

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. № 1. (118). С. 25-37.

Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2023. № 1. (118). P. 25-37.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ И ГРУНТОВЕДЕНИЕ

Научная статья

УДК 330.59 (470.345)

doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.002

ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ДЕГРАДАЦИИ МЕРЗЛОТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИУРАЛЬСКОГО РАЙОНА ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Анна Александровна Башкова

Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

aabashkova@yanao.ru

Аннотация. Настоящая статья посвящена рассмотрению проблемы эксплуатации капитальных зданий и сооружений, возводимых на территории распространения многолетнемерзлых грунтов, расположенных в Приуральском районе Ямало-Ненецкого автономного округа. В статье рассмотрен пример строительства и эксплуатации жилых домов, расположенных в селе Катравож, где можно проследить критические для несущей способности изменения состояния грунтов основания под объектами капитального строительства за короткий промежуток времени, не учтённые в проекте. Основной вывод заключается в необходимости внесения изменений и дополнений в методику расчёта свайных фундаментов при проектировании объектов нового строительства с учётом изменяющегося криогенного строения, состояния и свойств грунтов основания зданий и сооружений, возводимых на вечномерзлых грунтах.

Ключевые слова: геотехнический мониторинг, многолетняя мерзлота, термометрические скважины, криогенные процессы.

Цитирование: Башкова А.А. Проблемы строительства и эксплуатации зданий и сооружений в условиях деградации мерзлоты на территории Приуральского района Ямало-Ненецкого автономного

округа // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. (118). № 1. С. 25–37. doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.002

Original article

PROBLEMS OF CONSTRUCTION AND OPERATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN PERMAFROST DEGRADATION IN THE PRIURAL DISTRICT OF THE YAMALO-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT

Anna A. Bashkova

Arctic Research Center, Salekhard, Russia

aabashkova@yanao.ru

Abstract. This article is devoted to the consideration of the problem of operation of capital buildings and structures erected on the territory of permafrost distribution, located in the Priuralsky district, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. The article considers an example of the construction and operation of residential buildings located in the village of Katravozh, where it is possible to trace the changes in the state of the soil of the foundation under capital construction objects critical for the bearing capacity in a short period of time, not taken into account in the project. The main conclusion is that it is necessary to make changes and additions to the methodology for calculating pile foundations when designing new construction projects, taking into account the changing cryogenic structure, condition and properties of the soils of the foundations of buildings and structures erected on permafrost soils.

Keywords: Geotechnical monitoring, permafrost, thermometric wells, cryogenic processes.

Citation: A. A. Bashkova. Problems of construction and operation of buildings and structures under permafrost degradation in the Priural district of the Yamal-Nenets Autonomous District // Scientific Bulletin of the Yamal - Nenets Autonomous District. 2023. (118). № 1. P. 25–37. doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.002

Введение

Практически весь Ямало-Ненецкий автономный округ располагается на территории распространения многолетнемерзлых пород (далее ММП). Подавляющее большинство городов и посёлков построены в центральной части ЯНАО, на территории сплошного и прерывистого распространения мерзлоты. Устойчивость и долговечность зданий и сооружений, построенных на вечномёрзлых грунтах, существенно зависят от соблюдения температурно-влажностного режима грунтов в основании, принятого в проекте [1]. Контроль за соблюдением данных режимов осуществляется на основании Строительных норм и правил, а также рекомендаций по составу и методам проведения наблюдений за состоянием грунтов оснований во время строительства и в эксплуатационный период [2]. В зависимости от конструктивных и технологических особенностей зданий и сооружений, инженерно-геокриологических условий и возможности изменения свойств грунтов основания в требуемом направлении принимается один из следующих двух принципов использования вечномёрзлых грунтов в качестве основания здания и сооружения: I – вечномёрзлые грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения; II - вечномёрзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии (с их предварительным оттаиванием на расчетную глубину до начала возведения сооружения или с допущением их оттаивания в период эксплуатации сооружения), а также со стабилизацией границы верхней поверхности вечномёрзлых грунтов. При выборе принципа использования вечномёрзлых грунтов проектная организация опирается на данные, полученные по результатам инженерных изысканий на выбранном участке строительства, согласно п.7.1 СНиП 11-18-76 [3].

