

12. Temis YU.M., Solov'eva A.V., ZHurenkov YU.N. i dr. Cifrovoj dvojniki ustanovki dlya ispytaniy centrobezhnogo kompressora malorazmernogo GTD. / YU. M. Temis, A. V. Solov'eva, YU. N. ZHurenkov [i dr.] // Aviacionnye dvigateli. – 2021. – № 1(10). – S. 5-16., DOI: 10.54349/26586061_2021_1_5.

13. Sal'nikov A.V., Gordin M.V., SHmotin YU.N. i dr. Cifrovye dvojniki — platforma dlya upravleniya zhiznennym ciklom aviacionnyh DOI doi: 10.18698/0536-1044-2022-4-60-72.

14. Nadol'skij V.V. Statisticheskie harakteristiki pogreshnosti chislennyh modelej nesushchej sposobnosti dlya stal'nyh elementov / V.V. Nadol'skij // Stroitel'stvo i rekonstrukciya. – 2023. – №3 (107) – S.17-34. DOI: 10.33979/2073-7416-2023-107-3-17-34.

15. Tur V.V. Metody ocenki koefficienta variacii nesushchej sposobnosti pri proektirovanii konstrukcij na osnove nelinejnyh konechno-elementnyh modelej / V. V. Tur, V. V. Nadol'skij // Stroitel'stvo i rekonstrukciya. – 2024. – № 4. – S. 64–74.

УДК 624.15:692.115

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

П. С. Пойта, д. т. н., профессор кафедры геотехники и транспортных коммуникаций, Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь, e-mail: ppsbrest@mail.ru

Н. Н. Шалобыта, к. т. н., проректор по научной работе Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь, e-mail: nnshalobyta@mail.ru

Т. П. Шалобыта, к. т. н., доцент кафедры технологии бетона и строительных материалов, Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь, e-mail: t_shalobyta@mail.ru

Реферат

Данные инженерно-геологических изысканий в представляемых объемах и количественном определении отдельных характеристик грунтов недостаточны и не дают достоверной информации для проектирования фундаментов зданий и сооружений. Особенно это характерно в случаях необходимости прогноза развития осадков фундаментов во времени. Рассмотрены также и другие аспекты, влияющие на качество подготовки оснований, отрывки котлованов, уплотнения грунтов из песчано-гравийных смесей при строительстве зданий в Юго-Западном микрорайоне г. Бреста. Поднятые в статье проблемы, по мнению авторов, характерны и для других строительных площадок.

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания, основание фундаментов, несущая способность грунта, гранулометрический состав грунта, напряженно-деформированное состояние, здание, проект, жесткость, прогиб.

Введение

Надежность оснований и фундаментов, стоимость работ по их устройству в значительной степени зависят от ряда факторов, правильная и достоверная оценка которых позволяет выбрать наиболее рациональное решение по виду оснований и фундаментов, их размеров, качеству выполняемых работ.

Разработка проекта, оптимальным образом удовлетворяющего условиям надежности основания и технологическим требованиям индустриальности,

представляет собой часто трудную задачу. А учитывая тот факт, что в настоящее время все чаще используются территории под застройку с неблагоприятными геологическими условиями, в частности, с различными по мощности толщинами слабых грунтов, залегающих на глубине, то задача достоверности полученных решений, обеспечивающих устойчивость или недопустимость развития деформаций, особенно их неравномерность, является важной и актуальной.

Решение задачи о выборе наиболее экономичного варианта при проектировании фундаментов требует рассмотрения ряда соответствующих вопросов. К ним относятся:

- объемы и достоверность результатов инженерно-геологических изысканий;
- выбор расчетной модели грунтового основания;
- возможные деформации грунтов основания и их прогноз во времени;
- способы производства земляных работ, возведения фундаментов, надфундаментных конструкций и др.

Таким образом, задача проектировщиков по выбору оптимального варианта фундаментов является комплексной и довольно сложной.

Учитывая это, на примере застройки Юго-Западного микрорайона (ЮЗМР-1) г. Бреста, проектируемая территория которого расположена в пойме р. Мухавец, нами обозначены некоторые проблемные вопросы, которые имели место на стадиях разработки проектно-сметной документации, подготовки территории под застройку, строительстве зданий, вводе их в эксплуатацию.

