

На заключительном этапе грунт уплотняется шестой плитой 5 с минимальной рабочей площадью F_6 сериями по два удара в след до отказа понижения поверхности и полного сформирования уплотненной зоны грунта, при этом в грунте создаются максимальные динамические напряжения, равные 2,1 МПа.

Выполнение трамбовки или ее корпуса в виде прямой четырехгранной призмы с разными длиной, шириной и высотой с возможным соосным прикреплением трамбующих плит к основаниям и/или боковым граням призмы и изменение рабочей площади трамбовки путем ее последовательного поворота в вертикальной плоскости позволяют существенно упростить конструкцию трамбовки и повысить ее надежность, благодаря чему обеспечивается снижение себестоимости уплотнения грунта не менее чем на 10...15%.

На разработанные способ уплотнения грунта и конструкцию трамбовки оформлены и поданы заявки на выдачу патентов Республики Беларусь на изобретение и полезную модель, которые в настоящий момент находятся на рассмотрении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А. С. 1289959 СССР, МКИ Е 02 D 3/046. Способ уплотнения связных грунтов трамбованием./ В.Д.Зотов, Е.А.Сорочян, Ю.П.Кальнин, И.В.Ананьев, А.И.Семененко, Ш.М.Шлафман; Ростовский инженерно-строительный ин-т.- №3899039/29-33; Заявл.01.04.85; Оpubл.15.02.87; Бюл.№6 // Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки.- 1987.- №6.
2. А. С. 1335643 СССР, МКИ Е 02 D 3/046. Трамбовка для уплотнения грунта./ Ю.П.Кальнин, В.Д.Зотов, А.И.Семененко; Ростовский инженерно-строительный ин-т.- №4048966/29-33; Заявл.04.04.86; Оpubл.07.09.87; Бюл.№33 // Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки.- 1987.- № 33.

УДК 624.155

Ребеко В.Я.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ШПУНТОВЫХ СТЕНОК ИЗ БУРООПУСКНЫХ СВАЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОФИСНОГО ЦЕНТРА В ГРАНИЦАХ УЛ. ГАГАРИНА-ПРОЛЕТАРСКАЯ В Г. ГОМЕЛЕ

При строительстве офисного центра в стесненных условиях при разработке котлована для обеспечения устойчивости близкорасположенных зданий потребовалось устройство шпунтовых стенок.

Вместо применения буронабивных свай [4], предложено выполнить шпунтовые стенки из буроопускных свай, когда в скважины опускаются стальные электросварные трубы, параметры которых (диаметр, шаг и глубина скважин) назначаются из расчета совместного действия горизонтальных сил и момента от активного давления грунта стенок котлована.

Такое конструктивное решение шпунтовых стенок в виде буроопускных свай позволило снизить трудоёмкость и материалоемкость устройства нулевого цикла строящегося здания офисного центра.

Расчет шпунтовых стенок из буроопускных свай велся на совместное действие горизонтальных сил и момента от активного давления самого слабого грунта стенок котлована (по результатам инженерно-геологических изысканий [1] этим грунтом является песок ИГЭ2 с характеристиками: $\gamma = 18,2$ кН/м³; $c_1 = 16$ кПа; $\phi_1 = 29^\circ$). Грунтом, окружающим сваю на расчетной глубине заземления, является супесь прочная ИГЭ6 с характеристиками: $\gamma = 19,2$ кН/м³; $c_1 = 32$ кПа; $\phi_1 = 26^\circ$.

Расчет буроопускных свай шпунтовых стенок при этих геологических условиях на совместное действие горизонтальных сил и момента велся на основе приложения 1 СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты» [2]. Горизонтальные нагрузки и изгибающие моменты от активного давления грунта определялись по главе 7 «Расчет и проектирование подпорных стен» справочника проектировщика «Основания, фундаменты и подземные сооружения» [3].

За относительную отметку 0,000 офисного центра принята отметка уровня чистого пола 1-го этажа, что соответствует абсолютной отметке 142,500 м. Уровень земли у магазина соответствует отм. 141,26 м., а у корпуса №2 сельхозтехникума-141,40 м.

У оси 1 на расстоянии 4,48 м располагается фундамент одноэтажного магазина с минимальной глубиной заложения 0,9 м = 140,35 м, а по оси 1 требуется забетонировать монолитный фундамент Фм3, что при глубине заложения фундамента -4,650 = 137,85 м дает высоту шпунтовой стенки (глу-