На протяжении нескольких десятилетий в населённых пунктах Ямало-Ненецкого автономного округа строительство жилых домов осуществляется по типовым проектам. Строительство в основном ведется по первому принципу с сохранением многолетнемерзлых грунтов в основании свайного фундамента. На территориях прерывистого распространения многолетнемерзлых грунтов, к которым относится Приуральский район ЯНАО, глубиной заложения свай, достаточной для сохранения несущей способности на протяжении всего жизненного цикла здания принята глубина, равная девяти метрам (ПД 09-2021-ТСГ). Практически все малоэтажные здания и сооружения нормальной ответственности, в том числе жилые дома в селе Катравож построены на 9-10-метровых сваях. Согласно проектной документации на строительство одного из новых домов по улице Зверева (рис. 1), глубина заложения свай принята равной 9 метрам (ПД 48.06-2021-КР.ТЧ).

Стоит отметить, что от момента выбора площадки до начала строительства здания проходит несколько стадий: выбор участка; производство инженерных изысканий на данном участке; разработка и согласование проектной документации и т.д. В связи с этим начало строительства может начаться через несколько лет после проведения инженерных изысканий. Под влиянием изменения климата и антропогенного воздействия за это время геокриологические условия на выбранном участке могут существенно измениться [4].

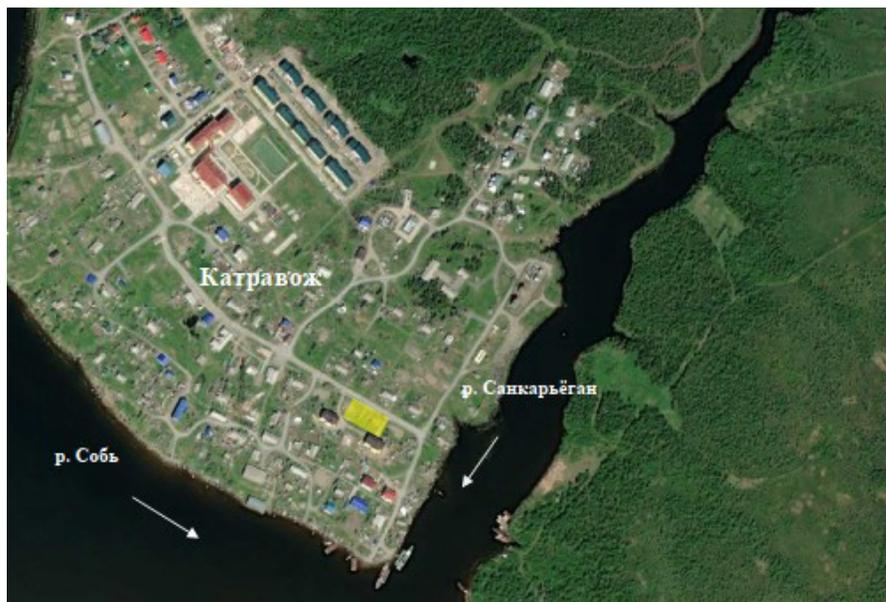
Материалы и методы

Для выбора площадок строительства, подготовки проектной документации, строительства зданий и сооружений целый ряд нормативных документов устанавливает состав инженерно-геологических изысканий и общие правила производства работ. К ним относятся: Свод правил 446.1325800.2019 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ»; Свод правил 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96»; Свод правил 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ» и т.д.

Для получения информации об инженерно-геологических и геокриологических условиях на участке изучения (рис. 1) были выполнены следующие виды работ: механическое бурение геологических выработок; гидрогеологические наблюдения в процессе буровых работ; лабораторные исследования образцов грунтов ненарушенной и нарушенной структуры; термометрические наблюдения; камеральная обработка результатов полевых работ и лабораторных исследований проб грунта и воды. Отбор проб грунта производился в соответствии с требованиями ГОСТ 12071-2014 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортировка и хранения образцов». Отбор проб воды производился в соответствии с требованиями ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». Камеральная обработка результатов и выделение инженерно-геологических элементов были выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012 «Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний», ГОСТ 25100-2020 «Грунты. Классификация».

