

Костяков Максим Александрович,

Должность: студент магистратуры

Организация: ФГБОУ ВО

"Томский государственный архитектурно-строительный университет".

Страна: Российская Федерация

ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНДАМЕНТА МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА ПУТЕМ ОБЪЕДИНЕНИЯ ПОДПОРНОЙ СТЕНКИ И ПОДЗЕМНОЙ ПАРКОВКИ

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы проектирования фундаментов зданий. При больших уклонах площадки строительства важным заданием является обеспечение устойчивости грунтов. Одним из способов повышения экономической эффективности является использование подземной парковки в качестве подпорной стенки. За счет большой площади парковки она обладает высоким сопротивлением сдвигу и значительной устойчивостью. Так же это позволяет перераспределить вес здания на большее число свай, используя фундамент парковки в качестве фундамента всего здания.

Ключевые слова: фундаменты, подпорные стенки, свайные фундаменты, подземные автостоянки, многоэтажные здания.

Annotation: This article discusses the design of foundations of buildings. With large slopes of the construction site, an important task is to ensure the stability of the soil. One way to increase economic efficiency is to use underground Parking as a retaining wall. Due to the large Parking area, it has a high shear resistance and considerable stability. It also allows you to redistribute the weight of the building to a larger number of piles, using the Foundation of the Parking lot as the Foundation of the entire building.

Keywords: foundations, retaining walls, pile foundations, underground Parking, multi-storey buildings.

При возведении зданий и сооружений на площадках с большим уклоном важной инженерной задачей является обеспечение устойчивости грунта. Как правило, она решается при помощи возведения подпорных стен. Подпорная стена – конструкция, удерживающая от обрушения находящийся за ней массив грунта и воспринимающая расположенные на его поверхности нагрузки. Подпорные стены служат для поддержания откосов насыпей, выемок и естественных склонов от обсыпки.

По конструктивным особенностям различают подпорные стены – гравитационные, шпунтовые и свайные. Гравитационные стены отличаются тем, что горизонтальное давление от грунта воспринимается в основном собственной массой стены и грунта, который находится в пределах размеров конструкции стены. Прочность шпунтовых и свайных стен обеспечивается сопротивлением изгибу, а устойчивость – сопротивлением выпирания грунта основания.

Шпунтовые и свайные подпорные стены подразделяются на безанкерные, заанкеренные одной или двумя тягами к плитам или сваям, заанкеренные к наклонным сваям, возведенные на свайном фундаменте (рис. 1).

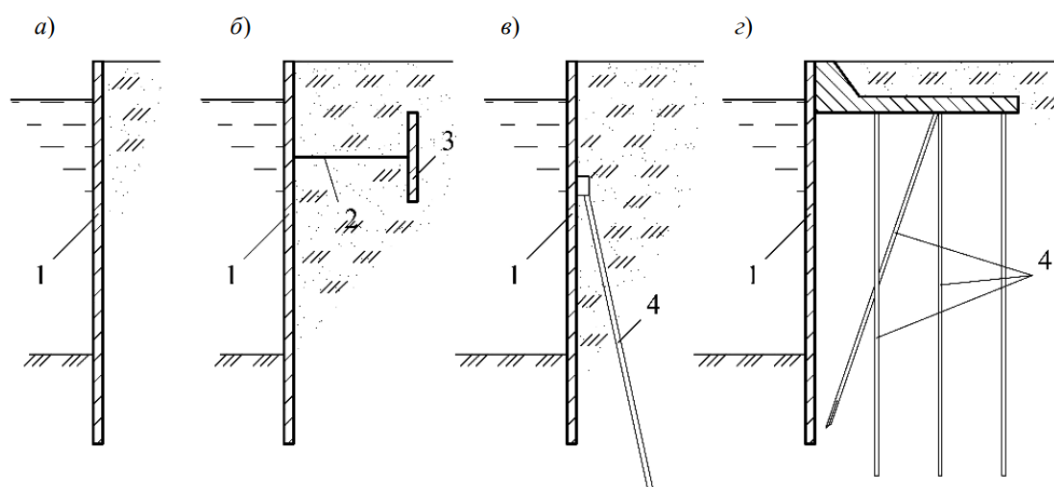


Рис.1.

