

УДК 624.046

Гайко Г.І., д.т.н. проф., Бутько М.А., студент магістратури
*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
Інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна*

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИПРОБУВАННЯ БУРОНАБИВНИХ ПАЛЬ ПІД ФУНДАМЕНТ ВІТРЯНОЇ ЕЛЕКТРОГЕНЕРУЮЧОЇ УСТАВИ

Широке застосування альтернативних джерел електроенергії, зокрема впровадження вітряків-електрогенераторів, ставить завдання забезпечення стійкості й надійності їх наземних конструкцій і фундаментів. Значна висота розміщення генераторного агрегату зумовлює при бокових вітрових навантаженнях значний згинальний момент, який передається на конструкції фундаменту й потребує його підсилення палями. Проект будівництва 10 електрогенераторних вітряків в Овідіопольському районі Одеської області передбачає спорудження 12 буронабивних палей під фундаментом кожного вітряка. Проте оцінка цього рішення потребує натурних випробувань роботи палей і корегування (в разі необхідності) проекту пального фундаменту. Нижче наводимо розроблену методику випробувань, що спирається на нормативні документи [1, 2].

Методика передбачає випробування 3 буронабивних палей довжиною 25 м та діаметром 0,8 м. Оскільки від поверхневих конструкцій на фундаменти передаються значні згинальні моменти, а діючі вітрові навантаження загрожують перекиданням споруди, передбачається випробування палей трьома різними способами: статичним випробуванням на вдавлювання, статичним випробуванням на висмикування та прикладанням до палей горизонтального навантаження.

Для проведення випробувань палей влаштовується експериментальний майданчик у зоні вітроелектроустанови (далі – ВЕУ). Для випробувань на майданчику споруджують 5 буронабивних палей довжиною 25 м та діаметром 0,8 м, як показано на рис. 1. Палі АП-1, АП-2, ВП-1 та ВП-2 після завершення випробувань будуть слугувати елементами фундаменту під ВЕУ. Також слід зазначити, що палі АП-1 та АП-2 використовуються лише в якості анкерних палей, в той час як ВП-1, ВП-2 та ВП-3 використовуються і як випробувальні, і як анкерні.

На вдавлювання випробовується палея ВП-1, на висмикування – ВП-2, на горизонтальне навантаження – ВП-3. Загальна схема майданчика випробувань, що представлена на рис. 1, зображує попереднє розміщення палей, яке може бути змінене на майбутніх етапах проектування.

Для проведення випробувань передбачається виконання палей на 1 м вище проектного положення. Після завершення випробувань тимчасова верхня частина зрізається до проектного положення, при цьому залишаються випуски

арматури. Проектний нуль, що відповідає абсолютній відмітці дна котловану, має бути уточнений безпосередньо перед влаштуванням паль під ВЕУ.

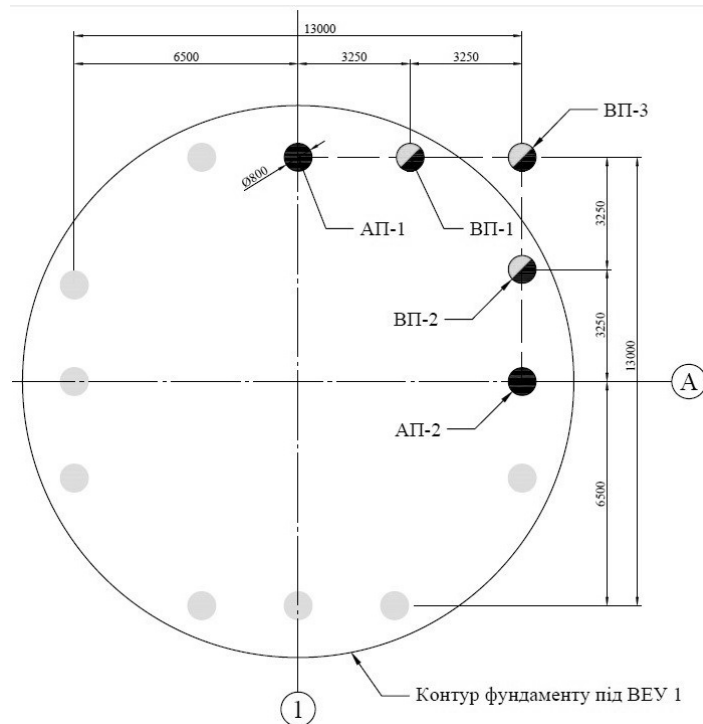


Рис. 1. Схема майданчика випробувань:

- АП-1 і АП-2 – анкерні палі; ● В П-1 і ВП-2 – випробувані палі;
- – проектні палі.

