

ОБ АКТУАЛИЗАЦИИ СНИП 2.02.04-88 «ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ»

THE ACTUALIZATION OF SNIP 2.02.04-88 «BASES AND FOUNDATIONS ON PERMAFROST»

А. Г. АЛЕКСЕЕВ, канд. техн. наук
П. М. САЗОНОВ

Развитие строительной отрасли России в последние два десятилетия привело к необходимости разработки новых и актуализации существующих нормативных документов (СНиП, ГОСТ, СП). Подавляющее большинство документов разработано в советское время. Новые требования к расчету конструкций, технологиям устройства фундаментов, а также появление современных механизмов и материалов предопределило необходимость изменения нормативной базы РФ, в том числе на проектирование оснований и фундаментов на многолетнемерзлых грунтах.

The development of the construction industry in Russia in the last two decades proves the need to develop new and update existing regulatory documents (SNiP, GOST, SP). The vast majority of documents are developed in Soviet times. New requirements for the disposal of structures, foundation device technology, as well as the emergence of modern mechanisms and materials predetermined the need to change the regulatory framework of the Russian Federation, including the design of bases and foundations for permafrost grunts.

The article presents the main changes included in the main document on the projection of the bases and the foundation for permafrost grunts SNiP 2.02.04-88 "Bases and foundations for permafrost grunts", which in 2012 was assigned the number of SP 25.13330, as well as Changes №№ 1 and 2 to the new document. The authors of the article, who are part of the team prepared new documents, describe the causes and foundations of been changes, as well as indicate the direction of further their development.

Ключевые слова:

Актуализация, многолетнемерзлые грунты, нормативный документ, основания, фундаменты

Key words:

Bases, foundations normative document, permafrost, update

Введение

Последние годы в России строительство развивается быстрыми темпами, в том числе в районах распространения многолетнемерзлых грунтов (ММГ). Разработаны новые конструкции фундаментов, строительные материалы и технологии производства работ, изменились требования к конструкциям и методам строительства, введены в действие новые нормативные документы. Разработаны и апробированы расчетные программы, позволяющие проводить более точные расчеты, обеспечивающие устойчивость сооружения и экономию строительных материалов. В связи с этим требуется актуализация нормативной базы, в том числе по ММГ. Основным документом по проектированию фундаментов на вечноммерзлых грунтах являлся СНиП 2.02.04-88 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах», который действовал с 01.01.1990 по 31.12.2012, более 20 лет, что предопределило его актуализацию.

Актуализация существующих строительных норм и правил проведена согласно распоряжению правительства Российской Федерации РФ № 1047-р от 21 июня 2010 г.

В 2010-2011 гг. НИИОСП им. Н. М. Герсеванова АО «НИЦ «Строительство» совместно с МГУ и Фундаментпроектом выполнена актуализация СНиП 2.02.04-88 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» [1]. В результате в 2012 г. принят СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» [2]. Его нормы распространяются на проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений, возводимых на территории распространения вечномерзлых (с 1991 г. согласно ГОСТ 25100 Грунты. Классификация многолетнемерзлых) грунтов и не распространяются на проектирование оснований гидротехнических сооружений, земляного полотна автомобильных и железных дорог, аэродромных покрытий и фундаментов машин с динамическими нагрузками.

В 2016 году выпущено Изменение № 1 к СП 25.13330, а в 2017 г. разработано Изменение № 2.

Целью актуализации норм и правил является создание взамен действовавшего в то время СНиП 2.02.04 нового нормативного документа, применение которого при проектировании оснований зданий и сооружений на ММГ обеспечивает соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и устанавливает требования по безопасности зданий и сооружений для жизни, имущества граждан и окружающей среды.

Актуализация 2012 г. При актуализации СНиП 2.02.04 существующие разделы и приложения переработаны с учетом требований современных нормативных доку-

ментов в области проектирования и строительства зданий и сооружений на ММГ. В новую редакцию СНиП 2.02.04 (далее СП 25.13330) впервые введены четыре новые главы и шесть приложений, а также и существенным образом переработаны приложения Б (Физические и теплофизические характеристики ММГ), В (Расчетные значения прочностных характеристик мерзлых грунтов), Г (Среднегодовая температура и глубина сезонного оттаивания и промерзания грунта) и Ж (Расчет свайных фундаментов на действия горизонтальных сил и изгибающих моментов).

