

Чисельний аналіз методів розрахунку ґрунтової основи та методів визначення коефіцієнтів постелі

Ірина Жупаненко

Київський національний університет будівництва і архітектури
31, просп. Повітрофлотський, Київ, Україна, 03037,
zhupanenko.iv@knuba.edu.ua, orcid.org/0000-0002-6167-6552

DOI: 10.32347/0475-1132.41.2020.64-71

Анотація. Не зважаючи на значний прогрес в розвитку методів розрахунку ґрунтової основи в єдиній розрахунковій моделі з конструкціями споруди і можливість виконувати розрахунки в тривимірній постановці, найбільш популярною в спільноті інженерів-проектувальників залишається розрахункова модель плити на пружній основі. Це пояснюється простотою реалізації такої моделі. Певно, найбільші труднощі застосування такої моделі полягають у визначенні коефіцієнтів піддатливості основи (коефіцієнтів постелі).

В даній роботі проведено дослідження достовірності різних методик визначення коефіцієнтів постелі при різних варіантах ґрунтових умов.

В роботі проведено чисельний аналіз характеристик напружено-деформованого стану (величини осідань, реактивного тиску і зусиль) в трьох фундаментних плитах різної геометрії та при різних інженерно-геологічних умовах майданчику забудови.

Розглянуто однорідну основу, складену лесовими ґрунтами, неоднорідну основу, складену почерговим нашаруванням як зв'язних (суглинок і супісок) так і незв'язних (пісок дрібний) ґрунтів і близьку до однорідної основу, складену супіском і суглинком.

Дослідження проводилось за допомогою програмно-обчислювального комплексу ЛІРА САПР 2016. Розрахунки виконано трьома методами визначення коефіцієнтів постелі (піддатливості основи):

- модель з двома коефіцієнтами постелі, які для неоднорідних ґрунтів визначаються по усередненим в межах глибини стисливої товщі значенням модуля деформації та коефіцієнта Пуассона;
- модель з одним коефіцієнтом постелі;



Ірина Жупаненко
доцент кафедри
опору матеріалів
к.т.н., доц.

- модель з двома коефіцієнтами постелі, які визначаються по усередненим значенням модуля деформації та коефіцієнта Пуассона при введенні поправочного коефіцієнту до модуля деформації.

Проаналізовано збіжність абсолютних величин контрольованих параметрів, отриманих за допомогою зазначених вище методик, в залежності від виду ґрунтової основи та характеру нашарувань ґрунтів в межах стисливої товщі.

Встановлено залежність збіжності отриманих за різними методиками характеристик напружено-деформованого стану плити від однорідності ґрунтів основи.

Ключові слова. Фундаментна плита, плита на пружній основі, коефіцієнти постелі, чисельне моделювання.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Невід'ємним етапом проектування будь-якої будівлі чи споруди є чисельне моделювання роботи конструкцій з врахуванням їх взаємодії з ґрунтовою основою. При цьому на сьогоднішній день немає єдиної загальновизнаної методики представлення ґрунтової основи в загальній розрахунковій схемі будівлі чи споруди.

Варто зазначити, що при виборі тієї чи іншої моделі ґрунтової основи, інженер-

проектувальник в першу чергу керується можливістю виконувати статичні, конструктивні розрахунки та комплект креслень в якомога меншій кількості програм, використовуючи одну і ту ж графічну модель. З цих міркувань однією з найбільш часто вживаних є модель плити на пружній основі, реалізована в програмних комплексах, що базуються на методі скінченних елементів.

При цьому виникає проблема вибору коефіцієнтів постелі такої основи, які б адекватно відтворювали реальні властивості ґрунтового масиву. Ці коефіцієнти не можливо отримати безпосередньо з фізико-механічних характеристик ґрунтів і, на жаль, на сьогоднішній день жоден нормативний документ не дає рекомендацій щодо методики визначення коефіцієнтів постелі пружної основи ні для найпростішого випадку однорідної ґрунтової основи, ні, тим паче, для найбільш поширеної на практиці багатосарової основи.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Реалізація в обчислювальних програмних комплексах (таких, зокрема, як «ЛІРА» чи «SCAD Office») спрощеної моделі ґрунтової основи з використанням коефіцієнтів постелі дало поштовх значній кількості чисельних досліджень з порівнянням методик визначення коефіцієнтів піддатливості основи, наприклад [1-3].