Участок исследования

Для строительства жилого дома в селе Катравож, Приуральского района, был выбран земельный участок, расположенный на улице Зверева. Схема расположения участка приведена на рисунке 1.



■ - исследуемая территория

Рис. 1. Местоположение участка строительства жилого дома по ул. Зверева, с. Катравож, Приуральский район, ЯНАО

Посёлок Катравож расположен на левом берегу Оби в устье реки Сось. Рельеф изучаемой территории слабохолмистый, с общим уклоном на восток, юго-восток в сторону долины рек Сось и Санкаръёган. В соответствии с требованиями СП 131.13330.2021, участок исследования относится к климатическому подрайону 1Г [5]. Температура воздуха наиболее холодных суток составляет минус 43°С. Нормативное значение ветрового давления – 0,48 кПа, вес снегового покрова – 2,5 кН/м² [6]. Участок расположен в существующей жилой застройке.

С двух сторон территория, отведенная под строительство многоквартирного жилого дома на улице Зверева в селе Катравож, ограничена автомобильными дорогами общего пользования с твердым покрытием из железобетонных плит. С двух других сторон ограничена проездами местного использования. Через участок проходит проезд от здания поселковой администрации до улицы Зверева, который делит его на две равные части. Автомобильная дорога по улице Зверева была построена в 2014–2015 годах (рис. 2). В транспортном потоке преобладают сверхтяжелые автомобили. На момент производства инженерно-геологических изысканий на участке изучения процесс осадки грунтов основания дороги в процессе эксплуатации был полностью завершен. Наличие дорог общего пользования создало препятствие для естественного стока поверхностных вод с участка и привело к постепенному его заболачиванию.



Рис. 2. Автомобильная дорога общего пользования с твердым покрытием из железобетонных плит по улице Зверева, с. Катравож

На момент изысканий 2022 года было установлено, что практически вся прилегающая к автомобильной дороге по улице Зверева территория подвержена процессу заболачивания. В соответствии с СП 115.13330.2016 «Геофизика опасных природных воздействий. Актуализированная редакция СНиП 22-01-95», по площадной территории, категория опасности по подтоплению оценивается как «весьма опасная», т.к. площадная пораженность соответствует 75%. Большая часть территории, отведенной для строительства жилого дома, подвержена заболачиванию. Только на возвышенностях частично присутствуют дикорастущие деревья и кустарники.

Результаты и обсуждение

Инженерно-геологические изыскания для строительства жилого дома производились в декабре 2020 года. В процессе их производства в соответствии с требованиями части 1 СП 11-105-97, СП 47.13330.2016 было выполнено бурение геологических скважин в количестве 5 шт., глубиной 15 м., по схеме «простой конверт» [8]. Бурение осуществлялось установкой УГБ-1ВС колонковым способом [1, 7, 11]. Абсолютные отметки устьев скважин изменяются от 13,03 до 13,99, перепад отметок составляет 0,96 метра. На рисунке 3 представлена схема расположения геологических выработок на участке изыскания.

В процессе буровых работ на момент изысканий (декабрь 2020 года) были вскрыты многолетнемерзлые грунты на глубинах 3,5–4,0 метра. Замеры температур грунтов в скважинах осуществлялись контроллером цифровых датчиков портативным ПКЦД-1/16 с термокосой. Согласно п. 6.8 ГОСТ 25358-2012 «Грунты. Метод полевого определения температуры» для инженерно-геокриологических исследований, измерения температуры в скважинах произведены по схеме: в пределах первых 5 м –

