

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

BASES, FOUNDATIONS AND SUBSTRUCTURES

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 1. С. 192–206.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (1): 192–206.
Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 624.131.7

DOI: 10.31675/1607-1859-2026-28-1-192-206

EDN: OGERBE

ВЛИЯНИЕ ПОЛЗУЧЕСТИ ГРУНТА ПРИ УКРЕПЛЕНИИ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОПЫТНОЙ ПЛОЩАДКИ В ГОРОДЕ ТОМСКЕ

**Максим Алексеевич Власов^{1,2}, Николай Юрьевич Никулин^{2,3},
Олег Васильевич Герасимов^{1,4}, Аркадий Александрович Петухов⁵**

¹Кузбасский государственный технический университет

имени Г.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия

²ООО «ПК «НООСТРОЙ»», г. Кемерово, Россия

³Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

⁴ООО «НООЦЕНТР», г. Кемерово, Россия

⁵Кубанский государственный аграрный университет

имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена необходимостью укрепления грунтового основания и снятия аварийности со здания, расположенного в г. Томске. Сложные инженерно-геологические условия, включая наличие слоистого разреза, двух водоносных горизонтов, карьеров и оврагов, а также оползневый склон правого берега р. Томи, требуют проведения комплексных работ по обследованию и укреплению грунта.

Целью работы является разработка и реализация проектных решений для устранения пустот и полостей в грунте, а также для улучшения несущей способности основания здания. Для этого были проведены инженерно-геологические изыскания, включая бурение скважин и геофизические исследования, такие как сейсморазведка и электроразведка.

В результате проведенных работ были разработаны проектные решения, включающие заполнение пустот инъекционными растворами, устройство законтурной обоймы и уплотнение грунтового основания. Эти меры позволили стабилизировать состояние грунта и предотвратить дальнейшее развитие деформаций.

Особое внимание уделено анализу графиков, включая проектную схему уплотнения при гидроразрыве и график ползучести при постоянном напряженном состоянии согласно реологической модели А.М. Самедова и Д.В. Ткача для уплотненных грунтов. Эти графики сравниваются и демонстрируют изменение давления при уплотнении. На основании экспериментальной площадки была получена фактическая схема уплотнения при гидроразрыве, которая позволила оценить эффективность проведенных мероприятий и подтвердить соответствие проектных решений реальным условиям.

Выводы. Результаты исследований подтверждают, что инженерно-геологические изыскания и геофизические исследования являются необходимыми этапами в процессе укрепления грунтового основания и снятия аварийности здания. Они обеспечивают надежную основу для принятия обоснованных решений и разработки эффективных мероприятий по укреплению, что в конечном итоге способствует повышению безопасности и долговечности конструкций. Ползучесть грунта является одним из ключевых факторов, влияющих на ухудшение НДС грунта, и требует особого подхода при проектировании и эксплуатации зданий и сооружений.

Ключевые слова: торговый центр, инженерно-геологические изыскания, геофизические исследования, пустоты, уплотнение, гидроразрыв, напряженное состояние

Для цитирования: Власов М.А., Никулин Н.Ю., Герасимов О.В., Петухов А.А. Влияние ползучести грунта при укреплении оснований фундаментов зданий и сооружений на примере опытной площадки в городе Томске // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 1. С. 192–206. DOI: 10.31675/1607-1859-2026-28-1-192-206. EDN: OGEPE

ORIGINAL ARTICLE

SOIL CREEP IN BUILDING FOUNDATION STRENGTHENING ON EXPERIMENTAL SITE IN TOMSK

Maksim A. Vlasov^{1,2}, Nikolay Y. Nikulin^{2,3},
Oleg V. Gerasimov^{1,4}, Arkady A. Petukhov⁵

¹Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russia

²OOO 'NOOSTROY', Kemerovo, Russia

³Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

⁴OOO 'NOOTSENTR', Kemerovo, Russia

⁵Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Abstract. The relevance of the study is due to the necessity of the foundation reinforcement and removal of the emergency status from a building located in Tomsk. Engineering-geological conditions, including the presence of a layered section, two aquifers, quarries and ravines, as well as the landslide slope of the right bank of the Tom River, require the implementation of comprehensive works for the ground survey and reinforcement.

Purpose: The aim of the work is to develop and implement design solutions for eliminating voids and cavities in the ground, and improve the load-bearing capacity of the building foundation. Engineering-geological surveys include borehole drilling and geophysical studies such as seismic and electrical exploration.

Research findings: As a result of the conducted work, design solutions are developed, including filling voids with injection solutions, installation of an external clip, and compaction of the ground foundation. These measures allow stabilizing the soil condition and prevent further development of deformations.

Methodology: Special attention is paid to the analysis of graphs, including the design scheme for compaction during hydraulic fracturing and the creep graph under constant stress state ac-

ording to the rheological model by A.M. Samedov and D.V. Tkach for compacted soils. These graphs are compared and demonstrate a change in pressure during the compaction. Based on the experimental site, an actual compaction scheme during hydraulic fracturing is obtained, allowing to assess the effectiveness of the conducted activities and confirm the compliance of design solutions with real conditions.

Value: Research results confirm that engineering-geological surveys are essential stages of foundation reinforcement and removal of the emergency status of the building. They provide a reliable basis for making decisions and developing effective measures for reinforcement, which ultimately contributes to enhancing the safety and durability of structures. Soil creep is one of the key factors affecting the soil stress-strain state, and requires special attention in building design and operation.