Схема влаштування паль для проведення випробувань представлена на рис. 2.

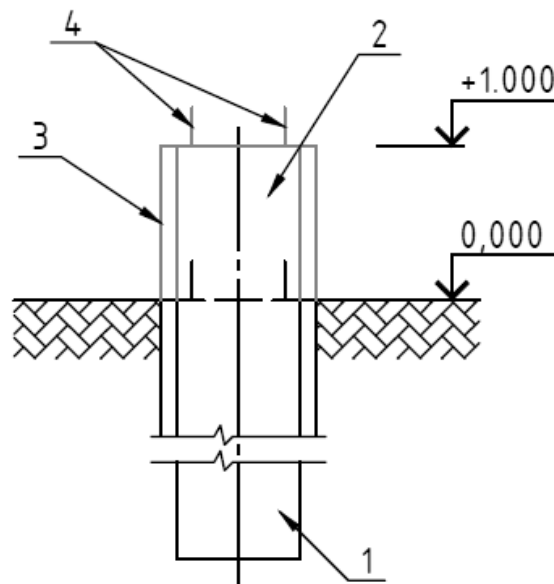


Рис. 2. Схема влаштування паль для випробувань:

- 1 – буронабивна палля; 2 – частина, що зрізається після завершення випробувань; 3 – захисне кільце; 4 – арматурні випуски.

Оголовки випробуваних палей повинні бути посилені трубами-кільцями для запобігання їх руйнуванню. До проведення випробувань палей, довжина анкерних і випробуваних палей повинна бути перевірена акустичним методом.

Відповідно до попередніх розрахунків. Клас бетону випробуваної палі приймається С25/30. Усі палі армуються на глибину 25 м, клас арматури А500С.

Для проведення випробувань необхідне наступне обладнання:

- відкалібрований домкрат;
- система балок, що з'єднується з анкерними палями;
- пристрій для вимірювання переміщень палі в процесі випробування (реперна система з вимірювальними приладами).

Реперна система під час проведення випробувань повинна бути захищена від вібрацій і струсів. Особливу увагу слід приділити її захисту від природних впливів, зокрема, дощу і прямої сонячної радіації. Для цього доцільним є встановлення тенту або аналогічної конструкції. Точність вимірювань переміщень оголовка палі має складати не менше 0,02 мм.

Для забезпечення точності вимірювань необхідно передбачити 3 сенсори переміщень здатних сприймати переміщення до 150 мм. Також необхідно встановити один сенсор переміщень на одній з анкерних палей, що фіксуватиме вертикальне переміщення анкерної палі при кожному з випробувань.

Перед початком і після завершення кожного з випробувань, а також один раз під час випробувань, має виконуватись геометричний замір оголовка палі та реперної системи. Для контролю горизонтальних переміщень оголовка розміщуються два сенсори, що знаходяться на перпендикулярних осях один до одного. Ці сенсори мають своєчасно дозволити визначити співвісну передачу навантажень на палю та уникнути ексцентриситетів, а також неточності замірів. Розміщення цих сенсорів представлено на схемах до кожного виду випробувань.

У процесі проведення випробування необхідно вести журнал, а результати випробувань оформлювати у вигляді графіків залежності переміщень палі від навантаження, прикладеного до неї для випробування статичним навантаженням.

На кожному ступені навантаження палі знімають значення вимірювань усіх приладів для визначення деформацій у наступній послідовності: нульовий відлік – перед навантаженням палі, перший відлік – одразу після прикладення навантаження, потім послідовно чотири відліки з інтервалом 15 хвилин і далі через кожні 15 хвилин до умовної стабілізації деформацій (затухання переміщень).

Розвантаження палі виконують після досягнення найбільшого навантаження ступенями з витримкою кожного ступеню не менше 15 хвилин. Покази приладів для вимірювання деформацій знімають одразу після кожного ступеню розвантаження та через 15 хвилин спостережень. Після повного

розвантаження (до нуля), спостереження за пружними переміщеннями виконуються також протягом 15 хвилин.

Для випробувань на горизонтальне навантаження передбачається використання домкрату, що встановлюється у горизонтальне положення, з примиканням до системи анкерних паль ВП-1 та ВП-2. Передбачається, що впритул до анкерних паль приєднується балка, що виконуватиме роль траверси та забезпечить їх сумісну роботу при прикладанні горизонтального навантаження на дослідну палю. Між цією конструкцією та палею встановлюється домкрат що, відштовхуючись від траверси, передаватиме навантаження на палю ВП. Таким чином, домкрат, опираючись на систему з двох анкерних паль, передаватиме навантаження на випробувальну палю. Схема даного випробування представлена на рис. 3.

