

Геотехнічні розрахунки при проектуванні основ і фундаментів будівель у центральній Африці

Родольф Мані НДІНГА

Київський національний університет будівництва і архітектури
31, просп. Повітряних Сил, Київ, Україна, 03037,
ndingapendi@yahoo.fr, orcid.org/0000-0003-4153-6277

DOI: 10.32347/0475-1132.49.2024.104-112

Анотація. Розглянуто основні методи розрахунку при проектуванні основ і фундаментів в центральній Африці. Проведено аналіз та порівняння методики розрахунків основ і фундаментів в Центральній Африці. Геотехнічні розрахунки є невід'ємною частиною проектування основ і фундаментів будівель, особливо в умовах Центральної Африки, де геологічні, кліматичні та екологічні фактори можуть суттєво впливати на стабільність споруд. У даній роботі розглядаються основні аспекти, що впливають на геотехнічні розрахунки, включаючи детальне геологічне дослідження ділянки, яке дозволяє визначити типи ґрунтів, їх фізико-механічні властивості та рівень підземних вод. Важливим етапом є оцінка механічних властивостей ґрунтів, таких як несуча здатність, водопроникність та стисливість, що впливають на вибір типу фундаменту. У роботі також аналізуються різні типи фундаментів, зокрема стрічкові, плитні та пальові, з урахуванням навантажень, які вони повинні витримувати, а також специфіки ґрунтових умов.

У статті проаналізовано існуючі, для цього регіону, зокрема використання бурових робіт та лабораторних випробувань ґрунтів. Визначено ефективні підходи до вибору типів фундаментів для різних геотехнічних ситуацій.

Стаття також описує методи дослідження ґрунтів і принципи проектування фундаментів, що забезпечують стабільність і безпеку будівель в умовах, характерних для центральної Африки.

Геотехнічні розрахунки є вирішальним компонентом у проектуванні фундаментів для будівель, особливо в регіонах зі складними геологічними та кліматичними умовами, такими як Центральна Африка. Цей регіон представляє унікальні виклики для інженерів через різноманітні типи ґрунтів, сезонні опади, високі температури та різний рівень ґрунтових вод.



Родольф Мані НДІНГА
аспірант кафедри
геотехніки 2015-2022 роки

викладач Académie de Versailles,
Франція

Належний геотехнічний аналіз забезпечує стабільність, безпеку та довговічність конструкцій. Основні фактори, що впливають на конструкцію фундаменту, включають властивості ґрунту, такі як міцність, стисливість і опір зсуву, а також стан ґрунтових вод, що впливає на стабільність ґрунту.

Геотехнічні дослідження також розглядають вплив на навколишнє середовище, наприклад вплив будівництва на навколишні екосистеми та місцеві водні ресурси. Крім того, дотримання місцевих і міжнародних стандартів гарантує, що конструкції відповідають нормам безпеки. Інженери також повинні оцінити такі кліматичні фактори, як теплове розширення та звуження, які можуть вплинути на поведінку ґрунту з часом. Використання передових програмних засобів, таких як PLAXIS і GeoStudio, відіграє важливу роль у моделюванні поведінки ґрунту та прогнозуванні потенційних характеристик фундаменту за різних умов. Зрештою, успішні геотехнічні розрахунки в Центральній Африці вимагають комплексного підходу, який враховує регіональні типи ґрунтів, клімат і екологічні міркування, забезпечуючи довговічність і структурну цілісність будівель у цьому складному середовищі.

Ключові слова: основи і фундаменти, методи розрахунку, методи геотехнічних досліджень, ґрунтових умов.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

В екваторіальній частині Африки розташовані Конго (Браззавіль), Камерун, Габон, Центральна-Африка, Демократичне Конго, Чад. Вони характеризуються близькими кліматичними і ґрунтовими умовами, мають спільні культурні традиції та досвід в будівництві. Перш за все це стосується житлових будівель, які, як правило, зводились одноповерховими з місцевих матеріалів. Тільки в період колонізації в будівництві стали використати світовий досвід, а тому і сьогодні виконання випровадження нормативних вимог і методів підготовки основ та зведення будівель з залізобетону, каменю чи цегли виконується в більшості випадків за стандартами Франції та Англії. Зміни, що вносяться до стандартів (наприклад, на основі власного досвіду або Єврокодів) в більшості випадків залишаються не перевіреними, а тому потребують детального аналізу методів розрахунків та пристосування до ґрунтових умов цих країн, конструктивних рішень, що будуть забезпечувати надійне зведення і експлуатацію будівель і споруд.