Результатом таких досліджень є, по-суті, рекомендація варіативного методу розрахунку коефіцієнтів піддатливості основи з наступним вибором найбільш не вигідних комбінацій контрольованих параметрів як найбільш надійний спосіб вирішення практичних задач.

МЕТА РОБОТИ

Дослідити збіжність характеристик напружено-деформованого стану фундаментної плити, отриманих із застосуванням різних моделей ґрунтової основи, реалізованих в програмному комплексі «ЛІРА».

На прикладі трьох фундаментних плит

дослідити критерії вибору того чи іншого способу визначення коефіцієнтів постелі в залежності від виду навантаження та ґрунтових умов майданчика.

ОСНОВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження даної роботи є три фундаментні плити різної конфігурації в плані. Всі об'єкти, що розглядаються, територіально розташовані в межах Київської області, проте інженерно-геологічні умови майданчиків будівництва суттєво різняться. Перший об'єкт – назвемо його плита №1 – фундаментна плита під двоповерховий житловий будинок. Конструктивна схема будівлі стінова, навантаження на плиту передається по контуру стін. Конфігурація плити в плані та контур фундаментів під стіни показано на Рис. 1. Габаритні розміри плити 16,95×15,65 м. Будівля безпідвальна, глибина закладання підшви плити -2,00 м, що відповідає абсолютній відмітці 144,8 м.

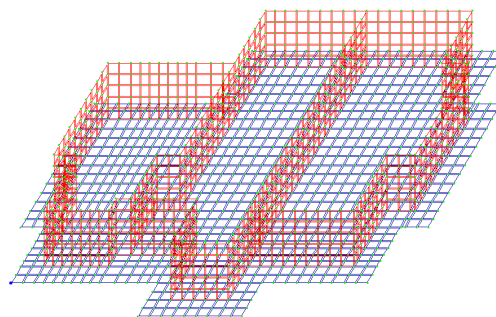


Рис. 1. Загальний вигляд плити № 1.
Fig. 1. General view of the slab № 1.

Другий об'єкт – плита №2 – фундаментна плита під одноповерховий житловий будинок. Конструктивна схема будівлі каркасно-стінова, навантаження на плиту передається по контуру стін та на стовпи. Конфігурація плити в плані та контур фундаментів під стіни і стовпи показано на Рис. 2. Габаритні розміри плити 14,80×14,16 м. Будівля безпідвальна, глибина закладання підшви плити -1,50 м, що відповідає абсолютній відмітці 96,7 м.

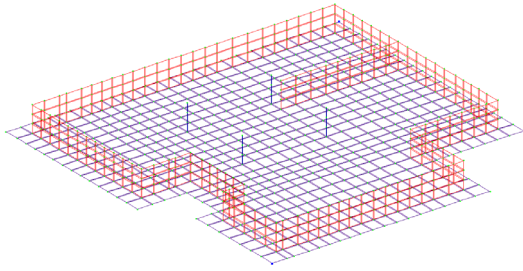


Рис.2. Загальний вигляд плити № 2.
Fig.2. General view of the slab № 2.

Третій об'єкт – плита №3 – фундаментна плита під вежу висотою 29 м. Конструктивна схема будівлі стінова, навантаження на плиту передається по контуру стін сходової клітки. Конфігурація плити в плані та контур фундаментів під стіни показано на Рис. 3. Габаритні розміри плити 6,16×8,25 м. Будівля має підвал, глибина закладання підшви плити -4,00 м, що відповідає абсолютній відмітці 160,93 м.

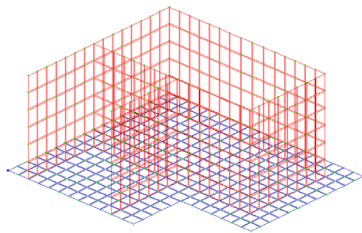


Рис.3. Загальний вигляд плити № 3.
Fig.3. General view of the slab № 3.



Рис.4. Інженерно-геологічний розріз майданчика будівництва № 1.
Fig.4. Engineering-geological section of the construction site № 1.

