

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШПАЛЬНО-БАЛОЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ

Куцак С.И., *ст.н.с.*

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина

Город Одесса и его пригороды характеризуются наличием просадочных грунтов – лессовидных суглинков и супесей мощностью 4 – 10 м., перекрытых сверху не просадочным суглинком мощностью до 2,0 м. В зависимости от мощности лессовых грунтов, глубины уровня подземных вод, показателей физико-механических свойств и величины просадки от собственного веса при замачивании, лессовые грунты подразделяются на I (первый) по величине просадки $S_{sl} \leq 5$ см. и II (второй) при величине просадки $S_{sl} > 5$ см., тип грунтовых условий по просадочности.

Наличие в основании просадочных грунтов предполагает применение дорогостоящих конструктивных и технических мероприятий: в соответствии с требованиями ДБН [1], ДБН [2], СНиП [3].

Кроме того, согласно ДБН [1] и СНиП [3] при II типе грунтовых условий по просадочности рекомендуется прорезать просадочную толщу сваями с их опиранием в непросадочные грунты, либо уплотнять или заменять просадочные грунты.

Одним из вариантов устройства фундаментов на просадочных грунтах является применение прерывистых шпально-балочных фундаментов, как под стены, так и под колонны [4, 5, 6].

Применение прерывистых шпальных и шпально-балочных фундаментов позволяет использовать в качестве несущего: верхние достаточно плотные непросадочные суглинки с карбонатными включениями мощностью до 1,5 – 2,0 м., либо уплотненные лессовые суглинки и супеси, мощностью уплотнения 1,5 – 2,0 м.

На одной из площадок г. Одессы выполнены статические испытания 4-х вариантов шпально-балочных фундаментов в одних и тех же инженерно-геологических и гидрогеологических условиях при непрерывном замачивании основания (см. рис. 1). Одинаковыми для 4-х вариантов шпально-балочных фундаментов являлись:

1. Контурные границы всех опытных фундаментов – 1500 × 2400 мм.;
2. Геометрические параметры элементов фундамента – шпал – балок – 140 × 1500 мм.;
3. Их количество в фундаменте – 5 шт., площадь контакта с грунтом основания – 10500 см²;
4. Нагрузки на фундаменты составили: вертикальная – 303 кН; момент $M_x = 10$ кНм;
5. Статические испытания опытных фундаментов выполнены по одной и той же методике.

Цель статических испытаний: 1) Определение оптимального расстояния между балками, когда они работают с учетом взаимного влияния и без учета взаимного влияния; 2) определение такого расположения балок в фундаменте, когда и реактивное давление грунта на балки и моменты, по отношению к оси симметрии, минимальны. Для этого были приняты четыре варианта фундаментов со следующим расположением балок в плане (см. рис. 1 а, б):

1. Две крайние балки расположены с промежутком (a) равным ширине балки (b), средняя балка расположена по оси симметрии фундамента при расстоянии от ближайшей балки $5b$.
2. Две крайние балки расположены с промежутком (a) равным $2b$, средняя с промежутком $4b$.
3. Все балки в фундаменте установлены с одинаковым промежутком (a) равным $3b$.

4. Концевые две балки установлены без промежутков, а средняя балка установлена с промежутком (a) равным $6b$.

Для фиксации реактивного давления грунта на балки, на последние установлены на клею датчики контактного давления по 3 шт. на каждую балку.

Для определения послойного перемещения грунта под балками в основание заложены магнитные марки.

Вертикальная нагрузка прикладывалась статически, ступенями 43 кН, 83 кН, 123 кН, 163 кН, 203 кН, 263 кН, 303 кН.

Нагрузка выдерживалась до стабилизации осадки, условная величина которой принята 0,1 мм. в сутки.

После последней ступени вертикальной нагрузки, приложен момент величиной 10 кНм, путем смещения груза.

Все опыты проведены в одних и тех же инженерно-геологических условиях при непрерывном замачивании основания.

Определение средних давлений по балкам и глубины деформируемой зоны для всех вариантов фундаментов выполнено при вертикальной нагрузке на фундамент $N = 303$ кН и момент $AM = 10$ кНм.

Определенные величины: средних давлений приведены в таблице, глубины деформируемой зоны приведены на рис. 1а.