В связи с интенсивным освоением нефтегазовых месторождений и строительством магистральных нефтегазопроводов в районах распространения ММГ в актуализируемом документе представлена глава, отражающая особенности проектирования магистральных нефтегазопроводов в ММГ, которые до этого практически не были отражены в имеющейся нормативной документации.

Поскольку в нормативной строительной базе отсутствуют рекомендации по проектированию фундаментов на склонах и откосах в ММГ, в СП 25.13330 включена глава, отражающая особенности проектирования оснований и фундаментов на склонах в криолитозоне, с учетом реологии мерзлых грунтов, температурного режима и даны рекомендации по противооползневой защите.

Анализ аварийных ситуаций, возникающих в зданиях и сооружениях в районах распространения ММГ, показывает, что основной причиной разрушений является неправильная эксплуатация сооружений, в том числе отсутствие или неверное выполнение геотехнического мониторинга [3, 4]. Без проведения надлежащего контроля невозможно сохранять (поддерживать) необходимый температурный режим в основании сооружений. В СП 25.13330 введена новая глава по геотехническому мониторингу (натурным наблюдениям) за состоянием конструкций строящихся и эксплуатируемых сооружений, их основаниями и прилегающим массивом грунта. В главе указывается, за какими параметрами необходимо наблюдать при I и II принципах строительства, в период строительства и эксплуатации сооружений, а также за сооружениями окружающей застройки. В нормы введено приложение, в котором рассмотрены устройства для наблюдения за контролируемыми параметрами, их характеристики (количество, расположение, глубина заложения), а также периодичность проводимых замеров контролируемых параметров.

В нормы введена глава, отражающая экологические требования, подлежащие учету при проектировании оснований зданий и сооружений на ММГ. Соблюдение экологических требований является важнейшей задачей при строительстве сооружений на ММГ. Отсутствие инженерной защиты строительной площадки и окружающей территории может привести к растеплению грунтов оснований и развитию опасных криогенных процессов.

Свойства ММГ зависят не только от их состава и структуры, но и от температуры. Температура грунтов (особенно — верхнего слоя) зависит от климата, изменяющегося во времени. До актуализации в СНиП 2.02.04 не учитывалось изменение температуры во времени, что приводило к завышению несущей способности оснований проектиру-

емых сооружений, вследствие чего конструкции сооружений деформировались. В СП 25.13330 в детерминистические расчетные формулы введен стохастический температурный коэффициент, учитывающий зависимость несущей способности оснований от температуры грунта с позиции случайных процессов. Решение стохастического уравнения получено Л.Н. Хрустальевым и Г.П. Пустовойтом [5].

При актуализации СНиПа 2.02.04 переработано приложение Б с учетом влияния засоленности, заторфованности и температурного фактора. Теплофизические свойства мерзлых грунтов и содержание незамерзшей воды в них очень существенно зависят от температурного режима, поэтому учет температурного фактора позволит повысить качество прогнозных оценок интенсивности проявлений того или иного мерзлотного процесса [6, 7].

В приложении В выполнено подразделение мерзлых засоленных грунтов по типу засоления — континентальному и морскому. Грунты с морским типом засоления менее прочные, обладают более высокой деформацией при прочих равных условиях (вид грунта, его плотность, льдистость, засоленность, температура), поэтому в приложении В даны таблицы расчетных характеристик R (расчетные давления на мерзлые грунты), R_{af} (расчетные сопротивления мерзлых грунтов и грунтовых растворов сдвигу по поверхностям смерзания фундаментов) и R_{sh} (расчетные сопротивления мерзлых грунтов сдвигу по грунту или грунтовому раствору), отдельно для мерзлых грунтов с континентальным и морским типом засоления. Включены таблицы с расчетными давлениями R на мерзлые грунты с морским типом засоления под нижним концом сваи, под подошвой столбчатого фундамента и расчетные сопротивления сдвигу по поверхности смерзания. Указанные прочностные характеристики получены на основе обобщения результатов исследований механических свойств мерзлых засоленных грунтов с морским типом засоления, выполненных 1960-1980 гг. в ЛенЗНИИЭПе под руководством Ю.Я. Велли, В.В. Докучаева, опубликованных в их трудах, а также в работах В.И. Аксенова, П.А. Гришина, К.Ф. Маркина, В.В. Орлянского, Л.Т. Роман, А.Н. Яркина и др. [7-12].

