

УДК 624.012.45:693.5

DOI: 10.30838/J.PMNTM.2413.010721.73.784

РОЗРАХУНОК МОНОЛІТНОГО СТОВПЧАСТОГО ФУНДАМЕНТУ ПІД ЗАЛІЗОБЕТОННУ КОЛОНУ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ В м. ЛЬВІВ

ЩЕМЕЛЄВ А. В.¹, *бакалаврант*,
 НАЗАРЕНКО О. М.^{2*}, *канд. техн. наук, доц.*

¹ Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел. +38 (068) 192-85-03, e-mail: slayerboy228@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7039-5448

^{2*} Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел. +38 (066) 783-98-55, e-mail: alexnazar75.an@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5116-3171

Анотація. Постановка проблеми. У сучасному будівництві житлових і комерційних будівель, мостів та інших споруд часто як основні несні виступають колони. Різні за способом виробництва і своїми характеристиками, ці елементи будівель служать основою каркаса, на який встановлюються всі інші конструкції будівлі. Разом із тим для надійної, міцної, але, головне, правильної конструкції всієї споруди колони повинні бути встановлені з мінімальними відхиленнями від розрахункових величин проекту. Саме тому в процесі розрахунку проекту та практичної його реалізації багато уваги приділяється влаштуванню фундаментів. **Мета статті** – на підставі теоретичних досліджень виконати розрахунок монолітного стовпчастого фундаменту під залізобетонну колону багатоповерхового будинку у м. Львів, з урахуванням габаритних розмірів фундаменту, характеристик ґрунтів, власної ваги фундаменту та коефіцієнта поздовжнього армування. **Аналіз публікацій.** Вивчення не лише закордонних, а й вітчизняних сучасних теоретичних розробок й практичного досвіду дозволить досягти поставленої мети. У європейських країнах є приклади, котрі значною мірою задовольняють сучасні вимоги. **Результати дослідження.** Найпоширеніші ґрунти у м. Львів: чорноземи, елювіальні і торфво-болотні. Львівський клімат помірно континентальний з м'якою зимою і теплим літом. З урахуванням цих даних виконано розрахунок габаритних розмірів монолітного стовпчастого фундаменту багатоповерхової будівлі та її армування. Перевірено міцність монолітного стовпчастого фундаменту під залізобетонну колону багатоповерхового будинку на продавлювання. За результатами розрахунку встановлено, що міцність фундаменту на продавлювання під колоною достатня. **Висновки.** Досліджено характеристики ґрунтів та кліматичних умов району будівництва у м. Львів. Розраховано розміри підшви фундаменту, усі габаритні розміри фундаменту та тиск на ґрунт під підшовою від розрахункового навантаження. Підібрано площу армування підшви фундаменту та виконано перевірку міцності фундаменту на продавлювання.

Ключові слова: фундамент; несна здатність; будівництво; залізобетонна колона; основа; міцність; монолітний фундамент; принципи розрахунку

CALCULATION OF A MONOLITHIC COLUMN FOUNDATION FOR A REINFORCED CONCRETE COLUMN OF A MULTI-STOREY BUILDING IN LVIV

SHCHEMELIEV A.V.¹, *Undergraduate*,
 NAZARENKO O.M.^{2*}, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

¹ Civil Engineering and Project Management Department, Zaporizhzhia Polytechnic National University, 64, Zhukovskiy Str., 69063, Zaporizhzhia, Ukraine, tel. +38 (068) 192-85-03, e-mail: slayerboy228@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7039-5448

^{2*} Civil Engineering and Project Management Department, Zaporizhzhia Polytechnic National University, 64, Zhukovskiy Str., 69063, Zaporizhzhia, Ukraine, tel. +38 (066) 783-98-55, e-mail: alexnazar75.an@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5116-3171

