

УДК 624.131.542

Легенченко В.А., асп., Мустафа Хафиз Бушнак,  
Юсеф Шабан Васил Радван, студ., Шаповал В.Г., д.т.н., проф.  
*Государственное ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепрпетровск,  
Украина*

Шаповал А.В., к.т.н., доц., Нестерова Е.В., к.т.н., доц.  
*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, г.  
Днепрпетровск, Украина*

## НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ КОНСТРУКЦИЙ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ

Методы определения НДС строительных конструкций с использованием МКЭ и совместной схемы расчета в настоящее время получили широкое распространение [1, 2, 3]. Более того, в действующих в настоящее время нормативных документах содержатся рекомендации о необходимости преимущественного применения схемы совместного расчета [4].

При этом рядом исследователей отмечается, что на значения расчетных усилий и деформаций в фундаментах и в надфундаментной конструкции существенное влияние оказывают размеры расчетной области основания [5, 6].

В этой связи представляет интерес работа [4], в которой сравнивались напряжения в рамной конструкции при различных размерах расчетной области. Против такого подхода можно выдвинуть возражение в том смысле, что в настоящее время при совместном расчете конструкций используют основание Винклера [1, 2].

Поэтому при написании настоящей статьи нами преследовалась цель выявить, каким образом толщина расчетной области упругого грунтового основания влияет на НДС конструкции по сравнению с НДС конструкции, расположенной на основании Винклера.

Изложение основного материала исследования. Задача исследований была сформулирована так. Расчетная область основания имеет в плане размеры 50x50 метров. Ее высота в ходе расчетов варьируется от 5 до 50 метров.

Граничные условия для основания – отсутствие всех перемещений по подошве, а также отсутствие перемещений в направлении оси ОХ с боковой стороны рамы и в направлении оси ОУ со стороны фасада рамы.

На основании расположена многоэтажная двух пролетная рамная конструкция шириной 12 и высотой 48 метров (рис. 1). В центре каждого из пролетов приложены вертикальные сосредоточенные силы.

В ходе численного эксперимента варьировалась толщина основания на интервале толщин  $H \in (5..50)$  метров и в каждом из узлов конструкции определялись изгибающие моменты  $M$ , а также осевые  $N$  и перерезывающие силы  $Q$ .

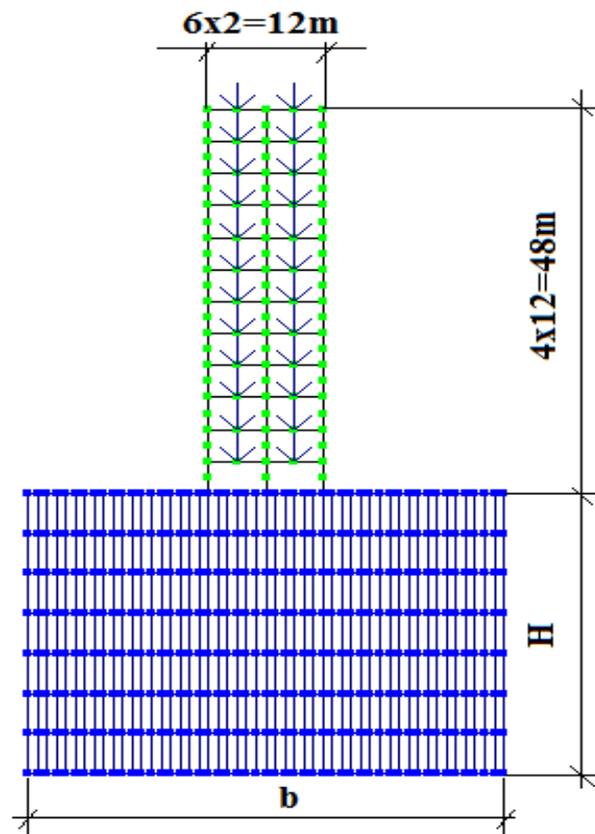


Рис. 1. Расчетная схема. Высота рамной конструкции равна 48 м; ширина 12 м (2 пролета по 6 м); размеры расчетной области 50x50 м; размеры фундаментов в плане 2x2 м; толщина плитной части фундаментов 50 см

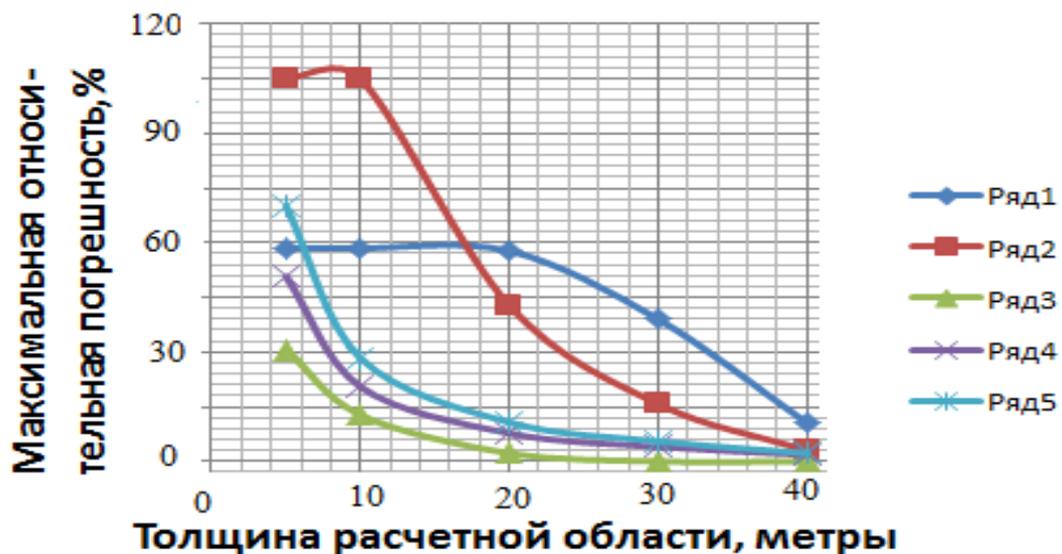


Рис. 2. Максимальная относительная погрешность между рассчитанными для различных толщин основания усилиями в надфундаментной конструкции и осадками ее фундаментов:

Ряд 1 – осевые силы; ряд 2 – изгибающие моменты; ряд 3 - перерезывающие силы; ряд 4 – осадки крайних фундаментов; ряд 5 – то же, среднего

Таблица 1.