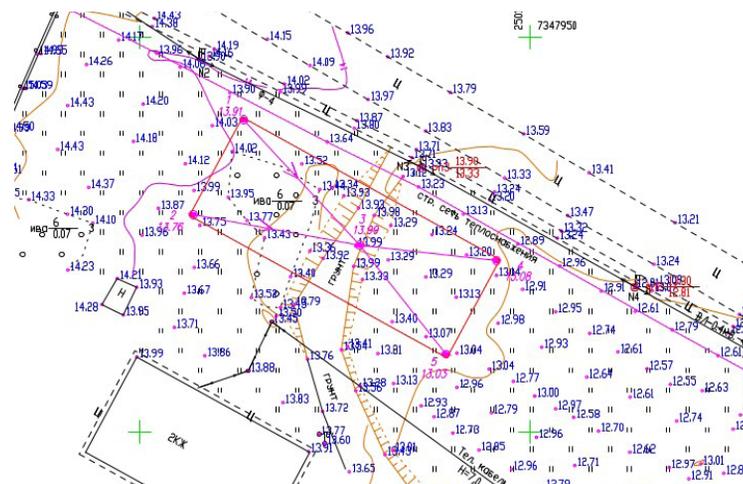
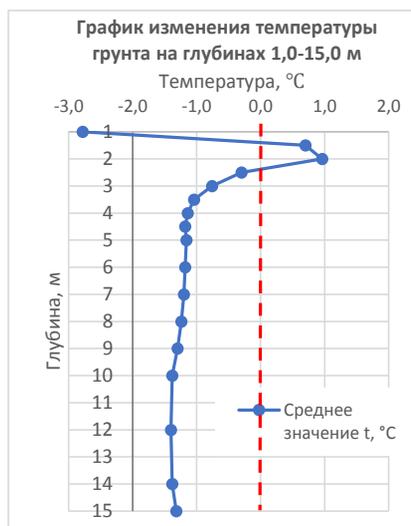


Рис. 3. Схема расположения геологических выработок на объекте, расположенном по улице Зверева, с Катравож, Приуральский район, ЯНАО. Декабрь 2020 г.

кратными 0,5 м; затем до глубины 10 м – кратными 1 м, свыше 10 м – кратными 2 м, а также на забое скважины. Глубина нулевых температур составляла 1,5–2,0 метра. График распространения температур грунта по глубине скважин приведён на рисунке 4.

Глубина, м	Значение температура грунта, °С					
	сква.1	сква.2	сква. 3	сква. 4	сква. 5	среднее
1	-2,5	-2,5	-5,1	-1,4	-2,4	-2,8
1,5	1	0,9	0,5	0,8	0,3	0,7
2	0,4	1,3	0,8	1,5	0,8	1,0
2,5	-0,2	-0,2	-0,4	0,4	-1,1	-0,3
3	-0,8	-0,5	-0,9	-0,5	-1,1	-0,8
3,5	-0,9	-1	-1,1	-1	-1,2	-1,0
4	-1,1	-1,2	-1,1	-1,1	-1,2	-1,1
4,5	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,1	-1,2
5	-1,1	-1,1	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2
6	-1,2	-1,1	-1,1	-1,3	-1,2	-1,2
7	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2
8	-1,1	-1,3	-1,3	-1,2	-1,3	-1,2
9	-1,2	-1,4	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3
10	-1,3	-1,5	-1,4	-1,3	-1,4	-1,4
12	-1,4	-1,5	-1,4	-1,3	-1,4	-1,4
14	-1,3	-1,5	-1,4	-1,4	-1,3	-1,4
15	-1,2	-1,4	-1,4	-1,3	-1,3	-1,3



а

б

Рис. 4. Результаты термометрии по результатам измерения (декабрь 2020 г.) на объекте «Многоквартирный жилой дом», расположенный по улице Зверева, с. Катравож, Приуральский район, ЯНАО, грунтов (а – таблица температурных значений в скважинах; б - график распространения среднего по пяти скважинам значения температур грунта на глубинах 1,0–15,0 м)

По результатам камеральной обработки материалов полевых работ и лабораторных исследований грунтов был выделен один слой и 3 инженерно-геологических элемента: слой 1 – техногенный (насыпной) грунт: песок средней крупности, средней плотности, средней степени водонасыщения (tQIV); ИГЭ-1 – суглинок текучий, с прослоями глины текучей с низким содержанием органических веществ (aQIII); ИГЭ-2 – суглинок текучепластичный, с примесью органического вещества (aQIII); ИГЭ-3 – суглинок твердомёрзлый, слабодыстый, с примесью органического вещества, при оттаивании текучепластичный и текучий (aQIII).

Грунтовые воды были вскрыты в процессе буровых работ во всех геологических скважинах под слоем техногенного грунта. Уровень появления и установления грунтовых вод зафиксирован на глубинах 0,40–0,60 метра, абсолютные отметки уровня появления грунтовых вод соответствует 13,41–13,53 м.

