

УДК 624.1

Колпаков М.С., студент
Кафедра Геоінженерії
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ОСОБЛИВОСТІ СПОРУДЖЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ ВІТРОГЕНЕРАТОРІВ

Анотація. В результаті аналізу будівництва вітрогенераторних станцій України було визначено важливість ретельного проектування фундаментів. Виокремлено найбільш трудомісткі етапи будівництва, а саме влаштування фундаментів та їх бетонування. Наведені основні типи фундаментів для вітрогенераторних станцій.

Ключові слова: фундаменти вітрогенераторів, палі, ґрунтові основи.

Вступ. Сьогодні альтернативна енергетика стрімко розвивається, і вітрогенератори відіграють ключову роль у цьому процесі. В Україні вітрогенератори стали значним джерелом виробництва електроенергії, особливо з огляду на потенціал розвитку вітрової енергетики та зобов'язання перед ООН щодо зменшення викидів парникових газів. Тому уряд України приділяє увагу розвитку вітроенергетики, а стратегія розвитку до 2035 року передбачає значне збільшення обсягів виробництва електроенергії з вітроенергетики.

Найбільші вітрові електростанції в Україні генерують 34 вітрові електростанції (включно з тими, що знаходяться на території ОРДЛО). Найбільшими з них є Ботієвська (рис.1), Приморська, Мирненська, Орлівська, Овер'янівська та Новоазовська ВЕС.

Для великих вітрогенераторів можуть використовуватися різні типи фундаментів, такі як фундаменти на основі опорних кіл, монопільні фундаменти, глибокі закладні тощо (рис. 2). Вибір технології залежить від розмірів та масштабів проекту, характеристик ґрунту та місцевих умов.

Мета та завдання. Метою будівництва фундаментів для вітрогенераторів є забезпечення міцності та стійкості конструкцій, ефективної передачі навантажень на ґрунтові основи та мінімізація впливу на навколишнє середовище. Для досягнення цих цілей необхідно проводити ретельне проектування та відповідні технології та методи будівництва.

Матеріал і результати досліджень. Вітрогенератори мають значну вагу та великі моменти, які потрібно передавати в ґрунт через фундамент. Тому фундаменти повинні бути достатньо міцними та стійкими, щоб витримувати ці навантаження.

Фундамент вітрогенератора є гарантією його стабільності та довговічності. При його будівництві використовується велика кількість арматури великих діаметрів і високоякісного бетону.

Етапи будівництва включають викопування котловану, укладання щебеню і піску, встановлення щогли і заливку бетоном. Важливо переконатися, що використані матеріали відповідають високим стандартам якості, щоб забезпечити довговічність конструкції.



Рисунок 1 – Ботіївська вітрова електростанція. Розташована у селі Ботіїве, Запорізька область (потужність: 200 МВт, рік запуску 2012)

