

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ГОРОДОВ КРИОЛИТОЗОНЫ

© 2011 г. И. А. Емельянова

Уральский государственный горный университет
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Поступила в редакцию 09.02.2010 г.

Освоение северных территорий приводит к нарушению природных условий, которые выражаются в увеличении температуры грунтов, что в свою очередь ведет к деформациям зданий и сооружений. Для выяснения причин деформаций зданий и сооружений в г. Надыме была разработана методика наблюдений, проведен анализ различных видов деформаций, выполнены дополнительные инженерно-геологические изыскания и сформулированы главные причины деформаций зданий и сооружений.

Ключевые слова: *слой сезонного промерзания-оттаивания, деградация многолетнемерзлых пород, инженерно-геологические условия, деформации зданий и сооружений, мониторинг, причины деформаций.*

Освоение северных территорий, в том числе строительство городских агломераций, приводит к нарушению природных условий. Чаще всего эти нарушения выражаются в изменении теплового состояния грунтов, увеличении их температуры, что, в свою очередь, ведет к деформациям зданий и сооружений. В связи с этим, при проектировании оснований и фундаментов зданий и сооружений, возводимых на территории распространения многолетнемерзлых пород (ММП), должны предусматриваться мероприятия, осуществление которых исключает возможность появления недопустимых деформаций оснований и обеспечивает требуемые эксплуатационные качества, надежность и долговечность возводимых сооружений.

Показательна в этом смысле Надымская область, и, в частности, г. Надым, в пределах которого активно развиваются инженерно-геологические процессы, приводящие к деформациям зданий.

Территория города расположена в пределах аккумулятивной аллювиальной равнины на останце I надпойменной террасы и отчасти высокой поймы р. Надым, сложенных аллювиальными отложениями верхнечетвертичного-современного возраста, представленными кварцевыми песками от пылеватых до средней крупности. Останец вытянут в меридиональном направлении и характеризуется плоским однообразным рельефом с незначительным уклоном на восток, к р. Надым, и отметками рельефа, не превышающими, в основном, 10–18 м.

Аллювиальные отложения I надпойменной террасы сложены песками разной крупности, с некоторой дифференциацией – ближе к дневной поверхности преобладают пылеватые разности с мало-мощными прослойками суглинков и супесей.

Отложения высокой поймы представлены сложным переслаиванием песков мелких и пылеватых, с прослоями супесей, суглинков, торфов. Причем

выделяются торфа как погребенные, так и залегающие с поверхности.

Согласно схеме геокриологического районирования, Надымская область относится к зоне преимущественно сплошного распространения ММП [1], однако сам город Надым уникален. Здесь толща ММП имеет сложное строение как в плане, так и в разрезе. Центральная часть города расположена в подзоне развития несквозного талика мощностью более 10 м. Здесь повсеместно отмечается образование “перелетков” (линз мерзлых горных пород в сезонно-оттаивающем слое многолетнемерзлых горных пород) мощностью от нескольких десятков сантиметров до 5–6 м. Периферийные участки города приурочены к подзоне развития ММП, залегающих с поверхности, и лишь локально отмечены участки с заглублением кровли на 5–10 м и более.

Особого внимания заслуживает температура пород, глубина формирования слоя сезонного промерзания и оттаивания. В центральной части города, где развиты талые породы, температуры положительные, в подзоне развития ММП температуры характеризуются мягкими значениями: от –0.5 до –2°C.

Характер образования слоя сезонного оттаивания (ССО) и сезонного промерзания (ССП) в разных частях города различный и определяется литологическим составом пород, степенью инженерной подготовки территории; глубина их составляет в среднем 2.5–3.0 м.

Строительное освоение Надыма началось в 1972 г. с центральной части города. Изначально возводились пятиэтажные железобетонные здания на ленточных фундаментах (II принцип строительства) [5]. Отсутствие к настоящему времени предусмотренных в конструкциях зданий продухов, водосливов, отмошков привело к изменению ряда природных условий и формированию техногенных таликовых зон – чаш от-

Таблица 1. Видимые признаки деформаций зданий и сооружений

№ п.п.	Характер деформаций	Кол-во деформаций зданий		Всего
		каменных	деревянных	
1	сквозные трещины в стене; сильное повреждение штукатурки	61	8	69
2	повреждения штукатурки стен и потолка, требующие ежегодного ремонта	21	36	57
3	раскрытие швов в стыках плит	28	–	28
4	пучение тамбурных крылец, отмостков	26	2	28
5	деформация полов	7	16	23
6	смещение плит перекрытий в квартирах, нарушение кирпичной кладки	21	–	21
7	перекос окон и дверей	3	11	14
8	крен здания	4	10	14
9	частичное разрушение материала стен	5	2	7
10	полное разрушение стен	4	1	5
11	трещины в фундаменте	5	–	5
12	отклонение стен от вертикали, в том числе и выпучивание посередине	2	2	4
13	отклонение свай от оси	1	3	4

таивания глубиной 2–12 м. В результате произошли значительные деформации зданий и сооружений, что иногда приводит к ликвидации последних.