Шпунтовые и свайные подпорные стены: а – безанкерная; б – заанкеренная в плите; в – заанкеренная наклонной сваей; г – на свайном фундаменте; 1 – шпунт;

2 – тяга (анкера); 3 – анкерная плита; 4 – сваи

Подпорная стена, удерживающая грунт, воспринимает горизонтальное давление от массива грунта, который стремится сдвинуться, и вес здания, стоящего на сдвигаемом грунте. Давление грунта P создает изгибающий момент и горизонтальную силу. Расчетная схема для подпорной стены, совмещенной с парковкой представлена на рисунке 2.

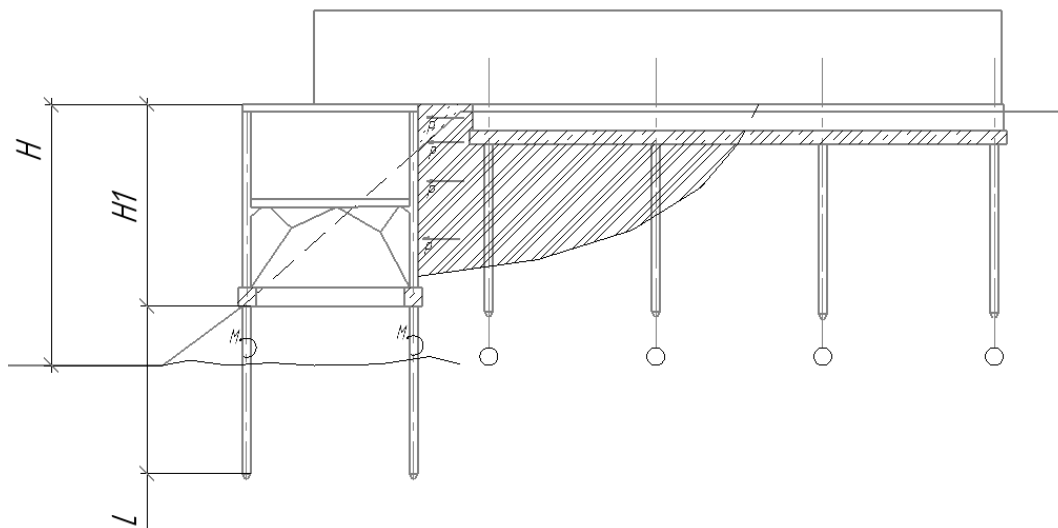


Рис.2

Для стены высотой H_1 и длиной L горизонтальная сила определится как $F = \int_{-H_1}^0 P(h)Ldh = P_{cp}LH_1$, где P – давление грунта на подпорную стенку. Т.к. парковка разделяется на 2 уровня, то изгибаемый момент, создаваемый грунтом, воспринимается не стеной, а всей конструкцией парковки. Для связного грунта горизонтальная σ'_r и σ'_b составляющие интенсивности активного давления грунта (рис.4) на подпорную стенку определяются по формулам:

$$\sigma'_r = \sigma_r - \sigma_{cr}$$

$$\sigma_b = \sigma'_r \operatorname{tg}(\varepsilon + \delta),$$

где $\sigma_{cr} = ck$ интенсивность горизонтальных сил сцепления,

$$k = 1/\operatorname{tg}(\varphi) \left[\frac{\cos(\varepsilon + \delta)}{\cos(\varepsilon)\cos(\delta)} - \lambda \frac{\cos(\varepsilon)\cos(\rho)}{\cos(\varepsilon - \rho)} \right] [2]$$