На основании фактических реактивных давлений в подошве балок, вычислены моменты по отношению к точке A , находящейся по оси симметрии фундамента, результаты приведены в таблице.

Моменты вычислены по формуле:

$$M_i = P_i \cdot F_i \cdot h_i, \text{ кНм},$$

где M_i – момент в точке A от действия реактивного давления на i -ую балку (кНм);

P_i – реактивное давление грунта на i -ую балку (кПа);

F_i – площадь подошвы i -ой балки (м^2);

h_i – плечо действия равнодействующей i -ой балки по отношению к точке A (м).

Таблица

Вариант I					Вариант II				
N , кН	P_1 , кПа	P_2 , кПа	M_1 , Нм	M_2 , Нм	N , кН	P_1 , кПа	P_2 , кПа	M_1 , Нм	M_2 , Нм
303	294	270	66,4	45,9	303	350	334	79,1	47,4
$\Sigma M_I = 112,3$ кНм					$\Sigma M_{II} = 126,50$ кНм				

Продолжение таблицы

Вариант III					Вариант IV		
N , тс	P_1 , кПа	P_2 , кПа	M_1 , кНм	M_2 , кНм	N , кН	P , кПа	M , кНм
303	392	353	88,5	39,7	303	312	122,3
$\Sigma M_{III} = 120,2$ кНм					$\Sigma M_{IV} = 122,3$ кНм		

По значениям реактивных давлений и моментов построены графики выражающие зависимость величины реактивного давления и момента от отношения промежутка между двумя крайними балками к ширине балки (см. рис. 2 а, б).

Из таблицы и графика видно, что минимальный момент в точке A действует в первом варианте фундаментов, где две крайние балки расположены с промежутком равным ширине балки.

В этом случае балки работают с учетом взаимного влияния, а значит объем деформируемой зоны общей для двух балок с вовлечением в работу грунта в промежутке. Грунт в промежутке это тот резерв, который позволяет лучше перераспределить давление

в массиве объема деформируемой зоны и тем самым создается резерв для восприятия дополнительного давления от действия моментной нагрузки.

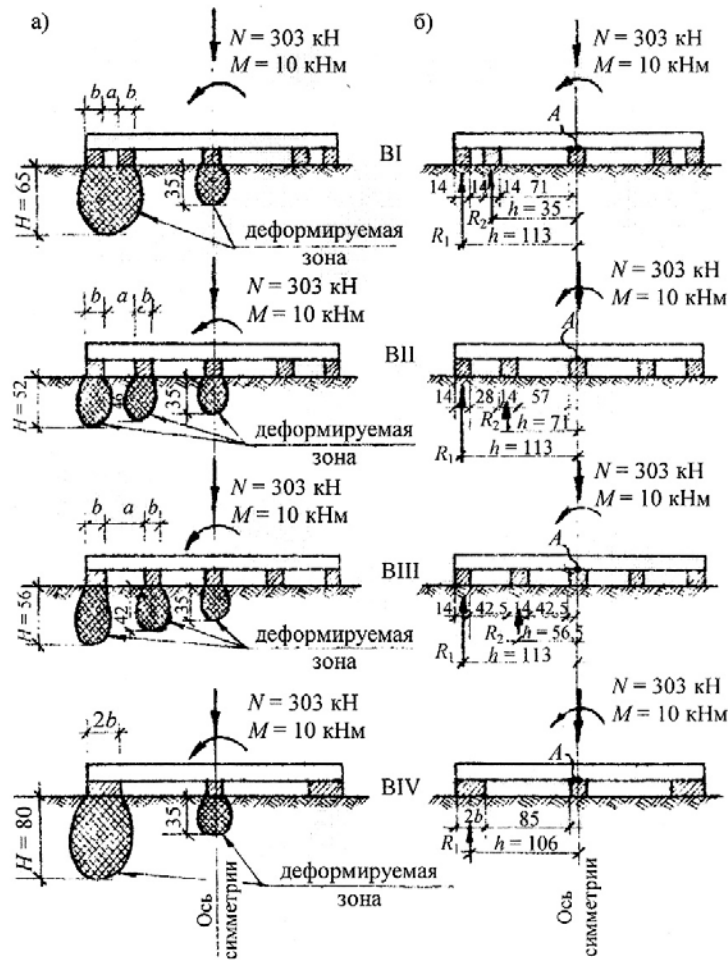


Рис. 1.