Інженерно-геологічні умови майданчиків будівництва плити №1, плити №2 та плити №3 показано на Рис. 4, Рис. 5 та Рис. 6 відповідно.

В Табл. 1, 2, 3 наведено основні фізико-механічні характеристики ґрунтів основи для майданчиків будівництва плити № 1, плити № 2 та плити № 3 відповідно.

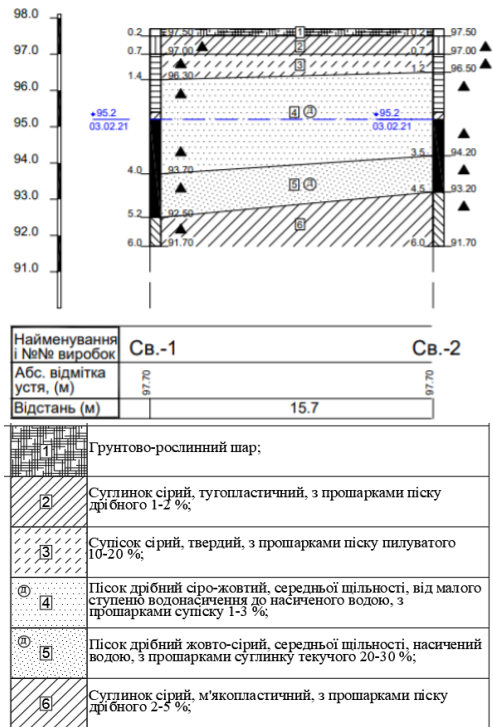


Рис.5. Інженерно-геологічний розріз майданчика будівництва № 2.
Fig.5. Engineering-geological section of the construction site № 2.

Свердловина № 1:
Глибина свердловини: 9,00 м.
Абс. відмітка устя свердловини: 164,50
Абс. відмітка забою свердловини: 155,50

Бук. позначення ґрунту (геологічний підрозділ)	№ ПГЕ	Глибина в м.		Потужність м.	Абс. відм. підшви, м.	Геологічно-літологічний розріз	Найменування порід та їх опис	Рівень ґрунтових вод	
		віс	до					ЗРГВ	СРГВ
tH	①	0,00	2,70	2,70	161,80		Техногенні відклади - насипний шар ґрунту: суглинок твердої консистенції з домішками органічних решовин: 3,2% та вмістом будівельного сміття. На глибині 2,00-2,70м, суглинок пластичної консистенції з вмістом будівельного сміття.	Не виявлені	
aPIVl	②	2,70	4,10	1,40	160,40		Суглинок напівтвердої консистенції з прошарками суглиску, непросідаючий.		
gPIIdn	③	4,10	6,40	2,30	158,10		Суглинок моренний, пластичної консистенції, непросідаючий.		
	④	6,40	9,00	2,60	155,50		Суглинок моренний, напівтвердої консистенції, непросідаючий.		

Рис.6. Інженерно-геологічний розріз майданчика будівництва № 3.
Fig.6. Engineering-geological section of the construction site № 3.

Табл. 1. Показники фізико-механічних властивостей ґрунтів будівельного майданчика №1
Table 1. Indicators of physical and mechanical properties of the soils of the site №1

№ ИГЭ	Усл. обозн.	Наименование грунта	Цвет	Модуль деформации, т/м**2	Коефициент Пуассона	Удельный вес грунта, т/м**3	Коефициент перехода ко 2 модулю деформации	Природная влажность, доли	Показатель текучести IL	Вода Лесс	Коефициент пористости e	Удельное сцепление Rc, т/м**2	Угол внутреннего трения Fi, °	Предельное напряжение растяжения Rs, т/м**2
1		Насипний		950	0.3	1.6	5	0.09	-0.67		0.8	1.2	23	0.3
2		Суглинок напівтве		1400	0.35	1.75	5	0.2	0.23	W	0.84	2.2	22	0.3
3		Супісок твердий		950	0.3	1.6	5	0.09	-0.67	WL	0.8	1.2	23	0.33
4		Суглинок тугоплас		1700	0.35	1.81	5	0.18	0.15	W	0.75	2.5	23	0.35

Табл. 2. Показники фізико-механічних властивостей ґрунтів будівельного майданчика №2
Table 2. Indicators of physical and mechanical properties of the soils of the site №2