Территория ЮЗМР-1 г. Бреста в геологическом отношении представлена озерно-болотными и озерно-аллювиальными отложениями. Озерно-болотные отложения: пески от пылеватых до средних; супеси; суглинки с $I_L \geq 0,4-1,2$; торфы. По прочности глинистые отложения – слабые и средней прочности. Озерно-аллювиальные отложения представлены песками различной крупности, от пылеватых до крупных; супесями пластичными; суглинками мягкопластичными и текучими. Всего выделено 22 инженерно-геологических элемента.

В данных инженерно-геологических условиях ЮЗМР-1 ведется строительство, как правило, крупнопанельных зданий, высотой от 5 до 11 этажей. По протяженности, эти здания односекционные, двух и даже трехсекционные. Для всех зданий в качестве фундаментов запроектированы сплошные железобетонные плиты толщиной $h = 500$ мм. Их размеры в плане почти квадратные (для односекционных зданий) и прямоугольные (для двух и трехсекционных зданий).

Часть озерно-болотных отложений, расположенных у поверхности, удаляется и выполняется подсыпка с использованием песчано-гравийных смесей мощностью 3,4–4,0 м.

Выполненные определения гранулометрического состава песчано-гравийных смесей в соответствии с [1, 2] показали их хорошую сходимости (рисунок 1).

Содержание частиц диаметром менее 0,16 мм составляет не более 7,0 %. Зерна гравия занимают от 12,0 до 15,0 %. Это означает, что песчано-гравийная смесь относится к природной, в которой содержание зерен гравия $>10,0$ %.

По классификации грунтов [3] песчано-гравийная смесь относится к разновидности песков гравелистых. Уплотняемость таких песков зависит от гранулометрической неоднородности, под которой понимают диапазон размеров слагающих их частиц, контролируемый различными параметрами неоднородности. Чем больше этот диапазон и абсолютная величина соответствующего параметра, тем больше гранулометрическая неоднородность песчано-гравийной смеси.

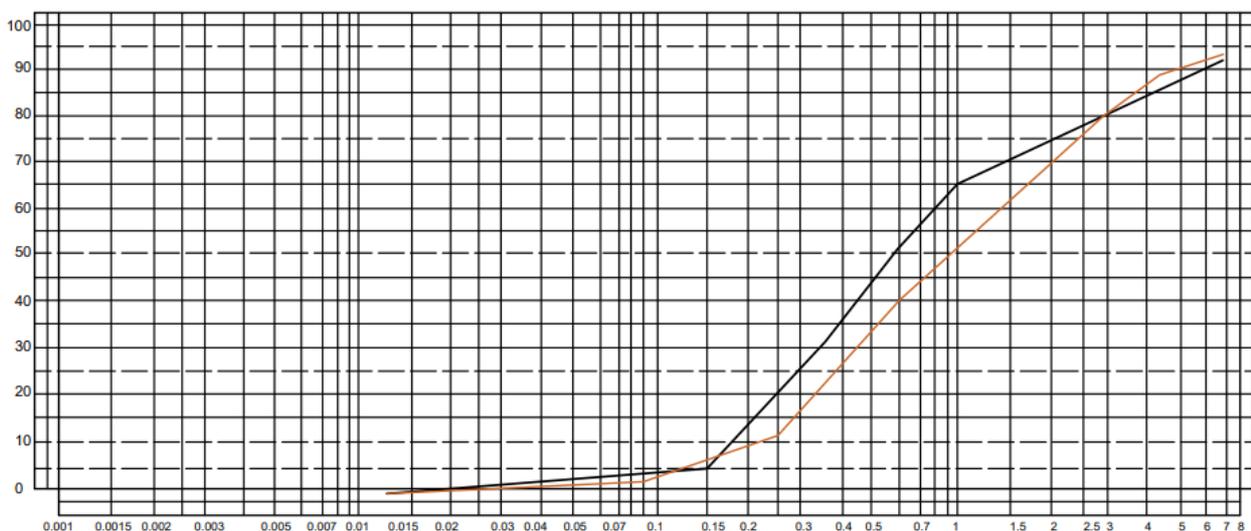


Рисунок 1 – Гранулометрический состав песчано-гравийной смеси

Значения показателей, характеризующих гранулометрическую неоднородность песчано-гравийных смесей, приведены в таблице 1.

