

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ГРУНТОВОЇ ОСНОВИ І СТРІЧКОВИХ ФУНДАМЕНТІВ ПРИ РІЗНІЙ ТОВЩИНІ ЩЕБЕНЕВОЇ ПІДГОТОВКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Робота присвячена дослідженню взаємодії ґрунтової основи та підшви стрічкових фундаментів. Стрічкові фундаменти мілкового закладання при проектних розрахунках розглядають як умовно жорсткі і при цьому не враховують перерозподіл контактних напружень під підшвою. Питаннями дослідження контактних напружень під підшвою фундаментів мілкового закладання займалися Мінаєв А. П., Давиденков М. М., Горбунов-Посадов М. І., Родштейн А. Г. та інші вчені. Було встановлено фактори, які впливають на характер розподілу контактних напружень під підшвою фундаменту. Серед них мало дослідженим виявився вплив гладкості / шорсткості контактної поверхні підшви фундаменту на розподіл напружень в ґрунтовій основі під підшвою фундаменту. Тому у ході роботи було проведено фізичне та числове моделювання роботи стрічкових фундаментів під дією вертикального навантаження з різною фракцією і товщиною щебеневої підготовки. При фізичному моделюванні на мало масштабних моделях значна увага приділялась типу контактної поверхні підшви фундаментів – розглядалась гладка поверхня та різні типи шорстких.

Ключові слова: фундамент мілкового закладання, ґрунтова основа, контактні напруження, фізичне моделювання, числове моделювання.

Abstract. The work is devoted to the study of the interaction of soil base and sole of strip foundations. Tape foundations of shallow foundation in design calculations are considered as conditionally rigid and do not take into account the redistribution of contact stresses under the sole. AP Minaev, MM Davydenkov, MI Gorbunov-Posadov, AG Rodstein, and other scientists dealt with the study of contact stresses under the soles of shallow foundations. Factors influencing the nature of the distribution of contact stresses under the base of the foundation have been identified. Among them, the effect of smoothness / roughness of the contact surface of the foundation sole on the distribution of stresses in the soil base under the foundation sole has been little studied. Therefore, in the course of the work, physical and numerical modeling of the work of strip foundations under the action of vertical load with different fraction and thickness of gravel preparation was carried out. In physical modeling on small-scale models, considerable attention was paid to the type of contact surface of the base of the foundations - a smooth surface and different types of rough.

Keywords: shallow foundation, soil base, contact stresses, physical modeling, numerical modeling.

Фізичне моделювання взаємодії фундаментів та ґрунтових основ є найбільш доступними і, як показує досвід, дозволяє отримувати найбільш достовірну картину поведінки фундаментів під навантаженням [1]. Перевагою його є можливість багаторазового повторення та широкого варіювання розмірами [2].

Фізичне моделювання було виконано у лотку розмірами 1800 мм×1200 мм×1000 мм. В таблиці 1 наведено характеристики піску середньої крупності, який використаний для дослідів. Модель фундаменту - металева, розміри підшви 220×450 мм [3]. На модель фундаменту прикладалось ступенями вертикальне навантаження за допомогою автомобільного домкрату,

величина якого контролювалася динамометром. У процесі досліджень вимірюватися деформації за допомогою прогиномірів.

Таблиця 1 – Фізико-механічні характеристики ґрунту в лотку

Назва характеристики	Пісок середньої щільності
Щільність, г/см ³	1,65
Вологість	0,06
Кут внутрішнього тертя, °	36
Питоме значення, кПа	2
Модуль деформації, МПа	32

У роботі проведено три експерименти, які показують різницю між поверхнями підшови стрічкових фундаментів (рис. 1). Робота допомагає зрозуміти на скільки доцільним буде використання підшови фундаменту з шорсткою поверхнею.