№ ИГЭ	Усл. обозн.	Наименование грунта	Цвет	Модуль деформации, т/м**2	Коефициент Пуассона	Удельный вес грунта, т/м**3	Коефициент перехода ко 2 модулю деформации	Природная влажность, доли	Показатель текучести IL	Вода Лесс	Коефициент пористости e	Удельное сцепление Rc, т/м**2	Угол внутреннего трения Fi, °	Предельное напряжение растяжения Rs, т/м**2
1		Насипний		1000	0.3	1.8	5	0.248	0.35		0.788	21	20	3.3
2		Суглинок тугоплас		1400	0.35	1.89	5	0.248	0.35		0.788	21	20	3.3
3		Супісок твердий		1500	0.35	1.81	5	0.159	-0.1		0.718	14	25	1.71
4		Пісок дрібний		2600	0.3	1.69	5	0.063		W	0.667	1	31	0.1
5		Пісок дрібний		1800	0.3	1.9	5	0.252			0.743	0.1	28	0.1
6		Суглинок мяккопла		1200	0.35	1.84	5	0.199	0.69		0.765	19	17	3.6

Табл. 3. Показники фізико-механічних властивостей ґрунтів будівельного майданчика №3
Table 3. Indicators of physical and mechanical properties of the soils of the site №3

№ ИГЭ	Умовне позначення	Найменування ґрунту	Колір	Модуль деформации, т/м**2	Коефициент Пуассона	Питома вага ґрунту, т/м**3	Коефициент перехода до 2-го модуля деформации	Природна вологість, частки	Показник текучості IL	Вода Лес	Коефициент пористості e	Питома зчеплення Rc, т/м**2	Кут внутрішнього тертя Fi, °	Граничне напруження розтягнення Rs, т/м**2
1		Насипний		1000	0.3	1.8	5	0.05	0.2		0.7	0.5	16	0.1
2		Суглинок напівтвердий		1500	0.35	1.8	5	0.15	0.17		0.71	1.34	21	0.4
3		Супісок пластичний		2900	0.3	1.95	5	0.11	0.14		0.57	0.34	25	0.16
4		Суглинок напівтвердий		2300	0.35	1.89	5	0.14	0.2		0.643	1.78	24	0.4

Характеристики напружено-деформованого стану фундаментних плит, що є об'єктом дослідження, отримані в програмно-обчислювальному комплексі ЛІРА САПР 2016. В даному комплексі для сумісного розрахунку ґрунтів основи та конструкцій споруди використовуються дві спрощені моделі: модель Горбунова-Посадова [4] та модель Пастернака [5]. При цьому піддатливість основи моделюється коефіцієнтами постелі C1 та C2, які визначаються декількома методиками.

Метод 1 і 3 реалізує модель Пастернака. Для обчислення коефіцієнтів постелі використовуються осереднені (в межах зафіксованої глибини стискуваної товщі Hc) значення модуля деформації E_{zp} та коефіцієнта Пуассона m_{zp}. Ці значення визначаються за формулами норм (ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти. Основні положення про-

ектування):

$$E_{zp} = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{zp,i} h_i}{H_c}; m_{zp} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i h_i}{H_c},$$

де H_c – глибина стискуваної товщі; h_i, E_i – товщина і модуль деформації i-го шару ґрунту відповідно; σ_{zp,i} – середнє значення додаткового вертикального тиску в i-му шарі ґрунту.

В методі 3 для визначення середнього модуля пружності вводиться поправочний коефіцієнт, що враховує наростання модуля деформації по глибині і приймається, що додатковий вертикальний тиск по глибині розподіляється рівномірно. Тоді:

$$E_{zp3} = \frac{H_c}{\sum_{i=1}^n h_i / u_i E_i}, u = \frac{11z^2}{H_c^2} + 1.$$

Коефіцієнти постелі визначаються за формулою:

$$C1 = \frac{E_{zp}}{H_C(1 - 2m_{zp}^2)},$$

$$C2 = \frac{C1 \cdot H_C^2(1 - 2m_{zp}^2)}{6(1 + 2m_{zp})}.$$

Метод 2. Визначається лише один коефіцієнт постелі $C1$ за формулою Вінклера:

$$C1 = \frac{q}{S},$$

де q – середній тиск під подошвою фунда-

ментів, S – осідання основи. В рамках даного дослідження проведено аналіз збіжності результатів розрахунку плит по описаних вище методиках в залежності від конфігурації плити в плані та від інженерно-геологічних умов майданчиків забудови.

