СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

УДК 624.012.354

ПЛЕВКОВ ВАСИЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ, докт. техн. наук, профессор, pvs@tomsksep.ru

 Φ УРСОВ ВЛАДИМИР ВАЛЕНТИНОВИЧ, канд. техн. наук, доцент, $v_{\text{fursov_tomsk}}$ @mail.ru

БАЛЮРА МАРИЯ ВАСИЛЬЕВНА, канд. техн. наук, доцент, ofis-tgasu@mail.ru

БАЛДИН ИГОРЬ ВЛАДИМИРОВИЧ, канд. техн. наук, доцент, biwem@yandex.ru

УТКИН ДМИТРИЙ ГЕННАДЬЕВИЧ, канд. техн. наук, доцент, udg70@mail.ru

Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ НА СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТАХ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПЕРЕРЫВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ В УСЛОВИЯХ ГЛУБОКОГО СЕЗОННОГО ПРОМЕРЗАНИЯ ГРУНТОВ

Представлены результаты исследований влияния многолетнего глубокого сезонного промерзания и морозного пучения грунтов на деформации конструкций недостроенных и длительно неэксплуатируемых зданий на свайных фундаментах в районах Западной Сибири. Проанализированы данные инструментального обследования строительных конструкций таких зданий и статических расчетов их пространственных систем. На примере пятиэтажного жилого дома в Новосибирской области показано, что многолетнее промерзание грунтов через подвалы может приводить к разрывам свай силами пучения. Последующее оттаивание грунтов в основании зданий снижает несущую способность свай вследствие ухудшения строительных свойств оттаивающих грунтов. При обследовании здания летных отрядов Томского аэропорта установлено, что максимальных значений глубина промерзания и выпучивание достигают в центральной части подвалов, что приводит к неравномерным деформациям конструкций зданий. Разработаны практические рекомендации для диагностики, оценки и прогнозирования изменения технического состояния конструкций.

Ключевые слова: здания; сооружения; строительные конструкции; фундамент; свая; обследование; техническое состояние; деформации; грунты; силы морозного пучения; глубина промерзания; инженерно-геологические условия.

VASILIY S. PLEVKOV, DSc, Professor, pvs@tomsksep.ru VLADIMIR V. FURSOV, PhD, A/Professor, v_fursov_tomsk@mail.ru MARIYA V. BALYURA, PhD, A/Professor, ofis-tgasu@mail.ru IGOR V. BALDIN, PhD, A/Professor, biwem@yandex.ru DMITRIY G. UTKIN, PhD, A/Professor, udg70@mail.ru Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia

ESTIMATION OF TECHNICAL CONDITION OF HALF-FINISHED PILE-FOUNDATION BUILDINGS UNDER SEASONAL SOIL FREEZING CONDITIONS

The paper presents research results on the long-term deep seasonal soil freezing and heaving that has an effect on the structural deformation of half-finished pile foundation buildings in West Siberia. The instrumental examination and static calculations are given to the spatial system of such buildings. The investigation of the five-story residential building in the Novosibirsk region shows that perennial soil freezing occurs in the basement leading to pile break due to soil heaving. Subsequent foundation soil thawing reduces the bearing capacity of the piles due to deterioration of construction properties of thawing soils. The investigation of flight detachment building in the Tomsk airport shows that the maximum values of soil freezing and heaving are achieved in the central part of basements, that leads to the nonuniform deformation of building structures. Practical recommendations are suggested for diagnostics, assessment and forecasting changes in technical conditions of buildings.

Keywords: buildings; building structure; foundation; pile; inspection; technical condition; deformation; soil heaving; frost penetration; geological engineering conditions.

В Сибири ежегодно отмечаются многочисленные деформации зданий и сооружений на морозоопасных грунтах. Они происходят при промерзании пучинистых грунтов и последующем весенне-летнем оттаивании, когда их прочностные и деформационные характеристики существенно ухудшаются [1, 2]. Процесс взаимодействия сезоннопромерзающих оснований со свайными фундаментами в настоящее время недостаточно освещен в научнотехнической литературе.

На закрытых и затенённых участках глубина промерзания грунтов увеличивается [3], следовательно, и деформации морозного пучения возрастают. Наиболее опасным является промерзание грунтов в основании фундаментов через подвалы строящихся и длительно неэксплуатируемых неотапливаемых зданий. Полное оттаивание грунтов за весенне-летний период под такими зданиями затруднено, и происходит ежегодное увеличение промёрзшего слоя в основании фундаментов.

Инженерно-геологические изыскания при обследовании недостроенных зданий после длительного перерыва в строительстве должны учитывать особенности промерзания грунтов в подвалах и не ограничиваться бурением скважин, статическим зондированием по наружному контуру зданий и вскрытием шурфов у фундаментов.

