

УПРОЧНЕНИЕ ГРУНТОВ ВО ВРЕМЕНИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НАГРУЗКИ ОТ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В.Е.Сеськов, А.Н.Савинов

Отдел "Оснований и фундаментов", БелНИИС

г.Минск, Беларусь

В статье изложена методика и результаты лабораторных и полевых исследований по упрочнению грунтов при длительно действующих нагрузках. Полученные результаты следует учитывать при реконструкции и модернизации старых зданий и сооружений.

Ключевые слова: реконструкция, грунт, методика, упрочнение, исследование, несущая способность, физико-механические характеристики, предварительное уплотнение.

Несмотря на большой опыт реконструкции зданий, устройству мансард, надстройки дополнительных этажей, в настоящее время не существует республиканских норм и правил по проектированию оснований и фундаментов при реконструкции зданий. При реконструкции, как правило, возрастают нагрузки на фундаменты, а это требует увеличение их размеров. Однако анализ результатов лабораторных исследований выполненный авторами и материалов, приведенных в различных литературных источниках [1-4], свидетельствуют, что строительные свойства грунтов в большинстве основных случаев улучшаются. Это позволяет назначать повышенные по сравнению с расчетным (по СНиП) давлением, что в свою очередь позволяет уменьшать затраты на проведение строительных работ при реконструкции.

В БелНИИС были проведены исследования по изучению изменения физико-механических характеристик грунта во времени. Исследования проводились как в лабораторных, так и в натуральных условиях.

Методика исследований

Методика исследований упрочнения грунта во времени под нагрузкой в малом грунтовом лотке заключалась в следующем. На песчаный грунт влажностью 5-7% и с коэффициентом уплотнения $K_{упл.} = 0.93$ передавалась нагрузка со средним давлением $P = 0.2$ МПа.

Замерялись деформации грунта и изменение его плотности при длительном действии нагрузки. Измерение деформаций проводились с интервалом: 15 сек., 30 сек., 20 мин., 30 мин., 1 час, 2 часа - в первый день нагружения и далее 1 раз каждый день в течение 2-х месяцев. Далее 4 раза в месяц. Измерение плотности производилось: в первый день после приложения нагрузки, далее - через неделю, месяц и два месяца. Плотность грунта в лотке определялась микропенетрометром МВ-2.

Методика лабораторных исследований изменения прочностных характеристик состояла в следующем.

Таблица 1

Результаты обследования грунтов оснований существующих зданий

Наименование объекта	Время, t, год	Вид грунта основания	Физико-механические характеристики						Изменение физико- механических характеристик, %		
			до строительства			в момент обследования					
			φ, град. д.	с, МПа	Е, МПа	φ, град.	с, МПа	Е, МПа	φ	с	Е
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
80 кв. жил. дом по ул.Ибаррури 28,30 в г. Борисове	6	пески мелкие	33	0.0025	21	36	0.0025	36	9	0	71
Здание Белвнешэкономбанка по ул. Мясникова в г.Минске	18	супесь моренная	29	0.0075	25	29	0.0057	40	0	0	60
Водонапорная башня животноводческого Комплекса племсовхоза "Писаревщина" Могилевского р-на	1	супесь пластичная лессовидная	26	0.015	10	26.1	0.023	12	0	53	20
Жилой дом в д.Капочи Могилевского р-на	1	супесь пластичная лессовидная	26	0.015	10	26.6	0.019	10	2	27	0
Жил.дом №3 в м-не №17 в г.Гомеле	8	пески ср. крупности (намывные)	35	0.003	32	35	0.0055	33	0	80	3
Жил.дом по ул.Жарковского в г.Гомеле	40	супесь твердая супесь пластичная	27	0.042	37	29	0.057	45	7	36	22
			27	0.033	21	28	0.040	25	4	21	19

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Жил. дом по ул. 8-я Иногород- няя в г.Гомеле	5	суглинок туго- пласт.	23	0.026	22	27.5	0.025	28	20	-4	27
		Супесь твердая	23	0.040	17	24	0.050	18	4	25	6
Общежитие в г.Речица	35	песок пылева- тый	30	0.004	24	31	0.0043	30	3	7	25
		супесь моренная пластичная	29	0.030	22	31	0.045	31	7	50	41
		супесь моренная твердая	28	0.048	35	29	0.056	43	4	17	23
Жил.дом по ул Радости в г.Гомеле	34	песок пылева- тый	27	0.002	24	21	0.003	29	15	50	21
		песок мелкий	30	0.002	28	32	0.0025	35	7	25	25

Образцы грунта влажностью 5-7% уплотнялись на приборе стандартного уплотнения до коэффициента уплотнения 0.92, затем обжимались на приборе предварительного уплотнения при нагрузке 0.3 МПа. Далее эти образцы подвергались испытаниям на срез в приборе ГПП-30 в течение: первого дня загрузки, через 7 дней после загрузки, через 2 месяца, через 3 месяца, через 6 месяцев, через 1 год.

Задачей натурных испытаний являлась проверка правильности лабораторных и корректировка их результатов, а также уточнении расчетных характеристик метода "прогнозирование упрочнения грунта" во времени под нагрузкой.

