

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНДАМЕНТНЫХ ПЛИТ НА НЕОДНОРОДНЫХ ОСНОВАНИЯХ С УЧЕТОМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

Петракова Н.А.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры
г. Макеевка, Украина

АНОТАЦІЯ: Наведено результати чисельних досліджень напружено-деформованого стану плитних фундаментів, що зводяться в умовах неоднорідних основ, просідаючих ґрунтів при різноманітних схемах замочування.

АННОТАЦИЯ: Приведены результаты численных исследований напряженно-деформированного состояния плитных фундаментов, возводимых в условиях неоднородных оснований, просадочных грунтов при различных схемах их замачивания.

ABSTRACT: The results of numerical research of the stress-strain state of the plate foundations erected for heterogeneous soils, soil subsidence under various schemes of soaking are presented.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Плитные фундаменты, неоднородное основание, распределительные свойства грунтов.

ВВЕДЕНИЕ

Фундаменты зданий и сооружений в виде сплошных плит являются одним из самых распространённых конструктивных решений фундаментов, применяемых на территории Украины в настоящее время. В связи с этим остро стоит вопрос совершенствования методик расчета данных видов фундаментов, возводимых в условиях неоднородных грунтов, сложных инженерно-геологических условиях.

В настоящее время разрабатывается и используется большое количество методик расчетов плитных фундаментов с применением различных программных комплексов [3 - 6]. В основном эти методики основаны на методе конечных элементов. Одним из главных аспектов расчетов данного типа конструкций является учет совместной работы основания – фундамента - надземного строения. Важное значение имеет, какая именно расчетная модель грунтового основания заложена в алгоритме решения геотехнических задач в различных программных комплексах. Выбор модели зависит от вида грунта. Поэтому наиболее рациональным является использование модели переменного коэффициента жесткости профессора Клепикова.

В реальных условиях велика вероятность того, что основание зданий и сооружений может быть сложено разнородными грунтами. Этот факт следует учитывать как при расчете осадок плитных фундаментов, так и при анализе напряженно-деформированного состояния конструкции данного типа фундаментов.

Цель работы - проведение сравнительных расчетов деформаций основания и усилий в плитах с целью анализа влияния неравномерной сжимаемости грунтов.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Объектом исследований является здание четырехэтажного жилого дома, расположенного в микрорайоне "Широкий" в Кировском районе г. Донецка. Предметом исследований являются основания и фундаменты указанного здания. По данным инженерно-геологических изысканий [7] площадка отнесена к просадочным грунтам (I тип просадочности по нормам [2]).

Методы исследований – генерация конечно-элементной расчетной схемы здания, выполнение численных вариантных исследований.

В связи с тем, что в основании фундаментов залегают просадочные грунты, не обладающие распределительными свойствами [3, 4], в качестве расчетной модели основания принята модель местных деформаций, характеризующаяся в общем случае переменным коэффициентом жесткости. Коэффициенты жесткости основания определялись по осадкам основания, которые вычислялись по нормам [1, 2] методом послойного суммирования. Максимальная степень изменчивости сжимаемости основания в плане фундамента составляет $\alpha_E = 1,3$. Из литературных источников [3, 4] известно, что при $\alpha_E = 2,0$ усилия в фундаментных конструкциях изменяются по сравнению с $\alpha_E = 1,0$ на 15...20%. На основании этого можно считать, что грунтовые условия в плане фундаментов являются относительно однородными.

Для расчета фундаментной плиты принят переменный коэффициент жесткости основания в соответствии с табл. 1.

Таблица 1
Коэффициент жесткости основания плитного фундамента, т/м³

Оси	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13
Cz	289	277	265	252	240	228	216	216	216	216	216	217
Czw	275	260	245	229	214	199	184	184	185	186	186	187

В этой таблице Cz – коэффициент жесткости основания; Czw – коэффициентов жесткости подтопленного основания (рис. 2).

На рис. 1 представлена расчетная схема здания. Плита фундамента и стены моделировались четырехугольными пластинами. Цокольный пояс и плиты перекрытий и покрытий моделировались стержневыми элементами.

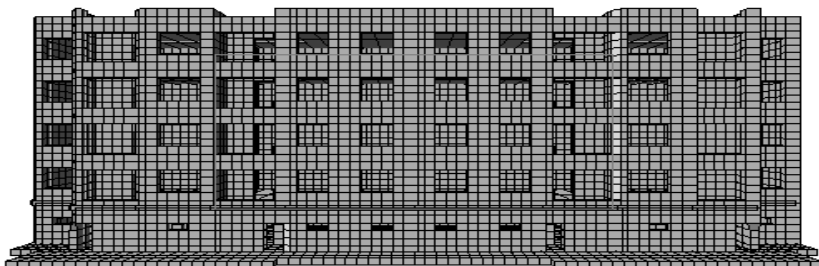


Рис. 1. Расчетная конечно-элементная модель здания

Абсолютные и относительные осадки фундаментов вычислены для четырех типов грунтовых условий и двух типов фундаментов. Результаты вычислений приведены в табл. 2. В указанной таблице тип грунтовых условий обозначает:

I – однородный грунт природной влажности по скв. №9 [7];

II – однородный грунт в замоченном состоянии по скв. №9 [7];

III – неоднородный грунт природной влажности по скв. №№ 14, 15, 9, 1, 6 [7];

IV – неоднородный грунт в замоченном состоянии по скв. №№ 14, 15, 9, 1, 6 [7].

