

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ И ГРУНТОВЕДЕНИЕ

Научная статья

УДК 550.822: 504.05: 624.131.3

doi: 10.26110/ARCTIC.2023.120.3.003

ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ, ПОСТРОЕННЫХ В КРИОЛИТОЗОНЕ, ДЛЯ ОЦЕНКИ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕЙ БЕЗАВАРИЙНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Антон Иванович Синицкий¹, Станислав Сергеевич
Тимошенко², Владимир Валерьевич Вануйто³*

^{1, 2, 3}Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

¹AISinitskii@yanao.ru

²SSTimoshenko@yanao.ru

³Vovafra@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены материалы натурального обследования капитального трехэтажного строения, одного из социальных объектов города Салехарда. Здание построено в 1980-е годы на многолетнемерзлых грунтах на свайном фундаменте и с вентилируемым подпольем. В ходе визуального осмотра и проведенных полевых работ выявлено, что для безаварийной эксплуатации подобных объектов необходимо строго придерживаться требований по контролю оснований, фундаментов зданий согласно принятым нормативным документам.

Ключевые слова: многолетнемерзлый грунт, температура грунтов, свайный фундамент, проветриваемое подполье, визуальный осмотр, мониторинг технического состояния зданий, требования по эксплуатации оснований.

Цитирование: Синицкий А.И., Тимошенко С.С., Вануйто В.В. Обследование технического состояния зданий, построенных в крио-

литозоне, для оценки дальнейшей их безаварийной эксплуатации // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. (120). № 3. С. 32-50. Doi: 10.26110/ARCTIC.2023.120.3.003

Original article

INSPECTION OF THE TECHNICAL CONDITION OF BUILDINGS CONSTRUCTED IN THE CRYOLITHOZONE TO ASSESS THEIR FURTHER TROUBLE-FREE OPERATION

Anton I Sinitsky¹, Stanislav S Timoshenko², Vladimir V Vanuito³

^{1, 2, 3}Arctic Research Center, Salekhard, Russia

¹ASinitskii@yanao.ru

²SSTimoshenko@yanao.ru

³Vovafra@yandex.ru

Abstract. The article presents the materials of a full-scale survey of a building in the city of Salekhard. The social facility was built on permafrost in the 1980s on a pile foundation. Visual inspection and engineering-geological surveys have shown that for trouble-free operation it is important to comply with the requirements of regulatory acts on control.

Keywords: permafrost, soil temperature, pile foundation, ventilated underground, visual inspection, monitoring of the technical condition of buildings, requirements for the operation of the foundation.

Citation: Sinitsky A.I., Timoshenko S.S., Vanuito V.V. Inspection of the technical condition of buildings constructed in the cryolithozone to assess their further trouble-free operation // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug. 2023. (120). No. 3. P. 32-50. Doi: 10.26110/ARCTIC.2023.120.3.003

Введение

Общий мониторинг технического состояния капитального трехэтажного строения, одного из социальных объектов города Салехарда (далее — детский сад, здание, объект), выполнялся в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 31937-2011 [1], который распространяется в т.ч. на проведение работ по:

- обследованию технического состояния зданий и сооружений для оценки возможности их дальнейшей безаварийной эксплуатации или необходимости их восстановления и усиления конструкций;

- общему мониторингу технического состояния зданий и сооружений для выявления объектов, конструкции которых изменили свое напряженно-деформированное состояние и требуют обследования технического состояния.

Предполагаемый период строительства обследуемого здания детского сада – 1980-е годы. Основание такого вывода – в проветриваемом подполье зафиксирована трещина в свайном ростверке фундамента, маркированная датой 20.10.1987 года. Точный год строительства нам неизвестен. Получить какую-либо проектную документацию на объект в соответствующих службах не удалось.

Важно отметить, что на объекте не установлены сезоннодействующие охлаждающие устройства.

Дополнительно были выполнены работы по проходке и опробованию инженерно-геологических выработок и их документирование в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 СНиП 11-02-96 [2], ГОСТ 25100-2020 [3].

Сведения и данные об объекте

Фундамент – свайный объединенный ленточным монолитным железобетонным ростверком. Принцип использования многолетнемерзлых грунтов в качестве основания сооружений – I, когда многолетнемерзлые грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения, или с допущением их промораживания в период строительства и эксплуатации согласно СП 25.13330.2020, п. 6.1 [4]. Уровень ответственности здания по ГОСТ 27751-2014 – II (нормальный) [5].

В северо-западной части обследуемого участка с внешней стороны здания расположена термометрическая скважина, обустроенная ранее, во времена строительства. В июне 2022 года в проветриваемом подполье здания было выполнено бурение двух инженерно-геологических скважин глубиной 12 м, а в феврале 2023 года дополнительно оборудованы еще три горные выработки, тип бурения – колонковый. Таким образом в контуре объекта расположены шесть горных выработок, пригодных для проведения температурного мониторинга грунтов (рис. 1).