Keywords: shopping center, engineering-geological survey, geophysical study, void, compaction, hydraulic fracturing, stress state

For citation: Vlasov M.A., Nikulin N.Yu., Gerasimov O.V., Petukhov A.A. Soil Creep in Building Foundation Strengthening on Experimental Site in Tomsk. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (1): 192–206. DOI: 10.31675/1607-1859-2026-28-1-192-206. EDN: OGERPBE

Введение

Инженерно-геологические изыскания и геофизические исследования играют ключевую роль в укреплении грунтового основания и обеспечении безопасности эксплуатации зданий и сооружений, особенно в условиях, когда конструкции находятся в аварийном состоянии. Эти методы позволяют получить детальную информацию о состоянии грунта, его свойствах и дефектах, что является основой для разработки эффективных мер по укреплению и предотвращению дальнейших деформаций.

Инженерно-геологические изыскания включают бурение скважин, отбор проб грунта и проведение лабораторных исследований, что позволяет определить физико-механические свойства грунта, его несущую способность и устойчивость [1–6]. Геофизические исследования, такие как сейсморазведка, электро-разведка и георадар, дополняют эти данные, предоставляя информацию о структуре грунта, наличии пустот и полостей, а также о распределении в плане [7–10].

На основе полученных данных разрабатываются проектные решения, которые включают инъектирование пустот специальными растворами, уплотнение грунта и другие методы укрепления [11–13]. Эти меры направлены на улучшение несущей способности грунта, предотвращение его дальнейшей деформации и обеспечение безопасности здания.

Таким образом, инженерно-геологические изыскания и геофизические исследования являются необходимыми этапами в процессе укрепления грунтового основания и снятия аварийности со здания [3, 14, 15]. Они обеспечивают надежную основу для принятия обоснованных решений и разработки эффективных мероприятий по укреплению, что в конечном итоге способствует повышению безопасности и долговечности конструкций.

Объекты и методика исследования

Площадка изысканий расположена в г. Томске, на правом берегу р. Томи, в районе проезда Вершинина. Рассматриваемый объект представляет собой со-

оружие, состоящее из навесов, стеллажей, закрытых складских площадок. Данная территория имеет плотную застройку общественными зданиями с сопутствующими инженерными коммуникациями.

Согласно данным визуальных обследований, здание находится в аварийном состоянии вследствие существенных неравномерных деформаций полов (рис. 1).

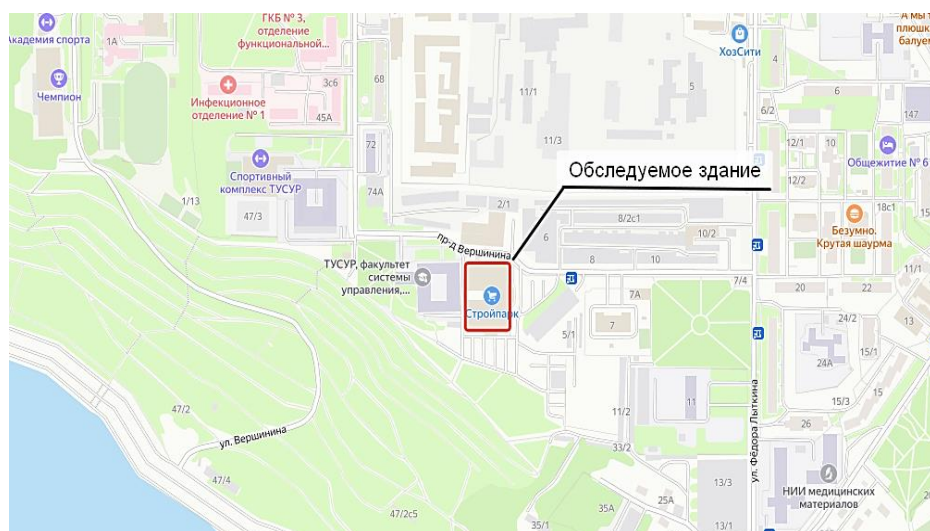


Рис. 1. Схема расположения объекта
Fig. 1. The object layout

Исследуемая площадка располагается на территории, характеризующейся сложными инженерно-геологическими условиями, которые обусловлены наличием слоистого разреза, двух водоносных горизонтов, карьеров и оврагов, а также оползневого склона правого берега р. Томи.

На основании этого было принято решение провести ряд работ по комплексному обследованию здания. В рамках этих работ были пробурены инженерно-геологические скважины внутри помещений (рис. 2). Это позволило получить детальную информацию о состоянии грунтов, выявить возможные пустоты и зоны разуплотнения, а также определить причины неравномерных деформаций полов.

Согласно Госгеолкарте РФ (1:200 000) 2008 г., в основании разреза залегают палеогеновые отложения (P_{3lg}) лагернотомской свиты, представленные песками тонкозернистыми, алевритами, глинами, бурыми углями. Коренные породы на участке работ перекрыты рыхлыми покровными отложениями среднечетвертичного и современного возраста. Отложения четвертичной системы представлены глинами, суглинками, супесями, песками, гравийными и галечными отложениями. Мощность четвертичного покрова изменяется в широких пределах.

Современные отложения представлены насыпным грунтом ИГЭ-1, который состоит из смеси песка, гравия, щебня и строительного мусора. Этот грунт залегает непосредственно под железобетонной плитой (рис. 3). Со-

гласно данным «Пособия по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01–83)», период самоуплотнения насыпного грунта для пылеватоглинистых грунтов составляет 10–30 лет.