Abstract. Problem statement. In modern construction of residential and commercial buildings, bridges and other structures, columns are often the main load-bearing elements. Different in the way they are manufactured and in their characteristics, these building elements serve as the basis of the framework on which all other building structures are placed. However, in order to have a strong, durable and, most importantly, correct construction of the whole structure, the columns should be installed with minimum deviations from the design values. This is why a great deal of attention

is paid to the foundations in the design and implementation of the project. **The purpose of the article** is to develop a calculation of a monolithic column foundation for a reinforced concrete column of a multi-storey building in Lviv based on theoretical research. The design is based on theoretical studies and is based on the design of a monolithic column foundation for a multi-storey building in Lvov, taking into account the dimensions of the foundation, the soil characteristics, the self-weight of the foundation and the longitudinal reinforcement coefficient. **Analysis of publications.** Studying not only foreign, but also domestic current theoretical developments and practical experience will allow the objective to be achieved. There are examples among European countries that largely meet the current requirements. **Results of the study.** The most common soils in Lviv are chernozem, eluvial and peat-bog soils. The climate in Lviv is moderately continental with mild winters and warm summers. With these data, the dimensions of the monolithic columnar foundation for a multi-storey building are calculated and its reinforcement is determined. The strength of the monolithic columnar foundation for the reinforced concrete column of the multi-storey building is tested for the punching strength. Based on the results of the calculations, it is determined that the foundation is sufficiently strong under the column. **Conclusions.** In this article, the characteristics of soils and climatic conditions of the construction area in the city of Lviv were investigated. The dimensions of the foundation's underside, all dimensions of the foundation and the pressure on the ground under the underside from the design load were calculated. The reinforcement area of the foundation footing was selected and the strength of the foundation was tested for push-through.

Keywords: *foundation; load-bearing capacity; construction; reinforced concrete column; foundations; strength; monolithic foundations; calculation principles*

Постановка проблеми. У сучасному будівництві житлових і комерційних будівель, мостів та інших споруд часто як основні несні виступають колони. Різні за способом виробництва і своїми характеристиками, ці елементи будівель служать основою каркаса, на який встановлюються всі інші конструкції будівлі.

Разом із тим для надійної, міцної, але, головне, правильної конструкції всієї споруди колони повинні бути встановлені з мінімальними відхиленнями від розрахункових величин проекту. Саме тому в процесі розрахунку проекту та практичної його реалізації багато уваги приділяється влаштуванню фундаментів. Стовпчасті фундаменти відрізняються економічністю і простотою монтажу.

Несприятливою умовою для стовпчастого фундаменту стає низька несна здатність ґрунту під подошвою фундаменту. Ми розглянемо питання розрахунку стовпчастих фундаментів.

Аналіз публікацій. Спираючись на дані, наведені в методичних рекомендаціях для розрахунку і проектування монолітних стовпчастих фундаментів багатопверхових будинків, автори рекомендували розрахунок фундаменту під залізобетонну колону, визначення розмірів подошви фундаменту, висоти та інших габаритних розмірів, параметрів армування подошви та

запропонували перевірку міцності фундаменту на продавлювання.

У Державних будівельних нормах наведено вимоги для розрахунку та проектування монолітного стовпчастого фундаменту з урахуванням габаритних розмірів фундаменту, характеристик ґрунтів, кліматичних умов, глибини промерзання ґрунту, власної ваги фундаменту та коефіцієнта поздовжнього армування.

Мета статті – на підставі теоретичних досліджень виконати розрахунок монолітного стовпчастого фундаменту під залізобетонну колону багатопверхового будинку у м. Львів, з урахуванням габаритних розмірів фундаменту, характеристик ґрунтів, власної ваги фундаменту та коефіцієнта поздовжнього армування.

Результати досліджень. Потрібно спроектувати фундамент під колону крайнього ряду чотирьохповерхової промислової будівлі з повним каркасом у м. Львів. Довжина будівлі $L = 31,5$ м, висота $H = 3,6$ м. Перетин збірної колони 40×50 см. Підлоги в будинку по ґрунту.

Львівський клімат помірно континентальний з м'якою зимою і теплим літом.

Середньомісячна температура повітря становить -4 °С у січні і $+18$ °С у липні. Абсолютний максимум температури повітря ($+37,0$ °С) зафіксований у серпні 1921 року,

абсолютний мінімум ($-33,6^{\circ}\text{C}$), рисунок 1.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
2011-2030 рр.													
Температура, $^{\circ}\text{C}$	0,32	-0,03	-0,20	0,21	0,31	0,43	0,56	0,70	0,79	0,56	0,46	0,80	0,41
Опади, %	26	12	18	9	12	11	7	-4	1	-5	13	15	9
2031-2050 рр.													
Температура, $^{\circ}\text{C}$	1,62	0,92	0,74	0,88	0,78	1,16	1,13	1,48	1,26	1,27	1,66	2,05	1,24
Опади, %	21	10	22	10	16	12	13	4	18	-3	-8	37	13

Рис. 1. Проекція змін середньорічних температур повітря та середньорічних сум опадів у західному регіоні України у 2011–2050 рр. відносно 1991–2010 рр.

