

**ГЕОФИЗИКА
GEOPHYSICS**

Научная статья

УДК 624.131

DOI: 10.26730/1999-4125-2023-3-4-13

**ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ УЧАСТКА ОСНОВАНИЯ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ОБХОДА Г. КЕМЕРОВО****Власов Максим Алексеевич¹, Герасимов Олег Васильевич²,
Плотников Алексей Валерьевич², Простов Сергей Михайлович¹**¹Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева²ООО «Нооцентр»

*для корреспонденции: maxsdss@mail.ru

**Информация о статье**

Поступила:

15 мая 2023 г.

Одобрена после
рецензирования:

15 июня 2023 г.

Принята к публикации:

20 июня 2023 г.

Опубликована:

30 июня 2023 г.

Ключевые слова:*инженерно-геологические
изыскания; механическое
колонковое бурение;
статическое зондирование;
геолого-литологический
разрез; инженерно-
геологические элементы;
оолитовый известняк.***Аннотация.**

Приведено описание уникального объекта исследований, описана методика проведения инженерно-геологических изысканий методами механического колонкового бурения 36 скважин глубиной от 20 м до 35 м и статического зондирования при помощи прибора электромеханического каротажа ПТМ-М в комплекте с тензометрическим зондом «Пика» II типа. Приведены основные технические средства для испытаний грунтов в полевых условиях и обработки их результатов. Дан геолого-литологический разрез по оси мостового перехода на береговых опорах с инженерно-геологическими элементами и обнаруженными оолитовыми известняками, которые под воздействием грунтовых вод, являющихся слабощелочными растворами и проникающих в карбонатную толщу по трещинам, растворяются, образуя воронки, колодцы, провалы, пещеры, подземные каналы и другие проявления карста. Приведены результаты определения физико-механических характеристик грунтов. В результате установлено, что грунтовый массив слагается верхнечетвертичными отложениями, включающими суглинки, супеси, пески, щебенистые, гравийные и галечниковые грунты, физико-механические свойства которых соответствуют нормативным. Наличие оолитовых известняков придает строящемуся объекту особенность, требующую дополнительных специальных геолого-геодезических исследований карстовых зон.

Для цитирования: 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. DOI: 10.26730/1999-4125-2023-3-4-13, EDN: NQGCUC

Ведение.

Более 80% территории России сложено просадочными, лессовыми, слабо водонасыщенными, насыпными, набухающими и вечномерзлыми грунтами. Значительные

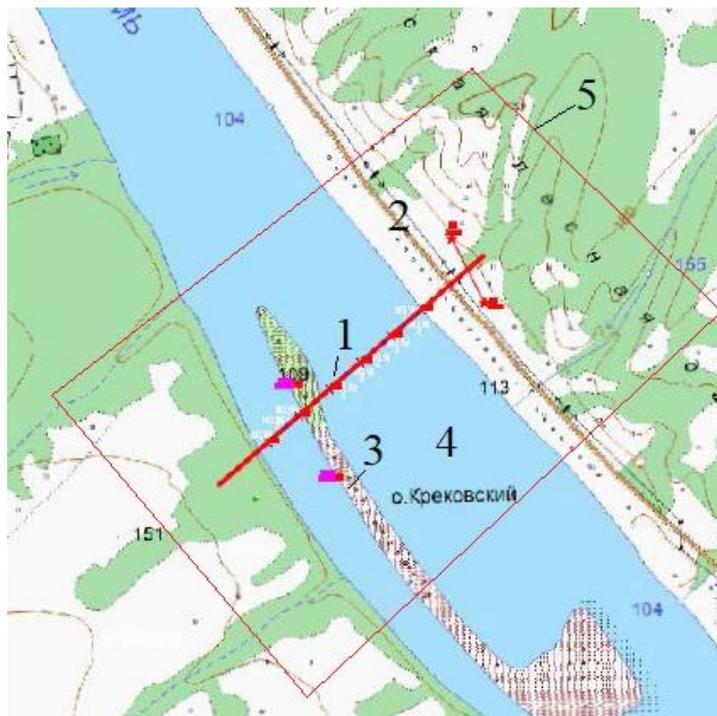


Рис. 1. Схема расположения участка северо-западного обхода г. Кемерово:
 1 – мостовой переход; 2 – автомобильная дорога; 3 – остров Крековский;
 4 – р. Томь; 5 – граница участка изысканий

Fig. 1. Layout of a section of the north-west Kemerovo bypass: 1 – bridge crossing; 2 – highway; 3 – Krekovsky Island; 4 – the Tom river; 5 – the survey plot boundary

территории России относятся к сейсмическим районам, где возможны землетрясения интенсивностью 7 баллов и более [1]. Обеспечение необходимой прочности и деформационной устойчивости оснований сооружений и конструкций фундаментов является сложной технической задачей, для решения которой необходимо применение специальных инженерных мероприятий, дорогостоящих материалов и технологий, что зачастую приводит к удорожанию строительства. При строительстве новых сооружений и реконструкции действующих часто возникает необходимость передать на грунты основания значительные нагрузки. В сложных грунтовых условиях эти нагрузки (статические, многократно приложенные, динамические) вызывают большие и зачастую неравномерные осадки фундаментов сооружений.