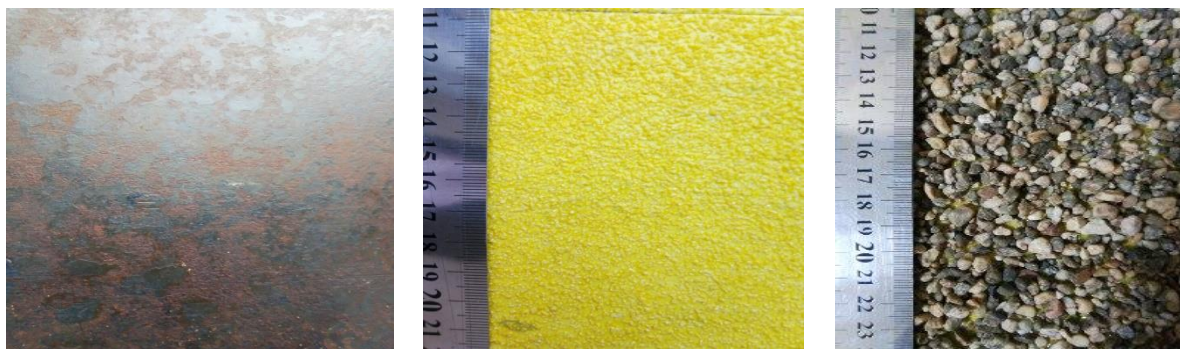


Рисунок 1 – Типи контактної підшови моделі фундаменту

За результатами фізичного моделювання побудовано графіки залежностей «навантаження – осідання» для трьох моделей (рис. 2). З рисунку 2 видно, що для лінійної залежності «навантаження-осідання» кращим виявився варіант з шорсткою поверхнею меншої фракції. Якщо відокремити результати досліджень для навантажень до 300 кгс (рис. 3), то краще помітні відмінності в роботі моделей під навантаженням для лінійної фази [4]. Фундаменти з гладкою поверхнею поступаються за величиною осідань фундаментам з шорсткою поверхнею малої фракції, але тип шорсткості має значення – для великої фракції шорсткості контактної поверхні позитивний ефект втрачається.

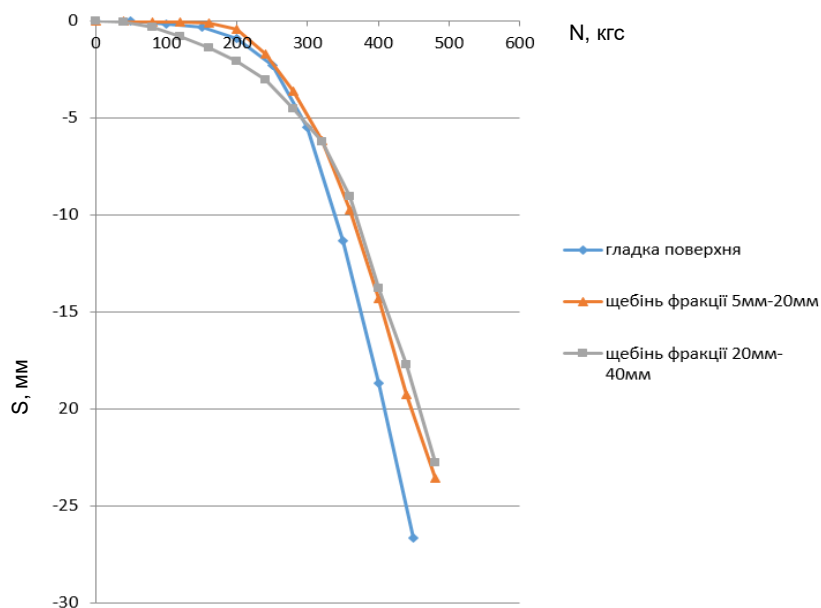


Рисунок 2 - Графік залежності «навантаження-осідання» для моделей фундаменту в залежності від виду підшови

