

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОМАССИВОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ НА СЛАБЫХ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТАХ

Тронда Т.В.

(Научный руководитель – Сернов В.А.)

Белорусский национальный технический университет

Аннотация

В статье описаны, разработанные сотрудниками кафедры «Геотехника и экология в строительстве», конструктивно-технологические решения по устройству геомассивов на строительных площадках в г. Минске и в г.п. Колодищи. Приведены результаты исследования грунтов в уплотненной зоне геомассива статическим зондированием. Техничко-экономическое сравнение вариантов показало, что стоимость геомассива в среднем на 32% меньше стоимости устройства фундамента из забивных составных свай.

Введение

Геотехнический массив («геомассив») – это система природных и техногенных образований, создаваемая в основании сооружения путем включения в природный массив грунта или на его поверхности техногенных элементов (уплотненных или закрепленных зон и слоев, бетонных и грунтоцементных блоков, плит и т.д.). Такая комплексная система формирует единую пространственную структуру с высокой несущей способностью. Основной идеей геомассивов является равномерное распределение нагрузки от сооружения на весь объем основания, а не на его часть, как это имеет место у большинства традиционно применяемых фундаментов, что позволяет исключать образование в основании сооружений зон повышенных напряжений. Применение данной технологии целесообразно, в первую очередь, в сложных инженерно-геологических условиях, где использование традиционных фундаментных конструкций

невозможно или неэффективно. Например, в условиях заболоченной местности, иловатых или просадочных грунтов.

В настоящее время при устройстве фундаментов в сложных грунтовых условиях г. Минска в большинстве случаев применяются свайные фундаменты, реже выполняются грунтовые подушки или уплотнение грунтов тяжелыми трамбовками. Однако, на некоторых строительных площадках мощность слабых грунтов может значительно превысить сжимаемую толщу грунта в основании фундамента. В таких случаях применение длинных свай малоэффективно в связи с высокой стоимостью их устройства и опасностью развития отрицательных сил трения вдоль их боковых поверхностей в случае пронизывания стволами грунтов с органическими включениями и наличием на глубине водоносных горизонтов, зачастую напорных. Более экономичным решением в данных условиях является вертикальное и горизонтальное армирование верхней части основания с улучшением прочностных и деформационных характеристик природного грунта, т.е. устройство геомассива. Такая схема позволяет распределять напряжения от здания по большей площади и рассеивание напряжений с глубиной будет происходить более интенсивно.

Устройство геомассивов в настоящее время выполняется на двух строительных площадках в г. Минске и в г.п. Колодищи минского района.

Устройство геомассива при строительстве трех девятиэтажных жилых домов в г.п. Колодищи

Инженерно-геологические условия при строительстве трех девятиэтажных жилых домов в г.п. Колодищи относятся к сложным. Под подошвами проектируемых фундаментов толща слабых лессовидных суглинков с модулями деформации 4,2 МПа распространяется на глубину от 3,0 м до 8,5 м. Ниже залегает прослойка песка средней прочности, а под ней глинистые грунты с органическими включениями и торфы подстилаемые на глубине 12,5–16,7 м песками средней прочности (рис. 1).

Наличие в основании больших толщ слабых грунтов определило применение в первоначальном проекте фундаментов из составных забивных свай длиной от 16 м до 21 м. Как альтернатива этому ва-

рианту был выполнен проект геомассива состоящего из вертикальных армирующих элементов и промежуточной песчаной подушки (рис. 2).