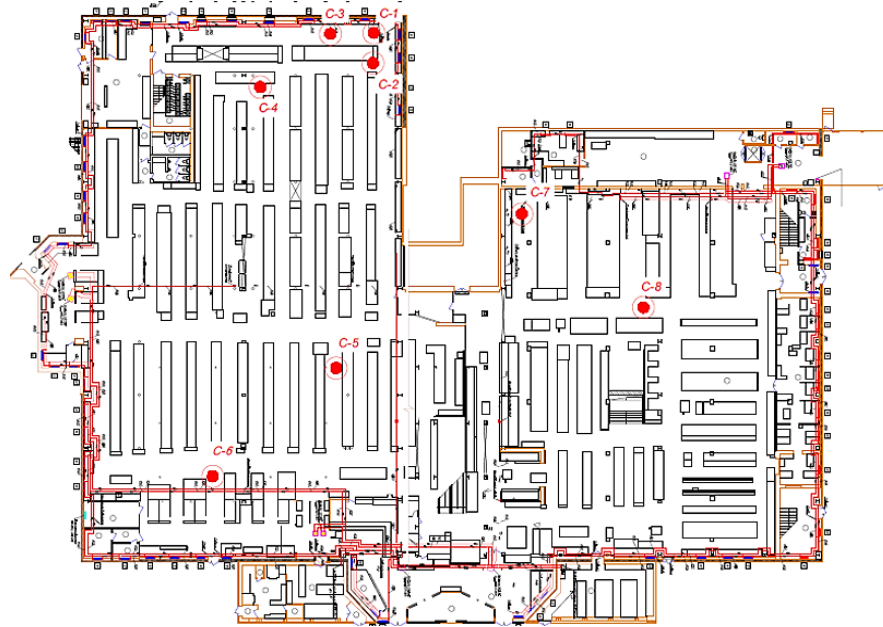


Рис. 2. Схема расположения инженерно-геологических скважин
Fig. 2. Layout of engineering and geological wells



Рис. 3. Геолого-литологическая колонка скважины № 1
Fig. 3. Geological and lithological column of well 1

Были обнаружены пустоты под железобетонной плитой (рис. 4), что указывает на наличие проблем с основанием здания. Эти пустоты могут быть вызваны различными факторами, такими как неравномерная осадка, вызванная

самоуплотнением, некачественным уплотнением при производстве работ. Для более точного анализа ситуации были проведены дополнительные исследования, включая геофизические методы, такие как сейсморазведка и электроразведка, которые позволили определить размеры и расположение пустот в плане.

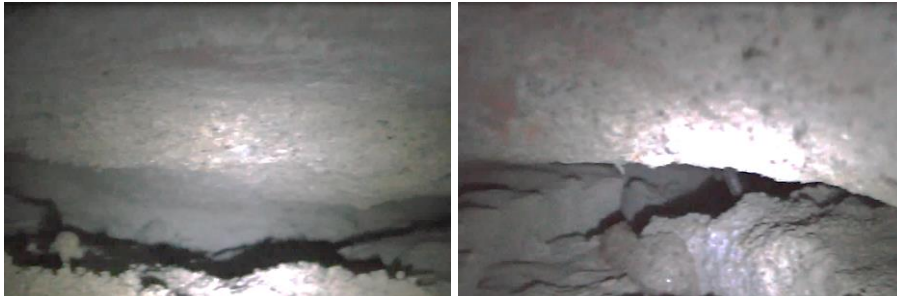


Рис. 4. Фотографии пустот
Fig. 4. Photographs of voids

Для более точного анализа ситуации были проведены геофизические исследования, включая георадиолокационное профилирование с установлением в плане расположения аномальных зон (пустоты, разуплотнение, отсутствие армирования) (рис. 5).

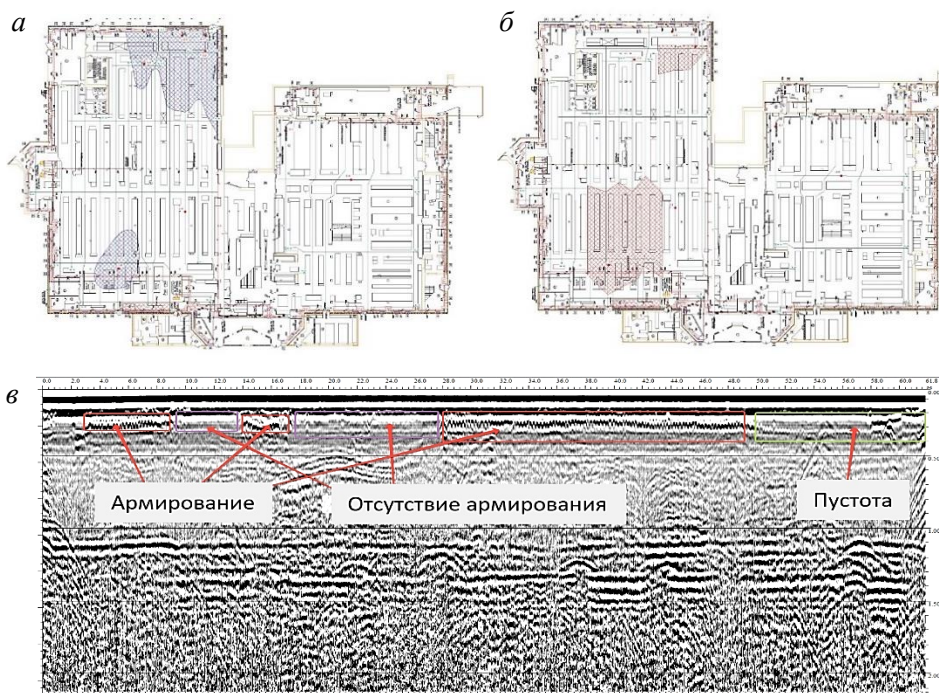


Рис. 5. Схема расположения выявленных пустот (а) и участков без армирования (б) под ж/б плитой; продольный разрез (в)
Fig. 5. Layout of identified voids (a) and areas without reinforcement (b) under steel-concrete plate; longitudinal section (c)

Георадиолокационное сканирование осуществлялось по всей площади в пределах ТЦ по сети продольных и поперечных профилей аппаратурой ОКО-2 (ООО «Логис») с антенным блоком АБ-1200 на частоте 1200 МГц по ж/б полу, расположенному на 1-м этаже здания. Максимальная глубина зондирования зависела от электрофизических свойств изучаемой среды и частоты зондирующего сигнала, что для данного типа антенного блока и состава грунтового массива с диэлектрической проницаемостью ≈ 9 составила 2,1 м.