Свайные фундаменты считаются более надежными по сравнению с фундаментами на естественном основании. Так, в условиях сезонного промерзания пучинистых грунтов на глубину менее 2,0 м сваи длиной более 10 м по расчету на воздействие касательных сил пучения, как правило, будут устойчивыми без дополнительных противопучинных мероприятий. Однако в условиях Сибири при многолетнем сезонном промерзании грунтов оснований недостроенных и неэксплуатируемых зданий глубина промерзания может достигать 4–6 м [3], устойчивость свай от воздействия сил выпучивания в таких условиях не всегда будет обеспечена.

В весенне-летний период при повышении температуры и оттаивании контактного слоя по боковой поверхности свай на глубину промерзания их несущая способность будет значительно снижаться.

Опыт строительства в Западной Сибири показал, что в недостроенных зданиях глубина промерзания грунтов в подвалах может ежегодно возрастать и достигать более 6 м [3, 4]. Это приводит к остаточным деформациям морозного выпучивания свайных фундаментов либо разрыву свай, а также к снижению их несущей способности в период достройки зданий и при его дальнейшей эксплуатации. Поэтому после длительного (многолетнего) перерыва в строительстве необходимо проведение повторного определения несущей способности свай. Очевидна недопустимость ввода в эксплуатацию здания на промороженном основании без усиления строительных конструкций и свайных фундаментов, имеющих вышеприведенные дефекты.

На многократное неблагоприятное воздействие среды (увлажнение, промерзание-оттаивание, морозное пучение грунтов и др.) особенно реагируют опорные зоны предварительно напряженных железобетонных конструкций, грунты оснований фундаментов, т. к. при проектировании они не рассчитывались на такие воздействия. Поэтому при возобновлении строительства необходимо детальное техническое обследование возведенных строительных конструкций, оснований и фундаментов.

Характерным примером влияния многолетнего сезонного промерзания грунтов на свайные фундаменты является обследованный в мае — июле 2013 г. строящийся пятиэтажный кирпичный жилой дом по ул. Октябрьской в г. Оби Новосибирской области (рис. 1).

Жилой дом имеет размеры в плане $12,0\times108,0$ м (в осях) и состоит из пяти блок-секций с размерами в осях $12,0\times21,6$ м. По длине дом разделен температурным швом на два блока: 64,8 и 43,2 м (рис. 2). Высота этажей составляет 2,77 м, отметка пола подвала — 2,3 м. Фундаменты свайные. По проекту сваи железобетонные длиной 12,0 м сечением 300×300 мм с шагом от 900 до 2400 мм. Отметка низа железобетонных монолитных ростверков составляет —3.700. По ростверкам сечением 500×600 мм уложены два ряда бетонных блоков стен фундаментов типа Φ БС.

Строительство жилого дома началось в 1990–1991 гг. Было возведено техническое подполье, смонтированы стеновые панели и часть перекрытий

первого этажа, после чего строительство было прекращено без консервации строительных конструкций и без обратной засыпки пазух котлована.





Рис. 1. Общие виды строящегося жилого дома по ул. Октябрьской в г. Оби Новосибирской области

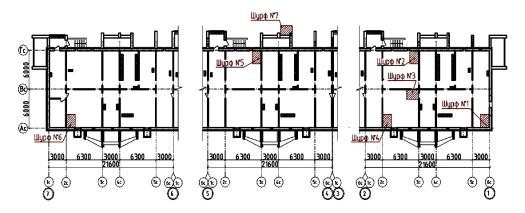


Рис. 2. Схема расположения шурфов в подвале жилого дома в г. Оби по ул. Октябрьской в Новосибирской области

Строительство по новому проекту было возобновлено в 2000 г. После забивки свай под лоджии, устройства части монолитного пояса и части кирпичных перегородок строительство было прекращено на семь лет без консервации дома.

Дом в период обследования (май — июнь 2013 г.) находился на завершающей стадии строительства. В подвале и на первом этаже несущие поперечные стены изготовлены из железобетонных однослойных панелей толщиной 160 мм из тяжелого бетона, а наружные стены из керамзитобетонных панелей на первом этаже толщиной 400 мм и 350 мм в подвале. Шаг поперечных стен составляет 3,0 и 6,3 м. Внутренняя продольная стена из железобетонных панелей имеет толщину 160 мм.

Для оценки инженерно-геологических условий площадки строительства на ней производились изыскания в 1989, 2007, 2009, 2013 гг. Исследовались геологические разрезы, построенные по материалам бурения трех скважин в каждом случае: в 1989 г. – до глубины 14,5 м; в 2007 г. – до 20 м; в 2009 г. – до 18 м; в 2013 г. – до 20 м. Участок строительства расположен в пределах второй надпойменной террасы. В южной части площадки был вскрыт котлован глубиной 3,8 м.