Основний інтерес представляє збіжність максимальної величини осідання плити, величини реакції пружної основи та зусиль в плиті. Відповідні результати для плити № 1, плити № 2 та плити № 3 наведено в Табл. 4, Табл. 5 та Табл. 6 відповідно.

Табл. 4. Екстремальні значення характеристик напружено-деформованого стану плити № 1
Table 4. Extreme values of the characteristics of the stress-strain state of the slab № 1

	Абсолютне значення			Співвідношення в долях		
	Метод 1	Метод 2	Метод 3	Метод 1	Метод 2	Метод 3
$U_z, \text{мм}$	32,3	25,2	12,5	1	0,780	0,387
$R_z, \text{т/м}^2$	6,35	12,4	6,53	1	1,953	1,028
$M_x, (\text{т}\cdot\text{м})/\text{м}$	2,02	4,52	1,52	1	2,238	0,752
$M_y, (\text{т}\cdot\text{м})/\text{м}$	1,22	2,58	1,05	1	2,115	0,861
$M_{xy}, (\text{т}\cdot\text{м})/\text{м}$	0,63	1,65	0,48	1	2,619	0,762

Табл. 5. Екстремальні значення характеристик напружено-деформованого стану плити № 2
Table 5. Extreme values of the characteristics of the stress-strain state of the slab № 2

	Абсолютне значення			Співвідношення в долях		
	Метод 1	Метод 2	Метод 3	Метод 1	Метод 2	Метод 3
$U_z, \text{мм}$	13,0	9,55	4,7	1	0,735	0,362
$R_z, \text{т/м}^2$	5,08	7,62	5,29	1	1,5	1,041
$M_x, (\text{т}\cdot\text{м})/\text{м}$	1,31	1,7	0,81	1	1,298	0,618
$M_y, (\text{т}\cdot\text{м})/\text{м}$	1,05	2,29	0,89	1	2,181	0,848
$M_{xy}, (\text{т}\cdot\text{м})/\text{м}$	0,91	1,35	0,49	1	1,484	0,538

Табл. 6. Екстремальні значення характеристик напружено-деформованого стану плити № 3
Table 6. Extreme values of the characteristics of the stress-strain state of the slab № 3

	Абсолютне значення			Співвідношення в долях		
	Метод 1	Метод 2	Метод 3	Метод 1	Метод 2	Метод 3
$U_z, \text{мм}$	38,3	23	15,7	1	0,601	0,410
$R_z, \text{т/м}^2$	19,4	34,5	19,1	1	1,778	0,985
$M_x, (\text{т}\cdot\text{м})/\text{м}$	5,93	4,67	5,66	1	0,788	0,954
$M_y, (\text{т}\cdot\text{м})/\text{м}$	7,49	7,42	7,12	1	0,991	0,951
$M_{xy}, (\text{т}\cdot\text{м})/\text{м}$	2,19	1,89	2,03	1	0,863	0,927

Для порівняння також береться до уваги характер розподілу вертикальних переміщень (величини осідань) плити. Ізополя вертикальних переміщень плити, отриманих 1 методом розрахунку (модель Пастер-

нака) та 2 методом розрахунку (модель Вінклера) показані на Рис. 7, Рис. 8 та Рис. 9 для плити № 1, плити № 2 та плити № 3 відповідно.