Инженерно-геологические изыскания – весьма ответственный этап работ нулевого цикла. В ходе исследований изучается рельеф, геоморфологические, сейсмологические и гидрологические процессы, строение грунтов и составляются прогнозы возможных изменений геологических условий после возведения планируемых объектов на территории [2].

Результаты изысканий особенно важны при строительстве в сложных условиях: на слабых водонасыщенных, глинистых и заторфованных грунтах, торфах и илах, просадочных и вечномерзлых, набухающих и засоленных, пучинистых и неравномерно сжимаемых грунтах, рыхлых песках и пlyingунах, закарстованных и подрабатываемых территориях с учетом сейсмических и динамических воздействий и т.п. [3, 4].

Инженерно-геологические изыскания проводятся в соответствии со Сводом правил СП 11-105-97, одобренным Департаментом развития научно-технической политики, и проектно-изыскательскими работами Госстроя России. В то же время некоторые требования к определению характеристик грунтов, как и общие правила проведения работ, изложены в СП 47.133302.16. Научно-практические и методические вопросы инженерно-геологических изысканий, их необходимости, особенности проведения в условиях различных объектов рассмотрены в целом ряде публикаций [5–18].

Методы исследования.

В данной работе рассматривается площадка исследований на р. Томь Кемеровской области в районе автомобильной дороги Кемерово – Яшкино – Тайга, севернее села Верхотомка между п. Денисово и п. Креково. В геоморфологическом отношении участок проектируемого строительства располагается в долине р. Томь, захватывая ее русловую часть, пойменные террасы и частично коренные склоны по обоим берегам. На данном участке в створе проектируемого мостового перехода долина слабо террасирована, высокая пойма тянется вдоль уреза воды по обоим берегам узкими полосами шириной 10-30 м, I и II надпойменные террасы развиты, соответственно, первая – на правом берегу, вторая – на левом берегу р. Томи. Абсолютные отметки рельефа исследуемой площадки колеблются от 100,45 м до 148,80 м (Рис. 1).

На данном объекте были произведены инженерно-геологические изыскания. Объемы выполненных работ приведены в Таблице 1. Полевые испытания грунтов производились с соблюдением требований ГОСТ 20276-2012.

Таблица. 1. Объемы инженерно-геологических изысканий
Table. 1. Scope of engineering and geological surveys

Наименование работ	Един. измерения	Объем
1. Бурение механическое колонковое диаметром 151 мм от 20 до 35 м	скв/м	36/1080
2. Отбор монолитов из скважин		
в интервале глубин от 0 до 10 м	монолиты	122
в интервале глубин от 10 до 20 м	монолиты	86
в интервале глубин от 20 до 30 м	монолиты	50
3. Статическое зондирование грунтов:		
- глубиной до 15 м	испытание	12
- глубиной свыше 20 м	испытание	6
4. Испытания грунтов штампом IV типа	испытание	18
5. Отбор проб воды из скважин	проба	3
6. Отбор проб из поверхностных водотоков	проба	3
7. Лабораторные работы:		
- полный комплекс определений физико-механических свойств дисперсных грунтов	анализ	67
- полный комплекс определений физических свойств дисперсных грунтов	анализ	82
- полный комплекс определений физико-механических свойств скальных грунтов	анализ	109

При механическом колонковом бурении было пробурено 36 скважин. Глубина бурения составляла от 20 м до 35 м. Всего объем бурения составил 1080 п.м. Бурение сопровождалось отбором монолитов грунта и образцов с нарушенной структурой для лабораторных исследований. Монолиты отбирали грунтоносом стаканного типа диаметра 127 мм и колонковой трубой с твердосплавной коронкой. Более подробное описание цикла бурения скважин, отпора проб и аппаратуры приведено в работе [19].

Буровые работы выполнены с применением самоходных буровых установок УРБ 2А-2 колонковым способом диаметром 151 мм, рейс проходки составлял 0,5 м [20]. Бурение скальных грунтов и коры выветривания осуществлялось колонковым способом диаметром до 112 мм с продувкой и промывкой, рейс проходки – 0,7 м. Бурение производилось с отбором монолитов, кернов и образцов нарушенной структуры для определения физико-механических свойств грунтов. Монолиты связных грунтов отбирались задавливанием грунтоноса через интервал 1-2 м, образцов нарушенного сложения – через интервал 1-2 м. Монолиты парафинировались, образцы пылевато-глинистых грунтов отбирались в бюксы, песчаные и гравийные грунты – секционными пробами в мешки.