Инженерно-геологический разрез площадки строительства с привязкой обследованных свайных фундаментов в шурфах представлен на рис. 3.

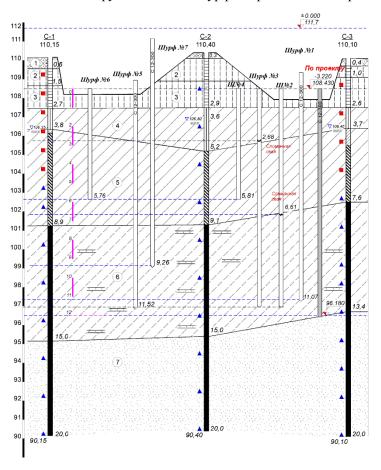


Рис. 3. Инженерно-геологический разрез площадки строительства с вертикальной привязкой свай в шурфах в подвале строящегося жилого дома по ул. Октябрьской в г. Оби Новосибирской области

В геологическом строении принимают участие верхнечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы р. Оби (a^2_{III}), представленные желтовато-бурыми, голубовато-серыми суглинками, супесями и песками средней крупности, перекрытые с поверхности почвенно-растительным слоем толщиной 0,3-0,6 м.

Гидрогеологические условия характеризуются наличием подземных вод, вскрытых на глубине 3,6-3,8 м (абсолютные отметки 106,35-106,80 м). В марте 1989 г. подземные воды были вскрыты на глубине 4.4-4.8 м (абсолютные отметки 105,18–105,68 м).

Средняя многолетняя амплитуда колебания уровней подземных вод в районе составляет 1,0 м. Нормативную глубину промерзания суглинков рекомендовано принимать равной 195 см, а грунты ИГЭ-2 и ИГЭ-3 по степени морозоопасности отнесены к среднепучинистым.

Инженерно-геологические условия характеризуются следующими особенностями: суглинки ИГЭ-2, залегающие в верхней части разреза, при замачивании проявляют просадочные свойства. Это грунтовые условия первого типа просадочности. Нижняя граница просадочной толщи проходит на глубине 1,0-1,5 м от поверхности. Начальное просадочное давление составляет $p_{sl} = 0.083 \text{ M}$ Па. При напряжении от собственного веса в водонасыщенном состоянии грунты непросадочные (относительная просадочность составляет $\varepsilon_{vl} = 0.002$). Несущая способность свай, по данным статического зондирования для 12-метровых свай, принята равной 735 кН.

Обследование оснований и фундаментов, проведенное в июне 2013 г., включало вскрытие семи шурфов у фундаментов (см. рис. 2). Вскрытие шурфов позволило оценить техническое состояния свай, ростверков и грунтов основания, а также определить размеры свай и их длину, зафиксировать трещины и разрывы свай прибором «Спектр-2». Разработка шурфов в мерзлых грунтах выполнена на глубину 0,5-0,6 м ниже подошвы ростверков.

По результатам этих исследований была определена длина свай (от подошвы ростверков до нижних концов свай), которая изменялась от 5,76 до 11,52 м. В шурфе № 1 длина сваи составляла 11,07 м, в шурфе № 2 – 6,61 м, в шурфе № 3 – 2,68 м, в шурфе № 4 – 5,81 м, в шурфе № 5 – 11,52 м, в шурфе № 6 - 5.76 м, в шурфе № 7 – 9.26 м. Только две сваи (№ 1 и № 5) из семи обследованных были погружены до абсолютных отметок 97,36 и 96,91 м, наиболее близких к проектной (96,18 м).

В шурфе № 3 (по центральной продольной оси «В») выявлена реакция сломанной железобетонной сваи, длина верхней части до трещины составляет 2,68 м. Разрывы свай под воздействием сил пучения описаны ранее в работах [5–7]. Причиной возникновения разрывов свай стало воздействие сил пучения при многолетнем сезонном промерзании-оттаивании грунтов основания в центре здания, где глубина многолетнего промерзания незаконсервированных недостроенных зданий достигает максимальных значений. В результате проведенного обследования фундаментов во вскрытых шурфах, анализа инженерно-геологических условий площадки строительства, результатов определения фактической длины свай и оценки их несущей способности рекомендовано выполнить мероприятия по оттаиванию промороженных грунтов. В связи с высоким положением уровня подземных вод рекомендовано предусмотреть мероприятия по организации отвода поверхностных вод с территории площадки.

При обследовании несущих строительных конструкций жилого дома была проанализирована динамика изменения дефектов и повреждений в них, а также прочностных характеристик материалов. Выявлено, что за период приостановки строительства, в результате длительного воздействия атмосферных осадков, замачивания, промерзания и оттаивания материалов строительных конструкций, в стеновых панелях подвала и первого этажа появились новые и получили развитие существующие трещины, увеличились площади локальных разрушений бетона.