В зимний период 2023 года (февраль-март) был произведен общий мониторинг технического состояния данного капитального здания для выявления объектов, конструкции которых изменили свое напряженно-деформированное состояние за годы эксплуатации. Была также выполнена общая текущая оценка эксплуатации здания в зимнее время. В ходе об-

следования были выполнены следующие виды работ: бурение инженерно-геологических и термометрических скважин в проветриваемом подполье и снаружи здания (5 шт.); установка термометрического оборудования (система автоматического мониторинга мерзлоты «САМ-Мерзлота-Т», производства ИП Кураков С.А.); визуальный технический осмотр проветриваемого подполья и внешний периметр здания с фотофиксацией деформаций свайного фундамента.

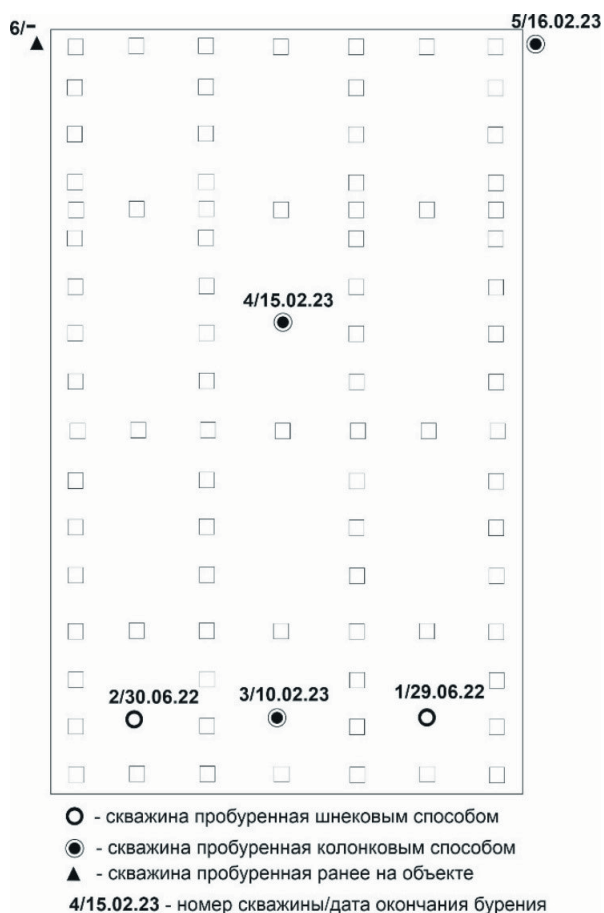


Рис. 1. Схема расположения инженерно-геологических скважин на объекте МБДОУ Детский сад «Золотая рыбка»

Участок работ относится к району II категории сложности инженерно-геологических условий [2].

Территория, где расположено здание детского сада, расположена в центральной части одного из районов г. Салехарда, на высоком правом берегу реки Полуй. Окружающая территория застроена, проложены дороги, коммуникации.

Территория объекта относится к геоморфологическому уровню третьей надпойменной террасы р. Оби (озерно-аллювиальная равнина). Абсолютные отметки в пределах площади изменяются от 22 до 23 метров.

Четвертичный полигенетический сезонно-водоносный горизонт распространен повсеместно на участках залегания многолетнемерзлых грунтов. Основной фактор при выделении этого горизонта – климатический, подземные воды в жидкой фазе содержатся только в теплый период года (около 4 месяцев). Зимой подземные воды полностью промерзают.

Замер установившегося уровня грунтовых вод не производился. Водовмещающими грунтами служат суглинки, пески пылеватые рыхлые и пески мелкие средней плотности, водонасыщенные, водоупорными грунтами служат охлажденные грунты.

Геокриологические условия

Согласно «Карте геокриологического районирования Западно-Сибирской равнины по верхнему горизонту мерзлой толщи» М 1:1 500 000 и атласу ЯНАО (председатель ред. коллегии И.Л. Левинзон, географическая основа 2006 г. М 1:1 3 500 000), район изысканий расположен в Пур-Тазовской геокриологической области, в граничной зоне сплошного и прерывистого распространения многолетнемерзлых пород, которые развиты на всех уровнях, вплоть до пойм средних и мелких рек [6]. Территория исследования характеризуется распространением твердомерзлых, пластичномерзлых и талых грунтов. В зимний период многолетняя мерзлота не соединяется с сезонной (ввиду глубокого залегания многолетнемерзлых грунтов) и таким образом относится к типу «не сливающейся».

Температура грунтов на объекте по замерам в скважинах на конец холодного периода года, апрель 2023, на глубине 3-12 метров изменяется в широком диапазоне от - 0,2 до - 4,5 °С. Глубину годовых нулевых амплитуд на данном объекте определить пока не представляется возможным в связи с коротким наблюдательным периодом за температурой грунтов. Средняя температура грунтов на глубине 12,0 м составляет -0,5 °С.