У середньому за рік випадає 740 мм атмосферних опадів: найменше – в січні, найбільше – в липні.

Мікроклімат центральної частини міста, яка розташована в улоговині, характеризується нижчими мінімальними та вищими максимальними температурами. Для підвищених околиць характерні сильні вітри.

Загальні характеристики ґрунтів

У рівнинних лісолучних ландшафтах панують дерново-підзолисті ґрунти, серед яких поширені також дернові та болотні. У лісостепових ландшафтах на вододілах і схилах залягають сірі опідзолені (лісові) та чорноземи, а в долинах річок і днищах балок — також дернові та болотні. У гірських районах області (Карпати) поширені, головним чином, бурі лісові ґрунти (рис. 2).

У межах міста поширені верхньокрейдові, верхньоміоценові і четвертинні відклади:

– верхньокрейдові відклади представлені товщею маастрихтських світло-коричневих мергелів, потужністю близько 50 м. Ці відклади являють собою регіональний водотрив;

– верхньоміоценові відклади представлені (знизу догори): миколаївськими пісками і пісковиками, товщею літотамнієвих вапняків із пропластками гіпсів. Ці відклади незгідно залягають на верхньокрейдових і переважно розвинуті на головному вододілі. Потужність верхньоміоценових відкладів сильно змінюється, а у багатьох місцях ці відклади повністю знищені дочетвертинною ерозією;

– четвертинні відклади представлені переважно дольодовиковим лесом, пісками,

травертинами і постльодовиковими болотними суглинками і торфовищами в районі Білогорщі і долині Полтви.

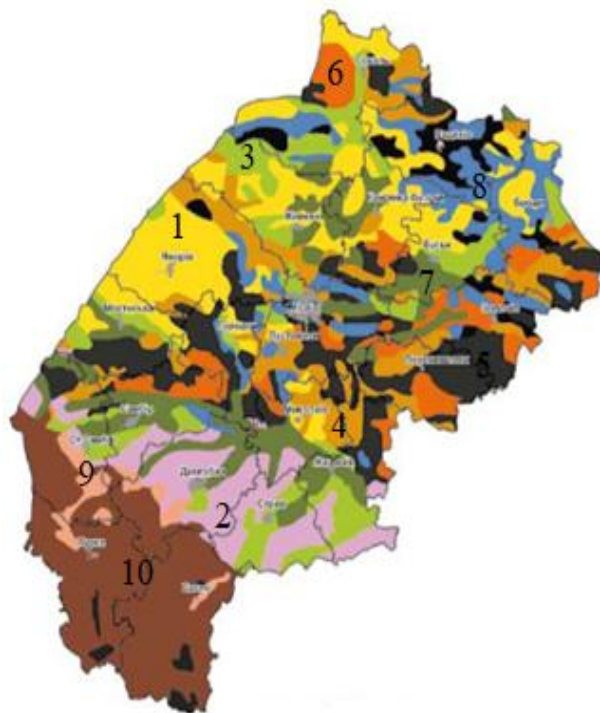


Рис. 2. Схематична карта ґрунтів Львівської області: 1 – дерново-підзолисті; 2 – дерново-підзолисті поверхнево-оглесні; 3 – дернові опідзолені оглесні; 4 – ясно-сірі і сіро-опідзолені; 5 – темно-сірі опідзолені; 6 – чорноземи-опідзолені й чорноземи типові малогумусні; 7 – дернові й лучні; 8 – лучно-болотні, болотні, торфово-болотні, торфовища; 9 – буроземно-опідзолені оглесні; 10 – бурі гірсько-лісові щебенюваті

У Львові поширені чорноземи, елювіальні і торфово-болотні ґрунти.