В плитах перекрытия увеличились размеры разрушений бетона вокруг проделанных отверстий и проемов. Из-за длительного увлажнения развились процессы коррозии рабочей арматуры плит. На отдельных участках плит образовались новые коррозионные трещины.

Недостроенные и длительно неэксплуатируемые здания требуют особого подхода при оценке их технического состояния.

Ранее авторами были показаны общие подходы к оценке технического состояния конструкций [3, 4] на примере здания летных отрядов с блоком УВД Томского аэропорта, строительство которого начато в 1991 г., а в 1993 г. было приостановлено. Оно находилось без консервации и подвергалось воздействию природно-климатических факторов: замачиванию, циклическому сезонному промерзанию и оттаиванию, подтоплению и др. Работы возобновились в 2008 г.

Здание летных отрядов каркасное, по проекту имеет этажность от двух до восьми этажей, с подвалом. Высота этажей составляет 3,3 м. Каркас разработан по связевой схеме (типовая серия 1.020-1/83). Пространственная жесткость и устойчивость здания обеспечиваются железобетонными диафрагмами и дисками перекрытий. Сетка колонн 2-этажной части -6×6 м, восьмиэтажной части $-6\times(6+3+6)$ м. Железобетонные ригели высотой 450 мм таврового сечения с полками снизу для опирания сборных многопустотных плит перекрытий. Панели наружных стен надземной части навесные керамзитобетонные, толщиной 400 мм. В период строительства были возведены только цокольная часть и два этажа с перекрытиями в осях «А-Д, 1-8» и «Ж-М, 3-6». В осях «Д-Ж, 3-6» было выполнено только свайное поле.

На рис. 4 представлены общие виды здания летных отрядов (a – недостроенного, по состоянию на 1993 г., δ – в период дальнейшего строительства с усилением строительных конструкций, ϵ – после завершения строительства).

Фундаменты здания свайные. Сваи 9-метровые, сечением 300×300 мм. По сваям устроены монолитные железобетонные ростверки стаканного и ленточного типа с толщиной плитной части 600 мм.

С целью оценки технического состояния строительных конструкций здания, разработки мероприятий по обеспечению их надежности и повышению эксплуатационной безопасности при возобновлении строительства было проведено комплексное обследование железобетонных несущих и ограждающих конструкций, оснований и фундаментов, а также узлов сопряжения конструкций по разработанной авторами методике [8].











 $\it Puc.~4$. Общие виды здания летных отрядов с блоком УВД Томского аэропорта: a — по состоянию на 1993 г.; δ — в период дальнейшего строительства с усилением строительных конструкций; ϵ — после завершения строительства

Инженерно-геологическими исследованиями установлено, что основными грунтами, слагающими площадку, являются озерно-аллювиальные суглинки от туго- и мягкопластичных до текучепластичных, для которых были определены основные физико-механические свойства, а деформационные характеристики получены с учётом региональных корректировочных коэффициентов [9].

Гидрогеологические условия до глубины 20 м характеризуются наличием «верховодки» и горизонтов подземных вод. «Верховодка» встречена в насыпном грунте на глубине 2,2—3,0 м. Первый горизонт подземных вод вскрыт в мягкопластичных суглинках на глубине 5,3—6,6 м от поверхности. Водоупором служат тугопластичные суглинки. Второй горизонт — на глубине 13,2—15,3 м и приурочен к суглинкам мягко- и текучепластичным с прослойками супеси.

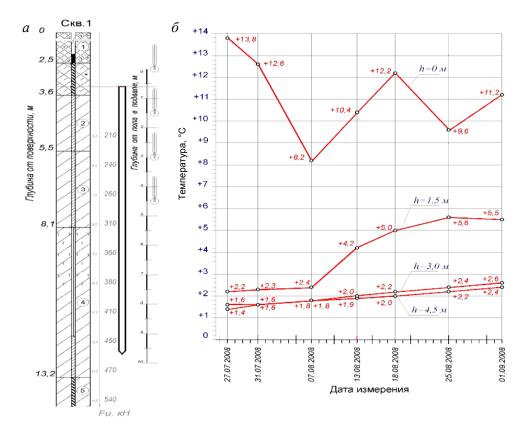
Ранее проведенные изыскания выявили самоизливающийся источник и ручей, пересекающий площадку в юго-западной части. В период обследования подвал здания периодически подтапливался с последующим сезонным промерзанием грунтов основания, что создавало предпосылки для развития процессов морозного пучения.