Для интерпретации данных георадиолокационной съемки использовалась измерительная программа Geoscan32 v2.3 b4 (ООО «Логис»), которая позволяет производить усиление сигнала, частотную фильтрацию с целью подавления помех. Также применялись различные цветовые схемы для улучшения визуализации и производилась корректировка глубины исследований путем назначения эффективной диэлектрической проницаемости для грунтового массива. Корректировка ϵ с переходом от временного до глубинного разреза осуществлялась с использованием данных бурения путем сопоставления выявленных геологических элементов со слоями, обнаруженными георадиолокационным сканированием.

Проектные решения

Были разработаны проектные решения (рис. 6) для проведения работ в 3 этапа.

1. Заполнение выявленных пустот и полостей: для устранения пустот под железобетонной плитой использованы специальные инъекционные растворы, которые вводились под давлением. Это позволило заполнить пустоты и укрепить основание, предотвращая дальнейшее развитие деформаций.

2. Устройство законтурной обоймы: для предотвращения выхода раствора за контур укрепления.

3. Уплотнение грунтового основания: для улучшения несущей способности грунта. Это включало использование методов динамического уплотнения или виброуплотнения, что позволило повысить плотность грунта и уменьшить его сжимаемость.

Проектные решения были разработаны согласно методическому пособию по укреплению грунтов методом струйной цементации, глубинным перемешиванием, инъекцией растворами на основе микроцементов, манжетной инъекцией в режиме гидроразрывов к подразделу 6.9 СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» [16].

Площадь зоны инъектирования определялась по формуле

$$A = \left(\frac{\pi d_n^2}{4} - \frac{\pi d_{n-1}^2}{4} \right),$$

где d_n – диаметры размеров зон, м.

Для определения объема цементно-песчаного раствора, необходимого для образования узлов жесткости, использовалась формула

$$V_p = (V_1 v_1 + V_2 v_2 + V_3 v_3 + V_4 v_4 + V_4' v_4') h,$$

где V_1, V_2, V_3, V_4, V_4' – объемы бетонного тела, зоны упрочнения, зоны опрессования, зоны интенсивного уплотнения, зоны интенсивного обжатия соответственно; h – длина инъектора.

Начальное давление рассчитывалось по формуле

$$P_0 = P_{кр} + V_e (P_{кр} + P_a) / V_0,$$

где V_e – объем рабочей емкости; V_0 – объем ресивера; P_a – атмосферное давление; $P_{кр}$ – критическое давление, определяемое по результатам пробных испытаний прессиометром или пробной инъекции.