Чорнозем – тип ґрунту, що розвивається в умовах суббореального слабо-аридного клімату з добре вираженою сезонною контрастністю під степовою і луково-степовою рослинністю на пористих карбонатних породах – лесах і лесоподібних суглинках. Чорноземи поширені переважно на платформних рівнинах, але зустрічаються також островами серед інших ґрунтів у міжгірських западинах, улоговинах і на слабоеродованих схилах гірських систем.

Формування чорноземів зумовлене особливостями біологічного колообігу – великою кількістю хімічних елементів, які залучаються у щорічні процеси утворення і трансформації органічної речовини, надходженням основної маси органічних

решток всередину ґрунту, активною участю в розкладанні рослинних решток бактерій, актиноміцетів, безхребетних.

Для чорноземів характерна наявність двох основних генетичних горизонтів:

– гумусового прогресивно акумулятивного, що характеризується великою потужністю, високим умістом гумусу з його поступовим зменшенням із глибиною, зернистою структурою;

– карбонатно-акумулятивного.

Чорноземи зазвичай мають зернисту структуру і завдяки цьому добре вбирають воду. Це створює сприятливі умови для живлення рослин і мікробіологічної діяльності. Родючість чорнозему висока і може бути ще збільшена за відповідних агротехнічних заходів.

Елювіальний – горизонт ґрунту, в якому винос речовин переважає над нагромадженням і який, як правило, формується безпосередньо під гумусовим горизонтом. Властивий для підзолистих і дерново-підзолистих ґрунтів, де він називається підзолистим, а також для солонців і солодей.

Торф'яно-болотні ґрунти – підтип болотних ґрунтів, які формуються в умовах надмірного зволоження атмосферними та ґрунтовими водами, за рахунок застою поверхневих вод або близького залягання підґрунтових вод, під специфічною вологолюбною рослинністю і наявністю болотної рослинності. Належить до інтразональних ґрунтів (ґрунти, не типові для певних ґрунтово-географічних зон, а зустрічаються в багатьох зонах).

Торф'яно-болотні ґрунти – верхня частина торф'яних покладів боліт, мають шар торфу від 20 до 50 см. За структурою торф'яно-болотні ґрунти нагадують губку, що легко вбирає і легко віддає воду. Торф'яно-болотні ґрунти повільно прогриваються, оскільки торф погано проводить тепло. Ці ґрунти, після проведення меліорації, використовують як сільськогосподарські угіддя.

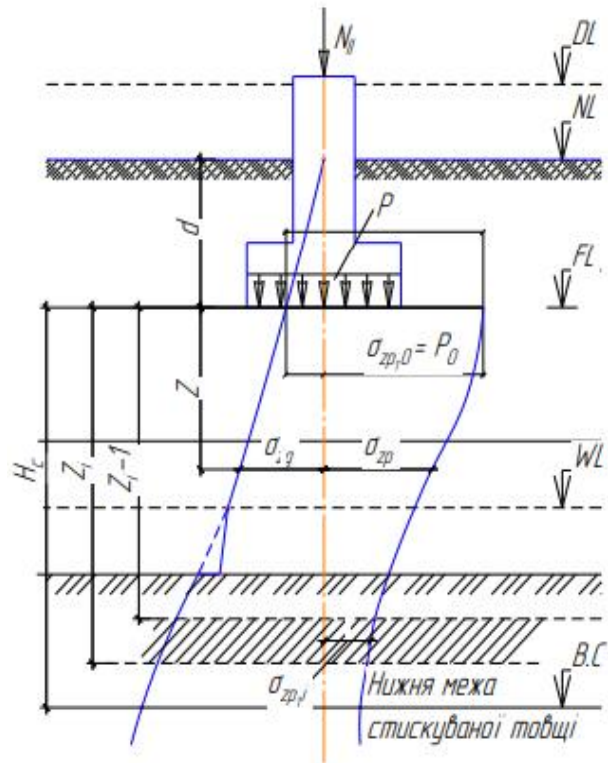


Рис. 3. Схема до розрахунку осідання методом пошарового підсумовування: DL – позначка планування підсилюючої; NL – позначка поверхні природного рельєфу; FL – позначка підшоши фундаменту; WL – позначка рівня підземних вод; BC – нижня межа стисливої товщі; d – глибина закладання фундаменту відповідно від планування і поверхні природного рельєфу; H_c – глибина стисливої товщі; b – ширина фундаменту; B_k – ширина котловану; p – середній тиск під підшовою фундаменту

Отож для описаних кліматичних умов м. Львів виконано потрібні розрахунки.