Сопоставительный анализ осадок фундаментов

Грунтовые условия	Толщина плиты, см	Параметры				
		S _{max} , мм	S _{min} , мм	i _L	i _B	Rz, кПа
I	40	43,2	37,0	0,0012	0,0014	93
II	40	50,5	43,9	0,0012	0,0014	93
III	40	45,0	30,1	0,0014	0,0014	97
III	50	44,8	30,5	0,0010	0,0009	97
IV	40	53,7	31,7	0,0016	0,0014	98

На основании данных табл. 2 можно сделать следующие выводы.

Увеличение толщины плиты с 40 см до 50 см не влияет на величины абсолютных осадок и давлений под подошвой фундамента. При этом примерно на 30% уменьшаются относительные осадки фундамента. Однако, как в первом, так и во втором случае относительные осадки не превышают допустимую величину 0,002 по нормам [1].

Наиболее неблагоприятными грунтовыми условиями по деформационным критериям для плиты толщиной 40 см являются грунтовые условия типа IV. При этом максимальные осадки плиты остаются меньше допускаемой нормами [3] величины 120 мм, а относительные осадки меньше 0,002 (Таблица И.1, п.3, вторая строка). Таким образом, по деформационным критериям плита толщиной 40 см в наиболее неблагоприятных грунтовых условиях строительной площадки удовлетворяет требованиям норм [1].

Результаты расчетов осадок фундаментной плиты представлены на рис. 2 - 5.

