

УДК 69.05

Проданов А.В.¹, Доненко І.В.²

¹ асп. кафедри НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

УЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Нова енергетична стратегія України «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» передбачає орієнтир розвитку енергетики до 2035 року. Реалізація стратегії буде проходити в три етапи:

- реформування сектора енергетики до 2020 року;
- оптимізація та інноваційний розвиток енергетичної інфраструктури до 2025 року;
- забезпечення сталого розвитку сектора енергетики до 2035 року.

Впровадження стратегії призведе до зростання використання низько вуглецевих і поновлюваних джерел енергії та зменшення викидів парникових газів. Низько вуглецевим джерелом енергії є атомна енергетика, а поновлюваними – енергія сонця, вітру, води і біомаси.

Вітрові турбіни стають все більшими за розмірами та потужнішими. Відповідно, ці турбіни великої потужності передають великі навантаження на свої фундаменти – конструкції, що переносять вагу від турбін на землю.

Загалом, фундаменти зазвичай представляють собою монолітну конструкцію з бетону або залізобетону чи збірний каркас із блочних елементів, які розміщуються під стінами і колонами будівель або, в разі вітряних турбін, під вежею. Ефективність типу фундаменту залежить від міцності і стисливості ґрунту або скельної породи, які можуть перебувати під основою. Ґрунтові умови впливають на розмір і глибину фундаменту. При наявності просідаючих ґрунтів може знадобитися використання палів для перенесення навантаження на більш міцніший та глибший шар.

Витрати на фундамент можуть складати 100% або навіть більше, якщо зустрічаються несприятливі ґрунтові умови, а вибір відповідного фундаменту до початку будівництва може значно скоротити час будівництва.

На основі результатів інженерних вишукувань разом з навантаженнями від турбіни і вежі виконують оцінку умов опори і вибору типу фундаменту.

Сейсмічні навантаження необхідно аналізувати окремо, і вони зазвичай поєднуються з експлуатаційними навантаженнями турбіни. Вкрай важливо розуміти, що сейсмічні та експлуатаційні навантаження в деяких випадках можуть впливати на конструкцію вежі і фундаменту.

Першим кроком є визначення приблизної геометрії: потім, якщо виконані різні перевірки (перевертання, ковзання, несуча здатність і т. д.), виконується детальний аналіз за допомогою програмного забезпечення кінцевих елементів, щоб визначити необхідну кількість армування: від вузлового Розподіл напружень по найбільш несприятливим позиціях поперечного перерізу, необхідна механічна здатність розраховується, і кількість стали (механічна здатність), необхідне для витримування розрахункових напружень, порівнюється з кількістю стали, розміщеної в секції. Ясно, що перше має бути нижче другого.

Реакція ґрунту, що передається на фундамент, моделюється за допомогою вертикальних нелінійних пружин. Розрахунок іноді може привести до висновку, що неглибокий фундамент неможливий через низьку несучу здатність, недостатню стійкість при обертанні або багатьох інших можливих чинників. У цих випадках проводять поліпшення ґрунту – при використанні даного методу природна основа модифікується шляхом введення в ґрунтовий масив ґрунтоцементних елементів, підвищують його міцність і деформативні характеристики, або розраховують фундамент глибокого залягання. Ці альтернативні рішення зазвичай досить дорогі:

залежно від країни і необхідної технології додаткові витрати можуть варіюватися від 50% до 100% і більше.

Фундаменти є важливим елементом вітроенергетичного проекту. Тип і вартість фундаментів можуть значно відрізнятися в залежності від геології та фізико-географічних умов ділянки. Доступні різні системи глибоких і неглибоких фундаментів, які можна оптимізувати відповідно до вимог конкретного проекту. Вивчення геотехнічних проблем на ранній стадії проекту може заощадити час і гроші на більш пізньому етапі розробки проекту. Інтеграція досліджень, проектування і будівництва може призвести до створення економічних і ефективних проектів фундаментів, які знизять загальну вартість проекту і скоротять час, необхідний для виконання графіка проекту від початку до завершення.