Следует отметить, что единичные замеры температуры грунтов при изысканиях не могут охарактеризовать всего многообразия температурного режима современного состояния мерзлоты в пределах объекта, и прогноз, составленный на их основе, не всегда достоверен. В этой связи организация непрерывных наблюдений за температурой грунтов оснований на платформе единого информационного портала автоматизированной системы геотехнического мониторинга (далее – АСГТМ ГИС «ЯМАЛ-АРКТИКА») видится единственным правильным решением.

В процессе бурения на объекте установлено, что исследуемые грунты характеризуются следующими криотекстурами: глини-

стые грунты преимущественно слоистой, песчаные – массивной.

Сезонно-мерзлый слой (далее – СМС) представляет собой верхние горизонты толщ соответственно талых грунтов, подвергающихся сезонным температурным преобразованиям. Граница между сезоннотальными и многолетнемерзлыми грунтами условная, т.к. в зависимости от погодных и техногенных условий глубина протаивания – промерзания может изменяться. В связи с этим считаем, что глубины выше 3 метров не рассматривать как показательные при анализе температурных данных.

Оттаивание грунтов начинается со второй половины апреля, после установления положительных температур в дневное время, и продолжается до конца сентября. Промерзание грунтов начинается с начала октября, с момента устойчивого перехода температуры воздуха через 0 °С.

Результаты опробования инженерно-геологических выработок

Основной целью инженерных изысканий является прежде всего обеспечение строительных организаций информацией о комплексе природных условий, т.е. информацией, которая необходима как для обоснования проектно-конструкторских решений, так и производства строительных и инженерных работ [7]. Возникает ряд логичных вопросов: на сколько качественно были выполнены инженерные изыскания в процессе предпроектных работ на исследуемом объекте? Деформации в свайном фундаменте начались в процессе строительства здания или уже на стадии его эксплуатации (рис. 14)? В чем первопричина, вызвавшая деформации? Это нарушения требований к эксплуатации или недобросовестные работы по забивке свай на этапе строительства и т.п.? На эти вопросы ответить уже не представляется возможным, т.к. очевидно, что на объекте в процессе всего его жизненного цикла полноценного геотехнического мониторинга или даже периодических осмотров не проводилось.

В этой связи проведение инженерных изысканий на современном этапе является ключевым фактором при обследовании технического состояния объекта.

Бурение первых двух скважин в проветриваемом подполье осуществлялось в период 29-30 июня 2022 года. Остальные три инженерно-геологические скважины были пробурены с 08 по 16 февраля 2023 года. Все горные выработки имеют глубину 12 м, которые обсажены полиэтиленовой трубой ПЭ-100 SDR 13,6 - 40×3 для оборудования их впоследствии термометрическими косами (рис. 2, 3).



Рис. 2, 3. Буровые работы и выгрузка образцов грунта в проветриваемом подполье объекта исследований, скв. 3

В процессе бурения скважин № 1 и 2 в конце июня 2022 года по всей глубине горной выработки был вскрыт переувлажненный грунт, преимущественно рыхлые, пылеватые, мелкие пески, а также суглинок текуче-пластичный. Бурение осуществлялось шнековым способом, поэтому отбор образцов грунта ненарушенного сложения не представлялся возможным.

Бурение инженерно-геологических скважин № 3, 4, 5 в середине февраля 2023 года, когда проходка осуществлялась уже по мерзлomu грунту колонковым способом, позволило отобрать образцы ненарушенного строения (монолиты) и построить полноценный геологический разрез (рис. 4, 5).



Рис. 4. Пример образца грунта ненарушенного сложения, песок средней крупности, мерзлый, криотекстура массивная. В талом виде средней плотности, ожелезненный, интервал 6,2-6,5 м, скв. 4

Описание выработки скв. N 4

Объект: ДС Золотая Рыбка

Местоположение: ул. Салехард, ул. Маяковского, 14.

Способ бурения: колонковое

Ø 108 мм

Абс.отм. 23.00 м

Глубина 12.00 м

Дата бурения: 15.02.2023 г

СТРАТИГР. ИНДЕКС	N ИГЭ	АБС. ОТМ	ГЛУБ. ЗАЛ.	МОЩ- НОСТЬ	О П И С А Н И Е Г Р У Н Т О В		Глубина под вод пойд. уст.
		22.90	0.10	0.10	Бетон		Воды нет
		21.90	1.10	1.00	Насыпь- Песок мелкий, серо-коричневый, суглинка тугопласт. песчанистый, рыхлый. Сезонномерзлый, криотекстура массивная		
		18.40	4.60	3.50	Сезонномерзлый, криотекстура массивная Песок пылеватый желто-серый, ожелезненный, суглинка тугопласт., рыхлый		
		17.50	5.50	0.90	Пластичномерзлый, криотекстура слаболистовая Глина серая, текучепластичная, ожелезненная		
		13.60	9.40	3.90	Твердомерзлый, криотекстура массивная Песок мелкий серый, ожелезненный, суглинка тугопласт.песчанистого, средней плотности		
		11.00	12.00	2.60	Твердомерзлый, криотекстура массивная Песок мелкий серый, средней плотности		

Рис. 5. Литологическая колонка грунтов оснований в скв. 4

Геологический разрез на объекте представлен озерно-аллювиальными грунтами, преимущественно песчано-суглинисто-глинистым составом. В верхней части разреза, под техногенным грунтом, сложенным мелким песком и мощностью до 1,7 м, залегают песок пылеватый, в летнее время часто водонасыщенный, ожелезненный (глубина подошвы слоя 4,6 – 5,3 м). Иногда границу техногенного грунта и песка природного сложения отличить проблематично.