Для выяснения причин деформаций зданий и сооружений в г. Надыме, в сложных мерзлотно-геологических и гидрогеологических условиях, была разработана методика наблюдений, которая заключалась в следующем:

- 1) визуальное обследование зданий и сооружений;
- 2) инструментальное наблюдение за деформациями несущих конструкций (нивелирование);
- 3) видеосъемка за изменением положения гипсовых маяков.

В результате обследования более 90 зданий [2] установлены видимые нарушения, а именно: наличие тонких ветвящихся трещин штукатурки, зияющих трещин блоков, нарушения сплошности фундаментов, коррозия и изгиб свай, прогибы крыш, перекося оконных и дверных блоков, смещение плит, перекрытий потолков, деформации полов, крен зданий, пучение тамбурных крылец и т.д. (табл. 1).

Анализ проведенной работы показал, что из общего количества обследованных зданий более 60% в той или иной степени деформированы, часть из них в настоящий момент ликвидируется (рис. 1).

В результате детальных наблюдений (мониторинг) установлены основные причины, приводящие к деформациям и разрушениям зданий. Предлагаем рассмотреть характер этих причин на примере жилого 9-ти этажного кирпичного здания с техническим этажом и подвалом. В период с 1997 по 2000 гг. на фасадах в стенах здания образовались многочисленные трещины с раскрытием от волосных до нескольких миллиметров; в уровне первого-второго этажа кирпичная кладка стены фасада, выходящего на Бульвар Стрижова, имеет вертикальную трещину высотой до 4.0 м с раскрытием до 8 см; отмечается расслоение кладки в глубину в направлении вдоль стены на протяжении около 4.0 м. В парапетах несущих стен обнаружены сквозные трещины с раскрытием от 1.0 до 3.0 мм; наблюдается образова-

ние трещин в фундаментных блоках; отмечены просадки полов подвала на величину до 100 мм (в тепловом узле и некоторых других помещениях), сопровождающиеся растрескиванием цементной стяжки.

Инструментальные измерения показали, что здание получило крен в направлении перекрестка бульвара Стрижова и ул. Зверева (рис. 2). Отклонение от вертикали на уровне парапета крыши изменяется от 54 мм до 124 мм. Отмечается смещение плит перекрытий относительно стен-перегородок квартир. В коридорах 6–9 этажей и на лестничных площадках в зоне развития трещин в перекрытиях отмечается отрыв силикатной плитки от пола. Ряд гипсовых маяков, оборудованных на трещинах между плитами перекрытий и на несущих стенах в январе-марте 2001 г., к началу мая был прорван, что свидетельствует о продолжающемся развитии деформаций [4].

На момент строительства здания было установлено, что грунтовое основание отличается неоднородностью литологического состава пород до глубины 9.5 м, наличием прослоев торфа мощностью от 0.2 до 1.2 м, разным криогенным строением пород при суммарной мощности ММП на разных участках здания перед началом строительства от 8.0 до 10.0 м, что характеризует условия строительства, как неблагоприятные (рис. 3). Однако строительство здания провели по II принципу – на ленточном фундаменте. Таким образом, было установлено, что причинами деформаций здания являются не предусмотренные проектами изменения мерзлотно-геологических условий и свойств грунтов оснований сооружений.

Выполненные инженерно-геологические изыскания в 2000–2001 гг. на период 3-х летнего существования здания показали, что в разрезе установлено уплотнение торфа; неоднородность развития толщ ММП, за годы эксплуатации здания оттаял весь верхний горизонт ММП (рис. 4). При этом отмечалось значительное количество “перелетков”, температура ММП изменилась и в настоящее время составляет от –0.1 до –0.2°C, до глубины 21.0 м [3].



Рис. 1. Демонтаж зданий (г. Надым, ул. Таежная, 7, 9)

Анализ инженерно-геологической обстановки в городе, условия строительства и эксплуатации, позволили сформулировать главные причины деформаций зданий и сооружений.