Геотехнічне проектування буває як державною, так і приватною справою. Тому, метою даної публікації є не тільки аналіз і порівняння умов забудови для приватних житлових будинків, а і пошук напрямків покращення проектування основ і фундаментів з метою підвищення надійності їх експлуатації та забезпечення сучасних умов для проживання їх власників. Проектування основ та фундаментів в цих країнах сьогодні є різноманітним. На прикладі, на території Республіки Конго (Браззавіль) на державному рівні в основному виконується національною лабораторією будівництва. При цьому при геотехнічному проектуванні використовуються рекомендації, які розроблені на основі французьких норм з врахуванням місцевих умов [1, 2, 3]. Найбільш поширеними на території країни, як і для сусідніх країн є латеритні ґрунти, що залягають з поверхні та використовуються як несучий шар основи в більшості випадків. В сучасних умовах розрахунок латеритних основ ґрунтується на використанні формули К. Терцагі, яку

використовують для перевірки величини несучої здатності ґрунтів.

МЕТА РОБОТИ

Показати принципи геотехнічних розрахунків фундаменту які застосовуються в Центральній Африці та зазвичай полягають в оцінці стабільності та безпеки фундаментів будівель чи інфраструктурних об'єктів в умовах, характерних для цього регіону.

ОСОБЛИВОСТІ ТРОПІЧНОГО ҐРУНТОУТВОРЕННЯ

Центральна Африка має різноманітні геологічні умови, такі як слабкі ґрунти, можливість просідання, має високий рівень вологості, а також різні кліматичні умови, що можуть впливати на стабільність та довговічність фундаментів.

Аналіз складу ґрунтів, глибини ґрунтових вод, можливих зсувів чи карстових явищ, що можуть впливати на проектування фундаментів.

Умови ґрунтоутворення в областях тропічного поясу різко відрізняються від умов біо-кліматичних поясів високих широт. Це зумовлено особливостями клімату, біологічних факторів і ґрунтоутворюючих порід. Типовими ґрунтоутворюючими породами тропіків є червоноколірні відклади, які поширені на території давньої суші. На всій території тропічного поясу, за винятком окремих незначних районів Африки, давні кори вивітрювання не є ґрунтоутворюючими породами. Вони поховані під відкладами, що утворилися пізніше. На великій території давні кори вкриті відкладами червоного забарвлення, утворення яких почалося на початку неогену. Вони мають супіщано-суглинковий механічний склад, потужність до 10 м і більше. З глинистих мінералів в їх складі переважають метакалазит і мінерали групи гідролюд. У кінці неогену почався процес аридизації суші, який охопив значні території тропічного поясу. В посушливих тропічних областях на ділянках з високим заляганням сезонних ґрунтових вод сформувались карбонатні кори. Таким чином, латеритні кори є гігроморфними утвореннями, а

карбонатні автоморфно-гідроморфними.

Останні несприятливі для ґрунтоутворення і тому їх поверхня сьогодні не має ґрунтового покриву. Отже, тропічні ґрунти формуються в основному на червоноколірних відкладах, від чого вони мають червонувате, забарвлення. Порівняно невелику територію в тропічному поясі займають інші ґрунтоутворюючі породи: озерні суглинки, супіщані алювіальні відклади, вулканічний попел та ін. Ґрунти, сформовані на цих породах, не мають червоного забарвлення. Проте в долині річки Конго вони зустрінюються часто. Інколи їх можна розглядати як болотні відклади [1]. На сьогодні близько 50 % всієї площі країни покрито латеритними ґрунтами.