При статическом зондировании грунтов глубина составила свыше 20 м. Нормы и требования проведения полевых испытаний методами статического и динамического зондирования соответствуют ГОСТ 19912-2012. Нагружение штампа осуществляется при помощи масляного

насоса и домкрата, осадки штампа измеряются как среднее арифметическое значение из показаний трех прогибометров. Общее количество испытаний – 18.

Расположение скважин показано на карте фактического материала. Скважины расположены по оси проектируемого мостового перехода и на поперечниках к оси мостового перехода в местах проектируемой установки опор моста (Рис. 2).

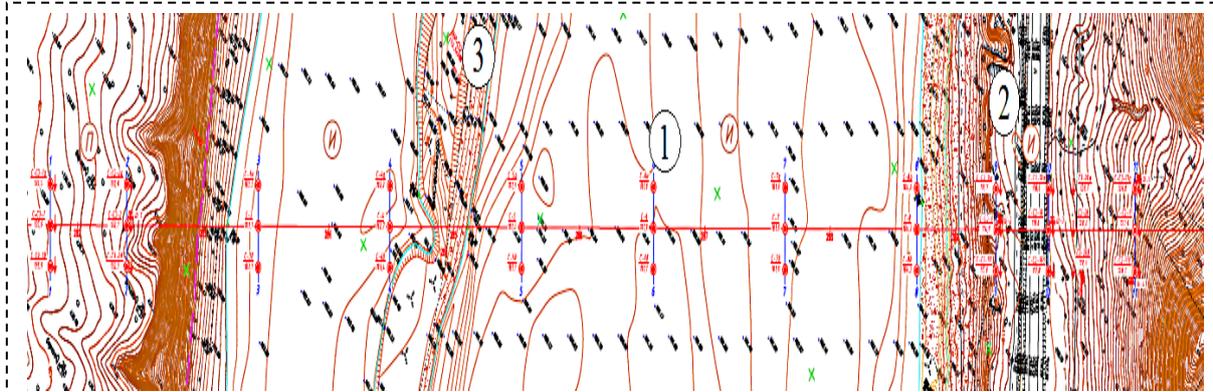


Рис. 2. Карта буровых работ: 1 – расположение геологических скважин; 2 – автомобильная дорога; 3 – остров Крековский
 Fig. 2. Drilling operations map: 1 – location of geological wells; 2 – highway; 3 – Krekovsky Island

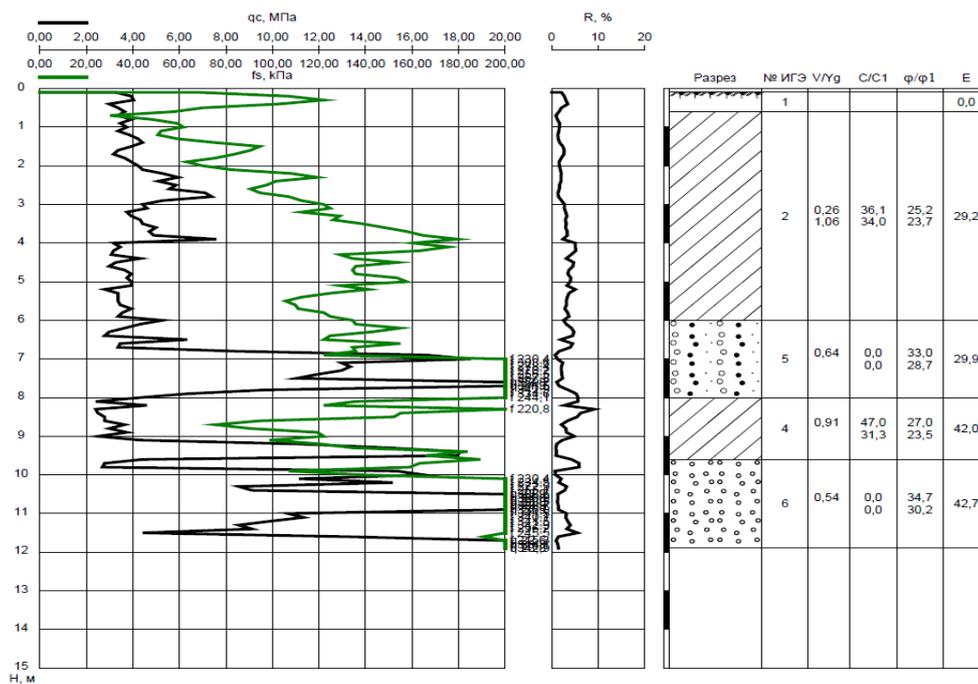


Рис. 3. Результат испытания образцов методом статического зондирования:
 а – результат статического зондирования; б – геологический разрез