1. Инженерно-геологические особенности, такие как: неоднородность литологического состава пород в пределах одного здания; наличие в основании сооружений торфов различной мощности, залегающих либо с поверхности, либо погребенных; значительная разница в физико-механических свойствах пород мерзлой и талой зон; сложное мерзлотное строение участков строительства не только в плане, но и в разрезе, часто меняющиеся в пределах одного и того же здания; мягкие отрицательные температуры мерзлых пород, составляющие от 0 до -0.2°C ; формирование “перелетков” (центральная часть города) на разных глубинах, разной мощности; высокое залегание уровня грунтовых вод – от 0.8 до 4.0 м.

2. Планировка территории насыпными грунтами, нарушение естественного стока поверхностных и подземных вод.

3. Деградация ММП, которая является следствием эволюции природных ландшафтов и многочисленных нарушений в эксплуатации подполий и других охлаждающих геотехнических систем. Отсутствие отмосков, не предусмотренных в конструкциях зданий, отсутствие водостоков и вентиляционных окон подвалов, заколоченных в процессе эксплуатации зданий. Многочисленные прорывы и утечки из изношенных канализационных труб, своевременно не замененных. Высокоминерализованные немерзлые толщи вокруг септиков и в зонах сброса отходов с отрицательными значениями температур, которые являются достаточно агрессивными к различным элементам фундаментов. Отсутствие надежных систем деаэрации воды, приводящее к катастрофически быстрым износам трубопроводов и, совместно с утечками из канализационной системы, приводящими к образованию под зданиями незначительных озер, что ведет к увеличению глубины слоя сезонного оттаивания.



Рис. 2. Субвертикальные трещины на фасадах здания, крен здания (г. Надым, Бульвар Стрижова, 1). Фото А.Б. Осокина.

4. Нерешенность в городе проблемы отвода ливневых и паводковых вод, что влечет за собой вымывание грунтовых частиц оснований и развитие суффозионных процессов.

5. Отсутствие выторфовывания под некоторыми зданиями, что приводит к неравномерной осадке. Таким образом, установлено, что в основе деформаций зданий и сооружений лежит комплекс причин как геологического, так и технического плана.

На основании анализа различных деформаций, можно говорить о том, что при строительстве в районах развития ММП и болотных отложений необходимо учитывать целый ряд особенностей в ходе инженерно-геологических изысканий, к которым относятся исследование свойств грунтов, подготовка территории, включающая осушение, намыв (подсыпка), выторфовывание или их комбинирование, искусственное замораживание (рис. 5). Анализируя возможность реализации указанных мероприятий, необходимо учитывать физико-механические свойства грунтов, а также процессы консолидации и ползучести при их уплотнении.