ТИПИ ФУНДАМЕНТІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ АФРИЦІ

Вибір типу фундаменту для будівель у Центральній Африці залежить від багатьох факторів, включаючи геологічні умови, навантаження від споруди, кліматичні особливості та економічні міркування. Розглянемо основні типи фундаментів, що застосовуються в регіоні.

Стрічкові фундаменти

Широко використовуються для легких та середніх будівель на відносно стійких ґрунтах. Вони ефективні в районах з помірним потенціалом набухання ґрунтів. Однак, їх глибина закладання повинна бути достатньою, щоб мінімізувати вплив сезонних змін вологості.

Плитні фундаменти

Застосовуються для будівель на слабких або неоднорідних ґрунтах. Вони особливо ефективні в районах з високим рівнем ґрунтових вод та на ґрунтах з високим потенціалом набухання, оскільки розподіляють навантаження на більшу площу.

Пальові фундаменти

Використовуються для важких споруд або на слабких ґрунтах. У Центральній Африці часто застосовують буронабивні палі, які дозволяють досягти міцних шарів ґрунту або скельної основи. Вони також ефективні

для мінімізації впливу набухання поверхневих шарів ґрунту.

У районах з латеритними ґрунтами часто застосовують комбіновані фундаменти, які поєднують елементи різних типів для оптимального розподілу навантаження та мінімізації впливу сезонних змін вологості. Наприклад, можуть використовуватися пальово-плитні фундаменти, де палі передають основне навантаження на глибокі, стабільні шари ґрунту, а плита розподіляє частину навантаження та забезпечує додаткову жорсткість конструкції.

При виборі типу фундаменту важливо враховувати не тільки поточні умови, але й потенційні зміни в майбутньому, такі як ерозія ґрунту, зміни рівня ґрунтових вод або можливе розширення будівлі. Це особливо актуально в контексті швидкої урбанізації та розвитку інфраструктури в багатьох районах Центральної Африки.

Пальові фундаменти використовують під відповідальні будівлі і споруди (класу відповідальності СС3), а для малоповерхових будівель практично не використовуються (впливає збільшена їх вартість проти фундаментів неглибоко закладання) [1].

Табл.1. Геотехнічні дослідження фундаментів побудованих у Центральній Африці у 1999 році

Table.1. Geotechnical investigations of foundations built in Central Africa in 1999

Країни	Стрічкові фундаменти(%)	Плитні фундаменти(%)	Пальові фундаменти(%)
Конго	70	50	15
Габон	75	45	14
Чад	60	40	10
Камерун	80	60	25
Екваторіальна Гвінея	65	39	13
Центральноафриканська Республіка	50	30	9

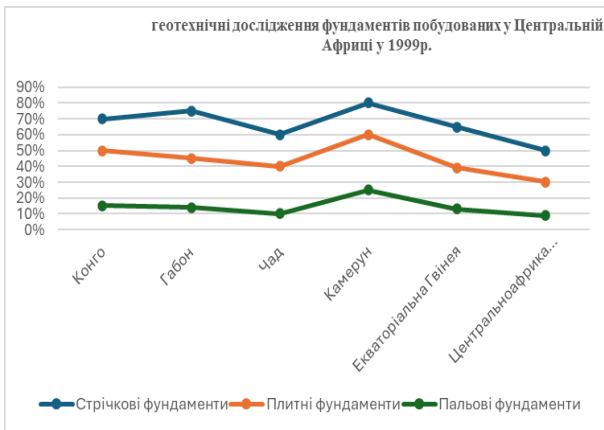


Рис. 1. Геотехнічні дослідження фундаментів побудованих у Центральній Африці у 1999 році

Fig. 1. Geotechnical investigations of foundations built in Central Africa in 1999

МЕТОДИ ГЕОТЕХНІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ НЕГЛИБОКОГО ЗАКЛАДАННЯ

В будівельній практиці Конго їх називають прямими фундаментами, так як вони передають навантаження безпосередньо на шари, близькі до поверхні. Вони використовуються, коли поверхневі шари ґрунту здатні підтримувати будівлю. Ці фундаменти розглядаються як мілкого закладання, коли глибина D рівня підшви фундаменту відносно рівня поверхні менше, ніж у 4 рази, від ширини B фундаменту (рис.2). Якщо відстань між двома сусідніми фундаментами занадто мала, то можна їх асоціювати і з плитних фундаментом, що виконується під вам будинком.