Во втором и третьем вариантах балки работают без учета взаимного влияния, как отдельстоящие фундаменты, но с разными промежутками. Момент во втором варианте в 1,14 раза больше, чем в первом, в третьем варианте в 1,13 раза. В четвертом варианте где крайние балки расположены вплотную друг к другу, момент в 1,18 раза больше чем в первом варианте.

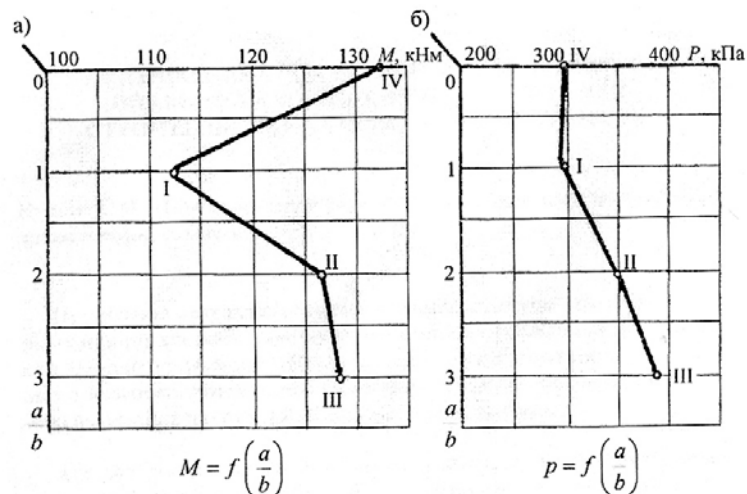


Рис. 2.

По результатам статических испытаний 4-х вариантов шпально-балочных фундаментов выбран, как наиболее оптимальный 1-й вариант фундаментов и рекомендован для внедрения под колонны стального каркаса цеха раскроя металла Одессметаллоснабсбыта и получено авторское свидетельство СССР на фундамент [7].

Выводы

1) Оптимальным промежутком между двумя крайними балкам является промежуток равный ширине балки, а концевой участок ограничить величиной $X = 3b$.

2) Оптимальным расстоянием когда балки работают без взаимного влияния является промежутком $Y = 2b \div 3b$, в фундаментах как под колонну, так и под стены.

3) При большем промежутке балки тоже работают без взаимного влияния, но дальнейшее увеличение промежутка, увеличит плечо действия реактивного давления на балки, а соответственно увеличится момент в точке A , траверсы.

4) Промежуток между средней балкой и балкой концевого участка при плотности сложения сухого грунта $\rho_d > 1,6 \text{ г/см}^3$ принять $Y = 2b$, при $1,4 \text{ г/см}^3 < \rho_d \leq 1,6 \text{ г/см}^3$ принять $Y = 3b$.

5) Глубина зоны деформации в 4-х вариантах фундаментов не превышает 80 см., что позволит применять шпальные и шпально-балочные фундаменты на непросадочных грунтах или уплотненных слоях мощностью 1,5 – 2,0 м.

SUMMARY

Are the results shown comparison statistic tests of experimental sleeper-balk fundament with different elements by arrangement. An optimal variant was chose but the sleeper elements, providing effective exploitation while maximal loadings on setting ability soils.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.1-5-2000. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах. К., Госкомитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2000.

2. ДБН В.2.1-10-2009. Основи і фундаменти будівель та споруд. К., Міжрегіонбуд України, 2009.

3. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты. М. ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

4. Новые фундаменты на стройках Одессы под редакцией В.Н. Голубкова // Одесса, ОИСИ 1976.

5. Тугаенко Ю.Ф., Кушак С.И. Деформации в основаниях фундаментов из шпальных элементов // М.И., Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1986, № 2 – С. 9 – 11.

6. Кушак С.И., Лакизо А.И., Тугаенко Ю.Ф. Давления и деформации в основании шпально-балочных фундаментов // Основания и фундаменты. – К: Будівельник, 1987 – вып. 20 – С. 43 – 46.

7. Фундамент. АС. СССР № 1073371, МКИЕ02Д1/00. Кушак С.И., Тугаенко Ю.Ф., Рывкин М.Э. Заявлено 08.11.1983 г., опубл. 23.01.1986 г., бюл. 2 с иллюстрациями.