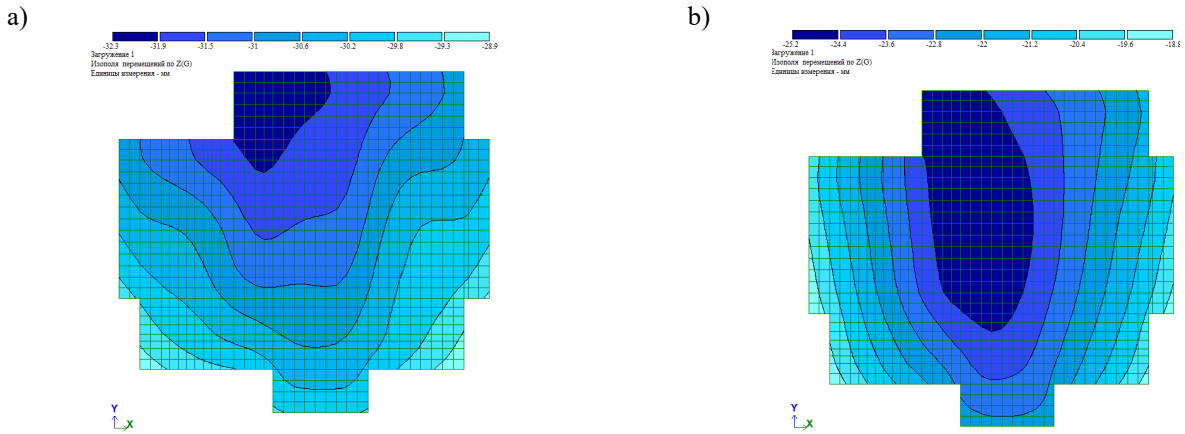


Рис.7. Ізополя переміщень по z (осідання) плити №1: a – 1 метод розрахунку (модель Пастернака); b – 2 метод розрахунку (модель Вінклера).

Fig.7. Isopoles of displacements along z (subsidence) slab №1: a – 1 calculation method (Pasternak model); b – 2 calculation method (Winkler model).

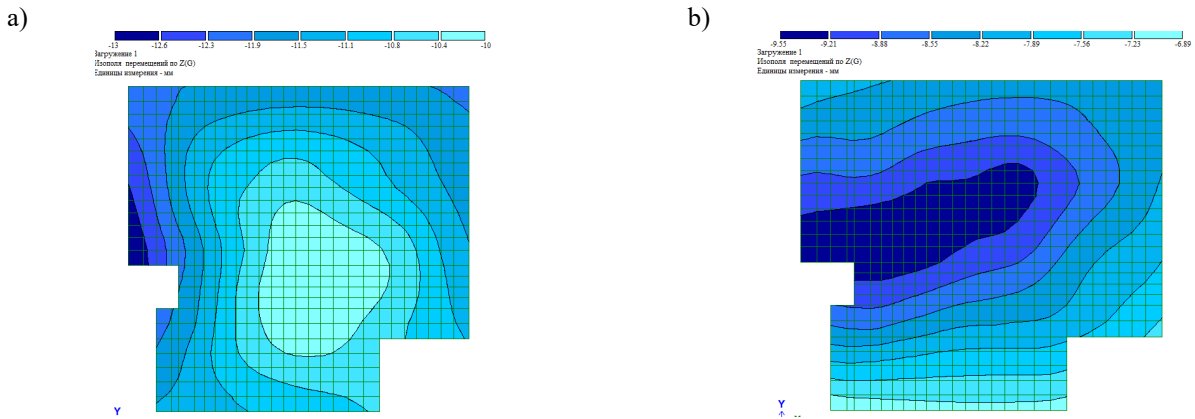


Рис.8. Ізополя переміщень по z (осідання) плити № 2: a – 1 метод розрахунку (модель Пастернака); b – 2 метод розрахунку (модель Вінклера).

Fig.8. Isopoles of displacements along z (subsidence) slab № 2: a – 1 calculation method (Pasternak model); b – 2 calculation method (Winkler model).