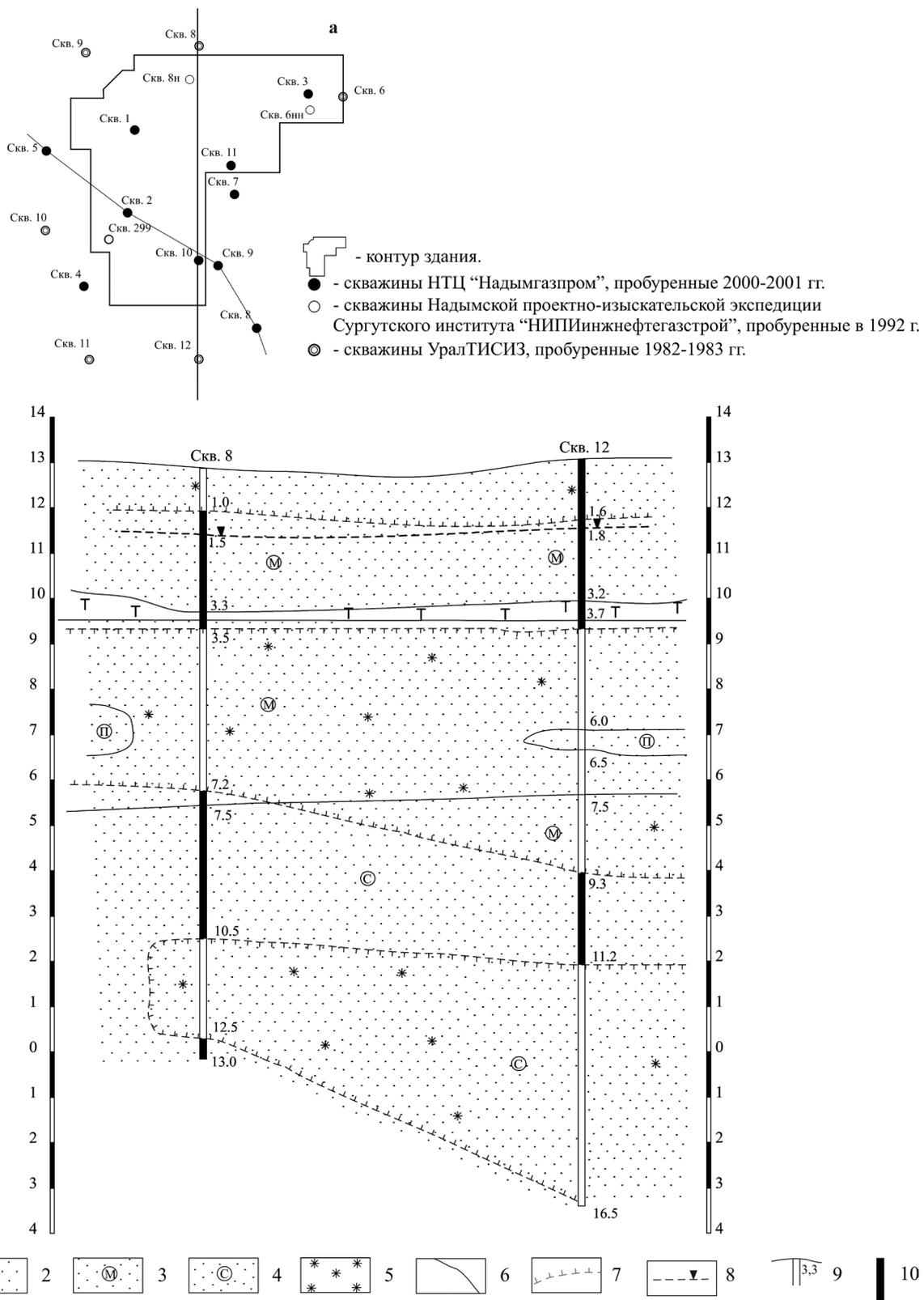


Рис. 3. План здания (а) и меридиональный инженерно-геологический разрез (б) участка (г. Надым, бульвар Стрижова, 1).

1 – торф, заторфованные грунты; 2 – песок пылеватый; 3 – песок мелкий; 4 – песок средней крупности; 5 – мерзлые грунты; 6 – границы литологических разностей; 7 – граница многолетнемерзлых пород; 8 – уровень грунтовых вод, м (установившийся); 9 – скважина; справа – глубина подошвы слоя, м; 10 – водонасыщенные грунты. Изыскания выполнены “УралТИСИЗ”, 1982–1983 гг. Вертикальный масштаб в метрах.