В средней части разреза преобладают глинистые грунты, которые распространены в интервале глубин от 4,6 до 7,4 м. Наибольшая мощность глин вскрыта в южной части объекта, в скв. 3, здесь она более двух метров. Именно этот глинистый слой предположительно и является природным флюидоупором для сезонно-водоносного горизонта в летний период.

Нижняя часть разреза, с глубины 5,5 – 7,4 м и до глубины изысканий (12,0 м), представлена мелким песком средней плотности, иногда ожелезненного, с прослоями суглинка тугопластичного.

Лабораторных исследований с отобранными образцами грунта нарушенного и ненарушенного сложения на данном этапе исследований не проводилось.

Термометрические измерения в скважинах на объекте

С 15.02.2023 года детский сад оснащён термометрическим оборудованием системы автоматического мониторинга мерзлоты «САМ-Мерзлота-Т» (производство ИП Кураков Сергей Анатольевич, г. Томск). Установлено 5 термометрических кос на глубину 12 метров в скв. 1, 2, 4, 5, 6, охватывающих равномерно всю площадь здания. Измерение, запись и передача значений температуры грунтов происходит в автоматическом режиме и отображается на едином информационном портале автоматизированной системы геотехнического мониторинга ГИС «ЯМАЛ-АРКТИКА» (<https://monitoring.arctic.yanao.ru/newmap/index.html>) (рис. 6).

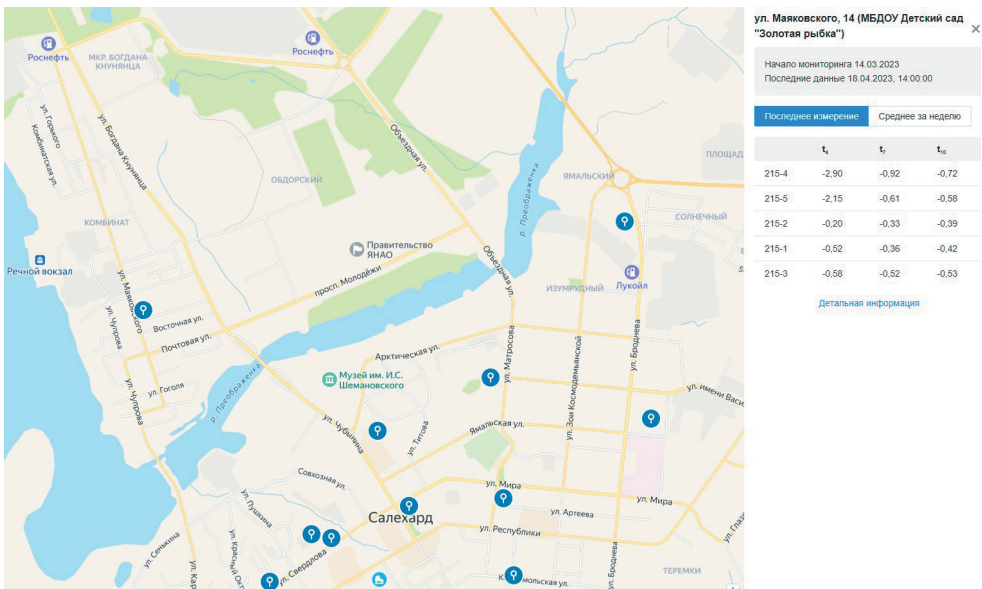


Рис. 6. Информационный портал АСГТМ ГИС «ЯМАЛ-АРКТИКА»

Термометрическое оборудование было установлено в следующем порядке: в скв. 1 – термокоса 215-1; в скв. 2 - термокоса 215-2; в скв. 4 – термокоса 215-3; в скв. 5 – термокоса 215-4; в скв. 6 – термокоса 215-5 (рис. 7 – 10).

Анализ температурных измерений грунтов с 01 по 20 апреля 2023 года, в период, когда они находятся в максимально холодном состоянии, показал, что самая низкая температура наблюдается в северной части здания, в точках установки термокос 215-4 и 215-5. На глубине 3 метра температура здесь отмечена ниже -4°C , а на глубине 6 метров только $-1,4^{\circ}\text{C}$.