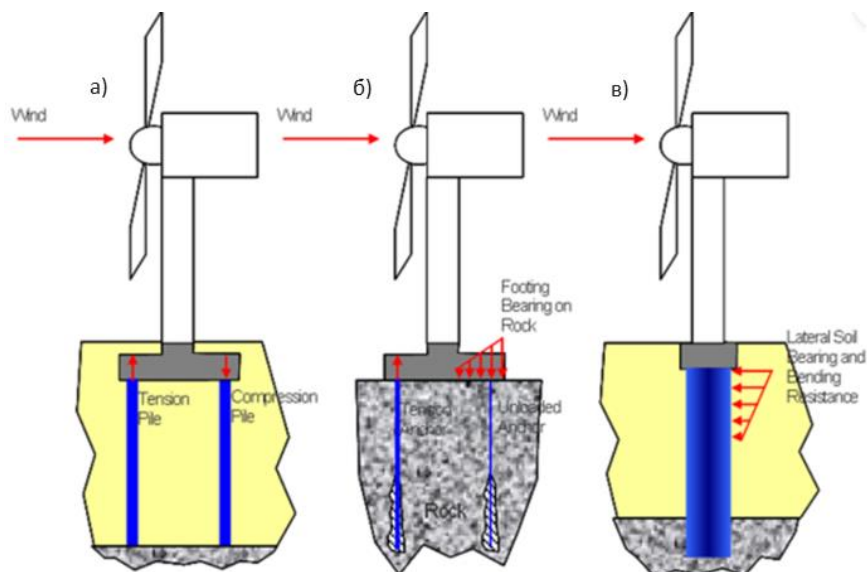
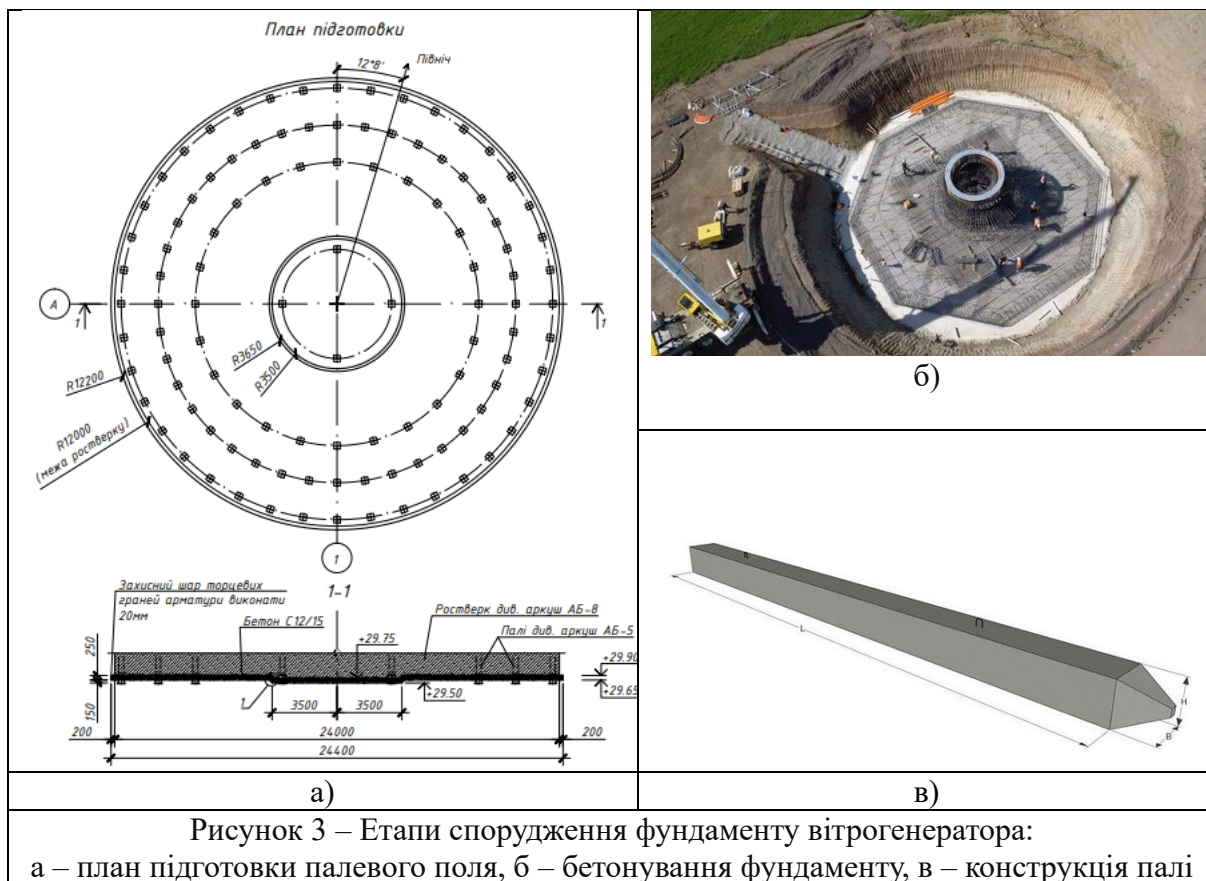


Рисунок 2 – Типи фундаментів:

а) група паль, б) анкерне кріплення, в) одиночна паля

Будівництво вітрогенераторів вимагає великих трудовитрат і підготовчих робіт. Одним із найбільш трудомістких етапів будівництва вітряної електростанції є влаштування фундаментів.