Исходные данные

№ п.п.	Наименование	Обозн	Ед. Изм.	Величина
1	Ширина расчетной области основания	b	метры	50
2	Длина расчетной области основания	L	метры	50
3	Высота расчетной области основания	H	метры	5...50
4	Высота рамной конструкции	-	метры	48
5	Ширина рамной конструкции	-	метры	12
6	Количество этажей	-	шт.	12
7	Высота этажа	-	метры	4
8	Количество пролетов	-	шт.	2
9	Ширина пролета	-	метры	6
10	Ширина и высота сечения стойки	-	см	40x40
11	Ширина и высота сечения ригеля	-	см	40x40
12	Модуль деформации основания	E <sub>о</sub>	МПа	10
13	Коэффициент Пуассона основания	ν	д.ед.	0,3
14	Начальный модуль деформации бетона	E <sub>б</sub>	МПа	2x10 <sup>4</sup>
15	Коэффициент Пуассона бетона	ν <sub>б</sub>	д.ед.	0,2
16	Нагрузки - сосредоточенные силы в центре пролетов	N	тонны	10
17	Ширина подошвы фундамента	b <sub>ф</sub>	метры	2
18	Длина подошвы фундамента	L <sub>ф</sub>	метры	2
19	Толщина фундаментной плиты	h <sub>ф</sub>	метры	0,5
20	Коэффициент постели основания	C <sub>z</sub>	кН/м <sup>3</sup>	223

Толщины основания принимались равными:  $H_1 = 50$  м ,  $H_2 = 40$  м,  $H_3 = 30$  м,  $H_4 = 20$  м,  $H_5 = 10$  м,  $H_6 = 5$  м.

После этого с использованием формул

$$\Delta Y = \max \left\{ \left| \frac{Y_{H=50} - Y_{H_i}}{Y_{H=50}} \right| \cdot 100\%; \right. \\ \left. i = 1, \dots, 6. \right\} \quad (1)$$

где  $\Delta Y$  – максимальная относительная погрешность между рассчитанными для различных толщин оснований усилиями в надфундаментной конструкции, определялись максимальные расхождения между усилиями, соответствующими толщине основания  $H_1 = 50$  м и усилиями, соответствующими толщинам оснований  $H_i \in (5..40)$  (рис. 2). Здесь  $Y$  – либо осевая сила, либо изгибающий момент, либо перерезывающая сила, либо осадка крайнего фундамента, либо осадка среднего фундамента.

Расчеты выполнялись с использованием программного комплекса *ЛИРА*.

Анализ их результатов позволил нам сделать вывод о том, что:

2. При этом максимальные отклонения усилий и осадок, рассчитанных для основания Винклера от усилий и осадок, рассчитанных для толщины основания, равной 5 метров оказались равными (рис. 2):

- для осевых сил  $N$  – 80%;
- для изгибающих моментов  $M$  – 140%;
- для перерезывающих сил  $Q$  – 40%;
- для осадок крайних фундаментов – 90%;
- для осадок среднего фундамента – 70%.

Поскольку приведенные цифры существенно превышают принятую при выполнении инженерных расчетов погрешность в 5%, при определении НДС конструкций на грунтовом основании с использованием схемы совместного расчета, обязательно надо аргументировать и обосновывать размеры расчетной области основания. Для этой цели необходимо разработать специальные критерии, например, на основе распределения напряжений и деформаций в грунтовом основании.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Городецкий А.С., Батрак Л.Г., Городецкий Д.А., Лазнюк М.В., Юсипенко С.В. Расчет и проектирование конструкций высотных зданий из монолитного железобетона. - К., 2004 – С. 37-39.
2. Стрелец - Стрелецкий Е.Б., Боговис В.Е., Гензерский Ю.В., Гераймович Ю.Д., Марченко Д.В., Титок В.П. ЛИРА 9.4. Руководство пользователя. Основы. Учебное пособие. Киев: издательство «ФАКТ», 2008.– 164 с.
3. Улицкий В. М. Основы совместных расчетов зданий и оснований, развитие городов и геотехническое строительство, №10, 2006 – с. 56...62.
4. ДБН В.2.1-10-2009. Основы та фундаменти споруд. Київ. Мінрегіонбуд України, 2009-104 с.
5. Гуслистая А. Э. Особенности статического расчета зданий и сооружений, расположенных на склонах. Днепропетровск, 2009, 148 с.
6. Горбунов-Посадов М.И., Давыдов С.С. О совместной работе оснований и сооружений // Труды к VIII Международному конгрессу по механике грунтов и фундаментостроению. - М., 1975. - С. 383-392.
7. Шаповал В.Г., Е.В. Нестерова, В.Г. Шаповал, И.Л. Бойко, Раед М. Абдулхуссейн. К вопросу определения точности напряженно - деформированного состояния строительных конструкций на грунтовом основании с использованием метода конечных элементов. Основы та фундаменти. Міжвідомчий випуск №37. С. 128-138.