По морозоопасности грунты слоя сезонного промерзания относятся к сильно-и чрезмерно пучинистым. Температурный режим грунтов основания во многом определяет их физико-механические свойства и несущую способность свай. Отсутствие мероприятий по консервации здания, в частности утепления грунтов основания, приводило к более интенсивному промерзанию через подвальную часть здания, по сравнению с сезонным промерзанием под открытой поверхностью грунта, где естественным утеплителем служил снежный покров. В весенне-летний период оттаивание грунтов основания в подвале замедлено, что создавало условия для промерзания грунтов на большую глубину по сравнению с нормативными значениями, ежегодному дополнительному наращиванию промерзшего слоя, росту деформаций и сил морозного пучения. В июне в большей части помещений подвала грунт находился в твердомерзлом и пластичномерзлом состояниях, а максимальная глубина оттаивания составляла не более 0,2 м; в июле — 1,0—1,4 м.

Указанные обстоятельства затрудняли проведение натурных испытаний грунтов статическими нагрузками на сваи и обусловили необходимость наблюдений за температурным режимом грунтов. Для этого была пробурена термометрическая скважина, которая укомплектована гирляндой вытяжных почвенных гидрометеорологических термометров типа ПТВ-50 с ценой деления 0,2 °C. Схема установки термометров и результаты наблюдений приведены на рис. 5.

Специальное бурение термометрической скважины подтвердило, что промерзание грунтов достигало глубин более 4,5 м под полом подвала в центральной части здания. Наблюдения велись в соответствии с ГОСТ 25358, ГОСТ 24847. После демонтажа стеновых цокольных панелей интенсивность оттаивания грунтов в подвале увеличилась. Мерзлота деградировала, но температура на глубине 3,0—4,5 м в конце июля поднялась лишь до значений +1,6...+1,8 °C, в сентябре — до +2,4...+2,6 °C.

Следует отметить, что температурный режим основания за период наблюдений не достиг естественных значений на тех же глубинах под открытой поверхностью грунта, соответствующих $t \approx +5...+6$ °C.



Puc. 5. Температурный режим грунтов основания здания: a – схема установки термометров; δ – температура грунта на различных глуби-

Считается, что при промерзании пучинистых грунтов свайные фундаменты наиболее надёжны по сравнению с фундаментами на естественном основании. Однако анализ деформаций зданий и сооружений в Томской области [1–3] показал, что в случае незавершенного строительства свайные фундаменты могут рассматриваться как малонагруженные и недостаточно устойчивые под воздействием касательных сил морозного выпучивания. Отмечены случаи перемещения ростверков в результате развития нормальных сил пучения под их подошвой. Имеются примеры разрыва надежно заанкеренных свай длиной более 9-12 м вследствие совместного действия нормальных и касательных сил пучения.

Прочностные и деформационные свойства пылевато-глинистых грунтов резко ухудшаются в период оттаивания по сравнению с первоначальными значениями до промораживания. Как показали исследования [1], сопротивление сдвигу снижается на 30-50 %, что уменьшает несущую способность свай в слое сезонного промерзания-протаивания. Поэтому перед возобновлением строительства после длительного перерыва необходимо проведение натурного полевого исследования несущей способности свай.

Для обследованного здания лётных отрядов значения несущей способности свай после 17-летнего перерыва в строительстве определялись двумя способами. Испытания грунтов сваями статической вдавливающей нагрузкой под колоннами крайнего ряда и в центре здания выполнены по методике ГОСТ 5686. Натурными испытаниями было установлено, что несущая способность свай после оттаивания грунтов была меньше проектной.

Статическим расчетом пространственной системы каркаса здания летных отрядов определены усилия от постоянных и временных нагрузок, действующих в уровне обреза ростверков. Результаты проверки несущей способности свай показали, что при полной проектной нагрузке от веса стен из запроектированных керамзитобетонных панелей большинство свай оказались перегружены. Обоснована необходимость уменьшения нагрузки от веса стеновых панелей в два раза. В этом случае несущая способность всех свай здания обеспечена, а минимальный коэффициент запаса равен K = 1,07.

В результате проведенного обследования установлено, что возведенные конструкции в целом находятся в ограниченно работоспособном состоянии, отдельные — в недопустимом состоянии. Железобетонные конструкции получили значительные силовые, механические и коррозионные повреждения. Наибольшие повреждения имели опорные участки многопустотных предварительно напряженных плит перекрытия второго этажа, вызванные длительным их замачиванием атмосферными осадками и циклическим воздействием температур. В плитах на нижней поверхности образовались продольные трещины вдоль стержней рабочей арматуры, что в сочетании с малым опиранием плит на полки ригелей (23–65 мм) привело к нарушению анкеровки рабочей предварительно напряженной арматуры. В связи с этим многопустотные плиты перекрытия второго этажа рекомендовано демонтировать.