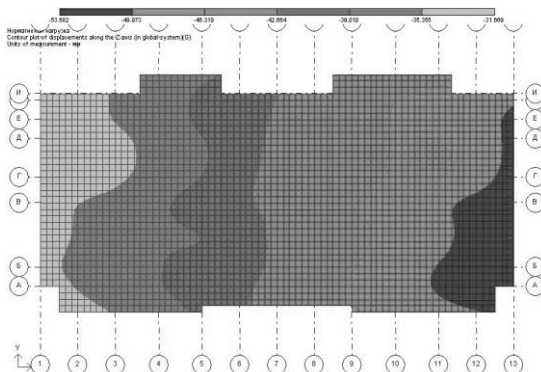


Рис. 2. Эпюры осадок фундаментной плиты, тип IV

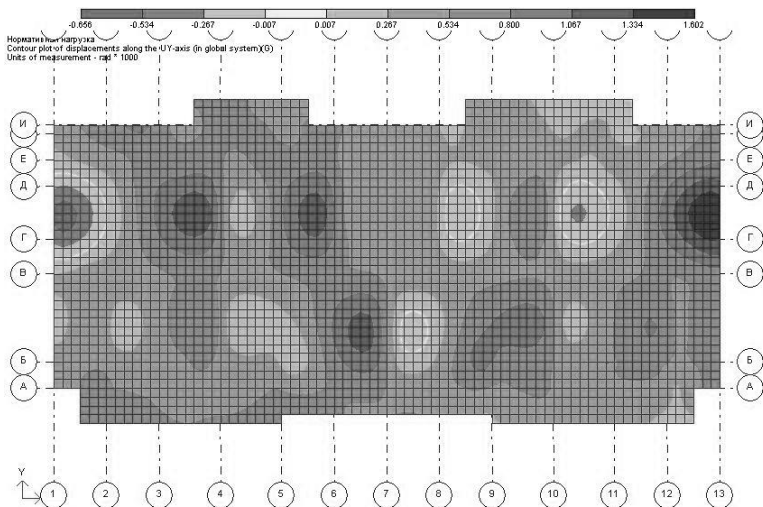


Рис. 3. Эпюры относительных осадок вдоль буквенной оси, тип IV

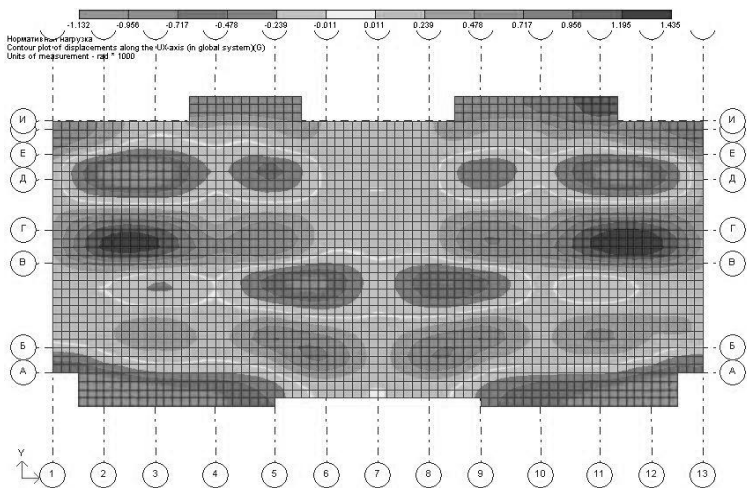


Рис. 4. Эпюры относительных осадок вдоль цифровой оси, тип IV

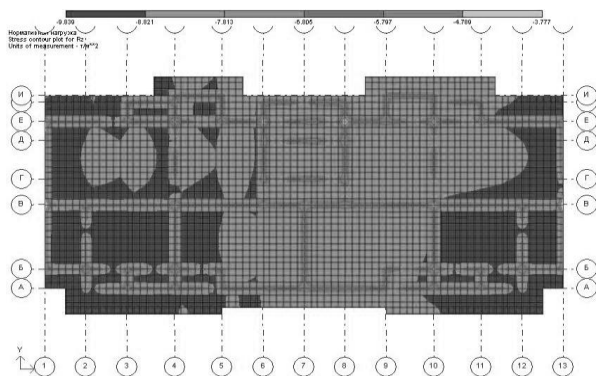


Рис. 5. Эпюры давлений на основание, грунтовые условия тип IV

Анализ усилий в фундаментной плите выполнен для четырех типов грунтовых условий и для двух типов фундаментов. Обозначения грунтовых условий даны в табл. 2. Результаты анализа представлены в табл. 3.

Таблица 3

Сопоставительный анализ усилий в фундаментной плите

Грунтовые условия	Толщина плиты, см	Изгибающие моменты, кН/м			
		M_L , верх	M_L , низ	M_B , верх	M_B , низ
I	40	84	102	146	129
II	40	85	102	147	130
III	40	86	95	1,8	131
III	50	99	100	161	132
IV	40	87	99	149	133
IV	40	75	86	129	113

Проведенными исследованиями установлено, что грунтовые условия практически не влияют на величины расчетных усилий в сечениях фундаментной плиты. Увеличение толщины плиты до 50 см приводит к увеличению расчетных усилий в среднем на 15%.

ВЫВОДЫ

1. Сопоставительный анализ результатов расчетов осадок плитного фундамента показал, что разница между значениями абсолютных осадков плиты при однородном грунтовом основании в природном состоянии и при его замачивании составляет 15%. При этом разность абсолютных осадков однородного и неоднородного грунтов в природном состоянии

составила порядка 5...10% (в среднем). Разность абсолютных осадок оснований, сложенных однородным грунтом в природном состоянии и неоднородным грунтов в замоченном состоянии, составила 19%, а разность абсолютных осадок грунтов (однородного и неоднородного) в замоченном состоянии – 6%. При этом снижение значения разности относительных осадок плитного фундамента достигается только путем увеличения толщины фундаментной плиты. При этом на величины абсолютных осадок толщина плитного фундамента не оказывает существенного влияния.

2. Сопоставительный анализ усилий в фундаментной плите показал, что грунтовые условия практически не влияют на величины расчетных усилий в сечениях фундаментной плиты. Увеличение толщины плиты до 50 см приводит к увеличению расчетных усилий в среднем на 15%.

3. Толщину фундаментной плиты на неоднородном деформируемом основании рекомендуется назначать из условия ограничения неравномерных осадок конструкции в плане. При этом следует использовать максимально допустимую по нормам величину неравномерных осадок, т.к. излишнее ужесточение этого критерия приводит к необоснованному перерасходу материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 104 с.
2. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах. Ч.II. Здания и сооружения на просадочных грунтах: ДБН В.1.1–5–2000. Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины. – К., 2000. – 87 с.
3. Механіка ґрунтів. Основи та фундаменти: підручник / [Швець В.Б., Бойко І.П., Винников Ю.Л.]. – Дніпропетровськ: Пороги, 2012. – 196 с.
4. Клепиков С.Н. Расчет сооружений на деформируемом основании / Клепиков С.Н. – К.: НИИСК, 1996. – 202 с.
5. Алгоритм и программа инженерного расчета осадок фундаментных плит с учетом неравномерности на основании и неоднородности массива / [Шейнин В.И., Сарана Е.П., Артемов С.А., Фаворов А.В.] // Основания, фундаменти и механика ґрунтів. - Киев, 2006. – С. 2-7.
6. Группа жилых домов на земельном участке, расположенном в микрорайоне "Широкий" Кировского района г. Донецка: технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям по объекту. – ООО НПЦ "Экогеопроект", 2012.

Статья поступила в редакцию 16.09.2013 г.