Спочатку облаштовують пальові поля, план підготовки наведено на рис.3.а. На місці установлення кожного вітрогенератора встановлюють 108 палей серії С-100.35 (рис. 3.в) довжиною 10 м. Основа під башту вітрогенератора складає $R = 3500$ мм, палі по центральній вісі розташовуються на відстані 2000 мм, а по радіальній для зовнішнього кола через 9° , для внутрішнього 15° . Наступний етап – заливка залізобетонного фундаменту. Кожен фундамент – це 450-500 куб. м бетону (рис. 3.б). Все це дозволяє утримувати масу наземної частини вітрогенератора як під час рутинної роботи, так і природних катаклізмів – шквального вітру, бур і буревіїв.

Наприклад, для будівництва Ботієвської вітрової електростанції використовувалися фундаменти посилені залізобетонними палями діаметром 1,2 метри, забитими на глибину 28 метрів. Фундамент містив понад 100 т арматури. Башта вітряка проектувалася порожньою всередині для розташування сходів та ліфта.

Висновки. Фундаменти є невід'ємним елементом вітроенергетичного проекту. Тип і вартість фундаментів можуть значно відрізнятись в залежності від геології та ділянки. Доступні різноманітні системи глибокого та неглибокого фундаменту, які можуть бути оптимізовані відповідно до конкретних вимог проекту.

Дослідження інженерно-геологічних питань на ранніх стадіях проекту може заощадити час і витрати на подальшу розробку проекту. Інтеграція досліджень, проектування та будівництва може створити економічні та ефективні проекти фундаментів, які зменшують загальну вартість проекту та скорочують час, необхідний від початку до завершення для графіка проекту.

Список використаних джерел

1. Вітряні електростанції (БЕС). URL: <https://structum.ua/services/renewable-energy/wind-power/> (дата звернення: 11.04.2024)
2. Вітрова енергетика в Україні та світі. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2022/01/18/vitrova-energetyka-v-ukrayini-ta-sviti/> (дата звернення: 11.04.2024)
3. Основи будівництва під вітрогенератори. URL: <https://enco.com.ua/stati/osnovi-budivnitstva-pid-vitrogeneratori/> (дата звернення: 12.04.2024)

Науковий керівник: к.т.н., доцент Л.В. Шайдецька

UDC 624.1

Kolpakov M.S., student
Department of Geoengineering
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

FEATURES OF THE CONSTRUCTION OF WIND TURBINE FOUNDATIONS

Abstract. *As a result of the analysis of the construction of wind turbines in Ukraine, the importance of careful design of foundations was determined. The most tender-intensive stages of construction, namely the arrangement of foundations and their concreting, are allocated. The main types of foundations for wind turbine stations are given.*

Key words: *wind turbine foundations, piles, soil foundations.*

References

1. Wind power plants (WPP). URL: <https://structum.ua/services/renewable-energy/wind-power/> (date of access: 11.04.2024)
2. Wind energy in Ukraine and the world. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2022/01/18/vitrova-energetyka-v-ukrayini-ta-sviti/> (date of access: 11.04.2024)
3. Fundamentals of construction for wind turbines. URL: <https://enco.com.ua/stati/osnovi-budivnitstva-pid-vitrogeneratori/> (date of access: 12.04.2024)

Scientific supervisor: Cand.Tech.Sc., Associate professor Liubov Shaidetska