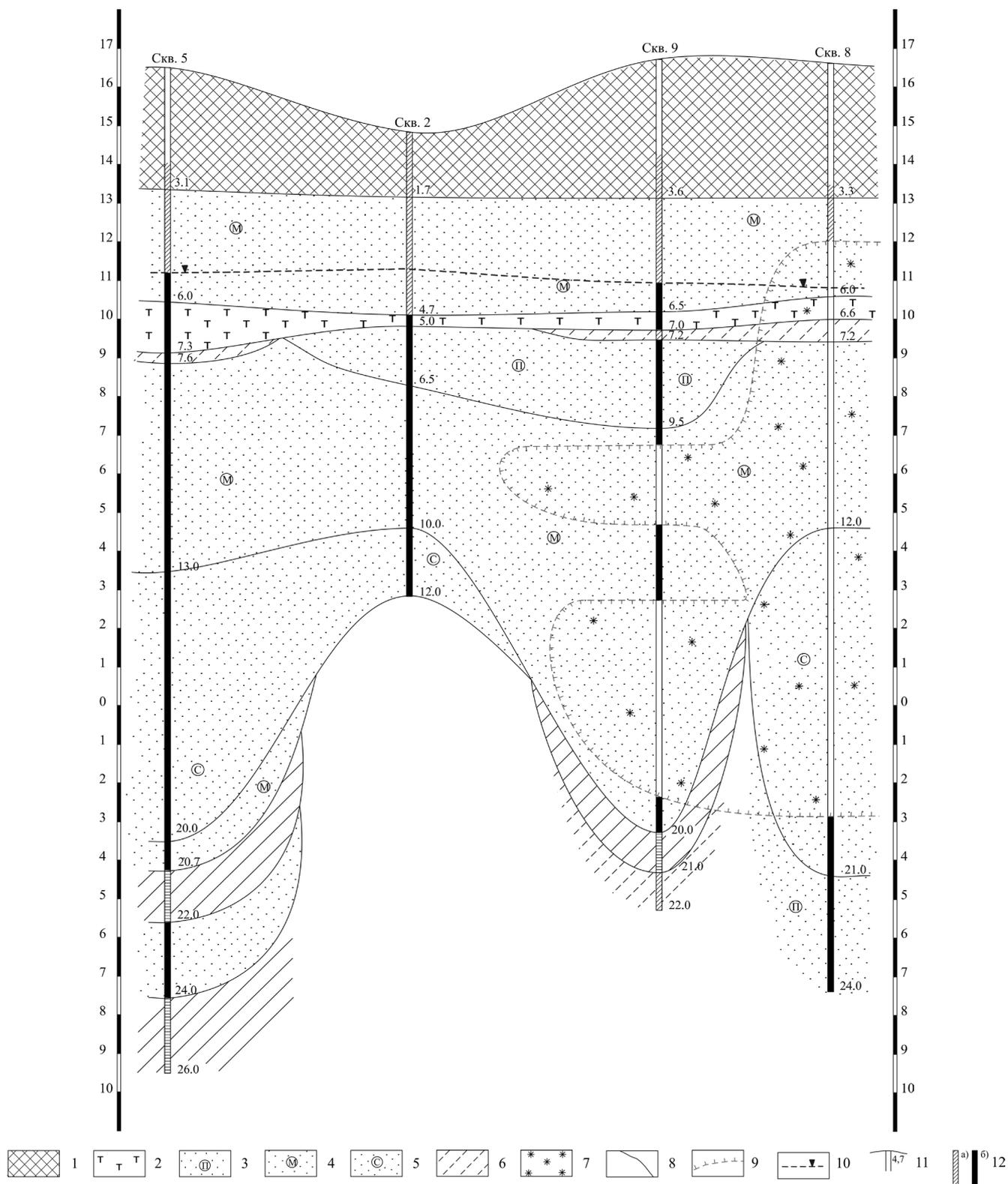


Рис. 4. Инженерно-геологический разрез участка, изображенного на рис. 3, выполненный в СЗ-ЮВ направлении НТЦ “Надымгазпром” в 2000–2001 гг.

1 – насыпные грунты; 2 – торф, заторфованные грунты; 3 – песок пылеватый; 4 – песок мелкий; 5 – песок средней крупности; 6 – супесь; 7 – мерзлые грунты; 8 – границы литологических разностей; 9 – граница многолетнемерзлых пород; 10 – уровень грунтовых вод, м (установившийся); 11 – скважины, справа – глубина подошвы слоя, м; 12 – консистенция грунта: а) пластичная, б) водонасыщенная.



Рис. 5. Использование метода технической мелиорации – замораживание основания зданий с помощью термостабилизаторов (г. Надым, ул. Топчева, 9).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геокриологическое районирование Западно-Сибирской плиты / В.Т. Трофимов, Ю.Б. Баду, Ю.К. Васильчук и др. М.: Наука, 1987. 219 с.
2. Комплексные гидрогеологические, инженерно-геологические и геоэкологические исследования масштаба 1 : 50 000 территории г. Надым. Отчет УГГУ. Екатеринбург, 2006. 188 с.
3. Научно-техническое обоснование изменения принципа использования грунтового основания здания по бульвару Стрижова, дом 1, в г. Надым / М.М. Дубина и др. Тюмень: Тюменская государственная архитектурно-строительная академия, 2001. 94 с.
4. Попов А.П., Осокин А.Б. Инженерно-геокриологический мониторинг жилого здания по адресу бульвар Стрижова, 1. Отчет, НТЦ ОО Надымгазпром, Надым, 2001. 76 с.
5. Севергина Н.А., Пиеничников К.Г., Сюксина О.Г. Систематизация материалов инженерно-геологических изысканий и мерзлотное районирование г. Надым (включая промрайон и отдельные объекты). Отчет, УралТИСИЗ, Свердловск, 1984 г. 157 с.

Рецензент Ю.К. Иванов

The main reasons for buildings deformations in the towns of permafrost zones

I. A. Emelyanova

Ural State Mining University

The mastery of northern territories leads to the disturbance of the natural conditions, which provoke a change of the ground, an increase of the temperature of soils, and as a result leads to the deformations of buildings and constructions. For explaining the reasons for buildings deformations in Nadym town the procedure of observations was developed, the analysis of different forms of deformations was carried out, the additional geological engineering searches were executed and the main reasons for the buildings deformations were formulated.

Key words: the layer of seasonal freezing-thawing, the degradation of permafrost, geological engineering conditions, the deformation of buildings and constructions, monitoring, the reason for deformations.