Таблица 1– Показатели неоднородности смесей

№	Наименование показателей	Значение показателей	
		выражение	пределы значений
1	Коэффициент неоднородности (Хазен)	$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	6,0–6,86
2	Коэффициент сортировки (П.И. Фадеев)	$S_p = \frac{d_{90}}{d_{10}}$	27,75–37,8
3	Коэффициент сортировки (Траск)	$S_o = \frac{d_{75}}{d_{25}}$	7,11–4,87
4	Параметр неоднородности	$\Pi = d_{50} * \frac{d_{90}}{d_{10}}$	27,45–34,57
5	Параметр максимальной неоднородности (И. В. Дудлер)	$\Pi_{\max} = d_{50} * \frac{d_{95}}{d_5}$	76,8–56,4

Из таблицы 1 видно, что коэффициенты неоднородности C_u различаются не более, чем в 1,14 раза, а коэффициенты сортировки по Траску – в 1,04 раза. Максимальное различие характерно для значений коэффициента сортировки по П. И. Фадееву и И. В Дудлеру – соответственно, в 1,38–1,35 раза. По данным показателям используемые смеси относятся к категории повышенной неоднородности, что в значительной степени способствует их уплотняемости, следовательно, влияет на многие свойства и в частности, на плотность. Исходя из этого, принятый при проектировании фундаментов удельный вес уплотненной песчано-гравийной смеси $\gamma = 16,0 \text{ кН/м}^3$, является ничем не обоснованной, некорректной величиной, соответствующей коэффициенту пористости $e = 0,8$, т. е. по плотности сложения – рыхлым песчаным грунтам. Выполненные нами определения плотности песчано-гравийной смеси при коэффициенте уплотнения $K_{com} = 0,95$ показали, что $\rho = 1,92 \text{ г/см}^3$. Таким образом, очень важное значение при проектировании оснований и фундаментов имеют результаты контроля качества уплотняемых искусственных оснований.

Песчано-гравийные подушки, как правило, расположены на песчаных грунтах различной крупности средней прочности.

На глубине 6,0–6,5 м ниже подошвы фундамента обнаружены озерно-аллювиальные отложения: супеси и суглинки текучей консистенции $I_L \geq 0,7-1,21$; $e = 0,64-0,77$; $S_r = 0,99-1,0$. По СП 5.01.01-23 [4] такие грунты должны быть отнесены к специфическим, так как $I_L > 1,0$ и $S_r > 0,8$. Наличие таких грунтов в основании соответствует III категории его сложности и оказывает влияние на класс геотехнического риска условий строительства.

Вместе с тем такие грунты, находящиеся в верхней части сжимаемой толщи, будут оказывать влияние на выбор проектных решений фундаментов, эксплуатацию объектов. Более того, полученные значения I_L не соответствуют корреляционным зависимостям показателя текучести от удельного сопротивления грунта под наконечником зонда q_s , которое практически равно нулю [5]. Такое расхождение опытных данных, их нелогичность, по крайней мере, должна побуждать интерес у изыскателей к их анализу, объяснению нестыковок полученных результатов. Более того, при разработке проекта фундаментов зданий данные грунты не являются их основаниями, хотя расположены в пределах сжимаемой толщи. Учитывая изменение их мощности от 0,2–0,3 м до 1,6–1,8 м в пределах пятна здания, их влияние на развитие деформаций основания, в том числе неравномерных, очевидно. Качественное и количественное описание картины деформирования грунтового основания зависит от присутствия многих факторов, важнейшими из которых является неоднозначность сведений о геологическом строении основания, его неоднородности, анизотропии жесткостных характеристик, фильтрационной способности, поведении при значительных нагрузках и т. д.

Инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать уточнение и дополнение уже имеющихся или получение новых материалов и данных, необходимых для разработки строительного проекта, прогноза изменений инженерно-геологических условий при строительстве и эксплуатации объектов [6].