Fig. 3. The result of samples testing by static sounding: a – the result of static sounding; b – geological section

Статическое зондирование грунтов выполнено прибором электромеханического каротажа ПТМ-М в комплекте с тензометрическим зондом «Пика» II типа. Тензометрический зонд №158 калиброван с использованием образцового динамометра ДОСМ-3 с индикатором часового типа UZ – 10 [20]. Для зондирования использовалась специализированная установка статического зондирования УСЗ 15/36А на базе автомобиля «КАМАЗ». Методикой статического зондирования предусматривалось погружение зонда в грунт с постоянной скоростью 0,5-1,0 м/мин при помощи силовой установки с одновременной записью показаний прибора сопротивления грунта погружению конуса и фрикционной муфты поинтервально через 0,1 м.

Таблица 2. Физико-механические свойства грунтов
Table 2. Physical and mechanical properties of soils

№ ИГЭ	$q_{ср.}$, МПа	φ , град	C , кПа	E , МПа
1	2,14	–	–	–
2	3,00	21,00 – 21,54	24,30 – 25,92	20,20
3	2,25	20,09 – 20,59	22,13 – 23,05	15,73
3а	2,87	20,55 – 21,26	22,02 – 24,49	20,09
4	2,76	19,72 – 20,67	20,09 – 23,02	19,18
4а	8,26	27,83 – 29,09	14,00 – 16,80	36
5	12,31	29,46 – 30,80	–	36,32
5г	13,28	29,93 – 31,29	–	39,82
5е	4,45	21,50 – 22,48	24,22 – 29,06	29,54
6	9,41	27,83 – 29,10	–	28,23
7	13,21	29,91 – 31,29	–	39,66

Значения предельного сопротивления грунта по погружению конуса и муфты рассчитывались по программе «GeoExplorer v.3.14» по цене делений прибора.

Комплекс лабораторных работ по изучению физико-механических свойств грунтов выполнен устройствами одноплоскостного среза СППА 40/35-25, компрессионного сжатия КППА 60/25 в составе измерительно-вычислительного комплекса «АСИС» и устройством одноосного растяжения и сжатия. Определение гранулометрического состава грунтов проводилось ситовым и ареометрическим методами.

Результаты.

По результатам статического зондирования был составлен геологический разрез (Рис. 3).

Геолого-литологический разрез исследован до глубины 35,0 м и представлен следующими инженерно-геологическими элементами:

- ИГЭ 1 – современный почвенный грунт суглинистый, высокопористый, маловлажный, сильносжимаемый;
- ИГЭ 1а – современный техногенный насыпной грунт в виде смеси щебня с суглинком;
- ИГЭ 2 – верхнечетвертичный аллювиальный суглинок, твердой консистенции, легкий и тяжелый, пылеватый, органо-минеральный с примесью органического вещества;
- ИГЭ 3 – верхнечетвертичный аллювиальный суглинок, полутвердой консистенции, легкий, пылеватый, органо-минеральный с примесью органического вещества;
- ИГЭ 3а – суглинок делювиальный бурый, твердый;
- ИГЭ 4 – верхнечетвертичный аллювиальный суглинок, тугопластичной консистенции, легкий, пылеватый, органо-минеральный с примесью органического вещества;
- ИГЭ 4а – верхнечетвертичная аллювиальная супесь твердая, с редкими маломощными несогласными линзами пластичной консистенции, песчаная;
- ИГЭ 5 – верхнечетвертичный аллювиальный песок полимиктового состава, гравелистый, плотный, маловлажный и влажный;
- ИГЭ 5г – грунт щебенистый, местами с супесчаным, суглинистым заполнителем. Дисперсная обломочная зона коры выветривания;
- ИГЭ 5е – суглинок щебенистый тугопластичной консистенции. Дисперсная обломочная зона коры выветривания;
- ИГЭ 6 – верхнечетвертичный аллювиальный гравийный грунт полимиктового состава, плотный, водонасыщенный, с супесчаным заполнителем;
- ИГЭ 7 – верхнечетвертичный аллювиальный галечниковый грунт полимиктового состава, плотный, водонасыщенный, с супесчаным заполнителем;
- ИГЭ 8 – нижнекаменноугольный известняк темно-серый, скрыто кристаллический, массивный, от средней прочности до очень прочного, слабо расланцованный, трещиноватый, закарстованный;
- ИГЭ 9 – нижнекаменноугольный песчаник серый, полимиктовый, мелкозернистый, массивный, трещиноватый, слабо выветрелый, от средней прочности до прочного.