Визначення розмірів підшоши фундаменту

Потрібна площа підшоши фундаменту:

$$A = \frac{N_{Ek}}{R_k - D_m \cdot H} = 5,73 \text{ м}^2 \quad (1)$$

де D_m – щільність, $D_m = 28,23 \text{ кН/м}^3$.

Фундамент центрально завантажено і підшошу прийемо прямокутною в плані.

Розміри прийемо кратними 0,3 м – $a \times b = 2,7 \times 2,7 \text{ м}$.

Площа підшоши $A = 7,29 \text{ м}^2$.

Тиск на ґрунт під підшовою від розрахункового навантаження:

$$p = \frac{N_{Ed}}{A} = 159,82 < R_k = 200 \text{ кПа} \quad (2)$$

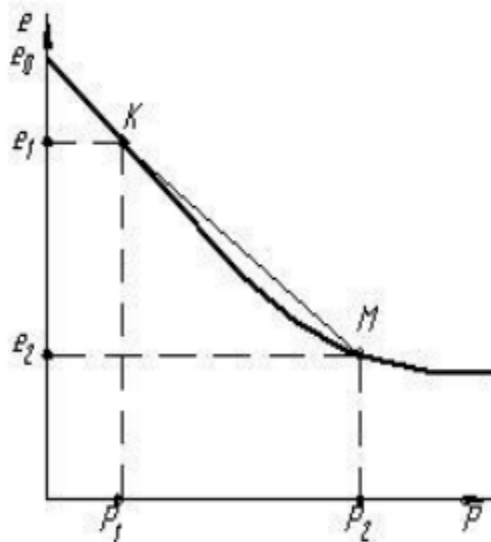


Рис. 4. Графік компресійних випробувань

Визначення висоти та інших габаритних розмірів фундаменту

Глибина стакана:

$$1,2 \cdot h_K + 50 = 410 \text{ мм.} \quad (3)$$

Прийmemo 450 мм.

За мінімальної товщини плити під колоною 200 мм мінімальна висота фундаменту:

$$h_{min} = 650 \text{ мм.} \quad (4)$$

Прийmemo висоту фундаменту кратну 150 мм:

$$h = 750 \text{ мм} > h_{min}. \quad (5)$$

Прийmemo фундамент двоступінчастим із висотою уступів:

$$h_1 = 300 \text{ мм}, h_2 = 450 \text{ мм.}$$

Прийmemo ширину стакана по верху:

$$500 + 2 \cdot 75 = 650 \text{ мм.} \quad (6)$$

Прийmemo ширину верхнього уступу кратну 300 мм, $b_1 = 1800$ мм.

Товщина стінок стакана:

$$(1800 - 650)/2 = 575 \text{ мм.} \quad (7)$$

Під монолітними фундаментами виконується бетонна підготовка товщиною 100 мм. Захисний шар бетону для арматури підшови з підготовкою не менше 35 мм.

Прийmemo відстань до рівня верхнього ряду арматурної сітки:

$$a = 35 + 1,5 \cdot d_s = 59 \text{ мм.} \quad (8)$$

Робоча висота перерізу:

– фундаменту; $d = h - a = 69,1$ см;

– нижнього уступу; $d_1 = h_1 - a = 24,1$ см.

Визначення параметрів армування підшови

Величини згинальних моментів:

$$M_1 = \frac{P \cdot b}{2} \cdot \left(\frac{b - h_K}{2} + 0,15 \cdot h_K \right)^2 = 33480 \text{ кН} \cdot \text{см}, \quad (9)$$

$$M_2 = \frac{P \cdot b}{2} \cdot \left(\frac{b - h_1}{2} \right)^2 = 4374 \text{ кН} \cdot \text{см} \quad (10)$$

Потрібна площа арматури:

$$A_{s1} = \frac{M_1}{0,9 \cdot f_{yd} \cdot d} = 14,75 \text{ см}^2 \quad (11)$$

$$A_{s2} = \frac{M_2}{0,9 \cdot f_{yd} \cdot d_1} = 5,52 \text{ см}^2 \quad (12)$$

Прийmemo 14d12A400C ($A_s = 15,84 \text{ см}^2$).