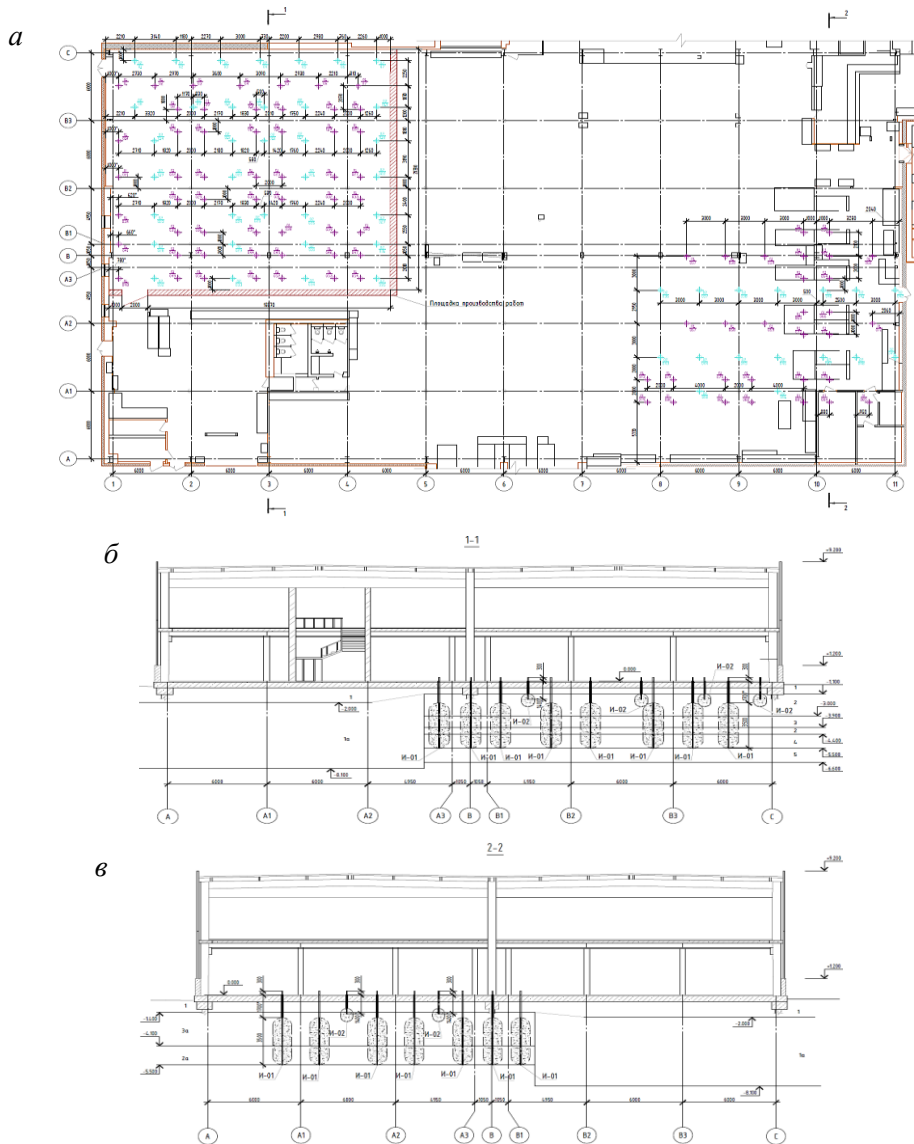


Рис. 6. План (а) и схемы уплотнения грунтового основания (б)
 Fig. 6. Ground compaction plan (a) and schemes (b)

Геофизические исследования проводились с использованием методов, которые позволяли оценить изменения в массиве грунта до и после проведения укрепительных работ и построить профили в сечениях, где планировалось укрепление грунта, а также в сечениях естественного грунта, находящегося за пределами зоны укрепления. Это дало возможность получить детальную информацию о состоянии грунта и его изменениях после проведения работ, что способствовало более точному анализу и оценке эффективности проведенных мероприятий. Для этого была выполнена опытная площадка (рис. 7).

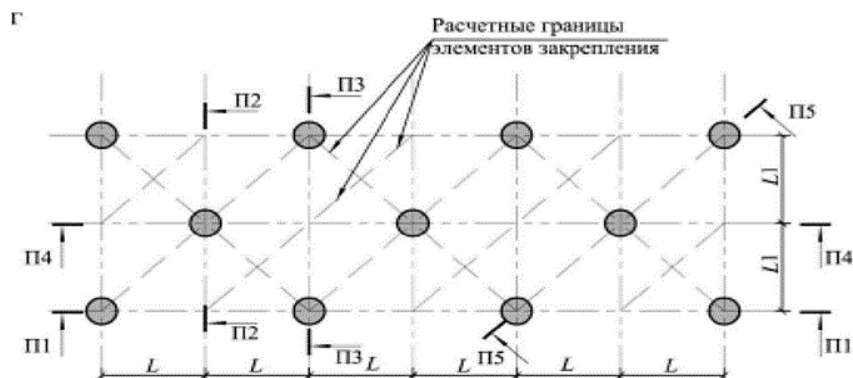


Рис. 7. Расстановка инъекторов на опытной площадке:

П1–П5 – сечение профиля геофизических исследований

Fig. 7. Placement of injectors on the experimental site: P1–P5 is the geophysical research profile

На основе полученных данных была разработана проектная схема уплотнения при гидроразрыве (рис. 8), согласно которой при начале подачи раствора давление ($P_{кр}$) достигало максимума в диапазоне 0,2–0,4 МПа. При закачивании раствора непосредственно в инъектор давление (P_0) снижалось и поддерживалось на постоянном уровне 0,2 МПа.

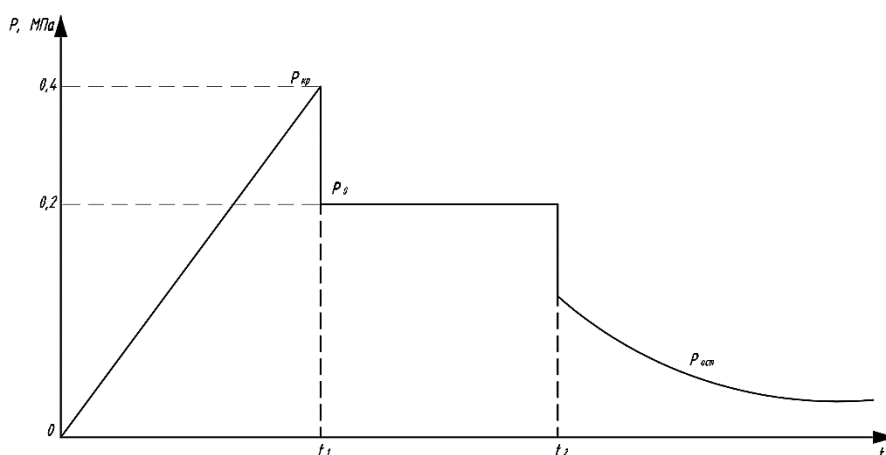


Рис. 8. Проектная схема уплотнения при гидроразрыве

Fig. 8. Design scheme of hydraulic fracturing soils

В работах С.Р. Месчяна, А.М. Самедова и Д.В. Ткача [17, 18] ползучесть при постоянном напряженном состоянии, согласно реологической модели, соответствует графику (рис. 9).

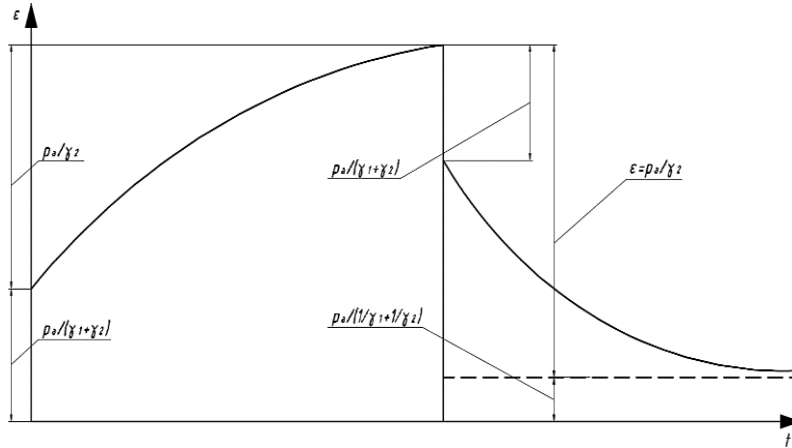


Рис. 9. Ползучесть при постоянном напряженном состоянии согласно реологической модели А.М. Самедова и Д.В. Ткача для уплотненных грунтов
 Fig. 9. Creep under constant stress according rheological model of compacted soils by Samedov and Tkach