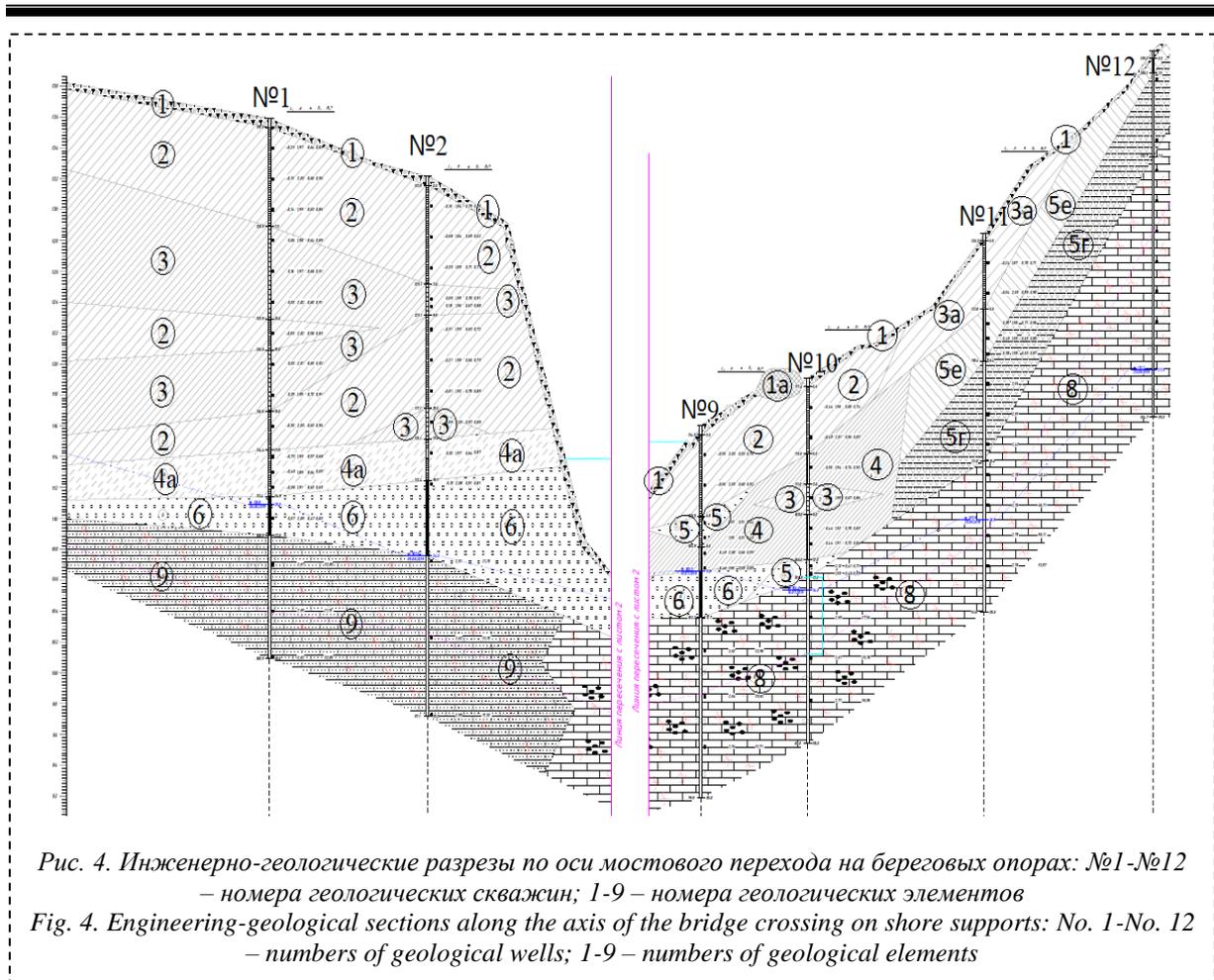


Рис. 4. Инженерно-геологические разрезы по оси мостового перехода на береговых опорах: №1-№12 – номера геологических скважин; 1-9 – номера геологических элементов
 Fig. 4. Engineering-geological sections along the axis of the bridge crossing on shore supports: No. 1-No. 12 – numbers of geological wells; 1-9 – numbers of geological elements

При статическом зондировании получены значения основных физико-механических характеристик грунтов (табл. 2) [20]: где $q_{0,ср}$ – среднее сопротивление погружению конуса, МПа; φ – угол внутреннего трения, градусы; C – сцепление, кПа; E – модуль деформации, МПа.

При инженерно-геологических исследованиях скальных грунтов (ИГЭ 8-9) были обнаружены оолитовые известняки. Они сложены в основном оолитами – шаровидными или эллипсоидными образованиями из углекислой извести, обладающими концентрически-слоистым, иногда радиально-лучистым строением вокруг центрального ядра (обломки раковин, песчинки и пр.). Данная порода серого цвета, текстура прожилково-брекчиевая пронизана сетью мелких, беспорядочно расположенных прожилочков белого кальцита. Мощность прожилков от волосовидных до 2-3 мм. Углеродистый материал также распределяется в виде разноориентированных зазубренных, извилистых прожилочков, огибающих структурные элементы породы. Между собой оолиты плотно соприкасаются. Вследствие такой структуры известняки становятся пористыми настолько, что их устойчивость к выветриванию значительно снижается, аналогично страдает и морозостойкость. В итоге прочность при сжатии самых плотных разновидностей оолитовых известняков крайне мала и достигает уровня не более 16-20 МПа.