Расчеты оснований и фундаментов в настоящее время выполняют, исходя из предположения, что инженерно-геологические изыскания дают подробную и достоверную информацию о физико-механических характеристиках грунтов природного и искусственного происхождения, определенных, как правило, по результатам прямых испытаний с учетом возможного изменения их свойств в процессе строительства, эксплуатации зданий и сооружений, а также при изменении гидрологического режима.

Однако это предположение несостоятельно, так как подробный анализ инженерно-геологических изысканий, выполненных по ряду объектов в России, показал их недостаточность, неопределенность и скудность данных о свойствах грунтов, а также весьма приблизительный характер ряда действий, выполняемых изыскателями [7, 8]. В своей работе Е. А. Вознесенский и А. В. Брушков [8] отмечают: «Известно, что данные инженерно-геологических изысканий... для строительного проектирования сооружений обладают большой неопределенностью, во многом ошибочны и нередко полностью или частично надуманы». И с этим утверждением очень трудно не согласиться, так как требования технических нормативных и правовых документов, действующих в Республике Беларусь и Российской Федерации, определяющих основные требования к инженерно-геологическим изысканиям, в основном, синхронизированы либо одинаковы полностью. А это означает, что проблемы испытаний малых объемов грунта, статистической обработки результатов испытаний, их экстраполяции

на все основание, выделяя «однородные» по составу инженерно-геологические элементы (ИГЭ) при отсутствии проверки повторяемости результатов испытаний даже в близких точках, низкой оплаты изыскательских работ, являются очень важными и актуальными [7, 8].

Важность всех отмеченных выше проблемных вопросов очевидна, так как все расчеты оснований и фундаментов выполняются исходя из предположения о достоверности и однозначности результатов инженерно-геологических изысканий [12, 13].

Как отмечает профессор А. Г. Шашкин: «Слабые глинистые грунты обладают отвратительным свойством: при любом взаимодействии в них нарушаются структурные связи. В результате они теряют свойства квазитвердого тела и норовят превратиться в вязкую жижу. Строительные свойства глинистых грунтов определяются их составом, строением и структурными особенностями. Их следует рассматривать как совокупность различных твердых минеральных частиц, составляющих скелет грунта и пор между ними, заполненных жидкостью и газами. Соотношение составляющих этих факторов и определяет строительные свойства таких грунтов» [9]. Следовательно, наличие таких грунтов в пределах сжимаемой толщи оказывает существенное влияние на развитие осадков во времени. Водонасыщенные пластичные, текуче-пластичные и особенно текучие глинистые грунты дают большие осадки, часто весьма медленно затухающие во времени. Результаты многолетних наблюдений за осадками эксплуатируемых зданий показывают их изменение от 0,5 мм/год до 4,0–5,0 мм/год в зависимости от их местоположения (наличия в близости набережных, метро, и удалении от таких мест) в течение двух-трех веков после их возведения [9]. А это означает, что прогноз изменения осадков во времени, вызванных первичной и вторичной консолидацией, имеет очень большое значение. Для выполнения такого прогноза необходимо знать такие параметры, как коэффициент фильтрации K_f , коэффициент консолидации C_v , параметр ползучести грунтов b_k . Однако по различным причинам эти важнейшие параметры грунтов не определяются. Исключением являются песчаные грунты, для которых даются только пределы изменения K_f . Для пылеватых песков этот параметр уже часто не определяется. Ряд изыскательских организаций нормативные значения плотности песков вычисляют по полученным значениям природной влажности, определенной в лабораторных условиях и коэффициенте пористости, принятого как средневзвешенное значение удельного сопротивления грунта под наконечником зонда q_s . Показатели физических свойств глинистых грунтов определяют лабораторными методами. Отсюда следует, что непосредственным испытанием определяются весьма скудный перечень характеристик грунтов. В тоже время нормативные документы [10] указывают, что лабораторные исследования должны моделировать работу грунта в основании здания в условиях меняющегося напряженно-деформированного состояния. «Деформационные, прочностные и фильтрационные характеристики обводненных слабых грунтов (илы, биогенные, глинистые грунты с $I_L > 0,75$) следует определять с учетом НДС грунтового массива в диапазоне, действующих в основании здания напряжений, при малых степенях загрузки на образцах, испытанных как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Испытания должны предусматривать консолидацию образцов грунта и учет истории нагружения, объема грунта в натуре.» [4, 10]. Сравнение показателей, которые должны определяться полевыми и лабораторными

методами с фактически определенными, далеко не в пользу требований соответствующих нормативных документов. А это, в свою очередь, влияет на качество принимаемых решений, так как недостаточность, либо неопределенность исходной информации, характеризующей основание в целом и каждого слоя грунта в отдельности, резко снижает объективность, достоверность, представительность получаемых результатов.