Фактично це найпоширеніший тип фундаменту для житлових будівель, підпірних стін, та допоміжних споруд. Вважається, що це рішення не потребує високої спеціальної кваліфікації, проектувальників і будівельників.

За конструкцією поверхневий фундамент може бути:

- стовбичачим що виконується окремо під колонами;

- стрічковим, що може влаштовуватися під колонами або стінами;

- поверхневі фундаменти: складаються з рифлів і кожухів під колонами або стінами.

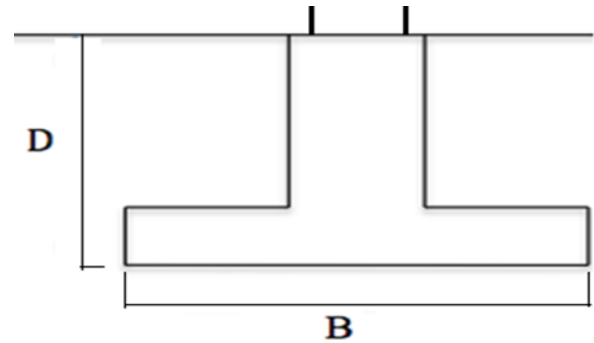


Рис. 2. Схема розподільчого (поверхневого) фундаменту

Fig. 2. Scheme of a distribution (surface) foundation

При проектуванні основ будівель та споруд в міжнародній практиці згідно допустимого навантаження на ґрунт основ спираються на рішення Прандтля [1] та Терцагі [4], які довели, що руйнування основ відбувається у результаті зміщення випираємого масиву ґрунту по певній поверхні ковзання. Після таких висновків Прандтля (в 1921 р.) і Терцагі (в 1943 р.) багатьом дослідникам, таким як, Мейергоф [1], М.І. Горбуновим-Посадовим [5], Како-Керізелль [1], Бринч-Хансеном [1], В.Г. Березанцеви [6] та іншими. Були отримані різні рішення щодо визначення несучої здатності основ. Проте вони всі, як правило, приводили кінцеві формули до виду, який аналогічний формулі Терцагі [4]:

$$Q_u = \frac{\gamma B}{2N_\gamma} + CN_c + \gamma' D_f N_q \quad (1)$$

де Q_u - допустима несуча здатність основи; γ , γ' - питома вага ґрунту відповідно під та вище підшви фундаменту; B , D_f - ширина підшви та глибина закладання фундаменту; N_γ , N_c , N_q - безрозмірні коефіцієнти несучої здатності, котрі залежать від кута внутрішнього тертя ґрунту. Формула (1) використовується при геотехнічному проектуванні в більшості країн світу. Однак при розрахунку основ визначають розрахунковий тиск на ґрунт Q , який використовує отримані дані :

$$Q = Q_u / K \quad (2)$$

де Q_u – несуча здатність ґрунту, яка визначається за формулою (1); K – коефіцієнт безпеки, який приймається в межах 3...5.

За останні роки поширене використання набула формула, що визначає граничну несучу здатність ґранту основи в умовах її ефектів його напруження стану, що забезпечує підвищену надійність оцінки основи при розподільних фундаментах:

$$q_a = \frac{1}{F_S} [C' N_c s_c i_c + \sigma'_{vo} N_q s_q i_q + 0,5 \gamma B N_\gamma s_\gamma i_\gamma], \quad (3)$$

q_a - допустима несуча здатність, кПа;

F_S - коефіцієнт безпеки (зазвичай дорівнює 3)

C' - ефективне зчеплення ґрунту під подошвою, кПа

N_c, N_q, N_γ - коефіцієнти несучої здатності залежно від кута внутрішнього тертя (φ');

s_c, s_q, s_γ - геометричні коефіцієнти подошви;

i_c, i_q, i_γ - коефіцієнти нахилу навантаження;

σ'_{vo} - фактичне ефективне напруження від ваги ґрунту на рівні подошви фундаменту, кПа;

γ - питома вага ґрунту під подошвою фундаменту, кН/м³;

B - ширина подошви, м.