Результаты

При производстве работ на опытной площадке была составлена схема приготовления и нагнетания цементно-песчаного раствора (рис. 10). Эта схема необходима для обеспечения равномерного и качественного заполнения пустот и полостей в грунте, а также для контроля за процессом инъектирования. Она позволяет регулировать состав раствора, его консистенцию и давление нагнетания, что способствует эффективному укреплению грунта и предотвращению дальнейших деформаций.

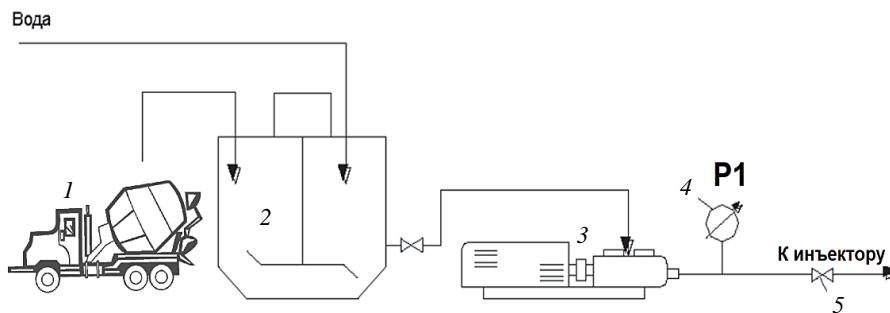


Рис. 10. Схема приготовления и нагнетания цементно-песчаного раствора:
 1 – автобетоносмеситель; 2 – растворомешалка с дозатором; 3 – растворонасос; 4 – манометр; 5 – кран шаровой
 Fig. 10. Schematic preparation and injection of cement-sand mortar:
 1 – concrete mixer truck; 2 – mortar mixer with dispenser; 3 – solution pump; 4 – pressure gauge; 5 – ball valve

Цементно-песчаный раствор доставлялся на площадку готовым от завода-изготовителя, где на месте доводился до рабочей консистенции и подавался в растворомешалку с дозатором. Раствор использовался с водоцементным (В/Ц) отношением 0,55–0,66 и осадкой конуса 16–18 см. Состав раствора на 1 м³ включал:

- песок средней фракции – 905 кг;
- портландцемент марки Ц400 – 650 кг;
- воду – 445 л;
- суперпластификатор – 6 кг.

Нагнетание раствора производилось с давлением, не превышающим 2–4 атмосферы. Давление повышалось до тех пор, пока не происходил разрыв толщи грунта. Это критическое давление фиксировалось и уточнялось не менее чем по трем контрольным иньекторам. Работы по усилению грунтов основания проводились с давлением, равным рабочему давлению (P_0) или несколько меньшим, до поступления в грунт заданного объема раствора. Качество заполнения и распространения иньекционного раствора в контрольном массиве контролировалось геофизическими методами, такими как вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ), георадар и др.

Анализируя проектные графики С.Р. Месцяна, А.М. Самедова, Д.В. Ткача (см. рис. 8, 9) и проведя опыт на опытной площадке, мы получили фактический график (рис. 11), который показывает изменение давления при уплотнении в режиме гидроразрыва. Согласно этому графику, давление (P_0) при закачивании раствора в иньектор не было постоянным, а варьировалось в диапазоне от 0,1 до 0,4 МПа.

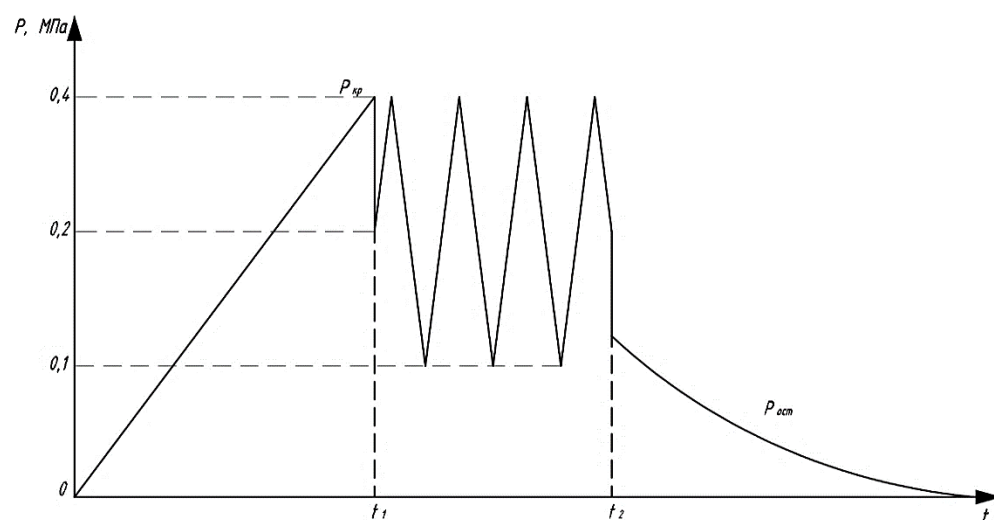


Рис. 11. Фактическая схема уплотнения при гидроразрыве
Fig. 11. Actual scheme of hydraulic fracturing soils

После окончания закачивания раствора в иньектор давление ($P_{ост}$) постепенно снижалось до нуля. Это свидетельствовало о том, что напряженно-де-

формированное состояние грунта ухудшалось из-за ползучести и наличия пустот и полостей в грунте, что подтверждается фотофиксацией и отсутствием раствора в инъекторе (рис. 12).