Введена таблица с расчетными давлениями на мерзлые биогенные грунты под нижним концом сваи, которые определены на основе обобщения экспериментальных и теоретических исследований, результаты которых опубликованы в монографиях [10, 13].

Изменение №1. В 2016 г. на основании государственного контракта №524/2015 от 04 сентября 2015 г. между ФАУ «ФЦС» и АО «НИЦ «Строительство» проведена разработка проекта Изменения № 1 СП 25.13330. Кроме редакционных правок оформительского характера, обновления нормативных ссылок, а также исключения ссылок на недействующие нормативные документы и т.п., в СП внесены следующие изменения.

В целях обеспечения безопасности и эксплуатационной надежности объектов строительства запрещено использование восстановленных стальных труб и других бывших в употреблении видов металлоконструкции при проектировании и строи-

тельстве зданий и сооружений с нормальным и повышенным уровнем ответственности, а также при строительстве и эксплуатации особо опасных, технически сложных и уникальных объектов.

До изменения СП не содержал требования к материалам фундамента (арматура, железобетон, сталь), хотя в условиях низких температур к материалам фундамента должны предъявляться повышенные требования. В Изменении №1 дополнительно включены требования по прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и др. к железобетонным конструкциям, сооружаемым в холодном климате и на ММГ. Также добавлены требования по использованию стальных бесшовных и сварных шовных труб в качестве свайных фундаментов.

Интенсивные процессы замерзания и оттаивания грунта в слое сезонного промерзания-оттаивания со временем приводят к коррозии металла. В связи с этим дополнительно вошли требования о необходимости выполнения антикоррозионной защиты для всех металлических поверхностей подземных конструкций в слое сезонного промерзания-оттаивания и ниже не менее 1 м. Для забиваемых свай антикоррозионная защита должна быть устойчивой к механическому воздействию. Возможность применения антикоррозионной защиты должна подтверждаться лабораторными и полевыми исследованиями.

В настоящее время имеется положительный опыт строительства сооружений на песчаных подушках с устройством теплоизоляционных экраном и без них, однако в СП 25.13330 никак не оговаривается такое техническое решение. Изменением № 1 в текст добавлено, что ленточные и столбчатые фундаменты под малоэтажные здания допускается не заглублять в грунт, а располагать на подсыпке или в теле подсыпки, при этом подсыпка должна выполняться из крупноскелетного непучинистого материала. Для определения глубины оттаивания следует проводить теплотехнический расчет и расчет по деформациям и при необходимости применить слой теплоизоляции под сооружением в теле подсыпки.

В Европейской части России широко применяются фундаменты из винтовых свай. В наши дни благодаря созданию мощных моторов с крутящим моментом до 400 кН·м, появилась возможность устройства винтовых свай в ММГ, однако отсутствие методики расчета таких фундаментов в нормативной базе РФ не позволяет применять винтовые сваи при строительстве фундаментов в районах распространения ММГ. При разработке Изменения № 1 сделаны первые шаги в сторону нормирования использования фундаментов из винтовых свай, в классификацию по условиям применимости и способам погружения внесен тип винтовых свай. Забегая вперед, отметим, что при разработке Изменения № 2 на основании результатов НИОКР [14] в текст документа включено требования по определению несущей способности винтовых свай по грунту, которую следует определять по результатам полевых испытаний, учитывающих реологические свойства мерзлых грунтов.

В Изменении № 1 появились требования к числу испытаний свай на стадиях инженерных изысканий и строительства, добавлен алгоритм определения касательных

сил морозного пучения в лабораторных условиях в соответствии с ГОСТ 56726-2015 «Грунты. Метод лабораторного определения удельной касательной силы морозного пучения» [15], выполнена корректировка алгоритма по определению среднегодовой температуры ММГ на верхней поверхности, которая должна назначаться из условия обеспечения требуемых расчетных температур грунта охлаждающими устройствами.