Формула (3) враховує значення кута внутрішнього тертя φ' та зчеплення C' при ефективному напруженні (визначається при випробуванні зразка ґрунту в стабілометрі u). З деякими доповненнями де формула відповідає формулі Чена (1975) яка наведена в Єврокодї-7-1, додатку - д [8] і рекомендується в Європейських країнах при проектуванні розподільчих фундаментів.

Сьогодні ця формула не має прикладів використання для будівель класів відповідальності СС2 і СС3, що пов'язано як з визначенням параметрів ґрунту, так і пасивністю досвіду її використання.

Приведемо основні положення проектування розподільних фундаментів різної конструкції. Під колони житлових та громадських будівель та споруд розмір подошви фундаментів приймають як правило в межах 1...2,5 м в залежності від навантаження та

міцності ґрунтової основи. Фундаменти проектуються стовпчастими із монолітного залізобетону. Їх геометричні розміри приймаються залежно від наступних вимог:

$$A \leq B; a \leq b; A/B = a/b \quad (4)$$

де A, B – відповідно менша та більша сторони подошви фундаменту, м;

a, b - відповідно менша та більша сторони підколони, м.

При конструюванні армування фундаменту повинні також використовуватись такі вимоги:

$$A-a \geq (db \text{ i } da) \geq (B-d)/4, \quad h_a \approx h_b \quad (5)$$

де d_a – відстань від осі розтягнутої арматури фундаментної плити, яка розташована паралельно стороні A , до межі стиснутої зони в перерізі фундаменту, м;

d_b - аналогічно, розташована паралельно стороні B , м; h_a - відстань від осі арматури, яка розташована паралельно стороні A , м до перерізу осі фундаменту, м; h_b - аналогічно паралельно стороні B , до перерізу осі фундаменту з лінією призми продавлювання, м.

Для порівняння впливу зміни місцевих умов на визначення допустимого тиску по подошві фундаментів неглибокого закладання розглянемо конкретні ґрунтові умови на прикладі стрічкового фундаменту житлового будинку при навантаженням $\sum N = 110$ кН/м, що заглиблений в ґрунт на 1,2 м. Несуча здатність розраховується за формулами К. Терцагі (1) та Чена [7] q_{u1}, q_{u2} . Приймаючи K величиною, що є надійною в сьгоднішніх умовах республіки Конго маємо:

$$R = \frac{qu1}{K}, \quad R = \frac{qu2}{K} \quad (6)$$

Виходячи із цього ширина подошви фундаменту, яку розглянуто в прикладі буде змінюватись $b = 1,8 \dots 6$ м.

Тому часто в сьгоднішніх умовах навіть для малоповерхових будівель використовують фундаментну плиту (рис.3).



Рис.3 Фундаментна плита малоповерхового будинку

Fig. 3 Foundation slab of a low-rise building

Звичайно, що в повному випадку розрахунків повинні використовуватися надійні розрахункові параметри фізико-механічних властивостей ґрунтів (в даній публікації вони не розгадуються).