Рис. 12. Подтверждение отсутствия раствора в инъекторе
Fig. 12. Confirmation of the solution absence in the injector

Заключение

В процессе эксплуатации здания или сооружения НДС грунта может изменяться, стремясь к равновесному состоянию, когда напряжения и деформации стабилизируются. Однако в некоторых случаях, особенно при наличии ползучести, НДС грунта может ухудшаться, что приводит к дополнительным деформациям и потенциальной угрозе для устойчивости конструкции. Это явление может возникать даже при относительно низких напряжениях и приводит к тому, что грунт продолжает деформироваться со временем, даже после прекращения внешнего воздействия. Ползучесть может быть вызвана различными факторами, такими как влажность грунта, температурные изменения, структурные особенности грунта. Ползучесть грунта приводит к тому, что НДС грунта ухудшается, т. к. он продолжает деформироваться, что может привести к увеличению осадок, наклону здания и другим деформациям. Это требует проведения специальных укрепительных мероприятий, таких как дополнительное уплотнение грунта.

Таким образом, ползучесть грунта является одним из ключевых факторов, влияющих на ухудшение НДС грунта, и требует особого внимания при проектировании и укреплении оснований зданий и сооружений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Салимова Б.Д. Программа изысканий мостового перехода // Проблемы современной науки и образования. 2021. № 4 (161). С. 34–37.
2. Sadovenko I.O., Puhach A.M., Dereviahina N.I. Investigation of hydrogeomechanical parameters of loess massifs in conditions of technogenic underflooding and development of technical recommendations for strengthening of bases of foundations // Journal of Geology, Geography and Geocology. 2019. № 1 (28). P. 173–173.

3. Габуева В.А. Инженерно-геологические изыскания и последствия отказа от них // StudNet : научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей. 2020. № 6. С. 439–443.
4. Власов М.А., Герасимов О.В., Плотников А.В., Простов С.М. Особенности геологического строения участка основания северо-западного обхода г. Кемерово // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2023. № 3 (157). С. 4–13.
5. Хайдаршина Э.Т., Загитова Л.Р., Газиев А.Р., Кагирова Р.Р. Инженерно-геологические изыскания в междуречье р. Камы и нижнего течения р. Белой для строительства зданий и сооружений // Вестник Пермского университета. Геология. 2024. № 1 (23). С. 40–45.
6. Аверкина Т.И., Правикова Н.В. Учебная геоинформационная система для анализа опыта инженерно-геологических изысканий // Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология. 2022. № 5. С. 137–144.
7. Gabibov F., Aliyev V., Gafarov E., Akhmedova A., Magerramova S. Study of the stability and safety of the dam on lake Boyuk-Shor in Baku // Reliability: Theory and Applications. 2022. № 4 (70). P. 140–145.
8. Бородкин В.Н., Курчиков А.Р., Недосекин А.С., Лукашов А.В., Смирнов О.А., Фирстаева Е.Н., Погрецкий А.В. Сейсмогеологическая модель палеозой-мезозойских отложений Белоостровского, Скуратовского и Нямецкого лицензионных участков акватории Карского моря по данным сейсморазведки 3D // Геология нефти и газа. 2019. № 1. С. 72–85.
9. Власов М.А., Герасимов О.В., Никулин Н.Ю., Простов С.М. Корректировка сейсмичности участка северо-западного обхода г. Кемерово // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2023. № 4 (158). С. 15–25.
10. Nigmatov G., Savinov A., Nigmatov T. Assessment of individual seismic risk for the population, taking into account the actual seismic resistance of buildings and the seismicity of soils // Reliability: Theory and Applications. 2022. № 4 (70). P. 172–179.
11. Нуждин Л.В., Нуждин М.Л. Усиление грунтового основания вертикальным армированием и высоконапорным инъецированием // Усиление оснований и фундаментов : труды VIII Петрухинских чтений. Москва : НИЦ «Строительство», 2024. С. 47–103.
12. Баженова О.Ю., Алексеев В.А. Определение соответствия пригодности смесей на основе микроцементов в технологии цементации по методу инъекционной пропитки // Инновации и инвестиции. 2022. № 12. С. 152–155.
13. Власов М.А., Герасимов О.В., Простов С.М. Корректировка неравномерной осадки фундамента шахтной вентиляционной установки // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2025. № 4 (170). С. 5–17.
14. Богомолова Н.Н., Журавлев И.Н. Особенности инженерных изысканий в районах распространения вечной мерзлоты на примере проекта «Северный широтный ход» // Бюллетень результатов научных исследований. 2020. № 1. С. 5–14.
15. Власов М.А., Герасимов О.В., Простов С.М. Особенности геологического строения грунтового основания установки главного проветривания строящейся шахты // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2025. № 2 (168). С. 5–21.
16. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83*. Москва : Минстрой России, 2016. 162 с.
17. Месчан С.Р. Экспериментальная реология глинистых грунтов. Москва : Недра, 1985. 342 с.
18. Самедов А.М., Ткач Д.В. Реологическая модель слабого переувлажненного глинистого грунта после закрепления гидравлически активными вяжущими // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № 10. С. 82–87.