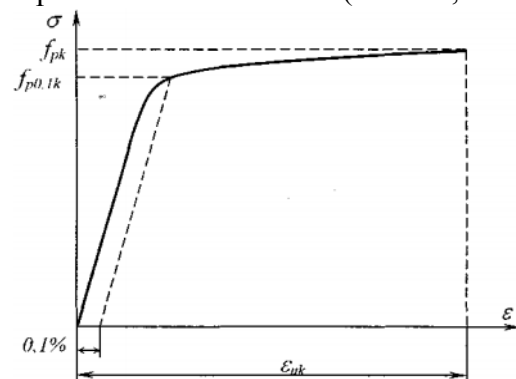


Рис. 5. Діаграма напруження – деформації арматурної сталі

Перевірка міцності фундаменту на продавлювання

Перевірку на продавлювання від колони проведемо для днища стакана фундаменту. Якщо виліт нижнього уступу $C_1 > 2d_1$, треба перевірити і продавлювання нижнього уступу від грані другого уступу.

$$a_b = 600 \text{ мм.}$$

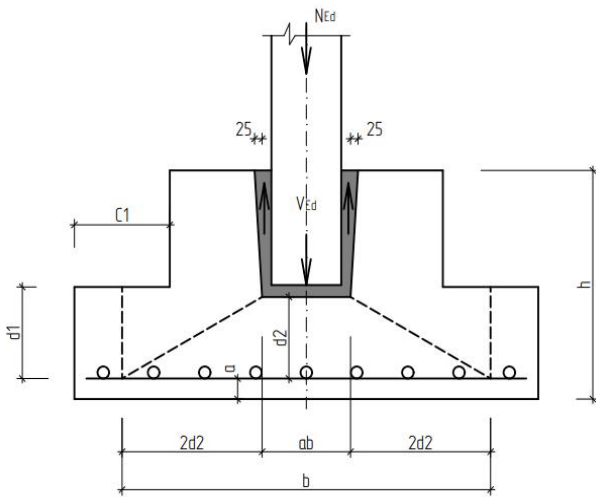


Рис. 6. Визначення висоти фундаменту

Робоча висота днища стакану:

$d_2 = 235$ мм. Ширина стакану біля дна:

$$a_b = 600 \text{ мм.}$$

Межа контрольного периметра від грані стакану:

$$a_x = 2 \cdot d_2 = 470 \text{ мм} \quad (13)$$

Робоча висота фундаменту на межі контрольного периметра:

$$d_1 = 24,1 \text{ см.}$$

Власна вага фундаменту:

$$G_{\Phi} = (2,7^2 \cdot 0,30 + 1,8^2 \cdot 0,45) \cdot 25 = 91,125 \text{ кН} \quad (14)$$

Реакція ґрунту $p = 159,82$ кПа.

Сторона контрольного периметра:

$$a_y = 4 \cdot d_2 + a_b = 1,54 \text{ м} \quad (15)$$

Рівнодійна реакції ґрунту в межах контрольних перерізів:

$$\Delta V_{Ed} = a_y^2 \cdot p - G_{\Phi} = 287,9 \text{ кН} \quad (16)$$

Зведена продавливальна сила:

$$\Delta V_{Ed,red} = N_{Ed} \cdot (1 - \mu) - \Delta V_{Ed} = 527,66 \text{ кН} \quad (17)$$

де $\mu \leq 0,3$ – коефіцієнт тертя між колоною і бетоном замонолічування.