Особенностью подготовки оснований под строительство фундаментов является устройство значительного по мощности (до 4,0 м) искусственного основания из песчано-гравийной смеси. Уплотнение этого слоя осуществляется катками. Здесь основное внимание должно быть уделено послойному уплотнению грунта до требуемой плотности $K_{com} = 0,95$. Для вытянутых в плане зданий этих вопросы решаются на удовлетворительном уровне. Однако для односекционных многоэтажных зданий форма котлована в плане практически квадратная, с длинной стороны не более 18,0 м и глубиной котлована 3,5–4,0 м от поверхности. Доставка песчано-гравийной смеси в котлован, ее послойная укладка, уплотнение, влекут за собой дополнительный объем работ по устройству подъездных путей, съездов в котлован. А это отражается на увеличении сроков устройства искусственного основания, росте трудоемкости. Пренебрегая жестким выполнением требований проекта производства земляных работ, часто отсыпка песчано-гравийной смеси производится слоями мощностью 1,0 м и более. Ввиду ограниченности размеров котлована краевые участки насыпи по его периметру, как правило, недоуплотнены. Все эти моменты, очевидно, способствуют развитию осадок строящихся зданий. С другой стороны, недоуплотнение краевых зон искусственного основания, как показали наши исследования, способствуют уменьшению неравномерности деформации осадок [11]. Но здесь большое значение имеют размеры краевых зон, где предполагается другое значение плотности, и, следовательно, модули деформации. Факторы, способствующие выравниванию деформации зданий, необходимо учитывать на стадии проектирования фундаментов. Пренебрежение требованиями проекта при подготовке котлована способствует только увеличению неравномерности осадок проектируемого здания.

При строительстве фундаментов зданий и сооружений на основаниях с входящими в их состав искусственно уложенными грунтами и имеющимися на глубине, в пределах сжимаемой толщи, специфическими отложениями, важным является учет следующих факторов:

- случайной неоднородности грунтов основания;
- подъема дна котлована;
- глубины сжимаемой толщи грунта и др.

Некоторые из этих факторов рассмотрены выше. Самым важным, очевидным и легко характеризваемым из них, является подъем дна котлована. Эскавация грунта при производстве работ по устройству котлована, вызывает разуплотнение нижерасположенного грунта в результате снятия нагрузки. А это вызывает подъем дна котлована, величина которого зависит от его глубины, размеров в плане, механических характеристик грунта, характера напластования грунтов, длительности выполнения работ по эскавации и возведения конструкции здания. Очевидно, что грунт в центральной части котлована разуплотнен больше, чем в краевой, следовательно, его осадка будет большей. А это негативно сказывается на напряженно-деформируемом состоянии фундаментной плиты. Разуплотнение дна котлована после выемки грунта свидетельствует о том, что в уровне дна природное

давление практически равно нулю, т. е. $\sigma_{zq} = 0$. Тогда осадка фундамента будет определяться с учетом доли осадки S_1 , при увеличении напряжения от исходного напряженного состояния до напряженного состояния, соответствующему природному давлению σ_{zq} и доли осадки S_2 при росте напряжения от σ_{zq} до его полного значения. Такая корректировка в расчетах осадок маловероятна. Поэтому, для исключения влияния подъема дна котлована на развитие неравномерных осадок требуется выполнение требований нормативных документов [4, 10, 12], т. е. возведение фундаментов необходимо начинать сразу после отрывки котлована, а не делать разрывы по времени между окончанием подготовки котлована и устройством фундамента, равные неделям и даже месяцам.

