

пространственным методом источников для 3-мерной геометрической модели платформы. Следует отметить, что ряд составляющих волновой нагрузки: силы Крылова, дифракционные силы 1 порядка – вычисляются на основании строгого математического решения задачи, а дифракционные составляющие высших порядков – на основании приближенного ее решения.

Вероятностные расчеты выполняются для определения волновых нагрузок для штормов с ежегодной и столетней повторяемостью. Спектры морского волнения и их параметры задаются соответственно исходным данным по природным условиям. Волновые нагрузки вычисляются по линейной дифракционной теории с помощью пространственного метода источников, как суперпозиция сил от элементарных составляющих спектра морского волнения.

При определении нагрузок от волн рассматриваются расчетные условия, связанные с повторяемостью нагрузок: период постановки ЛСП на точку эксплуатации, расчетные случаи эксплуатационного периода при экстремальном сочетании нагрузок. При этом учитывается значительная высота волны и средняя длина волны, а также максимальная величина разгона, соответствующая конфигурации учитываются следующие расчетные скорости течений: при постановке ЛСП на точку эксплуатации, на поверхностном горизонте, в придонном слое. Вышеуказанные расчетные скорости течения возможны при полном штиле (при отсутствии ветра и волнения).

Список литературы

1. Пархоменко Д. С., Воронкова Г. В. Определение коэффициента динамичности для несущей фермы рабочей палубы МСП // Инновации, Технологии, Наука : сборник статей Международной научно-практической конференции / отв. ред.: А. А. Сукиасян. 2015. С. 120–122.
2. Юдин В. В., Воронкова Г. В. Динамический расчет несущей фермы рабочей палубы морской стационарной платформы // Инновационное развитие: ключевые проблемы и решения : сборник статей Международной научно-практической конференции / отв. ред.: А. А. Сукиасян. 2015. С. 74–77.

РАСЧЕТ СВАЙ НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ НАГРУЗКУ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДИКАХ УЧЕТА ПОСТЕЛИ ВИНКЛЕРА

О. Б. Завьялова, К. М. Кузьмина
*Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет*

При расчете свай на горизонтальную нагрузку в случае многослойного основания справочник проектировщика допускает при учете постели Винклера заменять реальные коэффициенты постели усредненным значением [1], вычисленным с учетом мощности каждого слоя и его характеристиками. При этом коэффициент постели можно считать постоянным по высоте свай.

Решаем задачу с помощью программы БУ-2 (автор – доцент Е. А. Гуляев). По результатам расчета строим эпюры прогибов, поперечных сил и изгибающих моментов (рис. 2).