Напруження в контрольних перерізах:

$$v_{Ed} = \frac{\Delta V_{Ed,red}}{u \cdot d_1} = 0,36 \text{ МПа.} \quad (18)$$

Коефіцієнти:

$$C_{Rd} = 0,18/\gamma = 0,1385.$$

$$K = 1 + \sqrt{\frac{200}{d_1}} = 1,91 < 2$$

$$\frac{2 \cdot d_1}{a} = 1,03 \quad (19)$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot \sqrt{K^3 \cdot f_{ck}} = 0,358 \text{ МПа} \quad (20)$$

Коефіцієнт поздовжнього армування:

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{S \cdot d_1} = 0,00217 \quad (21)$$

Напруження опору перерізу:

$$V_{Rd} = C_{Rd,c} \cdot K \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck}} \cdot \frac{2 \cdot d_1}{a} = 0,392 \text{ МПа} > v_{min} = 0,358 \text{ МПа}, \quad (22)$$

$$V_{Rd} = 0,392 \text{ МПа} > v_{Ed} = 0,36 \text{ МПа.} \quad (23)$$

Міцність фундаменту на продавливання під колоною достатня (рис. 7).

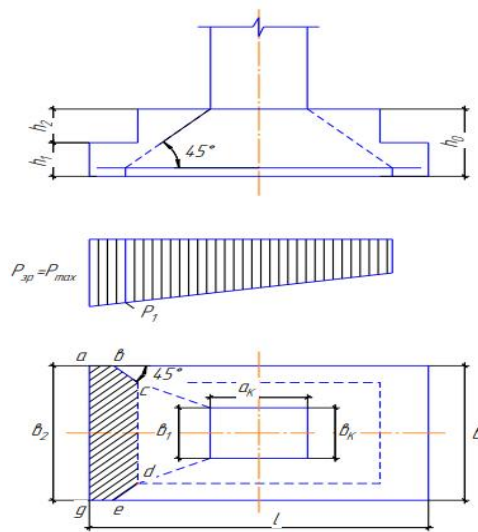


Рис. 7. Схема для розрахунку фундаменту на продавливання

Висновки. Описано дослідження характеристик ґрунтів та кліматичних умов району будівництва у м. Львів. Тут поширені чорноземи, елювіальні і торф'яноболотні ґрунти. Львівський клімат помірно континентальний з м'якою зимою і теплим літом. Місто характеризується найбільшою кількістю опадів і найнижчими літніми температурами серед усіх обласних центрів

України.

Для цих умов виконано розрахунок основи під подошвою фундаменту по нормативних навантаженнях.

Визначається середній тиск по подошві фундаменту від навантажень, що розташовані вище і які передаються конструкціями будівлі на фундамент. Цей тиск порівнюється з нормативним тиском ґрунтової основи, на яку опирається фундамент. Середній тиск від вищележачих нормативних навантажень не повинен переважати нормативний тиск на основу (ґрунт під подошвою фундаменту не повинен деформуватися за дії навантажень, які передаються зверху).

Цей тип фундаменту застосовується на ґрунті, що не піддається температурним змінам.

Виконано розрахунки, завдяки яким визначили розміри подошви фундаменту та тиск на ґрунт під подошвою від розрахункового навантаження, усі габаритні розміри фундаменту. Підібрали площу армування подошви фундаменту.

Фундамент виконується із стаканом для защемлення збірної колони. Приймаємо: висоту фундаменту 750 мм, ширину стакана по верху: 650 мм, товщину стінок стакана:

575 мм, ширина верхнього уступу: 1 800 мм. Армування подошви фундаменту приймаємо 14d12A400C ($A_s = 15,84 \text{ см}^2$).

А також виконано перевірку міцності фундаменту на продавлювання з урахуванням габаритних розмірів фундаменту, характеристик ґрунтів, кліматичних умов, власної ваги фундаменту та коефіцієнта поздовжнього армування.

Розрахунком згідно із запропонованою методикою визначено геометричні розміри монолітного стовпчастого фундаменту і прийнято потрібну арматуру для сітки.