В связи с широким применением термостабилизаторов при строительстве на ММГ разработано и включено в СП справочное приложение «Проектирование и применение охлаждающих устройств». В нем даны общие сведения о сезоннодействующих охлаждающих устройствах, информация по проектированию, алгоритм расчета глубинного охлаждения и замораживания грунта вокруг термостабилизаторов. Отдельным приложением справочного характера приведены способы устройства магистральных трубопроводов на многолетнемерзлых грунтах. Способ устройства трубопровода следует выбирать в зависимости от типа участка по сложности строительства, который определяется по характеристике местности при инженерно-геокриологических изысканиях, с учетом прогнозного влияния будущего трубопровода на окружающую природную среду.

Изменение № 2. В настоящее время готовится к выходу Изменение № 2 к СП 25.13330. В СП добавлены следующие изменения.

Из анализа проведенных наблюдений за разрушенными сооружениями на ММГ вытекает, что подавляющее большинство аварий происходит из-за некачественной эксплуатации сооружений, несвоевременного ремонта или усиления, ликвидации негативных факторов, влияющих на устойчивость грунтов основания. В связи с активным использованием систем термостабилизации для уменьшения теплового влияния сооружений на мерзлые грунты основания Изменением № 2 добавлен контролируемый параметр при геотехническом мониторинге — температура охлаждающих устройств, контролируемая с помощью тепловизора на стадии строительства и эксплуатации сооружений и периодичность проверок.

Поскольку геотехнический мониторинг выполняется не только в период строительства, но и во время эксплуатации, расширена область применения СП.

В Изменении № 2 при определении несущей способности оснований рекомендуется выполнять теплотехнический расчет как на конец срока эксплуатации сооружения, так и на первый год эксплуатации. Распределение температур грунта по глубине при этом рассчитывается без учета теплового влияния сооружения, а температурный коэффициент принимается равным $\gamma_t = 1$. В случае, когда несущая способность основания на первый год эксплуатации меньше несущей способности, определенной по расчетным значениям температуры, установившимся в эксплуатационном периоде, и с учетом температурного коэффициента, за несущую способность следует принимать меньшее значение.

Кроме этого, выполнены редакционные правки оформительского характера, обновлены нормативные ссылки, исключены ссылки на недействующие нормативные документы и другое.

Заключение

Нормативная база, в том числе по проектированию оснований и фундаментов на ММГ, должна постоянно совершенствоваться и обновляться актуализированными версиями документов. При актуализации должны включаться современные методы расчета материалов фундаментов и технологии их устройства, позволяющие получать экономическую выгоду при строительстве и эксплуатации, а также обеспечивающие безопасную эксплуатацию сооружений. Однако применение новых алгоритмов расчета, технологий и материалов должно быть обосновано проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ как в лабораторных, так и в полевых условиях с привлечением авторитетных научно-исследовательских организаций.

Важным вопросом в фундаментостроении на ММГ является заполнение внутренней полости полых буроопускных и забивных свай. Заполнение бетоном класса не ниже В7,5, а в пределах слоя сезонного промерзания-оттаивания — и выше, бетоном класса не ниже В15 согласно СП 25.13330 является сложно выполняемым в техническом отношении требованием (отдаленность участков строительства, трудности прогрева бетона, наличие мокрых процессов), однако безопасным в отношении устойчивости свай. Замена бетона на альтернативный дешевый и технологически простой материал позволит существенным образом сократить сроки устройства фундаментов и понизить стоимость строительства.

Также важным вопросом является применение шовных труб в качестве свайных фундаментов. В настоящее время существует ограничение использования таких труб из-за ненадежности сварного соединения. Следует провести исследования, направленные на изучение возможности использования сварных труб. Исследования должны учитывать различные технологии устройства фундаментов, конструкции свай, срок службы сооружений, величины вертикальных и горизонтальных нагрузок, засоленность грунтов основания, агрессивность подземных вод и другие факторы. Только результаты исследований определяют возможность использования шовных труб в качестве свайного фундамента.

Важным направлением развития нормативного документа является учет как техногенного воздействия человека на грунты основания, так и климатических изменений (глобальное потепление). Следует совершенствовать методики расчета оснований с учетом этих факторов, в том числе расчет температурного коэффициента. О необходимости и методологии его расчета в научной среде ходит много споров, которые следует завершить в рамках дискуссионного обсуждения российскими мерзлотоведами.