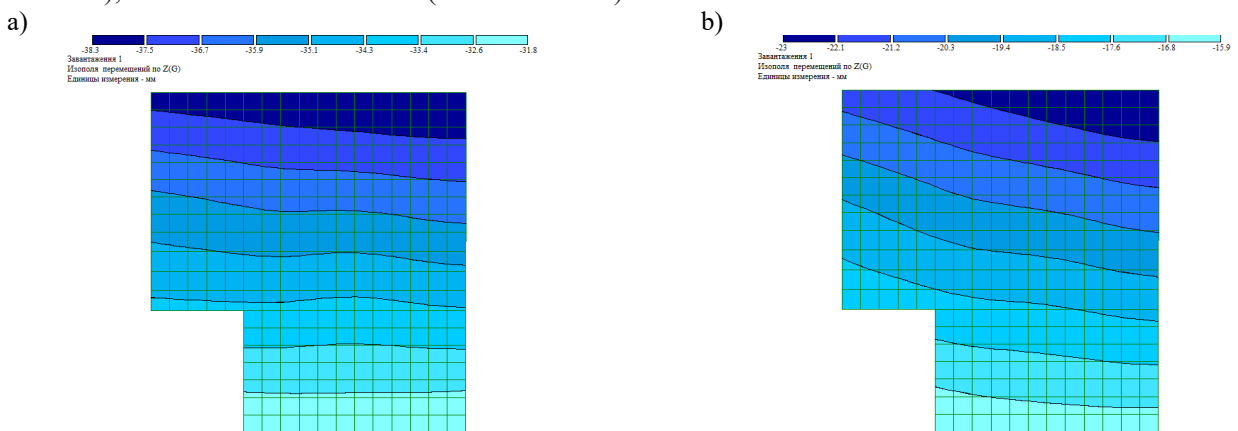


Рис.9. Ізополя переміщень по z (осідання) плити № 3: a – 1 метод розрахунку (модель Пастернака); b – 2 метод розрахунку (модель Вінклера).

Fig.9. Isopoles of displacements along z (subsidence) slab № 3: a – 1 calculation method (Pasternak model); b – 2 calculation method (Winkler model).

Як видно з Рис. 7 – 9, ізополя розподілу осідань, отримані для моделі Пастернака і для моделі Вінклера, подібні для 1-ї та 3-ї плити і кардинально різняться між собою для 2-ї. Це наштовхує на сумніви щодо можливості застосування таких спрощених моделей для розрахунку неоднорідних основ.

Найкраща збіжність як розподілу осідань так і характеристик напружено-деформованого стану плити (див. Табл. 4-6) спостерігається для плити №3. Це, на думку автора, пояснюється тим, що основа цієї плити близька до однорідної.

При цьому основа плити №1 теж однорідна, але складена лесовим просідаючим ґрунтом, для якого отримані розрахунком зусилля в плиті відрізняються більше, ніж в 2 рази, розподіл осідань, отриманий по моделі з двома коефіцієнтами постелі теж суттєво відрізняється від отриманого по моделі Вінклера.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

В даній роботі проведені чисельні дослідження характеристик напружено-деформованого стану фундаментних плит, отриманих для розрахункової моделі плити на пружній основі. Розглянуто різні варіанти нашарування ґрунтів основи і для кожного варіанту інженерно-геологічних умов проаналізовано збіжність результатів, отриманих за трьома методиками визначення коефіцієнтів постелі.

Встановлено певну залежність збіжності результатів від однорідності ґрунтів основи: при неоднорідному нашаруванні ґрунтів різняться в рази не лише величини контрольованих параметрів (зусилля в плиті), але і характер розподілу осідань плити не є ідентичним при різних способах визначення коефіцієнтів постелі. З огляду на це можна зробити висновок, що область застосування розрахункової моделі плити на пружній основі обмежується однорідними або близькими до таких ґрунтовими умовами.

Варто відзначити суттєві відмінності характеру навантаження досліджуваних в даній роботі плит, що може мати певний

вплив на збіжність результатів їх розрахунку. Тому вбачається перспективним подальше дослідження методик розрахунку однієї і тієї ж плити при різних ґрунтових умовах майданчику.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коляскина С.А. Исследование влияния вариантов расчета ґрунтового основания и методов расчета коэффициентов постели на напряженно-деформированное состояние здания / С.А. Коляскина, П.И. Егоров // *Ученые заметки ТОГУ*. – 2014. – т. 5. №2. – С. 21-34.
2. Федоров Д.А. Численное исследование задачи совместного расчета конструкций с основаниями по реализациям в вычислительных комплексах SCAD и «ЛИРА» / Д.А. Федоров, К.Г. Мокляк // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. – 2011. – №12. – С. 97-104.
3. Кожанов Ю.А. Анализ напряженно-деформированного состояния железобетонной конструкции с учетом основания / Ю.А. Кожанов, А.Г. Ефименко, В. А. Загильский, А. П. Якубенко // *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. – 2013. – №8 (185). – С. 42-47.
4. Горбунов-Посадов М.И. Расчет конструкций на упругом основании / М.И. Горбунов - Посадов, Т.А. Маликова, В. И. Соломин. – М.:Стройиздат, 1984. – 679 с.
5. Пастернак П.Л. Основы нового метода расчета фундаментов на упругом основании при помощи двух коэффициентов постели. – М.: Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1954. – 56 с.
6. Боговис В.Е. ЛИРА 9.4. Примеры расчета и проектирования: учебн. пособие / В.Е. Боговис и др. – Киев: ФАКТ, 2008. 280 с