Юго-западная часть здания наиболее «теплая», здесь, в точке наблюдения 215-2, зафиксированы самые высокие относительные показатели

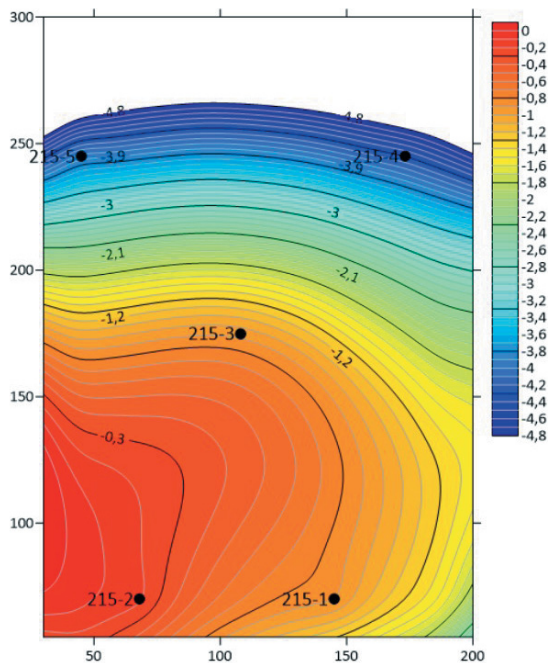


Рис. 7. Температурное поле грунтов под объектом на глубине 3 метров на 20.04.2023 года

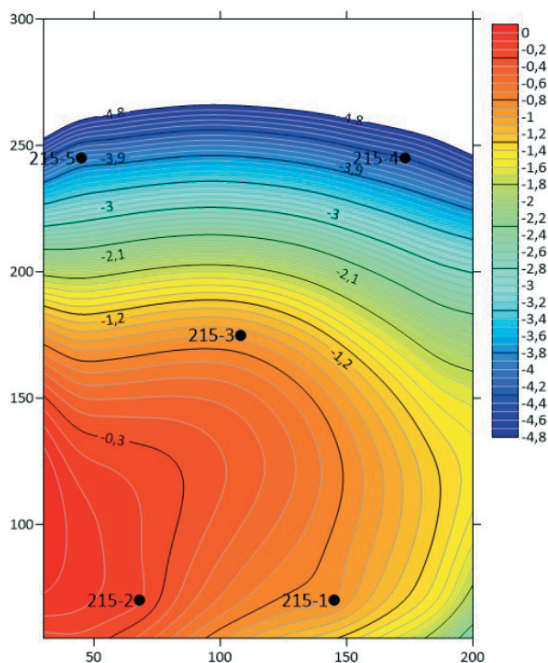


Рис. 8. Температурное поле грунтов под объектом на глубине 6 метров на 20.04.2023 года

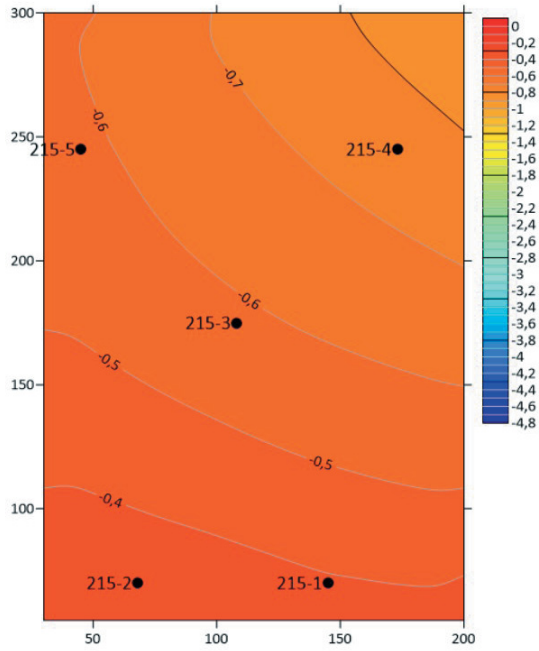


Рис. 9. Температурное поле грунтов под объектом на глубине 9 метров на 20.04.2023 года

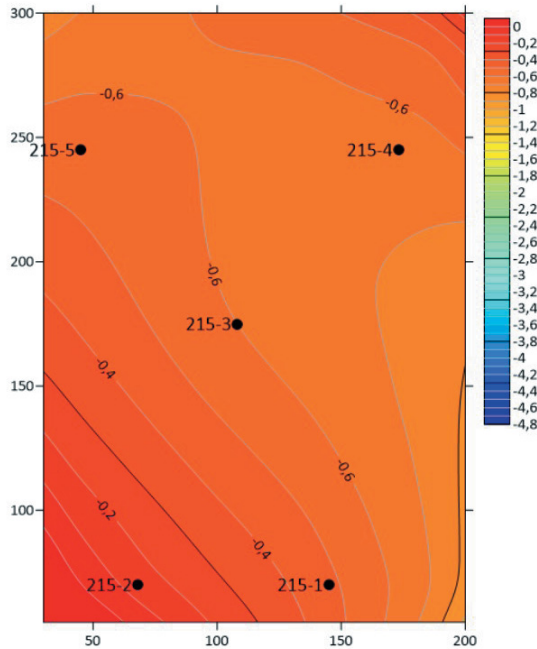


Рис. 10. Температурное поле грунтов на глубине 12 метров на 20.04.2023 года

температуры по всей глубине изысканий, $-0,18$ °С на глубине 3 м и $-0,12$ °С на глубине 12 м. Таким образом с глубиной температура возрастает, а также отмечается выравнивание температурного поля массива грунта под зданием по площади.