С целью подтверждения геокриологических условий в октябре 2022 года на исследуемом участке сотрудниками ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» были выполнены контрольные инженерно-геологические изыскания: пробурены геологические скважины в количестве пяти штук, глубиной 15 метров каждая, по схеме «простой конверт» [8], в непосредственной близости к скважинам, пробуренным в декабре 2020 года. Буровые работы осуществлялись буровой установкой УБШМ 1-20, колонковым способом [1, 7, 11]. Термометрические исследования произведены в соответствии с требованиями ГОСТ 25358-2012. Замер температур грунта произведён термометрической косой ТКЦ-02.



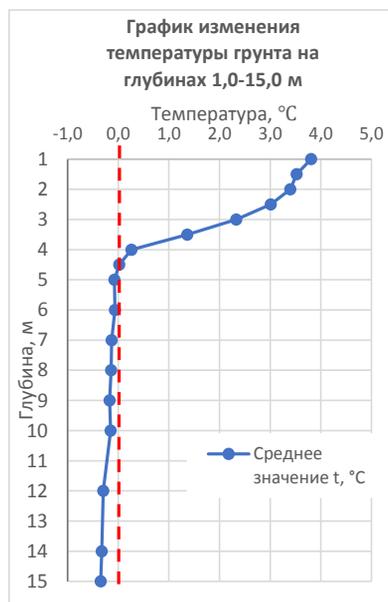
В процессе буровых работ грунтовые воды были вскрыты всеми скважинами на глубине 0,0-0,6 метра. В скважине № 2 грунтовые воды вышли на дневную поверхность. Наличие поверхностных и надмерзлотных грунтовых вод, имеющих температуры выше нуля градусов Цельсия, приводит к ускорению процесса растепления грунтов. На рисунке 5 приведен уровень грунтовых вод на соседнем участке по улице Зверева, расположенном в тех же геокриологических и ландшафтных условиях.

Рис. 5. Устоявшийся уровень грунтовых вод на улице Зверева, с. Катравож

Исходя из общего геологического строения и свойств грунтов, по результатам изысканий 2022 года, на исследуемой территории были выделены следующие инженерно-геологические элементы: ИГЭ-1 – почвенно-растительный слой (pdQIV); ИГЭ-2 – суглинок мягкопластичный легкий (aQIII); ИГЭ-3 – суглинок текучепластичный легкий песчанистый (aQIII); ИГЭ-4 – суглинок текучий легкий песчанистый (aQIII). В соответствии с полевым описанием, грунты, находящиеся в мёрзлом состоянии, встречены только в трех скважинах, с глубины 4,2–6,3 метра. Результаты измерений температуры грунтов и график распределения по глубине приведены на рисунке 6. Скважины, расположенные в низменной части участка, на момент изысканий были представлены только текучими грунтами. Результатами контрольных инженерно-геологических изысканий был подтвержден литологический состав грунтов геологических разрезов на участке, выявленный по результатам изысканий 2020 года.

Глубина, м	Значение температура грунта, °C					
	скв. 1	скв. 2	скв. 3	скв. 4	скв. 5	среднее
0	6	6	5	5	5	5,4
0,5	3,95	2,55	4,08	3,96	4,02	3,7
1	4,18	2,3	4,25	4,05	4,27	3,8
1,5	3,25	2,48	4,1	3,77	4,02	3,5
2	2,05	3,2	5,01	3,52	3,2	3,4
2,5	1,55	2,98	4,78	3,18	2,57	3,0
3	0,25	2,75	4,33	2,76	1,56	2,3
3,5	0,19	0,54	3,3	2,22	0,56	1,4
4	0,1	-0,2	0,2	1,09	0,12	0,3
4,5	-0,09	-0,2	-0,1	0,36	0,12	0,0
5	-0,1	-0,2	-0,2	0,18	-0,06	-0,1
6	0	0,1	-0,2	-0,12	-0,1	-0,1
7	0	0,05	-0,2	-0,4	-0,1	-0,1
8	0	-0,05	-0,2	-0,2	-0,25	-0,1
9	0,01	-0,15	-0,2	-0,2	-0,31	-0,2
10	0,02	-0,1	-0,1	-0,25	-0,31	-0,1
12	0,02	-0,1	-0,5	-0,4	-0,5	-0,3
14	0	-0,1	-0,5	-0,45	-0,57	-0,3
15	0	-0,1	-0,5	-0,5	-0,63	-0,3

