

V. V. Veselov, A. O. Pershina

Designing of a Combined Saddle-Shaped Structure

Veselov Vitalij Vladislavovich — PhD in Engineering, Associate Professor, Associate Professor of the Department “Structural Constructions, Buildings, Structures”

Pershina Anzhela Olegovna — 2nd-Year Student of the Department “Structural Constructions, Buildings, Structures”

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Saint Petersburg, Russia

Abstract. The article provides a description of a projected large-span spatial saddle-shaped roof structure using steel-reinforced concrete in the cross-sections of the main load-bearing elements, such as arches. The article also provides information about the proposed design solutions that help reduce the material consumption of the roof, and presents the results of preliminary calculations of the roof in two different versions for a comparative assessment of material consumption.

Keywords: steel-reinforced concrete, spatial coatings, combined structures, arched coatings, cable-stayed coatings

УДК 624.131

А. С. Волобуева, Т. Б. Иванская

Исследование свойств глинистых грунтов как основания фундаментов

Волобуева Александра Сергеевна — студент 1-го курса кафедры «Транспортное строительство»

Иванская Татьяна Борисовна — кандидат геолого-минералогических наук, старший преподаватель кафедры «Основания и фундаменты»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. В статье рассмотрены четвертичные и коренные глинистые грунты Санкт-Петербурга и Ленинградской области, которые могут служить основанием зданий и сооружений. Выполнены испытания грунтов на набухание с использованием прибора свободного набухания. Проведен сравнительный анализ свойств глинистых грунтов.

Ключевые слова: глинистые грунты, набухание, микулинские суглинки, нижекомбрийские глины, фундаменты

В инженерно-геологическом разрезе южной части Санкт-Петербурга и Тосненского района Ленинградской области (рис. 1) широко развиты микулинские межледниковые суглинки ($m_{III_{mg}}$) и нижнекембрийские глины (ϵ_1). Микулинские суглинки встречаются на глубине от 4 до 16,0 м (абсолютные отметки — от 30 до 67 м) и имеют мощность до 14 м. Глубина залегания кровли нижнекембрийских глин изменяется от 2,7 до 44 м (абсолютные отметки — от 32 до –31 м), а вскрытая мощность достигает 20 м.



Рис. 1. Схема участка работ

Микулинские отложения являются морскими образованиями, сформированными в теплое микулинское межледниковье около 130–110 тыс. лет назад [1]. Суглинки темно-серые, зеленовато-черные, слоистые, с относительным содержанием органического вещества (I_r) 2,5–5,5%. Основные глинистые минералы — гидрослюды.

Глины нижнего кембрия — это морские образования возрастом 550–540 млн лет. Они имеют синевато-серый, серо-голубой цвет, из-за чего получили название «синие глины». Тонкослоистые или однородные. Основными глинистыми минералами нижнекембрийских глин являются гидрослюды: гидромусковит, гидробиотит, глауконит, а также хлорит, монтмориллонит.

В ходе исследований составлена сравнительная таблица физико-механических характеристик микулинских суглинков и синих глин (табл. 1). Грунты схожи по физическим свойствам — плотности (ρ) и влажности (W). W изученных грунтов меньше влажности на границе раскатывания (W_p), то есть они имеют твердую консистенцию. Содержание глинистой фракции (M_c) составляет около 40%. В суглинках установлено чуть меньше пылевой фракции (M_a), но они, так же как глины, классифицируются по гранулометрическому составу как пылеватые.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение физико-механических характеристик четвертичных суглинков и коренных глин Санкт-Петербурга и Ленинградской области

Геологический индекс			$m_{III\text{mg}}$	ϵ_1
Наименование грунтов			Суглинок серый, темно-серый тяжелый пылеватый твердый	Глина зеленая, серо-голубая легкая пылеватая твердая
Плотность грунта, г/см ³	ρ		2,10	2,07
Плотность частиц грунта, г/см ³	ρ_s		2,74	2,75
Влажность на границе текучести, д. е.	W_L		0,37	0,41
Влажность на границе раскатывания, д. е.	W_p		0,23	0,24
Число пластичности, д. е.	I_p		0,14	0,17
Коэффициент пористости, д. е.	e		0,56	0,60
Природная влажность, д. е.	W		0,195	0,207
Полная влагоемкость, д. е.	W_n		0,205	0,220
Консистенция, д. е.	I_L		–0,25	–0,22
Содержание пылевой фракции (0,05–0,002 мм), %	M_a		46	57
Содержание глинистой фракции (> 0,002 мм), %	M_c		44	38
Прочностные и деформационные характеристики	Угол внутреннего трения, °	φ_n	23	21
	Удельное сцепление, кПа	C_n	27	80
	Модуль деформации, МПа	E	12	17

При производстве инженерно-геологических изысканий с опиранием фундаментов на глинистые грунты необходимо также определять их способность к набуханию [2].