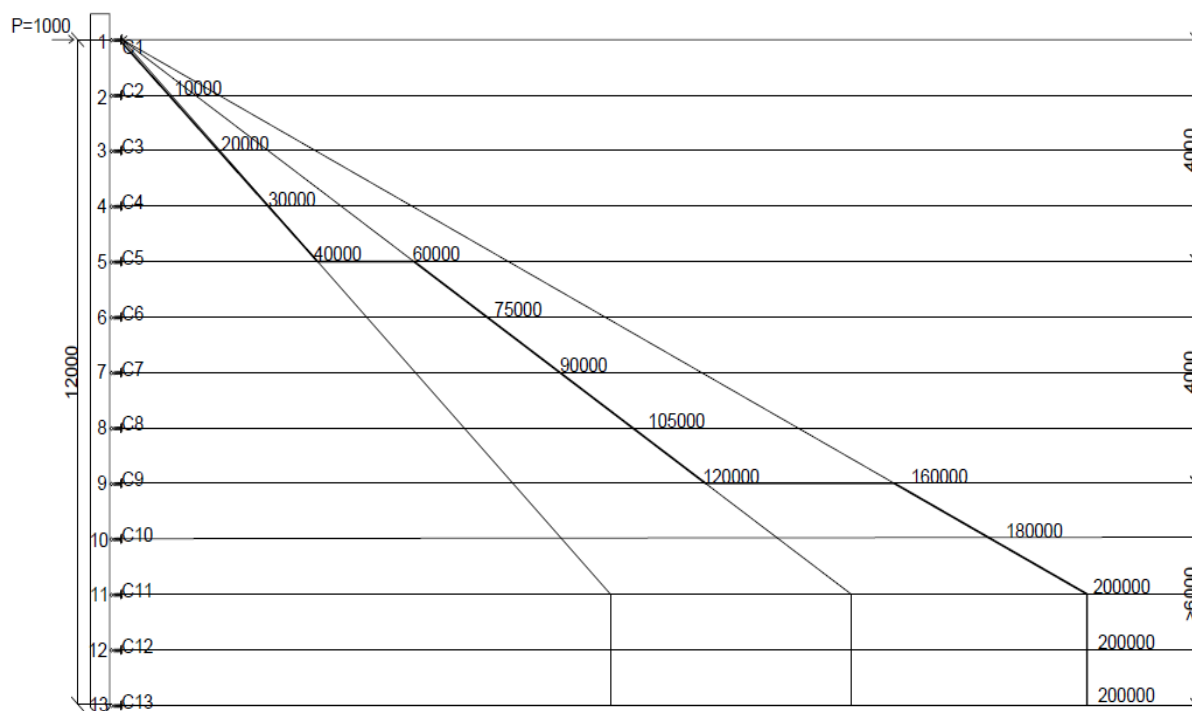


Рис. 1. Расчетная схема сваи и эпюра коэффициента постели трехслойного основания

Таблица 1

Коэффициенты жесткости упругих опор, кН/м

№ упругой опоры	Случай 1. Реальные $K_{п}$	Случай 2. Усредненный $K_{п}$	Случай 3	Случай 4	Случай 5
1	1375	24750	2062	3666	1222
2	11000	49500	16500	14666	9777
3	22000	49500	33000	29333	19555
4	33000	49500	49500	44000	29333
5	55687	49500	66000	58666	39110
6	82500	49500	82500	73333	48888
7	99000	49500	99000	87999	58666
8	115000	49500	115500	102666	68444
9	154687,5	49500	132000	117333	78222
10	198000	49500	148500	144833	215722
11	220000	49500	165000	220000	366666
12	220000	49500	165000	220000	366666
13	110000	24750	82500	100000	183333

Можно заметить, что с увеличением глубины линейные перемещения быстро уменьшаются по сравнению со значением на поверхности, по-

тому что при увеличении глубины плотность грунта возрастает, что удерживает сваю от поперечного смещения.

Изгибающий момент на поверхности равен нулю, с увеличением глубины он возрастает, достигая максимального значения на глубине 2 м, после чего момент уменьшается.

Максимальное значение поперечной силы на глубине 1 метр, вблизи приложенной нагрузки, после чего она убывает.

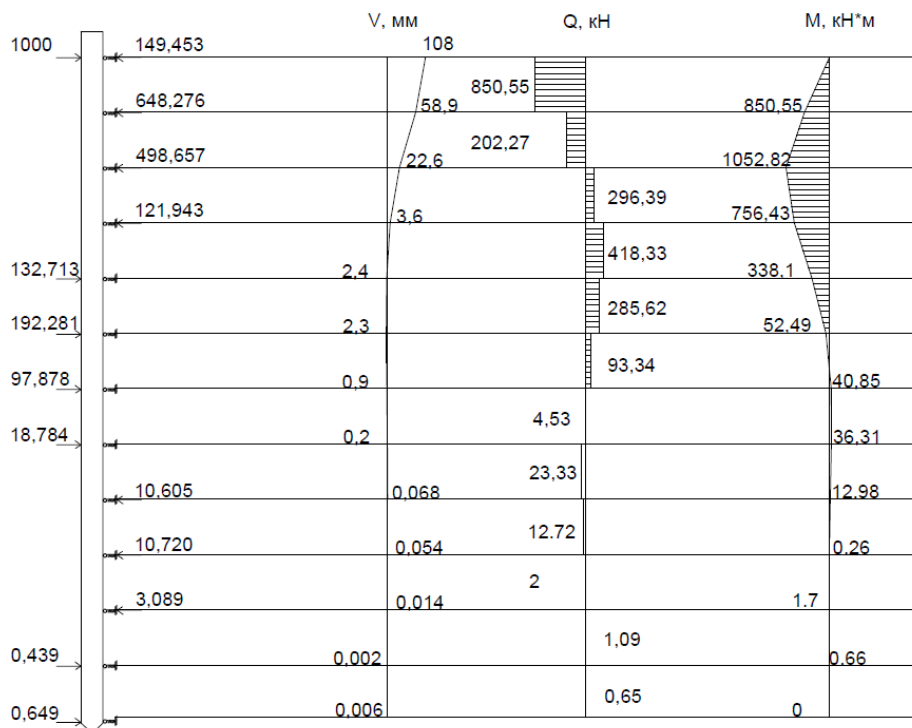


Рис. 2. Эпюры значений прогибов и внутренних усилий

В первом случае получаем такие максимальные величины:

$$M_{\max} = 1052,85 \text{ кН*м};$$

$$Q_{\max} = 850,55 \text{ кН};$$

$$V_{\max} = 108 \text{ мм}.$$

Во втором случае выполним расчет по усредненному коэффициенту постели, постоянному по всей длине сваи, определяемому по формуле:

$$k_n^{\text{ср}} = \frac{\sum k_i \cdot h_i}{\sum h_i} = \frac{30000 \cdot 4 + 45000 \cdot 4 + 60000 \cdot 4}{4 + 4 + 4} = 45000 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}.$$