а



б

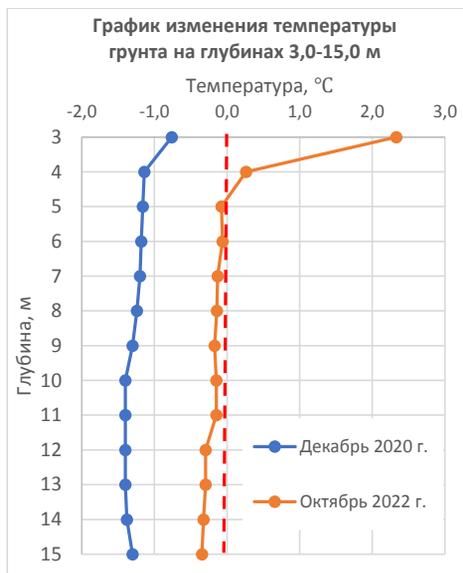
Рис. 6. Температура грунта на глубинах от 1,0 до 15,0 метров по данным замеров в октябре 2022 года на объекте: «Многоквартирный жилой дом», расположенный на ул. Зверева, с. Катравож, Приуральского района (а – таблица температурных значений грунта на глубинах, б – график изменения температур на глубинах от 1,0 до 15,0 м)

Результаты термометрических наблюдений на участке изучения показали, что температуры грунта, распространённые по глубине, не имеют таких низких значений, как на момент изысканий 2020 года. Повышение

температуры грунта за двухлетний период на глубинах от 4,0 до 15,0 метров составляет в среднем 1,0°C. Температуры грунта до глубины 4,0 метра в расчёт не принимались. Сравнительный график температуры грунта приведён на рисунке 7.

Глубина, м	Среднее значение температура грунта, °С		Изменение температуры
	Декабрь 2020 г.	Октябрь 2022 г.	
0	-31,6	5,4	
0,5	-14,4	3,7	
1	-2,8	3,81	
1,5	0,7	3,5	
2	1,0	3,4	
3	-0,8	2,3	3,09
4	-1,1	0,3	1,40
5	-1,2	-0,1	1,08
6	-1,2	-0,1	1,12
7	-1,2	-0,1	1,07
8	-1,2	-0,1	1,10
9	-1,3	-0,2	1,13
10	-1,4	-0,1	1,25
11	-1,4	-0,1	1,25
12	-1,4	-0,3	1,10
13	-1,4	-0,3	1,10
14	-1,4	-0,3	1,06
15	-1,3	-0,3	0,95

а



б

Рис. 7. Сравнительный график средних значений температур грунта, распределенных на глубинах от 3,0 до 15,0 м, по данным замеров в декабре 2020 и октябре 2022 года на объекте: «Многоквартирный жилой дом», расположенный на ул. Зверева, с. Катравож, Приуральского района (а — таблица средних значений температур грунта на глубинах, б — график изменения температур на глубинах)

Подобная картина наблюдается в селе Катравож и на улице Новой, где от процессов растепления грунтов основания фундамента под двумя жилыми домами в результате влияния техногенных факторов была нарушена несущая способность свайного фундамента [9, 10]. Деформация грунтового основания повлекла за собой деформацию стен жилых домов. Предположительно, такие изменения состояния грунтов произошли из-за следующих причин: частые протечки водонесущих систем и канализации; строительство автомобильных дорог, нарушающих естественный сток поверхностных вод; отсутствие водоотводящих систем каналов и дренажей. Как следствие, глубина заложения свай, принятая при проектировании, оказалась недостаточной для сохранения устойчивости свайного фундамента в условиях деградирующей мерзлоты.