REFERENCES

1. Kolyasina S.A., Egorov P.I. (2014). Issledovanie vliyaniya variantov rascheta ґruntovogo osnovaniya i metodov rascheta koehfficientov posteli na napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie zdaniya [Study of calculation options influence of a ground base and methods for calculation of subgrade coefficients to deflected mode of a building].

- Uchenye zametki TOGU*, V. 5. №2, 21-34. (in Russian).
2. Fedorov D.A., Moklyak K.G. (2011). Chislennoe issledovanie zadachi sovместnogo rascheta konstrukcij s osnovanijami po realizacijam v vychislitel'nykh kompleksakh SCAD i «LIRA» [Numerical research of problem united calculation constructions with foundation by realizations in computing systems SCAD and LIRA]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Stroitel'stvo*, 12, 97-104. (in Russian).
 3. Kozhanov Y.A., Efimenko A.G., Zagil'skiy V.A., Yakubenko A. P. (2013) Analiz napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya zhelezobetonnoj konstrukcii s uchetom osnovaniya [Analysis of the stress-strain state of the reinforced concrete structure with the subgrade]. *Visnik Pridniprovskoi derzhavnoi akademii budivnictva ta arkhitekturi*, 8(185), 42-47. (in Russian).
 4. Gorbunov-Posadov M.I., Malikova T.A., Solomin V.I (1984). Raschet konstrukcij na uprugom osnovanii [Calculation of structures on an elastic base], 679. (in Russian).
 5. Pasternak P.L. (1954) Osnovy novogo metoda rascheta fundamentov na uprugom osnovanii pri pomoshchi dvukh koehfficientov posteli [Fundamentals of a new method of calculating foundations on an elastic base using two bed coefficients], 56. (in Russian).
 6. Bogovis V.E. (2008) LIRA 9.4. Primery rascheta i proektirovaniya: uchebnoe posobie [LIRA 9.4. Examples of calculation and design], Kiev: FAKT, 280. (in Russian).

Numerical analysis of methods for calculating the soil base and methods for determining bed coefficients

Iryna Zhupanenko

Summary. Despite significant progress in the development of methods for calculating the soil base in a single calculation model with structures and the ability to perform calculations in three dimensions, the most popular in the community of design engineers remains the calculation model of the slab on an elastic basis. This is due to the simplicity of such a model. Probably, the greatest difficulty in applying such a model is to determine the coefficients of flexibility of the base (bed coefficients).

In this paper, a study of the reliability of differ-

ent methods for determining the coefficients of the bed under different variants of soil conditions

The paper determines and compares the characteristics of the stress-strain state (sedimentation values, reactive pressure and forces) in three foundation slabs of different geometry and under different engineering and geological conditions of the construction site.

A homogeneous base composed of loess soils, an inhomogeneous base composed of alternating layers of both cohesive (loam and sand) and incoherent (fine sand) soils and a close to homogeneous base composed of sand and soils are considered.

The research was conducted using the software and computer system LIRA SAPR 2016. Implemented three methods for determining the coefficients of the bed (the flexibility of the base):

- Pasternak model with two bed coefficients, which for inhomogeneous soils are determined by the values of the deformation modulus and Poisson's ratio averaged within the depth of the compressible thickness;

- Winkler model with one bed ratio;

- Pasternak model with two bed coefficients, which are determined by the average values of the deformation modulus and Poisson's ratio when introducing the correction factor to the deformation modulus.

The convergence of the absolute values of the controlled parameters obtained using the above methods, depending on the type of soil base and the nature of soil layers within the compressible layer, is analyzed.

The dependence of the convergence of the characteristics of the stress-strain state of the slab obtained by different methods on the homogeneity of the base soils is established.

Key words. Foundation slab, elastic slab, bed coefficients, numerical modeling.