Методика исследований заключалась в прямом определении характеристик оснований под фундаментами реальных зданий методами статической пенетрации грунтов, динамического зондирования и ультразвукового метода. Для определения степени уплотнения, а также прочностных и деформативных свойств грунтов использована модель ручного пенетрометра с конусным наконечником, ультразвуковой прибор УК-14ПМ и малый зонд плотномер.

Результаты исследований

Опыт обследования оснований реконструируемых жилых и общественных зданий, анализ результатов лабораторных исследований и материалов, приведенных в различных литературных источниках [1-4], свидетельствуют, что наибольшее влияние на увеличение несущей способности оснований длительно эксплуатируемых зданий оказывает изменение механических характеристик грунта оснований.

Результаты обследования оснований существующих зданий приведены в табл.1. Из анализа данных величин следует, что при постоянном аэрационном режиме эксплуатации зданий удельное сцепление в глинистых грунтах возрастает до 50%, в песчаных грунтах, в зависимости от крупности, до 30%. Угол внутреннего трения грунта в основании длительно эксплуатируемых при различных нагрузках зданий практически не меняется. Следует отметить, что в песчаных грунтах значительно возрастает модуль деформации до 40%, в глинистых менее - до 30%.

Анализ результатов лабораторных исследований проведенных на сдвиговых приборах марки ГПП-30 подтверждает выводы сделанные при обследовании грунтов оснований существующих зданий. Так по результатам, приведенным в табл. 2 видно, что угол внутреннего трения в супеси моренной и в песках средней крупности не изменяется от длительности действия нагрузки, в то вре-

мя как удельное сцепление в глинистых грунтах возрастает на 80%, в песчаных на 75. Данное явление можно объяснить тем, что на свойство грунтов под действием нагрузки начинают оказывать влияние процессы упрочнения, роль которых со временем все более увеличивается. Возникновение и рост структурных связей объясняется физико-механическими процессами взаимодействия между частицами. Исследования показали, что упрочнение песков возможно в следствие слипания кремнегелевых пленок, а также участия в процессе упрочнения железистых, глинистых и других соединений.

Таблица 2

Результаты лабораторных исследований образцов грунтов

Вид грунта	Время выдерживания образца под нагрузкой, t, час	Сдвигающие усилия, кг/см ²			tgφ	Угол внутреннего трения, φ, град.	Удельное сцепление, С, МПа
		τ ₁	τ ₂	τ ₃			
супесь моренная	1	3.1	6.3	8.0	0.525	28	0.0225
	24	3.2	6.0	8.0	0.538	28	0.0233
	720	3.4	6.2	8.2	0.533	28	0.0283
	4464	3.9	6.5	8.3	0.478	28	0.0450
Песок средней крупности	1	2.8	5.7	8.3	0.6875	35	0.0025
	24	3.0	5.8	8.7	0.7125	35	0.0033
	722	3.1	5.9	8.8	0.7125	35	0.0058
	4460	3.1	5.9	8.9	0.7125	35	0.0060

Кроме того видно, что упрочнение песчаных грунтов происходит во времени быстрее, чем в глинистых. Это объясняется тем, что в грунтах действуют капиллярные силы, которые возникают в частично заполненных водой мелких пустотах (порах) и связывают частицы между собой упругими связями. В результате создается так называемое кажущееся сцепление, которое тем сильнее, чем меньше размер частиц. В глинистых грунтах, кроме кажущегося сцепления, существует значительное реальное сцепление. Оно обусловлено молекулярными силами, действующими между очень мелкими частицами (<0.01 мм).

Из данных исследований видно, что прочность песков различной крупности находящихся под нагрузкой до 1 года различается, в то время как после одного года она практически для всех видов песков одинакова, т.е. процесс упрочнения песков после одного года можно считать завершившимся.

В глинистых грунтах процесс упрочнения можно считать завершившимся после пяти и более лет службы сооружений, в зависимости от вида и состояния грунта.

Выводы

При длительном нагружении эксплуатационной нагрузкой песчаных и глинистых грунтов и отсутствии за время эксплуатации суффозионных явлений, недопустимых вибродинамических воздействий на эти грунты, а также каких-либо нарушений целостности их массива ниже подошвы фундаментов зданий, как правило, происходит улучшение свойств грунта с повышением их несущей способности. Это обстоятельство необходимо учитывать при реконструкции зданий для снижения затрат на строительные работы.

Литература

1. Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий. - М.:Стройиздат., 1980. 134 стр.
2. Дворкин Ю.И. О назначении давления на песчаные основания при реконструкции зданий. - Основания , фундаменты и механика грунтов. 1982. №4 стр.23-24.
3. Коновалов П.А. К вопросу о допускаемом давлении на грунты оснований, обжатых длительно действующей нагрузкой. - Труды ВНИПИ и КТИ оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеева, выпуск 90. 1988.
4. Свайные фундаменты и заглубленные сооружения при реконструкции действующих предприятий/ Е.М.Перлей, В.Ф.Раюк, В.В.Беленькая, А.Н.Алмазов. - Л.: Стройиздат. 1989. 176 стр.