REFERENCES

1. Salimova B.D. Bridge Crossing Exploration Program. *Problemy sovremennoi nauki i obrazovaniya*. 2021; 161 (4): 34–37. (In Russian)
2. Sadovenko I.O., Puhach A.M., Dereviachina N.I. Investigation of hydrogeomechanical of Loess Massifs in Conditions of Technogenic Underflooding and Development of Technical Recommendations for Strengthening of Bases of Foundations. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2019; 28 (1): 173–173.
3. Gabueva V.A. Engineering and Geological Surveys and Consequences of their Abandoning. *StudNet*. 2020; 6: 439–443. (In Russian)

4. Vlasov M.A., Gerasimov O.V., Plotnikov A.V., Prostov S.M. Geological Structure of Base Section of North-Western Bypass in Kemerovo. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2023; 3 (157): 4–13. (In Russian)
5. Hajdarshina E.T., Zagitova L.R., Gaziev A.R., Kagirova R.R. Engineering and Geological Surveys in Interfluvium of the Kama River and the Lower Course of the Belaya River for Building Construction. *Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya*. 2024; 23 (1): 40–45. (In Russian)
6. Averkina T.I., Pravikova N.V. Educational Geoinformation System for Analyzing Engineering and Geological Survey. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 4. Geologiya*. 2022; 5: 137–144. (In Russian)
7. Gabibov F., Aliyev V., Gafarov E., Akhmedova A., Magerramova S. Stability and Safety of the Dam on Lake Boyuk-Shor in Baku. *Reliability: Theory and Applications*. 2022; 70 (4): 140–145.
8. Borodkin V.N., Kurchikov A.R., Nedosekin A.S., Lukashov A.V., Smirnov O.A., Firstaeva E.N., Pogreetskii A.V. Geoseismic Model of Palaeozoic-Mesozoic Series According to 3D Seismic Data: Beloostrovsky, Skuratovsky, and Nyarmeisky License Areas (Kara Sea waters). *Geologiya nefii i gaza*. 2019; 1: 72–85. (In Russian)
9. Vlasov M.A., Gerasimov O.V., Nikulin N.Y., Prostov S.M. Adjustment of Seismicity of North-Western Bypass Section in Kemerovo. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2023; 4 (158): 15–25. (In Russian)
10. Nigmatov G., Savinov A., Nigmatov T. Assessment of Individual Seismic Risk for the Population, Taking into Account Actual Seismic Resistance of Buildings and Soil Seismicity. *Reliability: Theory and Applications*. 2022. 4 (70): 172–179.
11. Nuzhdin L.V., Nuzhdin M.L. Foundation Strengthening. In: *Proc. 8th Sci. Conf. 'Petrukhin Readings'*. 2024. Pp. 47–103. (In Russian)
12. Bazhenova O.Yu., Alekseev V.A. Determination of Suitability of Micro-Cement Mixtures in Injection Impregnation Method. *Innovatsii i investitsii*. 2016; 12: 152–155. (In Russian)
13. Vlasov M.A., Gerasimov O.V., Prostov S.M. Correction of Uneven Foundation Precipitation in Shaft Ventilation System. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2025; 4 (170): 5–17. (In Russian)
14. Bogomolova N.N., Zhuravlev I.N. Engineering Surveys in Permafrost Areas in the Northern Latitudinal Railway Project. *Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy*. 2020; 1: 5–14. (In Russian)
15. Vlasov M.A., Gerasimov O.V., Prostov S.M. Geological structure of the Soil Foundation of the Main Ventilation for a Mine. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2025; 2 (168): 5–21. (In Russian)
16. SP 22.13330.2016. Soil bases of buildings and structures. Updated Edition of SNiP 2.02.01–83*. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2016. 162 p. (In Russian)
17. Meschyan S.R. Experimental Rheology of Clay Soils. Nedra, 1985. 342 p. (In Russian)
18. Samedov A.M., Tkach D.V. Rheological Model of Slightly Overmoistured Clay Soil after Stabilization by Active Hydraulic Binding Substances. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2014; 6: 82–87. (In Russian)

Сведения об авторах

Власов Максим Алексеевич, аспирант, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28; ведущий инженер, ООО «ПК «НООСТРОЙ»», 650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 30, maxsdss@mail.ru

Никулин Николай Юрьевич, канд. техн. наук, доцент, Кемеровский государственный университет, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6; ведущий инженер-геофизик, ООО «ПК «НООСТРОЙ»», 650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 30, n.y.nikuln@mail.ru

Герасимов Олег Васильевич, канд. техн. наук, доцент, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28; заместитель директора по науке, ООО «НООЦЕНТР», 650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 30, gerasimov@noocentr.com

Петухов Аркадий Александрович, канд. техн. наук, доцент, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, paa5579@mail.ru

Authors Details

Maksim A. Vlasov, Research Assistant, Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesenniyaya Str., 650000, Kemerovo, Russia; ООО 'NOOSTROY', 30, Voroshilova Str., 650056, Kemerovo, Russia, maxsdss@mail.ru

Nikolay Y. Nikulin, PhD, A/Professor, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., 650000, Kemerovo, Russia; ООО 'NOOSTROY', 30, Voroshilova Str., 650056, Kemerovo, Russia, n.y.nikulin@mail.ru

Oleg V. Gerasimov, PhD, A/Professor, Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesenniyaya Str., 650000, Kemerovo, Russia; ООО 'NOOTSENTR', 30, Voroshilov Str., 650056, Kemerovo, Russia, gerasimov@noocentr.com

Arkadii A. Petukhov, PhD, A/Professor, Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia, 13, Kalinin Str., 350044, Krasnodar, Russia, paa5579@mail.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 04.12.2025
Одобрена после рецензирования 24.12.2025
Принята к публикации 12.01.2026

Submitted for publication 04.12.2025
Approved after review 24.12.2025
Accepted for publication 12.01.2026