Под воздействием грунтовых вод, являющихся нередко слабокислыми растворами и проникающих в карбонатную толщу по трещинам, известняки часто растворяются. При этом образуются воронки, колодцы, провалы, пещеры, подземные каналы и другие проявления карста. Известняки распространены практически повсеместно, за исключением области Западной Сибири и Забайкалья.

Инженерно-геологические разрезы по оси мостового перехода на береговых опорах представлены на Рис. 4.

Выводы.

1. Инженерно-геологические изыскания на участке северо-западного обхода г. Кемерово, выполненные на глубине до 35 м по берегам и руслу р. Томь, показали, что грунтовый массив складывается верхнечетвертичными отложениями, включающими суглинки, супеси, пески,

щебенистые, гравийные и галечниковые грунты, физико-механические свойства которых соответствуют нормативным.

2. При исследовании коренных скальных пород выявлено наличие оолитовых известняков, при растворении которых грунтовыми слабокислотными водами вероятно карстообразование с формированием провалов, подземных пещер. Эта особенность геологического строения основания строящегося сооружения требует дополнительных специальных геолого-геодезических исследований закарстованных зон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахметьянов И. Р. Инженерно-геологическое изыскание // Международный научный журнал «Символ науки». 2016. № 7–1 (19). С. 7–8.
2. Дребот А. М. Рациональность инженерно-геологических изысканий в индивидуальном строительстве // International journal of Professional Science. 2021. № 4. С. 33–37.
3. Сысолятин А. А. Методика проведения инженерно-геологических изысканий // Международный научный журнал «Инновационная наука». 2016. № 1–3. С. 51–52.
4. Болдырев Г. Г., Барвашов В. А., Идрисов И. Х., Хрянина О. В. Комплексная технология инженерно-геологических изысканий // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2017. № 3. С. 22–32.
5. Салимова Б. Д. Программа изысканий мостового перехода // Проблемы современной науки и образования. 2021. № 4 (161). С. 34–37.
6. Glazunov V. V., Burlutsky S. B., Shuvalova R. A., Zhdanov S. V. Improving the reliability of 3D modelling of a landslide slope based on engineering geophysics data // Journal of mining institute. 2022. № 257. P. 771–782.
7. Konyushkov V., Van Trong Le. Side Friction of sandy and clay soils and their resistance under the toe of deep bored piles // Architecture and Engineering. 2020. № 1 (5). P. 36–44.
8. 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 Geoecology. 2019. № 1 (28). P. 173–173.
9. Irisqulova K. N., Zafarov O. Z. Construction of highways in saline soils // Academy. 2021. № 8 (71). P. 27–30.
10. Ряценок Т. Г., Акулова В. В. Инженерно-геологическое изыскание: «метод контрольной скважины» // Отечественная геология. 2018. № 1. С. 87–93.
11. Габуева В. А. Инженерно-геологические изыскания и последствия отказа от них // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «Studnet». 2020. № 6. С. 439–443.
12. Говоров Ю. А., Каягин В. А., Дормидонтова Т. В. Инженерно-геологические изыскания // Евразийский союз ученых. 2019. № 5–1 (62). С. 39–41.
13. Неволин А. П. Инженерная геология. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. 85 с.
14. Антонов Д. Е. Значение инженерно-геологических изысканий в строительной сфере // Сметно-договорная работа в строительстве. 2018. № 11. С. 10–14.
15. Кудактина А. В., Руденко А. А., Орехов В. О., Ветров В. А. Особенности инженерно-геологических изысканий // Colloquium-journal. 2019. № 24–2 (48). С. 57–58.
16. Ковшарь В. С., Ветров В. А., Орехов В. О. Проведение инженерно- геологических изысканий для строительства // Modern Science. 2019. № 12–4. С. 12–15.
17. Присс О. Г., Дмитриук Ю. С. Приемка работ по инженерно-геологическим изысканиям по основным техническим показателям при наличии специфических грунтов // Инженерный вестник Дона. 2021. № 5. С. 575–585.
18. Sokolov M.V., Prostov S. M. Increasing Stability of Mine Surface Facilities on the Fill-Up Ground // E3S Web Conf. IInd International Innovative Mining Symposium. 2017. № 21. С.1-8.
19. Запорожец В. М. Геофизические методы исследования скважин. Справочник геофизика. М. : Недра, 1983. 591 с.
20. Простов С. М., Герасимов О. В., Никулин Н. Ю. Комплексный геолого-геофизический мониторинг процессов упрочнения грунтов. Томск : Изд-во Том. ун-та, 2015. 344 с..