Выводы

Учет некоторых упомянутых выше проблемных вопросов, имеющих место, начиная со стадии инженерно-геологических изысканий и завершая окончанием строительства объекта, позволит принимать экономичные решения, реально отражающие работу грунта основания и проектируемого здания.

1. Расчеты деформаций оснований зданий и сооружений зависят от достоверности и полноты результатов инженерно-геологических изысканий, что в настоящее время затруднительно выполнить, так как это требует вложения дополнительных, весьма существенных финансовых средств.

2. При устройстве искусственных оснований, особенно при использовании песчано-гравийных смесей, хорошо уплотняемых, следует осуществлять строительный контроль за процессом послойной укладки грунта независимо от размеров котлована в плане.

3. Физико-механические характеристики искусственных оснований следует определять по результатам их испытаний в лабораторных и полевых условиях.

4. При значительном разбросе опытных данных необходимым является проведение их анализа, объяснение нелогичности их изменения, и выработка предложений, рекомендаций по их использованию.

5. При производстве земляных работ по устройству котлованов недопустимым является временной разрыв между сроками подготовки котлована и началом строительства здания. В противном случае необходима корректировка расчета осадки фундамента.

Список использованных источников

1. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава : ГОСТ 12536-2014. – Взамен ГОСТ 12536-79 ; введ. 01.07.2015. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 19 с.

2. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний : ГОСТ 8269.0-97. – Введ. 01.07.1998. – Москва : ГУП ЦПП, 1998. – 109 с.

3. Грунты. Классификация : ГОСТ 25100-2020. Взамен ГОСТ 25100-2011; введ. 01.01.2021. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 38 с.

4. Общие положения по проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений = Агульняы палажэнні па праектаванню асноў і фундаментаў будынкаў і збудаванняў: СП 5.01.01-23. – Введ. 27.02.2023. – Минск : Минстройархитектуры, 2023. – 144 с.

5. Прочностные и деформационные характеристики грунтов по данным статического зондирования и пенетрационного каротажа. Правила определения = Трываласныя і дэфармацыйныя характарыстыкі грунтоў па даных статычнага зандзіравання і пенетрацыйнага каротажу. Правілы вызначэння: ТКП 45-5.01-15-2005 (02250). – Введ. 01.07.2006. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь: Минсктиппроект, 2006. – III, 21 с.

6. Инженерные изыскание для строительства = Інжынерныя вышуканні для будаўніцтва : СН 1.02.01-2019. – Введ. 26.12.2019. – Минск : Минстройархитектуры, 2020. – 109 с.

7. Барвашов, В. А. «Мягкая математика» в геотехнических расчетах / В. А. Барвашов, Г. Г. Болдырев // Инженерно-геологические задачи современности и методы их решения (материалы докладов научно-практической конференции) / М. : Геомаркетинг. – 2017. – С. 203–221.
8. Вознесенский, Е. А. Методы изучения грунтов при инженерно-геологических изысканиях и геокриологических исследованиях. Состояние вопроса / Е. А. Вознесенский, А. В. Брушков // Инженерные изыскания. – 2014. – № 7. – С. 10–15.
9. Шашкин, А. Г. Проектирование зданий и подземных сооружений в сложных инженерно-геологических условиях Санкт-Петербурга / А. Г. Шашкин. – М. : Геомаркетинг, 2014. – 351 с.
10. Фундаменты плитные. Правила проектирования = Падмуркі плітныя. Правіла праектавання : ТКП 45-5.01-67-2007 (20250). – Введ. 01.09.2007. – Минск : Минстройархитектуры, 2008. – 136 с.
11. Poita, P. S. Multi-storeyed building slab foundation settlement / P. S. Poita, N. N. Shalobyta, T. P. Shalobyta, E. N. Shalobyta // Vestnik BrGTU. – 2023. – № 3 (132) – P. 11–14.
12. Чайкин, А. А. О взаимодействии изыскательских и проектных организаций и о геотехнической экспертизе в условиях отмены обязательного применения СНиПов / А. А. Чайкин, Р. С. Зиангиров, Д. И. Эппель // Информационный сборник Мособлэкспертизы – 2007 – № 3 – С. 47–52.
13. Alshibli, K. Update of Correlations between Cone Penetration and Boring Log Data / K. Alshibli, A. M. Okeil, B. Alramahi // Technical Report № FHWA/LA. 08/439. – Baton Rouge, LA, 2008 – 172 p.
14. Егоров, К. Е. Фактические осадки высотных зданий и сравнение их с расчетными / К. Е. Егоров, Б. П. Попов, И. Г. Кузьмин // материалы к IV Междунар. конгрессу по механике грунтов и фундаментостроению / М. : Академия наук СССР. – 1957.