Статические расчеты пространственно работающей расчетной системы каркаса при действии расчетных нагрузок, изменяющихся по высоте и длине здания, выполнены методом конечных элементов с использованием программного комплекса SCAD. Выполненные статические расчеты при проектном решении стенового ограждения, а также при нагрузках от веса стен, равных 0,75; 0,50 и 0,25 от проектных значений позволили оценить усилия в колоннах и нагрузки на фундаменты здания при различных конструктивных решениях стенового ограждения.

Оценка несущей способности железобетонных колонн, ригелей и диафрагм выполнена на основе поверхностей относительного сопротивления по прочности и трещиностойкости сечений и элементов в целом [10–12], что позволило в наглядной форме выявить отказы и запасы прочности смонтированных конструкций с учетом их технического состояния, фактических прочностных характеристик материалов, действующих нагрузок при дальнейшем строительстве и изменении конструктивного решения стенового ограждения.

Для возобновления строительства здания разработаны рекомендации по усилению и восстановлению возведенных железобетонных конструкций, находящихся в недопустимом или ограниченно работоспособном состоянии. При этом использовались предложенные авторами решения [13].

Разработаны рекомендации по усилению отдельных смонтированных колонн, ригелей и плит перекрытий цокольного и первого этажей, диафрагм жесткости цокольного этажа.

Здание летных отрядов после усиления было успешно достроено (см. рис. 4, 6) и в настоящее время является украшением воздушной гавани старинного студенческого города Томска.

Установленные закономерности влияния многолетнего сезонного промерзания грунтов на деформации конструкций недостроенных зданий и разработанные рекомендации по оценке их технического состояния позволяют сделать следующие выводы.

Выводы

Многолетний перерыв в строительстве зданий и сооружений может привести к возникновению недопустимых деформаций и повреждений строительных конструкций, что требует проведения комплексного обследования технического состояния возведенных строительных конструкций, оснований и фундаментов с учетом их совместной работы.

При многолетнем сезонном промерзании-оттаивании грунтов в основании недостроенных и неэксплуатируемых зданий глубина промерзания грунтов может быть значительно больше нормативной d_{fn} и достигать 4–6 м и более. Максимальная глубина промерзания и величина деформации морозного пучения при этом наблюдается в подвалах в центре здания.

Выявлено, что сезонное промерзание грунтов через подвалы опасно не только для малозаглубленных фундаментов на естественном основании, но и для свайных. На свайные фундаменты воздействуют касательные силы морозного выпучивания и нормальные силы под подошвами ростверков. Имеются примеры разрыва свай силами морозного пучения грунтов.

Устойчивость коротких свай (5–7 м) в сильно-и чрезмерно пучинистых грунтах, как правило, не обеспечена под воздействием касательных сил выпучивания по их боковым поверхностям и нормальных сил под подошвами ростверков.

В процессе достройки и дальнейшей эксплуатации зданий необходимо обеспечить геотехнический мониторинг за деформациями строительных конструкций и температурным режимом грунтов оттаивающих оснований, промороженных в период строительства. При этом следует учесть, что стабилизация осадки основания и завершение процесса восстановления прочностных и деформационных свойств грунтов происходят при повышении температуры в них более плюс 4-5 °C.

В период оттаивания туго- и мягкопластичные суглинки ухудшают свои прочностные и деформационные свойства [1], что существенно уменьшает несущую способность свай в слое смерзания их с грунтом, поэтому перед возобновлением строительства следует выполнить контрольные испытания для оценки расчетных нагрузок на сваи.

Продолжение строительства возможно только после установления цельности свай, определения степени возможных разрушений их конструкций, проведения испытаний оснований статическими нагрузками на сваи после окончания оттаивания грунтов и стабилизации их осадок, а также выполнения мероприятий по восстановлению и усилению строительных конструкций здания.

В связи с тем, что при обследовании недостроенных зданий бурение скважин и статическое зондирование выполняются, как правило, вне контура здания, в текст СП 47.13330.2012 целесообразно включить следующее положение: «При обследовании недостроенных и неэксплуатируемых в течение ряда лет зданий необходимо дополнительные геологические выработки выполнять внутри зданий (желательно в их центре) ниже глубины сезонного промерзания-оттаивания с отбором образцов и монолитов грунтов, с последующим определением полного комплекса их физико-механических свойств, как в мерзлом состоянии, так и после оттаивания».

Приостановка строительства должна сопровождаться комплексом мероприятий по консервации зданий, включающих гидромелиоративные (осущение поземной части, поверхностный водоотвод, дренажи...), теплофизические (утепление грунтов, отопление в подвальной части, создание теплового контура...), конструктивные и др.