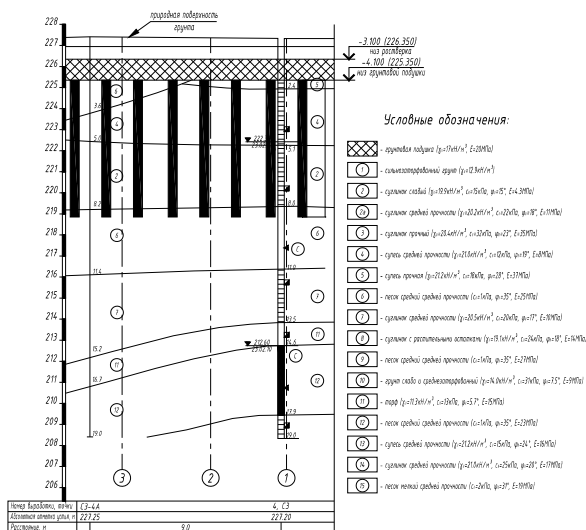


Рис. 1. Инженерно-геологические условия строительной площадки в с.п. Колодитсы

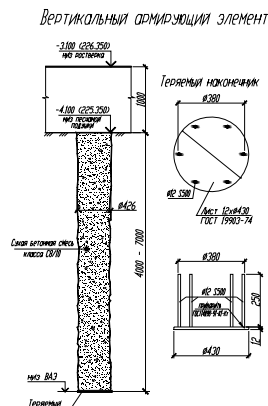


Рис. 2. Схема ВАРЭ

Вертикальные армирующие элементы выполняются по технологии вибровыштампованных набивных свай диаметром 426 мм с шагом 1,5 м и длиной от 4 до 10,8 м. Скважины выполняются обсадной трубой с заглушенным нижним концом, погружаемой на проектную отметку вибромолотом. Затем труба заполняется сухой бетонной смесью и извлекается при помощи вибромолота, уплотняя бетонную смесь. Сухая бетонная смесь дренирует окружающий водонасыщенный глинистый грунт, улучшая его прочностные и деформативные характеристики, обеспечивает ускорение консолидации окружающих грунтов и улучшает качество их уплотнения при погружении последующих вертикальных армирующих элементов.

Вертикальные армирующие элементы устраиваются в шахматном порядке через один. Элементы второй очереди устраиваются в частично дренированном грунте, что способствует лучшему уплотнению

основания. Нагрузка на вертикально армированное грунтовое основание передается через конструктивную прослойку из песчаного грунта толщиной 1м. Совместная работа армирующих элементов и окружающего их массива грунта обеспечивается за счет расположения элементов с оптимальным расчетным шагом и шероховатости боковой поверхности, повышающей трение-сцепление и позволяющей исключить «проскальзывание» армирующего элемента.

Расчет стоимости устройства свайных фундаментов и геомассива были выполнены в базовых ценах 2006 г. (табл. 1).

Таблица 1

Технико-экономические показатели вариантов фундаментов

Стоимость в ценах на 1 янв. 2006 г, руб.			
Показатели	Жилой дом №1	Жилой дом №2	Жилой дом №3
Свайное поле	699 039 068	688 599 893	695 546 820
Геомассив	434 878 599	516 853 389	462 660 516
Экономический эффект	38%	25%	33%

Технико-экономическое сравнение вариантов показало, что стоимость геомассива в среднем на 32% меньше стоимости фундаментов из забивных составных свай даже при том, что стоимость рост-верка возросла в 2 раза.

Устройство геомассива при строительстве комплекса жилой застройки «Вивальди»

Аналогичное решение применялось при строительстве комплекса жилой застройки в квартале ул. Шафаронянской-Гинтовта-Ложинской-Городецкой в г. Минске. Осложняющими факторами при устройстве фундаментов является наличие у поверхности прослоек слабых глинистых грунтов, а на глубине 3,0–20,9м от подошвы

фундаментной плиты находится кровля слабых глинистых грунтов с органическими включениями, мергелей, мела и заторфованных грунтов общей мощностью до 26,8 м (рис. 3).