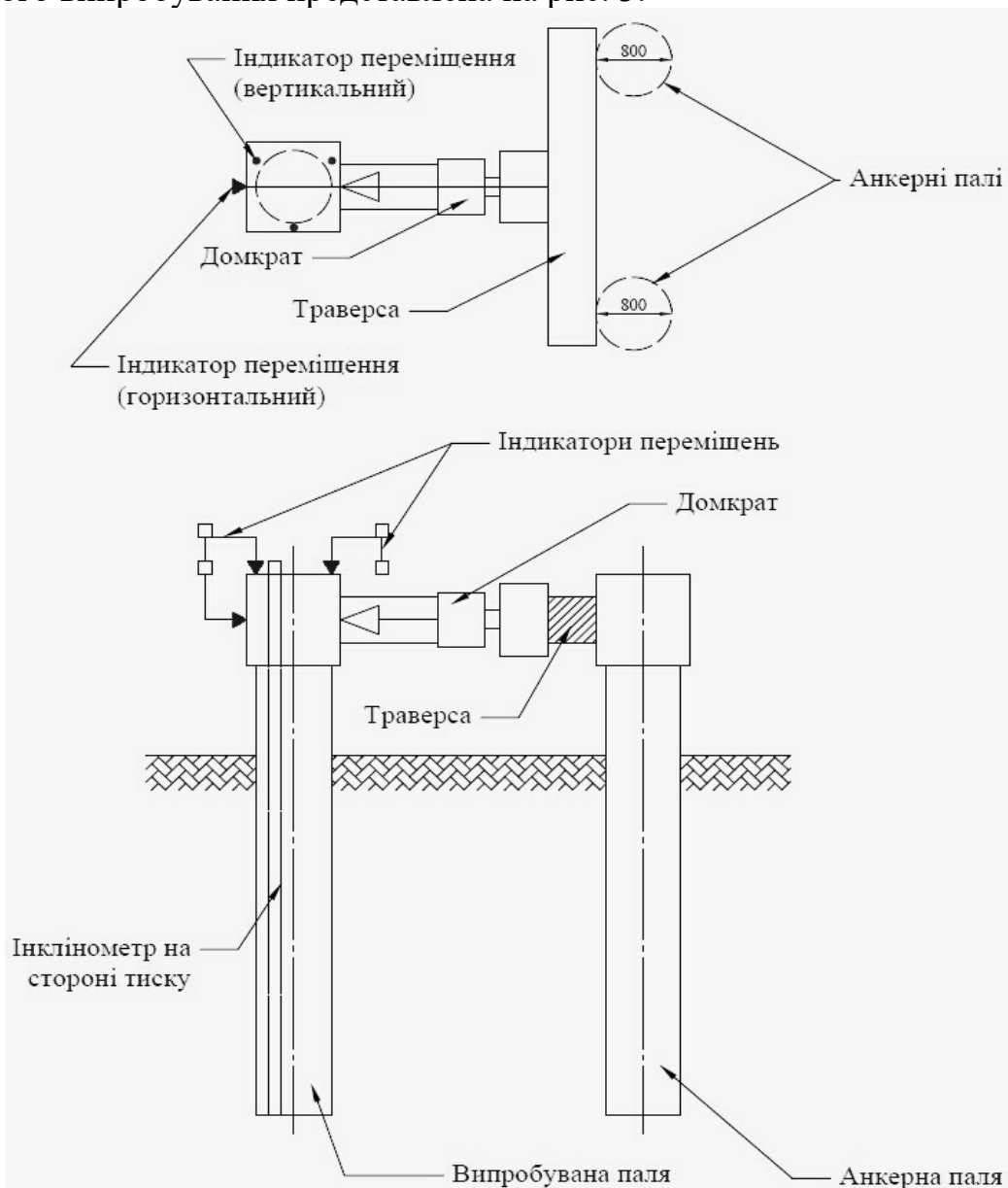


Рис. 3. Схема випробувань на горизонтальне навантаження та розміщення сенсорів

Отже можна зробити висновок, що заплановані випробування дозволять усебічно оцінити можливі загрози для стійкого стану паль, фундаменту й наземної конструкції вітряної електрогенеруючої устави. Вони відрізняються новизною підходу, що зумовлено специфікою врахування зусиль від згинального моменту. Розроблена методика впроваджується при експериментальному дослідженні реального будівництва вітряків в Овідіопольському районі Одещини.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ Б В.2.1-27:2010 «Основи та фундаменти споруд. Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань»
2. ДСТУ Б В.2.1-1-95 «Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Метод польових випробувань палями».