Набухание — это процесс увеличения объема грунта при замачивании водой или химическими растворами.

Определение характеристик набухания глинистых грунтов выполняется лабораторными методами согласно ГОСТ 12248.6-2020 [3].

В табл. 2 приведены разновидности глинистых грунтов по относительной деформации набухания без нагрузки ε_{sw} в соответствии с таблицей Б.17 ГОСТ 25100-2020 [4].

ТАБЛИЦА 2. Разновидности глинистых грунтов по относительной деформации набухания без нагрузки ε_{sw}

Разновидность глинистых грунтов	Относительная деформация набухания без нагрузки ε_{sw} , д. е.
Ненабухающий	$\varepsilon_{sw} < 0,04$
Набухающие:	
• слабонабухающий	$0,04 \leq \varepsilon_{sw} \leq 0,08$
• средненабухающий	$0,08 < \varepsilon_{sw} \leq 0,12$
• сильнонабухающий	$\varepsilon_{sw} > 0,12$

В ноябре 2025 года в научно-исследовательской лаборатории кафедры «Основания и фундаменты» проводились испытания образца синей глины на определение относительной деформации набухания без нагрузки ε_{sw} на приборе свободного набухания ПНГ-2 (рис. 2).



Рис. 2. Образец синей глины и его испытание на ПНГ-2

В результате был построен график зависимости деформации без нагрузки от времени набухания образца глины и рассчитана относительная деформация набухания ε_{sw} , равная 0,11 д. е. В соответствии с табл. 1 синие глины отнесены к средненабухающим грунтам.

Также в рамках работ осуществлялась обработка протоколов лабораторных исследований набухания грунтов, выполненных сторонними организациями. На рис. 3 и 4 представлены графики зависимости ε_{sw} от глубины залегания грунтов.

У микулинских суглинков с глубины от 5 до 25 м относительная деформация набухания без нагрузки ε_{sw} изменяется незначительно — от 0,09 до 0,12 д. е., то есть суглинки средненабухающие.

Для глин нижнего кембрия примерно с 20 м наблюдается увеличение ε_{sw} от 0,11 до 0,19 д. е. На глубине более 40 м ε_{sw} достигает 0,23 д. е. Вероятно, по мере увеличения глубины в составе глин возрастает содержание монтмориллонита [5]. Таким образом, по среднему показателю ε_{sw} , равному 0,16 д. е., синие глины классифицируются как сильнонабухающие грунты.

В результате выполненных исследований установлено:

1. Изученные глинистые грунты различаются по возрасту и условиям образования, но обладают схожими свойствами.
2. Микулинские суглинки — тоже набухающие грунты, хотя и в меньшей степени, чем нижнекембрийские глины, что рекомендуется учитывать при устройстве фундаментов.

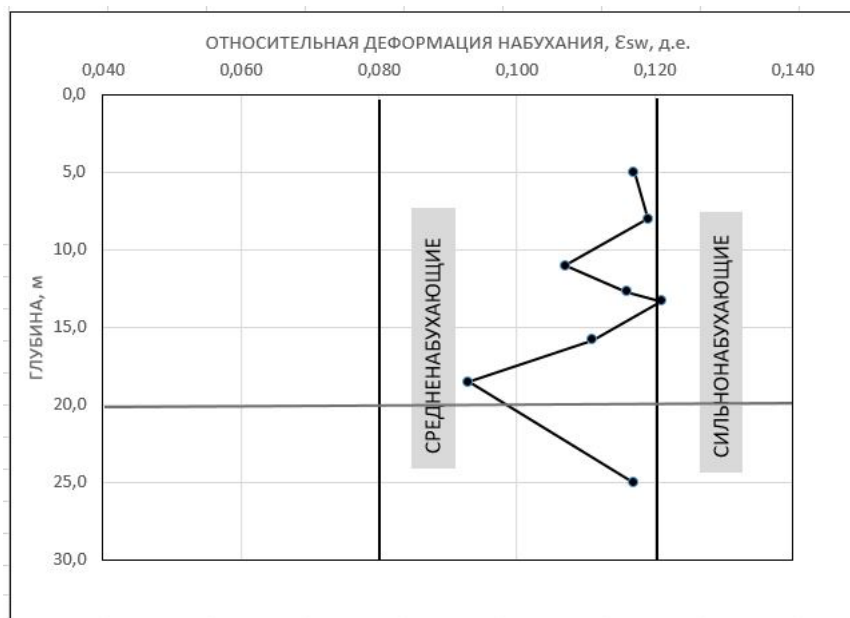


Рис. 3. График зависимости относительной деформации набухания без нагрузки от глубины залегания микулинского суглинка