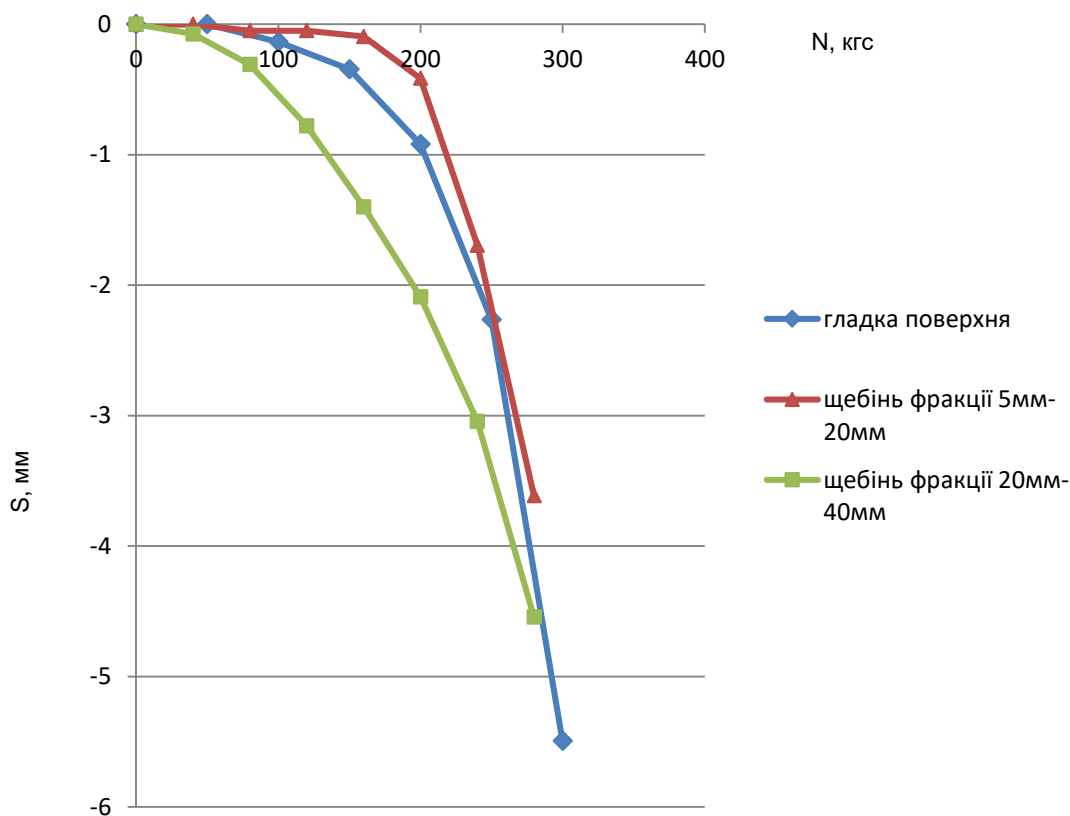


Рисунок 3 - Графік залежності «навантаження-осідання» для моделей фундаменту в залежності від виду підшови в діапазоні навантаження до 300 кН/п.м.

Чисельне моделювання осідання стрічкового фундаменту в залежності від товщини щебеневої підготовки було виконано в програмному комплексі «PLAXIS 3D Foundation». В межах дослідження було розглянуто 5 моделювань роботи стрічкового фундаменту під навантаження, відмінністю між якими була товщина щебеневої підготовки:

- 1) відсутність щебеневої підготовки;
- 2) щебенева підготовка товщиною 10-20 мм;
- 3) щебенева підготовка товщиною 50 мм;
- 4) щебенева підготовка товщиною 100 мм;
- 5) щебенева підготовка товщиною 200 мм.

Для моделювання було прийнято щебінь з модулем деформації $E_{oed} = 60\text{МПа}$ при товщині підготовки від 10 мм до 100 мм (нетрамбований щебінь) та $E_{oed} = 64\text{МПа}$ для щебеневої підготовки товщиною 200 мм (втрамбований щебінь). Було змодельовано стрічковий фундамент довжиною $l = 10\text{м}$ та шириною $b = 1\text{м}$. Вертикальне навантаження на фундамент прикладалося смугою шириною 0,4м по всій довжині, що відображає характер передачі навантаження на стрічковий фундамент в реальних умовах. В результаті моделювання отримано графіки залежності осідання від навантаження (рис 4).