Заключение

Широкое распространение многолетнемерзлых пород и прохождение южной границы криолитозоны по территории округа определяет значительные климатические риски в связи с мерзлотными процессами и явлениями, происходящими при деградации мерзлых пород. Оттаиванию и сокращению площади распространения многолетнемерзлых пород подвержено более четверти территории округа. Наиболее подвержены процессу деградации территории, расположенные по берегам многочисленных рек и озер, к которым относится село Катравож, Приуральского района, ЯНАО. В связи с повсеместным существованием сезонно-мерзлого слоя в период снеготаяния ежегодно происходит подтопление территории и связанные с этим процессы, угрожающие сохранению жизнеспособности объектов капитального строительства. Помимо этого, увеличение температуры многолетнемерзлых пород приводит к снижению несущей способности фундаментов ниже проектных значений, что уже на сегодняшний день наносит ежегодные миллиардные ущербы. Для строительства устойчивого и долговечного здания необходимо адаптировать типовые проекты под геокриологические условия на каждом конкретном участке, что позволит обеспечить надёжность строительных конструкций и сократить риски деформации основания и разрушения здания.

Основываясь на результатах контрольных инженерно-геологических изысканий, производимых в октябре 2022 года, с целью продолжения процесса строительства жилого дома по улице Зверева, можно дать следующие рекомендации:

1. Произвести планировку территории застройки, сопровождающуюся регуляцией поверхностного стока;
2. Рассмотреть возможность смещения площадки строительства на участок, расположенный на возвышенности (абсолютные отметки устьев скважин 13,03-13,40);
3. С целью возможного внесения изменений в проект произвести расчёты несущей способности фундамента с увеличенной глубиной заложения свай до 12 метров, нижний конец которых будет опираться на грунты, находящиеся в мёрзлом состоянии и имеющие температуры грунта минус 0,5 – минус 0,6°С;
4. Организовать мероприятия по отведению избытков влаги за пределы территории строительства посредством обустройства систем канав и дренажей;
5. Рассмотреть возможность применения II принципа использования вечномёрзлых грунтов в основании фундамента для строительства данного жилого дома.

Список источников

1. Свод правил 446.1325800.2019 «Инженерно-геологические изыскания для строительства» – Москва: Стандартинформ, 2019. – 8-10 с.
2. Рекомендации по наблюдению за состоянием грунтов оснований и фундаментов зданий и сооружений, возводимых на вечномёрзлых грунтах / НИИОСП им. Н.М. Герсеева Госстроя СССР. – Москва: Стройиздат, 1984. – 32 с.
3. Строительные нормы и правила 11-18-76 «СНиП II-18-76 Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах» / Стройиздат, 1977. – 8 с.
4. Структура и параметры геокриологического мониторинга / А.В. Брушков, Д.С. Дроздов, В.А. Дубровин, М.Н. Железняк и [др.]. // Научный вестник Арктики. 2022. № 12. С. 78–88.
5. СП 131.13330.2021 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99» / Минстрой России, 2021. – 31-32 с.
6. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85» – Москва: Стандартинформ, 2018. – 12-14 с.
7. Свод правил 47.13330.2012 «Инженерные изыскания для строительства. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96» – Москва: Мин-регион России, 2012.
8. Взрывные работы. Пособие для обучения персонала по профессии «Взрывник» / Республика Казахстан, 2004. – 16с.
9. Свод правил 497.1325800.2020 «Основания и фундаменты зданий и сооружений на многолетнемерзлых грунтах. Правила эксплуатации» / Москва: Минстрой России, 2020. – 30 с.
10. Свод правил 255.1325800.2016 «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения» – Москва: Стандартинформ, 2018. – 11 с.
11. Свод правил 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ» / ПНИИИС Госстроя России, 1997. – 14-18 с.

Сведения об авторе

Башкова Анна Александровна, 1974 г.р., окончила Ангарскую государственную техническую академию по специальности «химическая переработка топлива и углеродосодержащих материалов», квалификация «инженер». С 2022 года в ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики»

(г. Салехард, Россия) – научный сотрудник. Область научных интересов: Арктика, мерзлотоведение, гидрогеология, строительство.

Статья поступила в редакцию 03.02.2023 г., принята к публикации 31.03.2023 г.

The article was submitted on February 03, 2023, accepted for publication on March 31, 2023.