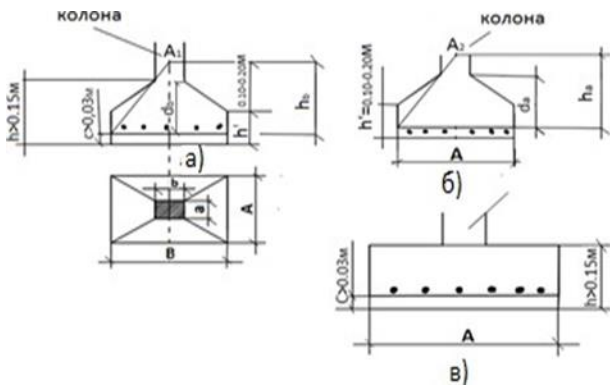


Рис.4. Принципові розрахункові схеми фундаментів, що використовують в Республіці Конго: а) залізобетонні окремо стоячі фундаменти під колони; а) і б) розрізи.

Fig. 4. Basic calculation schemes of foundations used in the Republic of Congo: a) reinforced concrete free-standing foundations for columns; a) and b) sections.

Приведемо як приклад додатково загальні конструктивні рішення, що використовуються при розрахунку стовпчастих фундаментів за матеріалом (рис. 4 і 5). Ці дані підтверджують, що сьогодні в африканських країнах екваторіального поясу при проектуванні фундаментів використовуються сучасні методики розрахунку та конструювання, але на практиці для малоповерхових будівель, як правило, перемагає будівництво за досвідом.

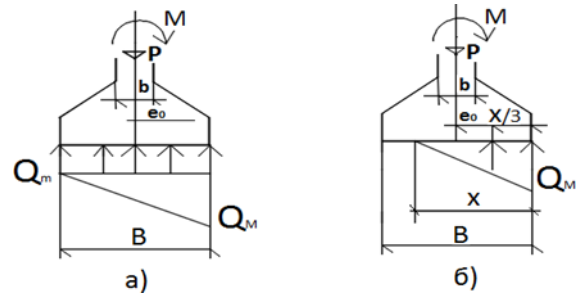


Рис.5. Залізобетонні окремо стоячі фундаменти під колони при позакентровому навантаженні: а) в разі малих ексцентриситетів ($e_0 < B / 6$); б) в разі великих ексцентриситетів ($e_0 \geq B / 6$).

Fig. 5. Reinforced concrete free-standing foundations for columns with eccentric loading: a) in the case of small eccentricities ($e_0 < B / 6$); b) in the case of large eccentricities ($e_0 \geq B / 6$).

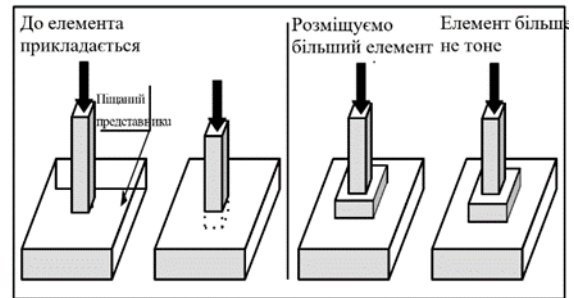


Рис.6. Фундаменти мілкового закладання

Fig. 6. Shallow foundations

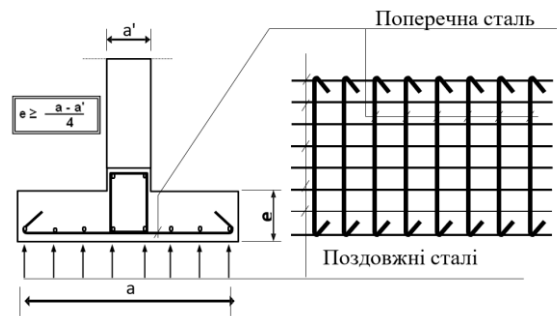


Рис.7. Армування фундаментів мілкового закладання

Fig. 7. Reinforcement of shallow foundations

Коли збільшується площа контакту з ґрунтом, зменшується заглиблення; навантаження краще розподіляється.

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

Положення, що забезпечують розподіл навантажень.

Розміри фундаменту залежать від:

- навантаження, яке потрібно передати на ґрунт: маса будівлі або частини будівлі здатності ґрунту витримувати це навантаження [9]

Ґрунти мають різні характеристики міцності залежно від їх природи, як правило, в залежності від їх щільності. Наступна таблиця дає деякі значення.