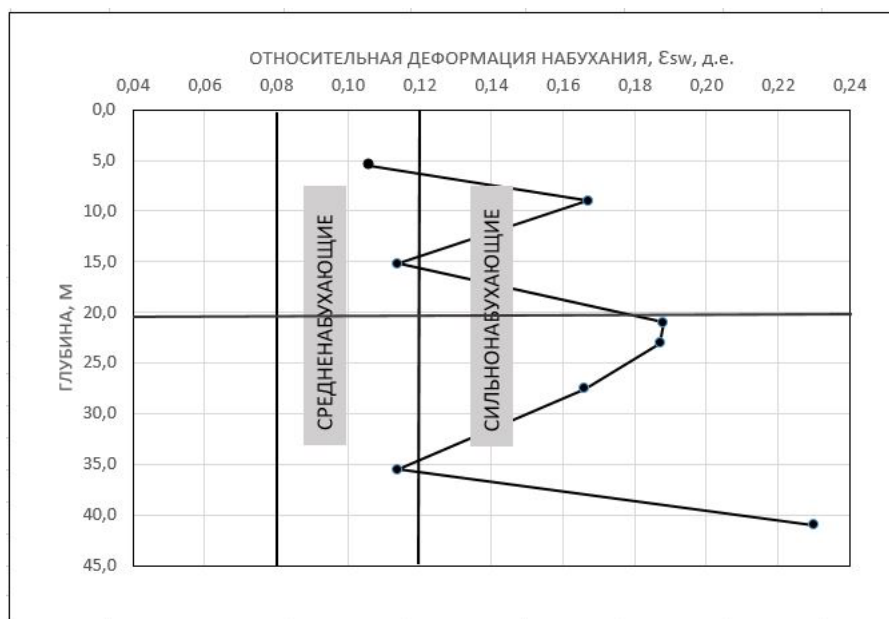


Рис. 4. График зависимости относительной деформации набухания без нагрузки от глубины залегания нижнекембрийской глины

3. Для повышения безопасности строительства необходимо проведение дальнейших исследований глинистых грунтов с целью уточнения:

- минерального состава;
- физических и механических характеристик;
- изменения их свойств по площади и с глубиной.

Список источников

1. Ручкин М. В. Хронология и условия формирования мгинской морской межледниковой толщи в Приневской низменности: дис. ... канд. геогр. наук. СПб., 2024. 188 с.
2. СП 449.1326000.2019. Инженерные изыскания для строительства в районах распространения набухающих грунтов. Общие требования / Минстрой России. М., 2019. 45 с.
3. ГОСТ 12248.62020. Грунты. Метод определения набухания и усадки. М.: Стандартинформ, 2020. 21 с.
4. ГОСТ 251002020. Грунты. Классификация. М.: Стандартинформ, 2020. 41 с.
5. Дашко Р. Э. Геотехническая диагностика коренных глин Санкт-Петербургского региона (на примере нижнекембрийской глинистой толщи) // Реконструкция городов и геотехническое строительство. 2000. № 1. С. 24–28.

A. S. Volobueva, T. B. Ivanskaya

Study of Clay Soils as Foundations Soils

Volobueva Alexandra Sergeevna — 1st-Year Student of Department “Transport Construction”
Ivanskaya Tat'yana Borisovna — PhD in Geology and Mineralogy, Senior Lecturer of Department “Bases and Foundations”

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Saint Petersburg, Russia

Abstract. The article discusses Quaternary and bedrock clay soils of St. Petersburg and the Leningrad Region, which can serve as foundations for buildings and structures, were analyzed. Soil swelling tests were performed using the free swell apparatus. A comparative analysis of the clay soils properties was conducted.

Keywords: clay soils, swelling, Mikulinsk loam, Lower Cambrian clay, foundations

УДК 691.32

К. О. Капацын, Д. В. Алешков

Самоуплотняющийся бетон — инновационный материал современного строительства

Капацын Кирилл Олегович — магистрант кафедры «Инженерная химия и естествознание»

Алешков Данил Владимирович — магистрант кафедры «Инженерная химия и естествознание»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Экспериментально установлено, что для создания высокоподвижной бетонной смеси эффективно использовать дисперсно-силовой фактор, то есть совместное действие комплексной химической добавки в соответствии с тонкодисперсными цементами и наполнителями различного происхождения, что уменьшает силы трения в бетонной системе, повышая ее подвижность и обеспечивая формирование максимально плотной структуры бетона. Комплексная химическая добавка оказывает энергетическое действие на компоненты бетонной системы, повышая их гидратационную активность, положительно влияя на физико-механические показатели бетона, формируя экспериментальную надежность и долговечность бетона.