© 2023 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Власов Максим Алексеевич, аспирант, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: maxsdss@mail.ru

Герасимов Олег Васильевич, канд. техн. наук, генеральный директор, ООО «Нооцентр», (650056, Россия, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 30), e-mail: gerasimov@noocentr.com

Плотников Алексей Валерьевич, канд. геол.-минерал. наук, начальник отдела инженерных изысканий, ООО «Нооцентр», (650056, Россия, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 30), e-mail: noostroy.geology@mail.ru

Простов Сергей Михайлович, докт. техн. наук, профессор, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: psm.kem@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

Власов Максим Алексеевич – обзор литературы по теме исследования, сбор и анализ данных, написание текста.

Герасимов Олег Васильевич – постановка задачи и организация проведения инженерно-геологических изысканий.

Плотников Алексей Валерьевич – проведение инженерно-геологических изысканий, анализ данных.

Простов Сергей Михайлович – научный менеджмент, анализ данных, выводы.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

FEATURES OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE BASE SECTION OF THE NORTH-WESTERN BYPASS OF KEMEROVO

Maksim A. Vlasov¹, Oleg V. Gerasimov²,
Alexey V. Plotnikov², Sergey M. Prostov¹

¹T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

²ООО «Нооцентр»

*for correspondence: maxsdss@mail.ru



Article info

Received:

15 May 2023

Accepted for publication:

15 June 2023

Accepted:

20 June 2023

Published:

30 June 2023

Keywords: *engineering and geological surveys; mechanical core drilling; static sounding; geological and lithological section; engineering and geological elements; oolitic limestone*

Abstract.

The description of the unique object of research is given including the methodology of conducting engineering and geological surveys by methods of mechanical core drilling of 36 wells with a depth of 20 m to 35 m and static sensing using the PTM-M electromechanical logging device complete with a type II Peak strain gauge probe. The main technical means for testing soils in the field and processing their results are given. A geological and lithological section along the axis of the bridge crossing on bank supports with engineering-geological elements and discovered oolitic limestones is given, which, under the influence of groundwater being slightly acidic solutions penetrating into the carbonate thickness through cracks dissolve, forming funnels, wells, sinkholes, caves, underground channels and other manifestations of karst. The results of determining the physical and mechanical characteristics of soils are presented. As a result, it was found that the soil massif is composed of upper quaternary deposits, including loams, sandy loams, sands, crushed stone, gravel and pebble soils, the physical and mechanical properties of which correspond to the normative. The presence of oolitic limestones gives the object under construction a special feature requiring additional special geological and geodetic studies of the karst zones.

For citation: Vlasov M.A., Gerasimov O.V., Plotnikov A.V., Prostov S.M. Features of the geological structure of the base section of the north-western bypass of Kemerovo. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2023; 3(157):4-13. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2023-3-4-13, EDN: NQGCUC