Табл. 2. Характеристики міцності ґрунтів залежно від їх природи

Table 2. Characteristics of soil strength depending on their nature

Природа ґрунту	Опір
Насипні ґрунти	0,02 - 0,1 МПа
Піски	0,1 - 0,3 МПа
Глини	0,1 - 0,4 МПа
Скельні породи	0,5 МПа і більше

ШИРОКІ ПІДОШВИ

Це більш тонкі підосшви; вони деформуються; тоді вони діють як перевернуті балки, і обов'язково повинні містити сталь, щоб сприймати зусилля розтягування.

ВИСНОВКИ

Геотехнічні розрахунки при проектуванні фундаментів будівель у Центральній Африці є критично важливими для забезпечення стабільності, безпеки та довговічності будівель в умовах, характерних для цього регіону. Центральна Африка відрізняється різноманітними геологічними, кліматичними та гідрологічними умовами, які значно впливають на вибір типу фундаменту та способи його розрахунку.

Таким чином, геотехнічні розрахунки фундаментів в Центральній Африці повинні базуватися на всебічному дослідженні місцевих умов, правильно вибраному типі фундаменту, а також урахуванні всіх факторів, що можуть вплинути на довговічність та безпеку будівлі. Тільки комплексний підхід до проектування фундаментів дозволяє забезпечити стійкість конструкцій та знизити ризики, пов'язані з несприятливими геологічними та кліматичними умовами регіону.

ЛІТЕРАТУРА

1. Abidi M.L. Les fondations / M.L Abidi. – Ecole Mohammadia d'ingenieurs Department Genie civil-BPS, 2014. – 43 p.
2. Liautaud G. L'utilisation du penetrometre au Congo et son interet pour l'etude des fondations/ G. Liautaud. – Paris, 1974. – 74 p.
3. Reglementation technique specifique concernant le batiment et les travaux publics au cameroun. Ministere de l'equipement. – Volume A –88 p.
4. Терцаги К. Теория механики ґрунтов / Под общей редакцией Н.А. Цытовича / К Терцаги – М.: Стройиздат, 1961. – 507 с.
5. Горбунов-Посадов М.И. Устойчивость фундаментов на песчаном основании./ М.И. Горбунов-Посадов – М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962. – 50с.
6. Березанцев В.Г. Расчет оснований сооружений. / В.Г Березанцев – Л: Госстройиздат, 1970. – 207 с.
7. Eurocode 7, Calcul géotechnique; partie 1 – règles générales, 1997 – 73p.
8. François Schlosser. Eléments de mécanique des sols / Schlosser François – 2003 – 182 p.
9. Hubert Bertrand. Fondations et ouvrages en terre / Bertrand Hubert, Bruno Philipponnat , Olivier Payant, Moulay Zerhouni. – 2019 –390 p.

REFERENCES

1. Abidi M.L. (2014) Les fondations [The foundations]. Ecole Mohammadia d'ingenieurs Department Genie civil-BPS, 43. (in French)
2. Liautaud G. (1974) L'utilisation du penetrometre au Congo et son interet pour l'etude des fondations. [The use of the penetrometer in Congo and its interest for the study of foundations]. Paris, 1974, 74. (in French)
3. Reglementation technique specifique concernant le batiment et les travaux publics au cameroun. [Specific technical regulations concerning construction and public works in Cameroon.] Ministere de l'equipement. Volume A, 88 p. (in French)
4. Tertsagi K. (1961) Teoriya mekhaniki gruntov [Theory of soil mechanics] Pod obshchey redaktsiyey N.A. Tsytovicha. M.: Stroyizdat, 507. (in Russian)
5. Gorbunov-Posadov M.I. (1962) Ustoychivost' fundamentov na peschanom osnovanii.