Библиографический список

- 1. *Фурсов, В.В.* Деформации сооружений, связанные с сезонным промерзанием и оттаиванием пучинистых грунтов в Томской области / В.В. Фурсов, М.А. Малышев // Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии, оснований и фундаментов. Томск: Изд-во ТГУ, 1988. С. 105–115.
- 2. *Основания и фундаменты зданий* в условиях глубокого сезонного промерзания грунтов / М.А. Малышев, В.В. Фурсов, М.В. Балюра, Л.А. Рождественская. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1992. 280 с.
- 3. *К оценке технического состояния железобетонных конструкций*, оснований и фундаментов после длительного перерыва в строительстве / В.С. Плевков, В.В. Фурсов, И.В. Балдин, М.В. Балюра, В.Р. Шендель // Транспортное строительство. 2011. № 4. С. 18–22.
- Некоторые особенности технического состояния железобетонных конструкций, оснований и фундаментов строящегося здания после длительного перерыва в строительстве / В.С. Плевков, В.В. Фурсов, И.В. Балдин, М.В. Балюра // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2009. № 3. С. 82–91.
- 5. *Костерин*, Э.В. Деформации свайных фундаментов жилого дома в период строительства от воздействия морозного пучения грунтов / Э.В. Костерин // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1984. № 6. С. 15–17.
- 6. *Ободовский, А.А.* Деформация здания на свайных фундаментах под воздействием сил пучения / А.А. Ободовский, Л.К. Альперович // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1971. С. 18–20.
- 7. *Симагин*, *В.Г.* Основания и фундаменты зданий после перерыва в строительстве / В.Г. Симагин, П.А. Коновалов. М.: Изд-во АСВ, 2004. 224 с.
- 8. *Оценка технического состояния* строительных конструкций зданий и сооружений / Г.П. Тонких, В.С. Плевков, А.И. Мальганов, О.В. Кабанцев; под ред. В.С. Плевкова, Г.П. Тонких. 3-е изд. Томск: Печатная мануфактура, 2009. 205 с.
- Рекомендации по определению значений модуля деформации грунтов по результатам компрессионных испытаний с использованием региональных корректировочных коэффициентов. Региональные нормативы градостроительного проектирования Томской области / Администрация Томской области. – Томск, 2007. – 22 с.
- Плевков, В.С. Динамическая прочность и трещиностойкость железобетонных конструкций при сложных силовых воздействиях / В.С. Плевков, И.В. Балдин, П.В. Стуков // Проблемы обеспечения безопасности строительного фонда России: материалы III Международных академических чтений. Курск: Курск. гос. техн. ун-т, 2004. С. 155–160.
- 11. Прочность и трещиностойкость железобетонных элементов при совместном действии изгибающих моментов, продольных и поперечных сил / В.С. Плевков, И.В. Бал-

- дин, С.В. Балдин, А.Г. Ласковенко, Г.А. Ласковенко // Современные проблемы расчета железобетонных конструкций, зданий и сооружений на аварийные воздействия : сб. докладов Международной научной конференции, посвященной 85-летию кафедры железобетонных и каменных конструкций и 100-летию со дня рождения Н.Н. Попова (19-20 апреля 2016 г., Москва) / под ред. А.Г. Тамразяна, Д.Г. Копаницы. - М.: НИУ МГСУ, 2016. – С. 323–328.
- 12. Плевков, В.С. Прочность и деформативность железобетонных элементов с зонным фибровым армированием при кратковременном динамическом нагружении / В.С. Плевков, А.Е. Карпов, Д.Г. Уткин // Современные проблемы расчета железобетонных конструкций, зданий и сооружений на аварийные воздействия : сб. докладов Международной научной конференции, посвященной 85-летию кафедры железобетонных и каменных конструкций и 100-летию со дня рождения Н.Н. Попова (19-20 апреля 2016 г., Москва) / под ред. А.Г. Тамразяна, Д.Г. Копаницы. – М. : НИУ МГСУ, 2016. – С. 342–348.
- 13. Мальганов, А.И. Восстановление и усиление ограждающих строительных конструкций зданий и сооружений / А.И. Мальганов, В.С. Плевков. - Томск: Печатная мануфактура, 2002. – 391 c.