На глубинах 9-12 метров фиксируются околонулевые значения, здесь по пяти точкам наблюдения температура грунтов колеблется в узком интервале от $-0,45$ до $-0,75$ °С. В точке 215-2 на 12 м отмечается максимальное значение температуры грунтов, $-0,12$ °С. Юго-западный угол здания имеет повышенные относительные значения температуры по всему разрезу горной выработки.

Результаты общего мониторинга технического состояния капитального строения

Согласно ГОСТ 31937-2011, п. 4.4 [1] обследование и мониторинг технического состояния зданий и сооружений проводят в т.ч. при обнаружении значительных дефектов, повреждений и деформаций в процессе технического обслуживания, осуществляемого собственником здания (сооружения).

Обследование фундамента зданий (сооружений), построенных с сохранением вечномерзлого состояния грунтов основания, предпочтительно проводить в зимний период, построенных на оттаивающих и талых грунтах – в летний период года. Период обследования объекта – март 2023 года.

При осмотре свайного фундамента обследуемого здания фиксировались:

- трещины в конструкциях (поперечные, продольные, наклонные и др.);
- оголения арматуры;
- вывалы бетона и каменной кладки, каверны, раковины, повреждения защитного слоя, выявленные участки бетона с изменением его цвета;
- повреждения арматуры, закладных деталей, сварных швов (в том числе в результате коррозии);
- наиболее поврежденные и аварийные участки конструкций фундаментов.

В состав работ по обследованию грунтов оснований здания вошло бурение пяти скважин с отбором образцов грунта нарушенного и ненарушенного сложения.

При обследовании колонн определялись их конструктивные решения, измерялись обнаруженные деформации (отклонение от вертикали, выгиб, смещение узлов), фиксировалось местоположение, расположение и характер трещин и повреждений.

Визуальный осмотр колонн свайного фундамента с помощью строительного пузырькового уровня показал, что практически все сваи южной части здания подвержены отклонению от вертикали (рис. 11, 12).

Наибольшее число трещин в свайном ростверке фундамента зафиксировано в южной и центральной частях здания (рис. 13, 14), здесь же отмечается проседание монолитного плитного перекрытия в основании фундамента.



Рис. 11, 12. Отклонение от вертикали свай фундамента в южной части здания



Рис. 13, 14. Фиксация трещин в ростверке фундамента в центральной и южной частях здания

Общая схема здания с отклонением свайного основания фундамента в генеральном южном направлении представлена на рис. 15.

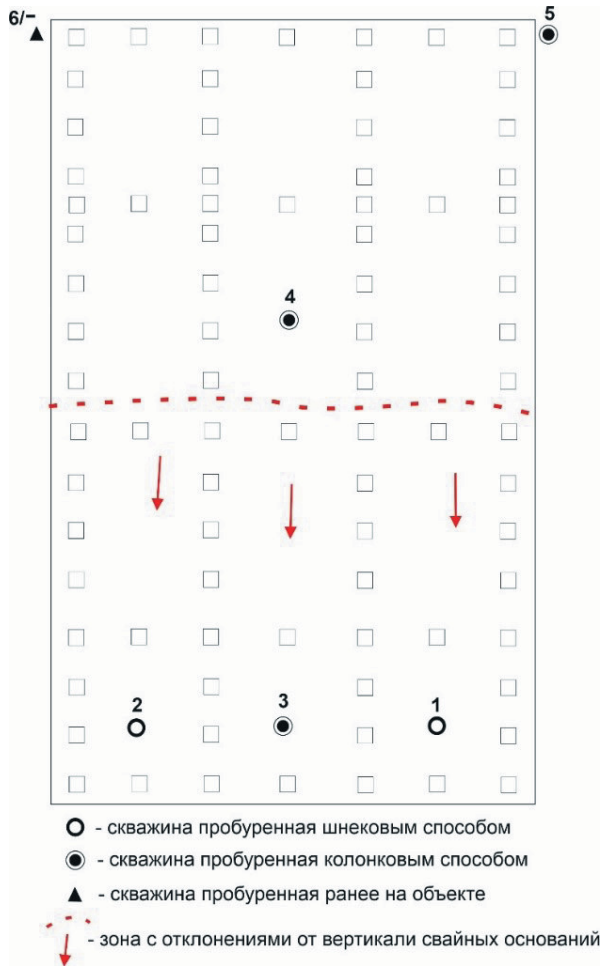


Рис. 15. Схема здания с указанием зоны отклонений свайного основания фундамента в южном направлении