[Stability of foundations on a sand base.] Moskov: Gosudarstvennoye izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu, arkhitekture i stroitel'nyim materialam, 50. (in Russian)

6. Berezantsev V.G. (1970) Raschet osnovaniy sooruzheniy. [Calculation of foundations of structures]. L: Gosstroyizdat, 207. (in Russian)
7. Eurocode 7 (1997), Calcul géotechnique; partie 1 – règles générales, 73p. (in French)
8. François Schlosser (2003) Eléments de mécanique des sols [Elements of soil mechanics], 182. (in French)
9. Bertrand Hubert, Bruno Philipponnat, Olivier Payant, Moulay Zerhouni (2019) Fondations et ouvrages en terre [Elements of soil mechanics], 390. (in French)

Geotechnical calculations in the design of building foundations and building foundations in central Africa

Rodolphe Many NDINGA

Summary. The main calculation methods for designing foundations and foundations in Central Africa are considered. The methodology for calculating foundations and foundations in Central Africa is analyzed and compared. Geotechnical calculations are an integral part of the design of foundations and foundations of buildings, especially in Central Africa, where geological, climatic and environmental factors can significantly affect the stability of structures. This work considers the main aspects affecting geotechnical calculations, including a detailed geological survey of the site, which allows determining the types of soils, their physical and mechanical properties and the level of groundwater.

An important stage is the assessment of the mechanical properties of soils, such as bearing capacity, water permeability and compressibility, which affect the choice of the type of foundation. The work also analyzes different types of foundations, in particular strip, slab and pile, taking into account the loads that they must withstand, as well as the specifics of soil conditions.

The article analyzes the existing methods for this region, in particular the use of drilling and laboratory soil testing. Effective approaches to the selection of foundation types for various geotechnical situations are identified.

The article also describes soil investigation methods and principles of foundation design that

ensure the stability and safety of buildings in conditions typical of Central Africa.

Geotechnical calculations are a crucial component in the design of foundations for buildings, especially in regions with complex geological and climatic conditions, such as Central Africa. This region presents unique challenges for engineers due to the variety of soil types, seasonal rainfall, high temperatures and different groundwater levels. Proper geotechnical analysis ensures the stability, safety and durability of structures. The main factors affecting the design of foundations include soil properties such as strength, compressibility and shear resistance, as well as the state of groundwater, which affects soil stability.

Areas with weak or expansive soils often require deep foundations, such as piles or bored piles, while strong soils may allow for shallow foundations. Fluctuations in groundwater levels due to seasonal rains or droughts require special attention to prevent erosion, flooding, or weakening of the foundation base. Geotechnical studies also consider environmental impacts, such as the impact of construction on surrounding ecosystems and local water resources. In addition, compliance with local and international standards ensures that structures meet safety standards. Engineers must also assess climatic factors, such as thermal expansion and contraction, which can affect soil behavior over time. The use of advanced software tools such as PLAXIS and GeoStudio a vital role in modeling soil behavior and predicting potential foundation performance under different conditions. Ultimately, successful geotechnical calculations in Central Africa require a comprehensive approach that takes into account regional soil types, climate and environmental considerations, ensuring the durability and structural integrity of buildings in this challenging environment.

Foundation reinforcement is a mandatory stage in the construction of reinforced concrete structures. Its purpose is to strengthen the concrete, allowing it to resist the tensile, bending and shear forces that can act on the foundations. Reinforcement consists of inserting steel bars (rebars) into the concrete to increase its load-bearing capacity.

Foundations can be of different types, such as isolated foundations, strip foundations or slab foundations, and the reinforcement varies depending on each type and the constraints of the project. For isolated foundations, for example, the reinforcement usually consists of longitudinal bars arranged in the main direction to resist tension and bending, and transverse bars arranged perpendicularly to counteract transverse forces. This reinforcement must be carefully positioned and positioned to ensure the

strength of the foundation.

Reinforcing the foundation is also crucial to prevent cracking and warping of the concrete over time. The concrete coating around the reinforcement protects it from corrosion and ensures its durability. Finally, the reinforcement is carried out according to strict standards that take into account the characteristics of the soil, the loads to be supported, and the dimensions of the foundation to ensure safety and stability.

Keywords: foundations and foundations, calculation methods, geotechnical investigation methods, soil conditions.