REFERENCES

1. Akhmet'yanov I.R. Inzhenerno-geologicheskoe izyskanie [Engineering and geological survey]. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal «Simvol nauki» [International scientific Journal "Symbol of Science"]*. 2016; 19(7–1):7–8.
2. Drebot A.M. Ratsional'nost' inzhenerno-geologicheskikh izyskaniy v individual'nom stroitel'stve [Rationality of engineering and geological surveys in individual construction]. *International journal of Professional Science*. 2021; 4:33–37.
3. Sysolyatin A.A. Metodika provedeniya inzhenerno-geologicheskikh izyskaniy [Methodology carrying out of engineering and geological surveys]. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal «Innovatsionnaya nauka» [International Scientific Journal "Innovative Science"]*. 2016; 1–3:51–52.
4. Boldyrev G.G. Barvashov V.A. Idrisov I.Kh. Khryanina O.V. Kompleksnaya tekhnologiya inzhenerno-geologicheskikh izyskaniy [Integrated technology of geological survey]. *Vestnik PNIPU. Stroitel'stvo i arkhitektura [Bulletin of PNRPU. Construction and Architecture]*. 2017; 3:22–32.
5. Salimova B.D. Programma izyskaniy mostovogo perekhoda [Bridge crossing exploration program]. *Problemy sovremennoi nauki i obrazovaniya [Problems of modern science and education]*. 2021; 161(4):34–37.
6. Glazunov V.V., Burlutsky S.B., Shuvalova R.A., Zhdanov S.V. Improving the reliability of 3D modelling of a landslide slope based on engineering geophysics data. *Journal of mining institute*. 2022; 257:771–782.
7. Konyushkov V., Van Trong Le. Side Friction of sandy and clay soils and their resistance under the toe of deep bored piles. *Architecture and Engineering*. 2020; 5(1):36–44.
8. 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 Geoecology*. 2019; 28(1):173–173.
9. Irisqulova K.N., Zafarov O.Z. Construction of highways in saline soils. *Academy*. 2021; 71(8):27–30.
10. Ryashchenko T.G. Akulova V.V. Inzhenerno-geologicheskoe izyskanie: «metod kontrol'noi skvazhiny» [Engineering-geological investigations: «method of monitoring well»]. *Otechestvennaya geologiya [Domestic geology]*. 2018; 1:87–93.
11. Gabueva V.A. Inzhenerno-geologicheskies izyskaniya i posledstviya otkaza ot nikh [Engineering and geological surveys and the consequences of abandoning them]. *Nauchno-obrazovatel'nyi zhurnal dlya studentov i prepodavatelei «Studnet» [Scientific and educational magazine for students and teachers "Studnet"]*. 2020; 6:439–443.
12. Govorov Yu.A., Kayagin V.A., Dormidontova T.V. Inzhenerno-geologicheskies izyskaniya [Engineering and geological surveys]. *Evrasiiskii soyuz uchenykh [Eurasian Union of Scientists]*. 2019; 62(5–1):39–41.
13. Nevolin A.P. Inzhenernaya geologiya. Inzhenerno-geologicheskies izyskaniya dlya stroitel'stva [Engineering geology. Engineering and geological surveys for construction]. Perm : Publishing House of Perm National Research Polytechnic University; 2014. 85 p.
14. Antonov D.E. Znachenie inzhenerno-geologicheskikh izyskaniy v stroitel'noi sfere [The importance of engineering and geological surveys in the construction sector]. *Smetno-dogovornaya rabota v stroitel'stve [Estimated and contractual work in construction]*. 2018; 11:10–14.
15. Kudaktina A.V., Rudenko A.A., Orekhov V.O., Vetrov V.A. Osobennosti inzhenerno-geologicheskikh izyskaniy [Features of engineering and geological surveys]. *Colloquium-journal*. 2019; 48(24–2):57–58.
16. Kovshar' V.S., Vetrov V.A., Orekhov V.O. Provedenie inzhenerno-geologicheskikh izyskaniy dlya stroitel'stva [Conducting engineering and geological surveys for construction]. *Modern Science*. 2019; 12–4:12–15.
17. Priss O.G., Dimitryuk Yu.S. Priemka rabot po inzhenerno-geologicheskim izyskaniyam po osnovnym tekhnicheskim pokazatelyam pri nalichii spetsificheskikh gruntov [Acceptance of work on engineering and geological surveys for basic technical indicators in the presence of specific soils]. *Inzheneryi vestnik Dona [Engineering Bulletin of the Don]*. 2021; 5:575–585.
18. Sokolov M.V., Prostov S.M. Increasing Stability of Mine Surface Facilities on the Fill-Up Ground. *E3S Web Conf. IInd International Innovative Mining Symposium*. 2017; 21:1–8.
19. Zaporozhets V.M. Geofizicheskie metody issledovaniya skvazhin. Spravochnik geofizika [Geophysical methods of well research. Geophysics Reference Book]. Moscow: Nedra; 1983. 591 p.
20. Prostov S.M., Gerasimov O.V., Nikulin N.Yu. Kompleksnyi geologo-geofizicheskii monitoring protsessov uprochneniya gruntov [Comprehensive geological and geophysical monitoring of soil hardening processes]. Tomsk : Tomsk University Press; 2015. 344 p.

© 2023 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the authors:

Maksim A. Vlasov, Postgraduate, T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, (650000, Russia, Kemerovo, Vesennaya st., 28), e-mail: maxsdss@mail.ru

Oleg V. Gerasimov, PhD in Technical Sciences, General manager, ООО «Nootsentr», (650056, Russia, Kemerovo, Voroshilov St, 30), e-mail: gerasimov@noocentr.com

Alexey V. Plotnikov, PhD in Geological and Mineralogical Sciences, Head of Engineering Survey Department, ООО «Nootsentr», (650056, Russia, Kemerovo, Voroshilov St, 30), e-mail: noostroy.geology@mail.ru

Sergey M. Prostov, Dr. in Technical Sciences, Professor, T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, (650000, Russia, Kemerovo, Vesennaya st., 28), e-mail: psm.kem@mail.ru

Contribution of the authors:

Maksim A. Vlasov – review of the literature on the research topic, data collection and analysis, writing a text, conclusions.

Oleg V. Gerasimov – statement of the task and organization of engineering and geological surveys.

Alexey V. Plotnikov – conducting engineering and geological surveys, data analysis.

Sergey M. Prostov – scientific management, data analysis, conclusions.

All authors have read and approved the final manuscript.