Проветриваемое подполье обследуемого объекта по всему периметру здания практически наглухо огорожено металлическим сайдингом, врезанные редкие вентиляционные отверстия явно в недостаточном количестве, чтобы обеспечить полноценную циркуляцию воздуха внутри. Внутренняя часть подполья частично захламлена, так, в центральной части здания отмечается куча строительного мусора, что может негативно влиять на общий тепловой режим подстилающего основания. Все эти факторы противоречат п. 6.2.1 и 6.2.2 СП 497.1325800.2020 [9], в которых сказано, что проветриваемое подполье должно быть свободным от

посторонних предметов и мусора. Вентиляционные отверстия проветриваемого подполья, предназначенные для свободного циркулирования наружного воздуха в течение года, должны быть открытыми. Фактически в зимнее время периметр изучаемого объекта вплотную к стенам завален снегом, собранным с дворовой территории, тем самым создавая свой, относительно теплый, микроклимат в подполье и препятствуя в нем свободной циркуляции воздуха (рис. 16).



Рис. 16. Недопустимое складирование снега по периметру здания, завал вентиляционных отверстий

Обсуждение (дискуссия)

Так что же делать с подобными капитальными объектами, если оценка дальнейшей их безаварийной эксплуатации признана неудовлетворительной? Проводить капитальный ремонт, реконструкцию объекта или же единственным решением будет его снос? А.Н. Пилясов в своей статье отмечает, что даже при наименьшем реалистичном сценарии изменения климата ущерб от деградации многолетней мерзлоты в рассматриваемой выборке из шести арктических городов (в т.ч. г. Салехард) может составить 13,6 млрд руб., или 3,5% от всего жилого фонда. При максимальном сценарии под угрозой окажется 59,7% жилого фонда стоимостью 232 млрд руб. Предотвратить потерю жилого фонда можно путем проведения капитальных ремонтов, однако при сильном увеличении их периодичности их стоимость превысит стоимость жилого фонда под угрозой обрушения.

Окончательный вывод о целесообразности выбора того или иного варианта действий (поддержка функционирования многоквартирных домов (далее – МКД) или постепенная замена их новыми) зависит от необхо-

димой частоты проведения капитальных ремонтов при деградации многолетней мерзлоты. Если увеличение частоты будет незначительно, тогда проведение капитальных ремонтов будет выгоднее. Если ремонт придется проводить в 1,5 и более раза чаще, то выгоднее постепенно заменять МКД под угрозой обрушения новыми вместо проведения учащенных капитальных ремонтов [8].

Выводы

1. Массив грунтов под объектом в зимний период находится в мерзлом состоянии. В летний период, когда бурились скв. 1 и 2, грунты по всей глубине изысканий представлены в талом виде и преимущественно водонасыщенные.

2. Северная часть здания заметно «холоднее», чем южная. Так, в точке наблюдения 215-2 (юго-западный угол здания) зафиксированы самые высокие относительные показатели температуры по всей глубине изысканий ($-0,18^{\circ}\text{C}$ на глубине 3 м и $-0,12^{\circ}\text{C}$ на глубине 12 м). На глубинах 9-12 м температурное поле грунтового массива выравнивается и имеет разброс в показаниях не более $0,4^{\circ}\text{C}$ между скважинами.

3. Южная часть здания, приуроченная к наиболее «теплым» грунтам, подвержена сползанию в южном направлении, что отражается в отклонении свайного фундамента от вертикали. Наибольшее число трещин в свайном ростверке фундамента зафиксировано в центральной и южной частях здания.

4. Общую негативную ситуацию по объекту усиливают зафиксированные нарушения требований к эксплуатации проветриваемых подполий естественной и принудительной вентиляции согласно СП 497.1325800.2020, п. 6.2 [9]. Так, в течение всего зимнего периода периметр изучаемого объекта вплотную к стенам завален снегом, собранным с дворовой территории, тем самым создавая свой, относительно теплый микроклимат в подполье, что препятствует свободной циркуляции воздуха.

5. Проветриваемое подполье по всему периметру здания практически наглухо огорожено металлическим сайдингом, врезанные редкие вентиляционные отверстия явно в недостаточном количестве, чтобы обеспечить необходимую циркуляцию воздуха.

Рекомендации

1. Организовать проветриваемое подполье свободным от посторонних предметов и мусора. Размещение в проветриваемом подполье складских, подсобных и иных помещений не допускается.

2. Вентиляционные отверстия проветриваемого подполья, предназначенные для свободного циркулирования наружного воздуха в течение

года, должны быть открытыми. Вентиляционные отверстия осматриваются в зимний период не реже одного раза в месяц и дополнительно после снегопадов и при необходимости очищаются от снега.

3. Систематическую очистку от снега следует проводить вокруг здания шириной не менее 2 м для обеспечения свободного проветривания проветриваемого подполья. При очистке территории от снежных заносов снег должен вывозиться за пределы территории. Снегоуборка не должна приводить к скоплению снежной массы в непосредственной близости от зданий.