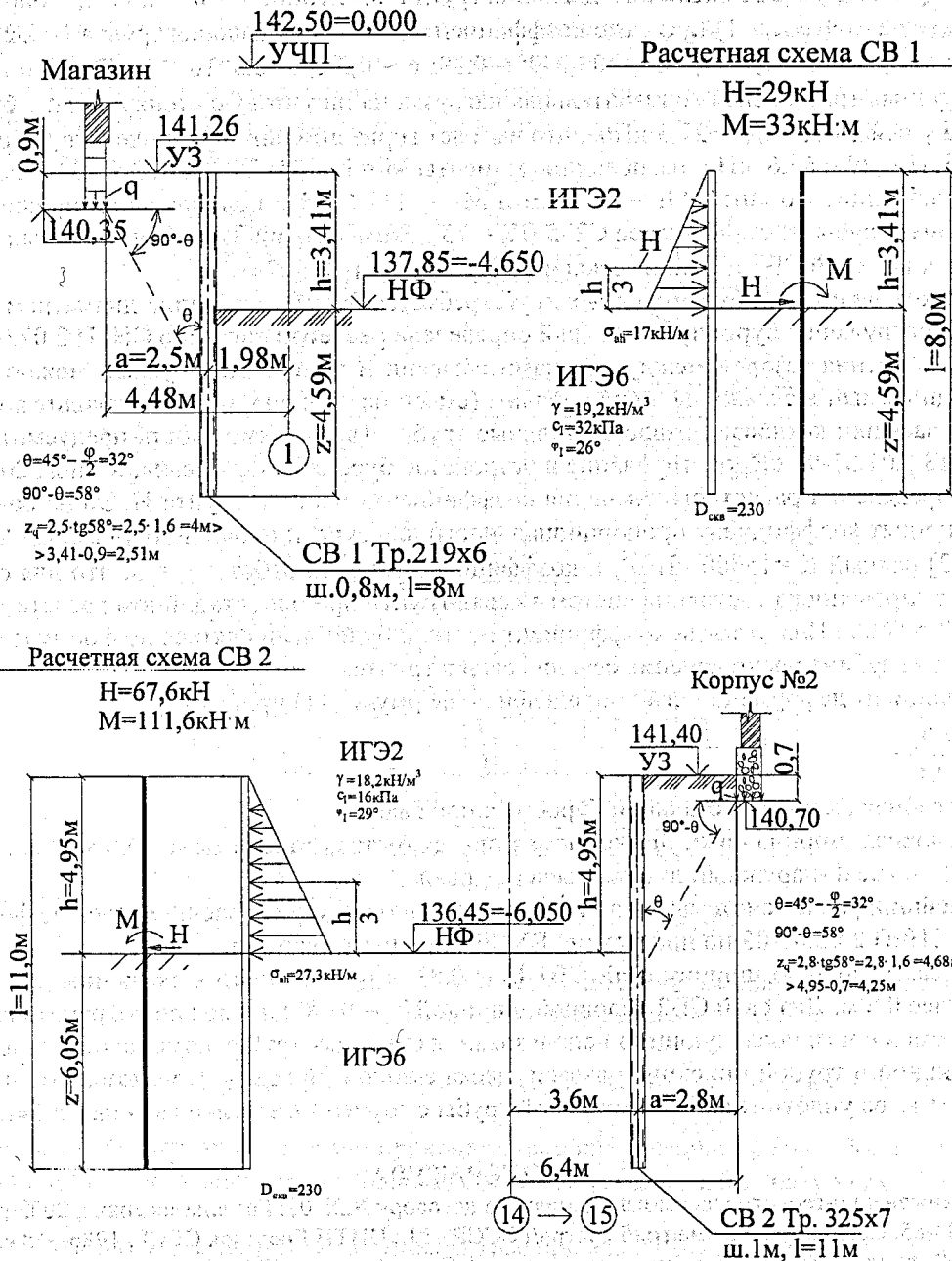


Рисунок 1 – К расчету шпунтовых стенок из буропусковых свай СВ1 и СВ2 у осей 1 и 14 при строительстве офисного центра

бину котлована) равную $h = 141,26 - 137,85 = 3,41$ м. Для устройства фундаментов по оси 1 шпунтовая стенка должна быть устроена на расстоянии 1,98 м от оси 1 и 2,5 м от магазина, а у оси 14/15 на расстоянии 3,6 м и 2,8 м от корпуса №2 сельхозтехникума [4].

При этих расстояниях влияние вертикальных нагрузок от фундаментов близко расположенных зданий на шпунтовую стенку невелико, так как угол влияния этой нагрузки на шпунтовую стенку равен $\theta = 45^\circ - \varphi/2 = 32^\circ$, где $\varphi = 0,9\varphi_1 = 0,9 \cdot 29^\circ = 26^\circ$. Угол между горизонталью и наклонной линией влияния равен $90^\circ - \theta = 90^\circ - 32^\circ = 58^\circ$, для которого тангенс равен 1,6. При этом ординаты $z_q = a \cdot \text{tg } 58^\circ = 2,5 \cdot 1,6 = 4$ м и $z_q = a \cdot \text{tg } 58^\circ = 2,8 \cdot 1,6 = 4,68$ м оказываются больше, чем глубины котлована с учетом минимального заложения фундаментов близко расположенных зданий $(3,41 - 0,9) = 2,51$ м и $(4,95 - 0,7) = 4,25$ м, что свидетельствует о том, что вертикальная нагрузка от фундаментов магазина и корпуса сельхозтехникума на шпунтовые стенки не оказывает никакого влияния. Следовательно, шпунтовая стенка у оси 1 должна рассчитываться только на горизонтальную нагрузку от активного давления грунта на глубине $z = h = 3,41$ м, а шпунтовая стенка у оси 14/15 должна рассчитываться только на