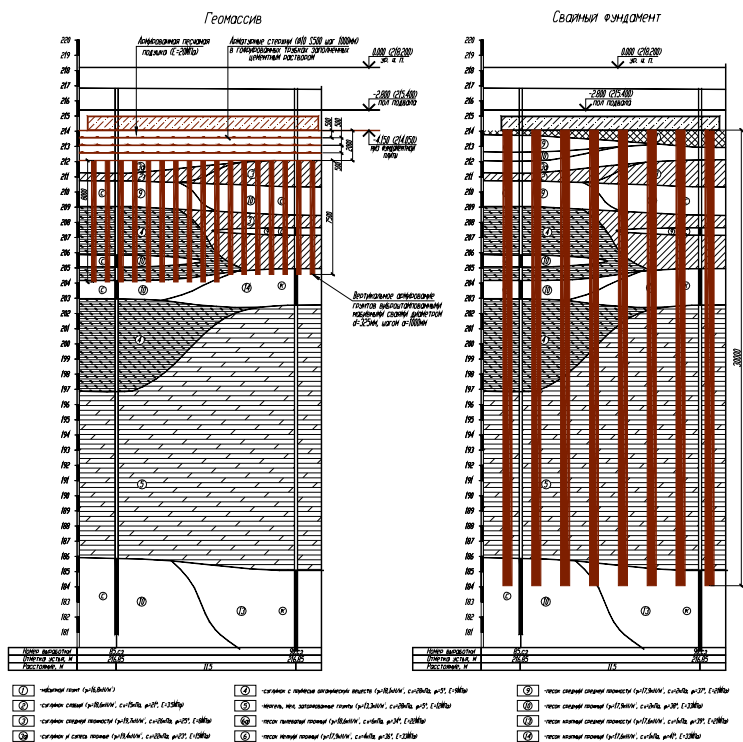


Рис. 3. Инженерно-геологические разрезы на объекте «Вивальди» со вписанными вариантами фундаментов (геомассив слева, буронабивные сваи справа)

Кроме вертикальных армирующих элементов Ø325 мм с шагом 1 м и длиной 3–9 м на данном объекте в трех уровнях выполнено горизонтальное армирование песчаной подушки. Горизонтальное армирование создает горизонтальную анизотропию основания, что приводит к концентрации напряжений в его верхней части.

Применение длинных буронабивных свай в этом случае нецелесообразно в связи с возможностью возникновения больших отрица-

тельных сопротивлений по боковой поверхности сваи, а длина свай составила бы от 25 до 33 м (рис. 3). Также нецелесообразным был вариант устройства грунтовой подушки, толщина которой должна была бы достигать 12 м.

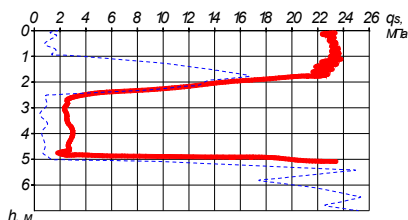
Для контроля качества уплотнения грунта между ВАЭ выполнено статическое зондирование. На рис. 4 приведены результаты зондирования основания до и после устройства ВАЭ. Модули деформации слабых грунтов после устройства ВАЭ увеличились в 2,5 раза и составили в среднем около 30 МПа.

После отсыпки и уплотнения песчаной армированной подушки для контроля качества основания выполнено повторное зондирование грунтов. Конус зонда не удалось погрузить более чем на 2 м от уровня оголовков ВАЭ, что свидетельствует об уплотнении окружающих грунтов сверх заданных параметров.

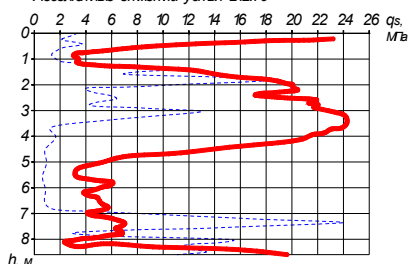
Глубина h, м	Мощность слоя, м	№ ИГЭ	qs, МПа	E, МПа
0.2	0.2	3	0.0	
19	17	9	26.4	60
25	0.6	9	10.9	412
4.8	2.3	2	2.6	15.8
5.2	0.4	10	18.0	56.0

Глубина h, м	Мощность слоя, м	№ ИГЭ	qs, МПа	E, МПа
0.2	0.2	3	0.0	
0.6	0.4	9	19.2	48.7
1.3	0.7	3	4.2	25.6
1.7	0.4	10	12.7	46.2
2.5	0.8	10	19.0	58.0
4.2	1.7	10	28.5	60
4.8	0.6	9	13.9	48.2
8.3	3.5	3	5.1	31.1
8.6	0.3	10	15.6	51.2

Точка зондирования 5 (сравнение с 88-ой)
Абсолютные отметки устья 212.70



Точка зондирования 4 (сравнение с 105-ой)
Абсолютные отметки устья 212.70



----- до устройства ВАЭ;

————— после устройства ВАЭ.

Рис. 4. Результаты зондирования основания до и после устройства вертикальных армирующих элементов