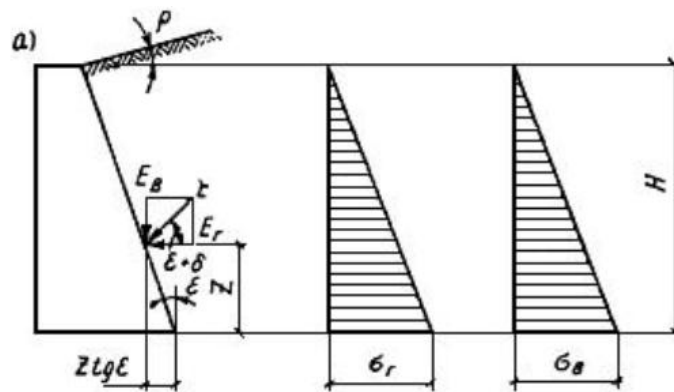


Рис.3(а) – схема определения активного давления на грунт.

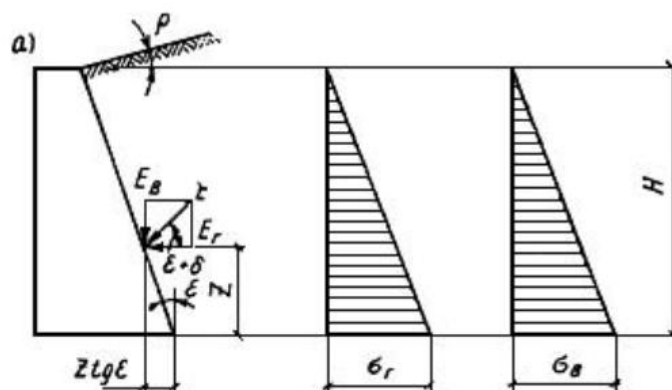


Рис.3(б) – схема определения активного давления на грунт.

При $\varepsilon = \rho = \delta = 0$, что соответствует принятой расчетной схеме

$$\lambda = tg^2(45^\circ - \varphi/2) [2]$$

Среднее давление грунта определяется как :

$$P = \sigma_r H/2 \text{ - для связанного грунта}$$

$$P = \sigma'_r/2(H - h_c), \text{ где } h_c = \sigma_{сг}/\sigma_r \cdot H$$

Точка приложения горизонтальной силы составляет $1/3H$ для связных грунтов и $1/3(H-h_c)$ для несвязных. Сваи фундамента подземной парковки закрепляются в грунте ниже уровня откоса. Таким образом, точка приложения горизонтальной силы реакции грунта находится на глубине $H_c=L-(H-H_1)$, в соответствии с рисунком 2. Тогда максимальный изгибающий момент на свае составит:

$$M=p(L-(H-H_1)+ 1/3(H_1-h_c))$$

Таким образом, свая фундамента должна удовлетворять условиям прочности на сжатие, на сдвиг и на изгибающий момент. Совмещение

подземной стенки и подземной автостоянки позволяет увеличить число свай, воспринимающих нагрузку и при этом рационально использовать площадь.

Т.к. по требованиям [6] максимальная этажность подземных парковок не должна превышать 5 этажей, использование подземных парковок возможно при высоте склона до 15 метров. Однако так как парковки вместимостью более 200 машин должны оборудоваться системой оповещения и управления эвакуацией 4-го типа, не представляется рациональным делать подземные парковки более 5 этажей в случаях, когда плотность застройки позволяет размещать надземные автостоянки. Таким образом высота склона, при которой рационально совмещать подземную автостоянку и подпорную стенку составляет от 2 до 7 метров.

Использованные источники:

1. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями N 1, 2).
2. Руководство по проектированию подпорных стен и стен подвалов для промышленного и гражданского строительства к СП 43.13330.2012 и СП 22.13330.2016.
3. СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85 (с Изменениями N 1, 2).
4. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СП 22.13330.2016).
5. С.Д. Семенюк, Ю.Н. Котов Железобетонные подпорные стены // Вестник Белорусско-Российского университета 2018 №4(61).
6. СП 154.13130.2013 Встроенные подземные автостоянки. Требования пожарной безопасности.
7. СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты (с Изменением N 1).