References

1. GOST 12536-2014. Metody laboratornogo opredeleniya granulometricheskogo (zernovogo) i mikroagregatnogo sostava. – Moskva. – Standartinform – 2015 – 19 s.
2. GOST 8269.0 – 97. Sheben i gravij iz plotnyh gornyh porod i othodov promyshlennogo proizvodstva dlya stroitelnyh работ. Metody fiziko-mehaničeskikh ispytanij. – M.: GUP CPP – 1998. Standartinform – 2018 – 109 s.
3. GOST 25100-2020. Grunty. Klassifikaciya. – M.: Standartinform – 2020 – 38 s.
4. SP 5.01.01-23. Stroitelnye pravila Respubliki Belarus / Obshie polozheniya po proektirovaniyu osnovanij i fundamentov zdaniy i sooruzhenij. – Minsk, Minstrojarhitektury RB. – 144 s.
5. ТКП 45-5.01-15-2005 (02250). Prochnostnyye i deformacionnyye harakteristiki gruntov po dannym staticheskogo zondirovaniya penetracionnogo karotazha. – Minsk, Minstrojarhitektury RB. – 2006 – 21 s.
6. SN 1.02.01-2019. Stroitelnye normy Respubliki Belarus / Inzhenernye izyskanie dlya stroitelstva – Minsk. Minstrojarhitektury, 2020 – 109 s.
7. Barvashov V.A, Boldyrev G.G. «Myagkaya matematika» v geotekhnicheskikh raschetah / Inzhenerno-geologicheskie zadachi sovremennosti i metody ih resheniya (materialy dokladov nauchno-prakticheskoy konferencii) / M.: Izdatelstvo «Geomarketing». 2017. – S. 203-221.
8. Voznesenskij E.A., Brushkov A.V. Metody izucheniya gruntov pri inzhenerno-geologicheskikh izyskaniyah i geokriologicheskikh issledovaniyah. Sostoyanie voprosa // Inzhenernye izyskaniya. – 2014. №7. – S. 10-15.
9. Shashkin, A.G. Proektirovanie zdaniy i podzemnyh sooruzhenij v slozhnyh inzhenerno-geologicheskikh usloviyah Sankt-Peterburga / A.G. Shashkin. - M. : Geomarketing, 2014. - 351 s.
10. ТКП 45-5.01-67-2007 (20250). Fundamenty plitnye. Pravila proektirovaniya. – Minsk, Minstrojarhitektury RB, 2008. – 136 s.
11. Poita, P.S. Multi-storeyed building slab foundation settlement / P.S. Poita, N.N. Shalobyta, T.P. Shalobyta, E.N. Shalobyta / Brest Vestnik BrGTU. – 2023. – №3 (132) – p. 11-14.
12. Chajkin A.A., Zianguirov R.S. Eppel D.I. O vzaimodejstvii izyskatelskikh i proektnyh organizacij i o geotekhnicheskoy ekspertize v usloviyah otmeny obyazatel'nogo primeneniya SNIPOV // Informacionnyy sbornik Mosoblekspertizy – 2007 - №3 – s. 47-52.
13. Alshibli K.A., Okeil A.M., Alramahi B. Update of Correlations between Cone Penetration and Boring Log Data: Technical Report № FHWA/LA. 08/439. Baton Rouge, LA, 2008 – 172 r.
14. Egorov K.E., Popov B.P. Kuzmin I.G. Fakticheskie osadki vysotnyh zdaniy i sravnenie ih c raschetnymi // Materialy k IV Mezhdunarodnomu kongressu po mehanike gruntov i fundamentostroeniyu / M.: Akademiya nauk SSSR. – 1957.