4. Обеспечить в проветриваемом подполье объекта постоянную циркуляцию наружного воздуха в зимний период. А летом проветриваемые каналы должны быть, наоборот, герметично закрыты.

5. Предусмотреть на объекте мероприятия инженерной защиты от подтопления в соответствии с СП 104.13330.2016 [10], СП 116.13330.2020 [11], в частности, обустройство дренажа, способного перехватывать инфильтрационные воды, поступающие как с поверхности, так и в виде прогнозируемых утечек из коммуникаций.

6. Предусмотреть обустройство проветриваемого подполья системой искусственной вентиляции в соответствии с климатическими условиями района строительства по СП 131.13330.2020 [12].

7. Произвести комплексную оценку текущего состояния грунтового основания объекта и прилегающей территории (с акцентом на его южную часть) с помощью единственно возможной в данных условиях технологии статического зондирования мерзлых и талых дисперсных грунтов, состав и состояние которых позволяют выполнять непрерывное внедрение зонда. Цель – диагностика состояния грунтового основания, изучение инженерно-геологических условий территории объекта, составление прогноза возможных изменений в сфере взаимодействия объекта с геологической средой в соответствии с СП 25.13330.2020, Приложение Л. «Определение состояния, свойств и несущей способности оснований свай в многолетне-мерзлых грунтах по результатам статического зондирования» [4]. Геотехнический контроль с помощью статического зондирования регулируется СТО 36554501-049-2016 [13].

Список источников

1. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
2. СП 47.13330.2016. Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96.

3. ГОСТ 25100-2020. Межгосударственный стандарт. Грунты. Классификация.
4. СП 25.13330.2020. Свод правил. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
5. ГОСТ 27751-2014. Межгосударственный стандарт. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.
6. Атлас ЯНАО, председатель ред. коллегии И.Л. Левинзон, географическая основа 2006 г. М 1:1 3 500 000.
7. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения: издание второе, дополненное и переработанное / под общей ред. В.А. Ильичева и Р.А. Мангушева. – М.: Изд-во АСВ, 2016. – С. 13.
8. Пилясов А.Н. Города азиатской Арктики в условиях новых вызовов изменений климата и пандемии Covid-19 / А.Н. Пилясов, Н.Ю. Замятина, А.Е. Поляченко, Б.В. Никитин // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2022. – № 2 (115). – С. 127.
9. СП 497.1325800.2020. Основания и фундаменты зданий и сооружений на многолетнемерзлых грунтах. Правила эксплуатации.
10. СП 104.13330.2016. Свод правил. Инженерная защита территории от затопления и подтопления. Актуализированная редакция СНиП 2.06.15-85.
11. СП 116.13330.2020. Свод правил. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003.
12. СП 131.13330.2020. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология.
13. СТО 36554501-049-2016. Применение статического зондирования для контроля оснований в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.

Сведения об авторах

Синицкий Антон Иванович, горный инженер, окончил государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина в 2003 г., кандидат геолого-минералогических наук (2008), ведущий научный сотрудник сектора геотехники ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Опыт работы на Ямале 14 лет, в т.ч. в региональном отделе ООО «Газпром ВНИИГАЗ» по научному и техническому сопровождению комплексного освоения месторождений полуострова Ямал и прилегающих акваторий. Эксперт комиссии по вопросам разработки месторождений полезных ископаемых при Ямалнедра. Сфера научных интересов: геотехника в криолитозоне, изучение трансформации многолетнемерзлых пород под влиянием климатических изменений и антропоген-

ной нагрузки; геокриологический мониторинг, проектное управление. **Тимошенко Станислав Сергеевич**, начальник производственного отдела, участка инженерных изысканий ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», студент заочного отделения 2-го курса ФГБОУ ВО «Тюменский государственный университет», специальность «юриспруденция»: магистр права, специалист в области мониторинга технического состояния капитальных строений, буровой мастер. Сфера научных интересов: геотехника в криолитозоне, вопросы геотехнической безопасности сооружений в Арктике.

Вануйто Владимир Валерьевич, техник-геолог производственного отдела участка инженерных изысканий ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», студент заочного отделения 1-го курса ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», специальность «прикладная геология». Сфера научных интересов: геотехника, инженерные изыскания и мониторинг грунтовых условий в криолитозоне.

Участие авторов

Синицкий А.И. – обследование проветриваемого подполья и фундамента здания, сбор и обработка полевых материалов, написание текста статьи.

Тимошенко С.С. – организация проведения полевых работ на объекте, организация производственного процесса по обустройству и опробованию инженерно-геологических выработок, обследование проветриваемого подполья и фундамента здания, работа с текстом.

Вануйто В.В. – работа полевого геолога на объекте, обустройство и опробование инженерно-геологических выработок, описание грунтов оснований в ходе буровых работ, построение геологических колонок скважин.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Статья поступила в редакцию 24.08.2023 г., принята к публикации 29.09.2023 г.

The article was submitted on August 24, 2023, accepted for publication on September 29, 2023.