REFERENCES

- 1. Fursov V.V., Malyshev M.A. Deformatsii sooruzhenii, svyazannye s sezonnym promerzaniem i ottaivaniem puchinistykh gruntov v Tomskoi oblasti [Deformation of structures due to seasonal freezing and thawing of heaving soils in the Tomsk region]. Problemy gidrogeologii, inzhenernoi geologii, osnovanii i fundamentov. Tomsk: TSU Publ., 1988. Pp. 105-115. (rus)
- 2. Malyshev M.A., Fursov V.V., Balyura M.V., Rozhdestvenskaya L.A. Osnovaniya i fundamenty zdanii v usloviyakh glubokogo sezonnogo promerzaniya gruntov [Bases and foundations of buildings under conditions of deep seasonal soil freezing]. Tomsk: TSU Publ., 1992. 280 p. (rus)
- 3. Plevkov V.S., Fursov V.V., Baldin I.V., Balyura M.V., Shendel' V.R. K otsenke tekhnicheskogo sostoyaniya zhelezobetonnykh konstruktsii, osnovanii i fundamentov posle dlitel'nogo pereryva v stroitel'stve [Estimation of technical conditions of half-finished reinforced concrete structures, bases and foundations]. Transport Construction. 2011. No. 4. Pp. 18–22. (rus)
- 4. Plevkov V.S., Fursov V.V., Baldin I.V., Balyura M.V. Nekotorye osobennosti tekhnicheskogo sostoyaniya zhelezobetonnykh konstruktsii, osnovanii i fundamentov stroyashchegosya zdaniva posle dlitel'nogo pereryva v stroitel'stve [Technical state of half-finished reinforced concrete constructions, bases and foundations of building]. Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building. 2009. No. 3. Pp. 82–91. (rus)
- 5. Kosterin E.V. Deformatsii svainykh fundamentov zhilogo doma v period stroitel'stva ot vozdeistviya moroznogo pucheniya gruntov [Deformation of pile foundation of residential building on soils heaving]. Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov [Soil Mechanics and Foundation Engineering]. 1984. No. 6. Pp. 15-17. (rus)
- 6. Obodovskii A.A., Al'perovich L.K. Deformatsiya zdaniya na svainykh fundamentakh pod vozdeistviem sil pucheniya [Deformation of a building on piled foundations under the influence of forces heaving]. Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov [Soil Mechanics and Foundation Engineering]. 1971. Pp. 18–20. (rus)
- 7. Simagin V.G., Konovalov P.A. Osnovaniya i fundamenty zdanii posle pereryva v stroitel'stve [Bases and foundations of half-finished buildings]. ASV Publ., 2004. 224 p. (rus)
- 8. Tonkih G.P., Plevkov V.S., Mal'ganov A.I., Kabantzev O.V. Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya stroitel'nykh konstruktsii zdanii i sooruzhenii [Technical condition of buildings]. Tomsk: Pechatnaya manufaktura Publ., 2009. 205 p. (rus)
- 9. Rekomendatsii po opredeleniyu znachenii modulya deformatsii gruntov po rezul'tatam kompressionnykh ispytanii s ispol'zovaniem regional'nykh korrektirovochnykh koeffitsientov. Regional'nye normativy gradostroitel'nogo proektirovaniya Tomskoi oblasti [Recommendations for determining soil deformation modulus according to compressive tests using regional correction factors. Regional standards of urban design of the Tomsk region Administration]. Tomsk, 2007. 22 p. (rus)
- 10. Plevkov V.S., Baldin I.V., Stukov P.V. Dinamicheskaya prochnost' i treshchinostoikost' zhelezobetonnykh konstruktsii pri slozhnykh silovykh vozdeistviyakh [Dynamic strength and crack

- resistance of reinforced concrete structures under complex loads]. *Proc.* 3rd Int. Conf. 'Problems of Ensuring Construction Safety'. Kursk: Kursk State Technical University Publ., 2004. Pp. 155–160. (rus)
- Plevkov V.S., Baldin I.V., Baldin S.V., Laskovenko A.G., Laskovenko G.A. Prochnost' i treshchinostoikost' zhelezobetonnykh elementov pri sovmestnom deistvii izgibayushchikh momentov, prodol'nykh i poperechnykh sil [Strength and crack resistance of reinforced concrete elements under combined action of bending moments, longitudinal and lateral forces]. Proc. Int. Sci. Conf. 'Modern Problems of Emergency Load Tests of Reinforced Concrete Structures and Buildings'. Moscow: MGSU Publ., 2016. Pp. 323–328. (rus)
- 12. Plevkov V.S., Karpov A.E, Utkin D.G. Prochnost' i deformativnost' zhelezobetonnykh elementov s zonnym fibrovym armirovaniem pri kratkovremennom dinamicheskom nagruzhenii [Strength and deformability of fiber reinforced concrete elements under dynamic loading]. Proc. Int. Sci. Conf. 'Modern Problems of Emergency Load Tests of Reinforced Concrete Structures and Buildings'. Moscow: MGSU Publ., 2016. Pp. 342–348. (rus)
- 13. *Mal'ganov A.I., Plevkov V.S.* Vosstanovlenie i usilenie ograzhdayushchikh stroitel'nykh konstruktsii zdanii i sooruzhenii [Restoration and strengthening of wall structures]. Tomsk: Pechatnaya manufaktura Publ., 2002. 391 p. (rus)