Новые конструкции из современных материалов (композитные буроопускные и бурозабивные сваи), а также внедряемые технологии на ММГ (винтовые, буринъекционные и буронабивные сваи), известные и зарекомендовавшие себя в мерзлых грунтах, для включения в СП и использования в строительстве на ММГ требуют подробного исследования.

Целью актуализации и изменений нормативного документов является повышение уровня безопасности сооружений благодаря внедрению более надежных и оптимальных проектных решений оснований и фундаментов на многолетнемерзлых грунтах. Задача сообщества ученых-мерзловедов заключается в создании нормативного документа, отвечающего современным требованиям и обеспечивающего безопасность строительства и эксплуатации сооружений на специфических грунтах, таких как многолетнемерзлые грунты.

Библиографический список

1. СНиП 2.02.04-88 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
2. СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
3. Рекомендации по наблюдению за состоянием грунтов оснований и фундаментов зданий и сооружений, возводимых на вечномерзлых грунтах. НИИОСП, 1982.
4. *Алексеев А. Г.* Геотехнический мониторинг при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений в районах распространения многолетнемерзлых грунтов. / Материалы международной конференции «Современные инновационные технологии изысканий, проектирования и строительства в условиях Крайнего Севера», Якутск, 08-10 августа 2012 г.
5. *Хрусталева Л. Н., Пустовойт Г. П.* Вероятностно-статистические расчеты оснований зданий в криолитозоне. — Новосибирск: Наука, 1988.
6. *Ершов Э. Д., Мотенко Р. Г., Комаров И. А.* Экспериментальное исследование теплофизических свойств и фазового состава влаги засоленных мерзлых грунтов. // Геоэкология, 1999. — №3. — С. 232-242,
7. *Аксенов В. И.* Засоленные мерзлые грунты Арктического побережья как основания сооружений. — М.: Изд-во «Все о мире строительства», 2008.
8. *Велли Ю. Я., Гришин П. А.* О функциональной зависимости температуры замерзания от состава воднорастворимых солей в поровом растворе. / Сб. статей: Реология грунтов и инженерное мерзловедение. — М., Наука, 1982. — С.193-196.
9. *Брушков А. В.* Засоленные мерзлые породы Арктического побережья, их происхождение и свойства. — М.: Изд-во МГУ, 1998.
10. *Роман Л. Т.* Механика мерзлых грунтов. — М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002.
11. *Кривов Д. Н.* Закономерности деформирования и разрушения мерзлых засоленных грунтов района Большеземельской тундры: дисс. ... канд. геолого-минер. наук. — М., 2009.
12. *Коновалов А. А., Конюшенко А. Г., Роман Л. Т.* Количественная оценка влияния растворов солей на температуру начала замерзания грунтовой влаги. / В кн. Строительство в районах Восточной Сибири и Крайнего Севера, вып. 26. — Красноярск, Трансстройинипроект, 1973.

13. *Миронов В. А., Ланков А. А.* Процессы деформирования, ползучести и релаксации в мерзлых грунтах. — Тверь: Изд-во ТГТУ, 1999.

14. НИОКТР «Разработка методики расчета многолопастных винтовых свай в многолетнемерзлых грунтах». Рег. № АААА-А16-116092650006-6.

15. ГОСТ 56726-2015 Грунты. Метод лабораторного определения удельной касательной силы морозного пучения.

Авторы:

Андрей Григорьевич АЛЕКСЕЕВ, канд. техн. наук, заведующий лабораторией «Механики мерзлых грунтов и расчета оснований» НИИОСП им. Н. М. Герсевича АО «НИЦ «Строительство», Москва

Andrey ALEKSEEV, Ph.D., head of "Frozen soil mechanics and foundation analysis" laboratory of NIIOSP named after N. M. Gersevanov JSC Research Center of Construction, Moscow,

e-mail: adr-alekseev@yandex.ru

тел.: +7 (926) 129-71-01

Павел Михайлович САЗОНОВ, младший научный сотрудник лаборатории «Механики мерзлых грунтов и расчета оснований» НИИОСП им. Н. М. Герсевича АО «НИЦ «Строительство», Москва

Pavel SAZONOV, junior researcher of "Frozen soil mechanics and foundation analysis" laboratory of NIIOSP named after N. M. Gersevanov JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: sazonov-pm@yandex.ru

тел.: +7 (926) 914-57-47