

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА СЕЗОННО ПРОМЕРЗАЮЩИХ ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

Абжалимов Р.Ш., к.т.н., ОАО ТПИ «Омскгражданпроект»

Несмотря на огромное количество научных исследований по проблемам использования сезонно промерзающих пучинистых грунтов в качестве оснований под фундаменты и подземные сооружения за более чем вековую историю, начиная со строительства Транссибирской железнодорожной магистрали по настоящее время, не создана теоретическая основа силового взаимодействия малозаглубленных фундаментов и подземных сооружений с сезонно промерзающими, пучинистыми грунтами под их подошвой и боковой поверхностью. Об этом свидетельствует введенная в действие актуализированная редакция строительных правил [1] раздел 6-8 «Пучинистые грунты», которая отражает достигнутые результаты научных исследований тридцатилетней давности. Это вызвано очевидно с переходом экономики страны на рыночные отношения, когда было практически прекращено финансирование отраслевых научно-исследовательских институтов в строительстве.

Несмотря на отсутствие государственной поддержки строительной науки автором данной статьи издана в 2013 году, при финансовой (спонсорской) поддержки саморегулируемых строительных и проектных организаций (за что автор бесконечно благодарен им) научная монография [2], где проанализированы результаты исследований известных отечественных ученых в области механики мерзлых и сезонно промерзающих пучинистых грунтов: М.И. Сумгина, Н.А. Цытовича, С.С. Вялова, М.Ф. Киселева, Б.Н. Далматова, А.Н. Перетрухна, В.О. Орлова, В.Б. Швеца, В.И. Пускова, Ю.М. Васильева, В.С. Сажина, В.Д.Карлова, О.Р. Голли и других авторов, в части взаимодействия фундаментов и подземных сооружений с пучинистыми грунтами. Автором учтены результаты этих исследований при расчетно-теоретических, натуральных и лабораторных исследованиях за период с 1976-2013 годы и обоснованы:

- расчетные схемы взаимодействия малозаглубленных фундаментов с пучинистым грунтом под их подошвой и по боковой поверхности с учетом длительной прочности твердомерзлого грунта под ними на сдвиг и на растяжение, позволившие определить распределение давления от фундаментов по глубине промерзания и соответственно послойное выпучивание грунтов [3];

- расчетную схему свайного фундамента с расположением малозаглубленного ростверка на пучинистом грунтовом основании, позволившая включить ростверк в совместную работу со сваями и увеличить

несущую способность свайных фундаментов и обеспечить устойчивость их при «форс-мажорных» обстоятельствах [4];

- распределение вертикальных напряжений морозного пучения под подошвой твердомерзлого грунта под фундаментами и подземными сооружениями [3], позволившее определить дополнительные нагрузки на здания и подземные сооружения от сил морозного пучения, в том числе, вес намерзаемого грунта на боковые поверхности подземного сооружения, препятствующий морозному выпучиванию сооружения;

- способ определения зависимости величины морозного пучения грунта от давления при любых значениях последнего в лабораторных условиях и максимального значения давления морозного пучения с учетом деформации измерительного оборудования и промерзающего образца с грунтом [5];

- определение предельно допустимого давления от фундамента на оттаивающее основание с учетом миграции влаги под фундаментом в процессе промерзания грунта [5].

Одной из ключевых проблем по использованию пучинистых грунтов сезонного промерзания в качестве оснований для малозаглубленных фундаментов и подземных сооружений является наличие лабораторного оборудования.

Введение в действие в 1990 году ГОСТа [6] позволило обеспечить единообразия требований к габаритам образцов с грунтом, к температурному режиму, классификации грунтов по степени пучинистости и т.д.

При промораживании образцов с грунтом при температуре на верхнем торце (-5°) достигается скорость промерзания около 2 см/сутки [5], а при температуре минус $(4\pm 0,2)^{\circ}\text{C}$ – около 1,6 см/сутки. Продолжительность испытаний в первом случае составляет около 8 суток, а по ГОСТ [6] около 10 суток. Таким образом, определение степени пучинистости грунтов в лабораторных условиях довольно длительный процесс. К примеру, при испытании трех образцов грунта в предложенной конструкции [6] потребуется около 30 суток!

Основными недостатками конструкции указанного ГОСТа [6] являются: трудоемкость испытаний, невозможность получения степени пучинистости грунтов при давлениях больше 50 кПа.

