное опробование непосредственно на участке строительства и оценить качество уплотнения известными методами.

Глубокоуважаемый Сергей Борисович, прошу Вашего содействия в организации обсуждения и опробования рекомендуемого ме-

тогда закрепления слабых грунтов на объектах Керченского перехода со специалистами Генерального подрядчика строительства моста ООО «Стройгазмонтаж» при участии самых авторитетных ученых-специалистов Московского государственного строительного университета».

Профессор кафедры «Строительство»
Северо-Кавказского Федерального Университета Галай Б. Ф.
7.04.16 г.

Уверенность в успешном применении шнековых (шнеконабивных) свай на объектах Керченского моста дает их опытное опробование в аналогичных условиях на морском берегу г. Темрюк и поддержка коллег-ученых.

Производственно-практическое издание

Галай Борис Федорович

РЕКОМЕНДАЦИИ

по проектированию и устройству бурунабивных грунтовых свай, изготовленных шнековым способом в просадочных и слабых грунтах

Фото на первой странице обложки:
устройство противодиффузионной завесы
по периметру офисного здания в г. Ставрополе.

На третьей странице обложки:
карта распространения просадочных грунтов на Северном Кавказе (составлена автором).

Фото на четвертой странице обложки:

- укрепление просадочных грунтов после глубинных взрывов в г. Благодарном;
- укрепление просадочных грунтов на площадке строительства казино «Шамбала»,
Краснодарский край, Азов-Сити;
- уплотнение просадочных грунтов на площадке строительства военного городка
в г. Буденновске.

Ваши отзывы и предложения можете направлять по адресам электронной почты:
galaybf@mail.ru, rgalay@mail.ru.

Техническое редактирование и компьютерная верстка – *Б. А. Ефремова.*
Корректура – *Т. С. Шевченко.*

Подписано в печать 19.08.2016. Бумага офсетная. Гарнитура «Times».
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 5,6. Тираж 500 экз. Заказ №29.

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93-963000.

Издательская лицензия ЛР № 065840 от 23.04.1998 г.
Издательство «Сервисшкола», 355011, г. Ставрополь, ул. 45-я Параллель, 36,
тел./факс: (8652) 57-47-27, <http://книга-ставрополь.рф>, e-mail: s-school@mail.ru.

Издательство СКФУ, 355029, Ставрополь, пр. Кулакова, 2.

Отпечатано в типографии «Сервисшкола».