горизонтальную нагрузку от активного давления грунта на глубине $z = h = 4,95$ м, определяемого по формуле $\sigma_{ah} = \gamma z \lambda_a + c(\lambda_a - 1)/\text{tg } \varphi$, где коэффициент активного давления грунта ИГЭ2 равен $\lambda_a = \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2) = \text{tg}^2(45^\circ - 26^\circ/2) = \text{tg}^2 32^\circ = 0,6249^2 = 0,39$; $c = 0,5 c_1 = 0,5 \cdot 16 = 8$ кПа < 10 кПа. При шаге свай 1 м погонная треугольная горизонтальная нагрузка на шпунтовую стенку у оси 1 будет равна $\sigma_{ah} = 17$ кН/м, а у оси 14/15 $\sigma_{ah} = 27,3$ кН/м, что вызовет горизонтальные равнодействующие $H = 0,5 \sigma_{ah} z = 0,5 \cdot 17 \cdot 3,41 = 29$ и $67,6$ кН и изгибающие моменты $M = H z/3 = 29 \cdot 3,41 : 3 = 33$ и $111,6$ кН.м.

На изгибающие моменты $M_1 = 33$ кН.м и $M_2 = 111,6$ кН.м подобраны по прочности стальные электросварные трубы из стали класса С235 ($R_y = 23$ кН/см²). На рисунке 1 приведены расчетные схемы буроопускных свай СВ1 и СВ2 из стальных труб 219×6 и 325×7 мм.

При таких диаметрах буроопускных труб требуется бурить скважины диаметром 230 мм и 350 мм. Глубина погружения буроопускных свай определена расчетом согласно СНиП 2.02.03-85 [2].

Для заполнения зазоров между стенками скважин и стальными трубами можно использовать песок, инъецируемый в скважины в виде пульпы (смеси песка с водой), что позволит после устройства обратной засыпки котлована извлечь стальные трубы. Такая возможность предусмотрена п. 6.10.1 П13-01 к СНБ 5.01.01-99 «Проектирование и устройство буронабивных свай», Минск, 2002.

Для определения расчетного значения коэффициента постели грунта ИГЭ6 на боковой поверхности свай принят коэффициент пропорциональности для супеси прочной, окружающей свай, согласно табл. 1 [2] равный $K = 15000$ кН/м⁴, и коэффициент условий работы $\gamma_c = 3$, что для оценки напряженно-деформированного состояния системы «свая-грунт» при одностадийном расчете даст величину $K = 15000 : 3 = 5000$ кН/м⁴ и тогда коэффициент постели будет вычисляться по формуле (1) прил. 1 [2] $c_z = K z$, где z - глубина расположения сечения свай в грунте.

Коэффициент деформации свай определен по формуле (11) прил. 1 [2]

$$\alpha_e = \sqrt{\frac{K b_p}{EI}}$$

где EI - изгибная жесткость стальной буроопускной свай;

b_p - условная ширина свай, принимаемая при диаметрах ствола менее 0,8 м равной $b_p = 1,5 d + 0,5$ м, где d - наружный диаметр сечения свай.

Дальнейший расчет системы «свая-грунт» при одностадийном расчете велся по формулам (30) - (36) прил. 1 СНиП 2.02.03-85 по программе EXCEL при шаге свай 1 м.

Учитывая условную ширину свай СВ1 $b_p = 0,83$ м, рекомендуется скважины для них бурить с шагом не более 0,8 м. Для свай СВ2 условной шириной $b_p = 0,9875$ м можно сохранить шаг 1 м.

Для возможности последующего использования стальных труб рекомендуется заполнить зазоры между скважиной и трубой инъекцией взвеси песка с водой (пульпы). При незначительной разности диаметров эта мера уплотнит контакт стальной трубы с грунтом в заделке свай на глубине 4...6 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет по инженерно-геологическим изысканиям по договору №28/02. Гомельгеосервис, 2002 г., арх. №6792.
2. СНиП02.03-85. Свайные фундаменты/Госстрой СССР.- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. -48 с.
3. Основания, фундаменты и подземные сооружения/ Под общ. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. (Справочник проектировщика). -М.: Стройиздат, 1985. -480 с.
4. Проект. Офисный центр в границах ул. Гагарина-Пролетарская. Г. Гомель. «Гипроживмаш». Объект № 158-93/02-КЖ, 2003.

УДК 624.154.34

Синякевич П.М.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ СВАЙ С ПОВТОРНЫМИ ЦИКЛАМИ ИХ ЗАГРУЖЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ВДАВЛИВАЮЩИМИ НАГРУЗКАМИ

На данный момент в литературных источниках имеется большое количество данных натурных испытаний свай и свайных фундаментов статической вдавливающей нагрузкой. Для большинства опытов приводится зависимость $S=f(P)$ только до значений испытательной нагрузки. Однако эти дан-