Кроме того, количество испытываемых образцов не соответствуют требованиям [7] для расчета оттаивающих (пучащих) оснований по деформациям с учетом совместной работы сооружения (фундаментов) и деформированного основания, принимаемых в соответствии с ГОСТ [8] при доверительной вероятности не менее 0,95 и при количестве испытываемых образцов не менее 6.

Автором еще в 1982 году была разработана малогабаритная промышленная установка, [9] позволяющая одновременно испытывать шесть образцов с грунтом при давлениях равных давлению от собственного веса промерзаемого грунта для конкретного региона, шесть образцов с грунтом при давлениях 50 кПа и три образца с грунтом для определения

максимального значения давления морозного пучения, замеряемых механическими динамометрами сжатия. А в 2008 году для адаптации его к требованиям ГОСТ [6] была разработана новая малогабаритная промышленная установка, которая подробно описана в работе [5].

Определение максимального значения давления морозного пучения позволяет с одной стороны получить зависимость величины пучения от давления в интервале от 1кПа до P_{fmax} , а с другой стороны, впервые в инженерной практике определить величину морозного пучения грунта по боковой поверхности фундаментов на естественном основании, одиночных и кустовых свай и свайных фундаментов в целом [4], т.е. исключить расчеты на устойчивость от касательных сил морозного пучения, заменив его на допустимую величину морозного пучения сооружения (фундамента).

Автором впервые предложен способ определения предельно допустимого давления на оттаивающие основание от фундамента, зависящего от миграционного влагонакопления под фундаментами [5].

Малогабаритная промышленная установка [5] для определения степени пучинистости грунтов, по мнению автора, позволяет в несколько раз сократить трудоемкость и стоимость исследований по сравнению с существующими отечественными и зарубежными аналогами, приведенных в работе [10], проста в изготовлении и относительно дешевая. Позволяет получить все необходимые характеристики пучинистых грунтов для проектирования зданий и сооружений, и обеспечить их безопасность при строительстве и эксплуатации в соответствии с требованиями [11].

Об этом свидетельствуют многолетние (20-25 лет) наблюдения за состоянием построенных зданий и сооружений на пучинистых грунтовых основаниях [2].

Для сокращения трудоемкости и стоимости лабораторных исследований сезонно промерзающих пучинистых грунтов примерно в 1,5 раза предлагается:

а) провести параллельные испытания по определению степени пучинистости грунтов при скорости промерзания 2 см/сутки и 4 см/сутки при различных давлениях на предлагаемом нашем оборудовании для получения корреляционных коэффициентов для мягкопластичных тяжелых пылеватых суглинков и для пылеватых супесей.

б) провести параллельные испытания по определению зависимости миграционного влагонакопления от давления при скорости промерзания 2 см/сутки и 4 см/сутки для этих же грунтов;

в) определение зависимости предельно допустимых давлений на оттаивающее основание от миграционного влагонакопления при различных давлениях.

По нашим подсчетам для проведения указанных исследований потребуется около 4-5 миллионов рублей, что не превышает 0,3% от снижения стоимости строительства при использовании сезоннопромерзающих пучинистых грунтов в качестве оснований на территориях с глубиной промерзания грунтов более 1,4 м в России.

Список литературы:

1. Свод правил СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* М.2011-161 с.
2. Р.Ш. Абжалимов. Использование сезонно промерзающих пучинистых грунтов в качестве оснований для фундаментов малоэтажных зданий и подземных сооружений в инженерной практике, г. Омск ООО Омскбланкоиздат, 2013-442 с.
3. Р.Ш. Абжалимов. Закономерность распределения напряжений морозного пучения грунта под фундаментами и подземными сооружениями. – Новосибирск, издательство СО РАН, 2008-77 с.
4. Р.Ш. Абжалимов. К расчету свай и свайных ростверков на пучинистых грунтах.//Основания, фундаменты и механика грунтов. 2006, №2, с.25-30.
5. Р.Ш. Абжалимов, Н.Н.Головко. Лабораторные исследования зависимости морозного пучения грунта от давления.// Основания, фундаменты и механика грунтов. 2009-№1-с.25-30
6. ГОСТ 28622-90 Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости. М.Издательство стандартов 1990-8с.
7. Свод правил СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88. М.2012-117 с.
8. ГОСТ 20522-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
9. Р.Ш. Абжалимов. Лабораторные исследования морозного пучения//. Основания, фундаменты и механика грунтов – 1982-№5-с.20-22.
- 10.А.Л. Невзоров. Фундаменты на сезонно промерзающих грунтах-М.: Издательство АСВ, 2000-151 с.
- 11.Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. №384-ФЗ, 30.12.2009-31 с.