За результатами розрахунків монолітного стовпчастого фундаменту під залізобетонну колону багатоповерхової будівлі виявлено, що усі умови виконуються. Отже остаточно на цьому етапі проектування можемо зазначити, що підібрані габаритні розміри фундаменту та площа поперечного перерізу відповідають вимогам, зазначеним у Державних будівельних стандартах, та допустимі до використання у будівництві багатоповерхового будинку в м. Львів, з урахуванням його кліматичних умов, глибини промерзання ґрунту, рівня ґрунтових вод та характеристик ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2006. 60 с. (Державні будівельні норми України).
2. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 54 с. (Державні будівельні норми України).
3. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 62 с. (Національний стандарт України).
4. Бондаренко В. М., Суворкін Д. Г. Залізобетонні та кам'яні конструкції. Москва : Вища школа, 1987. 383 с.
5. Барашиков А. Я. Залізобетонні конструкції. Київ : Вища школа, 1995. 347 с.
6. EN 1992-1-1:2004+AC:2008, IDT. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Загальні правила і правила для будівель. 2004. 38 с.
7. ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. [Чинний від 01-08-2019]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 42 с. (Національний стандарт України).
8. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 39 с. (Державні будівельні норми України).
9. Проектування збірних елементів перекриття, колон і фундаментів будівлі з неповним каркасом. Залізобетонні та кам'яні конструкції : метод. вказівки. Розділ 2. Харківський Національний Університет Міського Господарства імені О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ, 2014. 21 с.
10. Залізобетонні та кам'яні конструкції : метод. вказівки до виконання курсового проекту. Харківський Національний Університет Міського Господарства імені О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ, 2013. 25 с.

REFERENCES

1. DBN B.1.2-2:2006. *Navantazhennya i vplyvy* [Pressure and influences]. The publication is official. Kyiv : Minregionbud of Ukraine, 2006, 60 p. (in Ukrainian). (State Building Norms of Ukraine).
2. DBN B.2.6-98:2009. *Betonna ta zalizobetonna konstruktsiyi* [Concrete and reinforced concrete structures]. *Osnovni polozhennya* [Fundamentals]. The publication is official. Kyiv : Minregionbud of Ukraine, 2011, 54 p. (in Ukrainian). (State Building Norms of Ukraine).
3. DSTU B B.2.6-156:2010. *Betonna ta zalizobetonna konstruktsiyi z vazhkoho betonu. Pravyla proektivannya* [Concrete and reinforced concrete structures of important concrete. Rules of design]. Valid from 01-01-2011. Kyiv : Minregionbud of Ukraine, 2011, 62 p. (in Ukrainian). (National Standard of Ukraine).
4. Bondarenko V.M. and Suvorkin D.G. *Zalizobetonna ta kam'yani konstruktsiyi* [Concrete and Stone Structures]. Moscow: Higher School, 1987, 383 p. (in Ukrainian).
5. Barashikov A.Yu. *Zalizobetonna konstruktsiyi* [Reinforced concrete structures]. Kyiv : Vyshcha Shkola Publ., 1995, 347 p. (in Ukrainian).
6. EN 1992-1-1:2004+AS:2008, IDT. Eurocode 2. *Proektivannya zalizobetonnykh konstruktsiy* [Design of reinforced concrete structures]. *Zahal'ni pravyla y pravyla dlya budivel'* [General rules and regulations for buildings]. 2004, 38 p. (in Ukrainian).
7. DSTU 3760:2006. *Prokat armaturnyy dlya zalizobetonnykh konstruktsiy* [Reinforcement bars for reinforced concrete structures]. [Valid from 01-08-2019]. Kyiv : SE «UkrNDNTs», 2019, 42 p. (in Ukrainian). (National Standard of Ukraine).
8. DBN B.2.1-10:2018. *Osnovy i fundamenti budivel' ta sporud* [Foundations and Foundations of Buildings and Structures]. The publication is official. Kuiv : Minregion of Ukraine, 2018, 39 p. (in Ukrainian). (State Building Norms of Ukraine).
9. *Proektivannya zbirnykh elementiv perekryttya, kolon i fundamentiv budivli z nepovnym karkasom : metod. vkazivki. Rozdil 2* [Design of prefabricated floor elements, columns and foundations of a building with an incomplete frame : methodical instructions. Section 2]. *Zalizobetonna ta kam'yani konstruktsiyi* [Reinforced concrete and stone structures]. Kharkiv National University of Municipal Economy named after O. Beketov, Kharkiv : KhNUMG, 2014, 21 p. (in Ukrainian).
10. *Zalizobetonna ta kam'yani konstruktsiyi : metodychni vkazivky do vykonannya kursovoho proektu* [Reinforced concrete and stone structures : methodical instructions for the course project]. Kharkiv National University of Municipal Economy named after O. Beketov, Kharkiv : KhNUMG, 2013, 25 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції : 16.06.2021.