Жесткости упругих опор приведены в третьем столбце таблицы 1:

$$C_1 = C_{13} = 24750 \frac{\text{кН}}{\text{м}}, \quad C_2 = C_3 = \dots = C_{12} = 49500 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Полученные результаты показывают, что при использовании усредненного значения коэффициента постели значения перемещений, поперечной силы и изгибающего момента значительно отличаются в меньшую сторону от полученных в точном расчете:

$$M_{\max} = 403,15 \text{ кН*м};$$

$$Q_{\max} = 403,15 \text{ кН};$$

$$V_{\max} = 24 \text{ мм.}$$

Из этих значений следует, что максимальный изгибающий момент в первом случае, когда учитывается коэффициент постели для каждого слоя, на 61 % больше, чем максимальный изгибающий момент во втором случае. Поперечная сила больше на 52 %, а перемещение на 77 %. Свая, запроектированная по этим внутренним усилиям, не выдержит реальных нагрузок, то есть этому расчету доверять не следует.

Третий случай. Возьмем усредненное значение коэффициента постели, но будем учитывать его так же, как и в первом случае, построив эпюру: на глубине 3 м откладываем значение коэффициента $k_n^{\text{ср}} = 45000 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$, соединяем его с нулем на поверхности грунта, проводим наклонную прямую до глубины 10 м затем вертикальную вниз.

Жесткости упругих опор для третьего случая приведены в четвертом столбце таблицы 1.

В результате расчета получаем значения:

$$M_{\max} = 940,94 \text{ кН*м;}$$

$$Q_{\max} = 825,08 \text{ кН;}$$

$$V_{\max} = 84 \text{ мм.}$$

В первом и третьем случае вышли более близкие результаты (расхождение по моменту около 10 %, по прогибу 22 %), но при этом на практике все-таки не следует применять усредненное значение коэффициента постели, особенно если верхние слои грунтового основания имеют коэффициенты постели значительно меньшие, чем нижние. В этом случае реальные деформации верхнего конца сваи, а также изгибающие моменты будут гораздо большими, чем при усредненном расчете.

Четвертый случай. Для иллюстрации вышесказанного решим задачу, когда верхние слои грунтового основания имеют значительно меньшие значения коэффициента постели, чем нижние слои, но при этом средний коэффициент постели имеет прежнее значение: $k_{\text{ср}} = 45000 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$.

Принимаем $k_1 = 40000 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$ до глубины $h_1 = 9$ м, и $k_2 = 60000 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$ на следующих трех метрах. Последовательность расчета такая же, что и в первом случае.

Жесткости упругих опор для четвертого случая приведены в пятом столбце таблицы 1.

В результате расчета с помощью программы БУ-2 получаем:

$$M_{\max} = 833,9 \text{ кН*м;}$$

$$Q_{\max} = 713,34 \text{ кН;}$$

$$V_{\max} = 78 \text{ мм.}$$

Можно заметить, что разница в результатах между третьим и четвертым случаем не очень значительна, но и отличие между коэффициентами постели верхнего и нижнего слоя не очень велико. Чем слабее грунт верхнего слоя по сравнению с нижележащим, тем разница становится заметнее,

для этого решим еще одну задачу, где $k_{\text{ср}} = 45000 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$, а значения слов: $k_1 = 26666,7 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$ и глубиной $h_1 = 9$ м, $k_2 = 100000 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$ и глубиной $h_2 = 3$ м.

Вычисляем жесткости упругих опор (шестой столбец).

В результате расчета с помощью программы БУ-2 получаем:

$$M_{\text{max}} = 1081,2 \text{ кН*м};$$

$$Q_{\text{max}} = 856,7 \text{ кН};$$

$$V_{\text{max}} = 117 \text{ мм}.$$

Деформации в верхних слоях более выражены, что привело к увеличению изгибающего момента. По сравнению с третьим случаем он возрос на 12 %, что обязательно нужно учитывать при расчете свай на горизонтальную нагрузку.

Вывод: при расчете свай на горизонтальную нагрузку с использованием модели Винклера при многослойном основании не следует пользоваться методикой, в которой используется усредненный коэффициент постели, особенно когда верхний слой имеет значительно меньшие прочностные характеристики, чем нижний.

Список литературы

1. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика. М. : Стройиздат, 1985. 480 с.
2. Завьялова О. Б., Кузьмин И. А. Расчет конструкций на упругом основании : учеб.-метод. пособие для студентов строительных специальностей. Астрахань, 2010. 125 с.
3. Завьялова О. Б. Уточнение расчетных усилий в монолитных фундаментных плитах при действии сосредоточенных нагрузок // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 9. С. 24–25.

Организационно-управленческий инжиниринг в экспертизе,
оценке и управлении объектами недвижимости

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ КАК КОМПОНЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

С. С. Евсеева, М. В. Вершин
Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет

Реализация технической эксплуатации инженерных систем представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных процессов, которыми