Висновки

1. За результатами фізичного моделювання при навантаженні до 300 кгс варіантом з найоптимальнішим ефектом виявився щебінь фракції 5мм - 20мм.
2. За результатами числового моделювання встановлено, що осідання фундаменту залежить від товщини щебеневої підготовки.
3. При товщині підготовки 100 мм – 200 мм спостерігається дуже низький позитивний ефект, практично однаковий.
4. За результатами числового моделювання встановлено, що оптимальним варіантом щебеневої підготовки є використання неутрамбованого щебеню шаром 100 мм фракцією 5мм – 20мм.

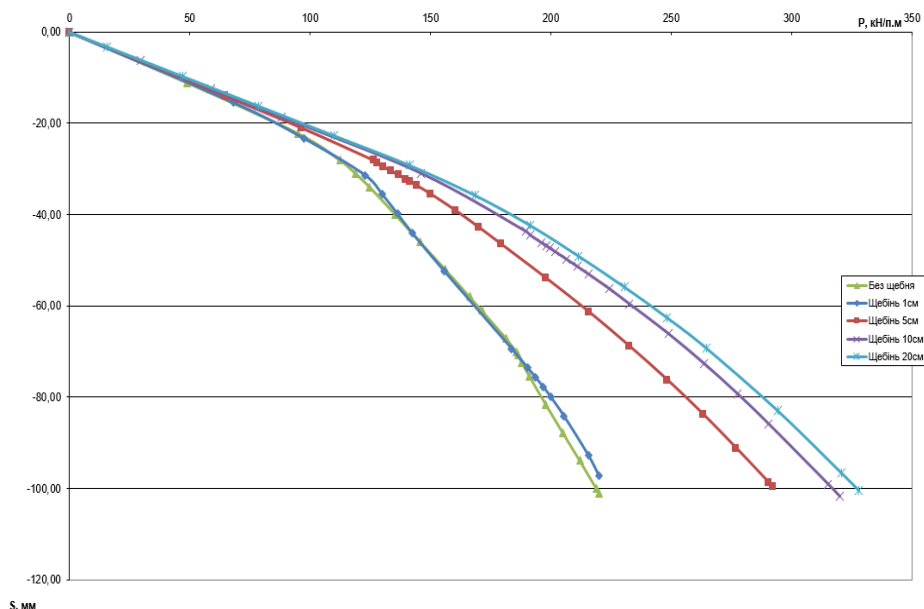


Рисунок 4 - Графік залежності «навантаження-осідання» для моделей з різними товщинами щебеневої підготовки

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Скибин Г.М., Моргунов В.Н. Оптимизация параметров ленточных фундаментов и фундаментов в вытрамбованных котлованах в ПК АПОФЕОС. Исследования и разработки по компьютерному проектированию фундаментов и оснований: НГИ, Новочеркасск, 1996. 77-81.
2. Dyba V.P., Evtushenko S.I., Shmatkov V.V., Mursenko A.Y. Fundamentals of optimal computer projecting of construction foundations. Produkt and Process Modelling in the Building Industry: proceeding of ECPPM' 94-The First European Conference on Product and Process Modelling in the Building Industry: Dresden, Germany. 5-7 Oct. 1994.-Rotterdam, Brookfeld: A.A, Balkema, 1995. 219-223.
3. Д. О. Панченко, Рациональні форми підшви стрічкового фундаменту мілко закладання: Тези доп. м. Вінниця, 2016р: ВНТУ. 3-4.
4. Харин ЮИ. Механические процессы, происходящие в песчаном основании жесткого штампа при увеличении нагрузок до предельной: к.т.н. 1981.

Нечитайло Владислав Станіславович – магістр кафедри БМГА ФБТЕГП; Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: smeta_vn@ukr.net

Блащук Наталя Вікторівна – канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури ФБТЕГП; Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: blaschuk@vntu.edu.ua

Vladyslav S. Nechitailo — Master of the Department of BMGA FBTEGP, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: smeta_vn@ukr.net.

Supervisor: **Natalya V. Blashchuk**— Ph. D., assistant professor, Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: blaschuk@vntu.edu.ua