

ПРОБЛЕМИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ОФШОРНОЇ ВІТРОСТАНЦІЇ

Л.А. Лютенко, Д.С. Войтенко

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

Блискавкозахист офшорних вітрових електростанцій має кілька специфічних проблем та викликів порівняно з наземними станціями через їхнє розташування на морі. Високі вітрові турбіни, вологе середовище та вплив екстремальних погодних умов роблять їх вразливими до ударів блискавки. Лопаті вітрових турбін найбільш вразливі до ударів блискавки. Через них можуть виникати тріщини, внутрішні пошкодження композитних матеріалів або навіть повна руйнація лопаті. Основні проблеми, що пов'язані з блискавкозахистом офшорних вітрових станцій обумовлені різними факторами. Офшорні турбіни, як правило, вищі за наземні, до того ж на морі відсутні інші високі об'єкти, які могли б "перехопити" блискавку, тому турбіни стають природними мішенями. Морська вода та повітря містять велику кількість солей, які можуть спричинити корозію металевих частин систем блискавкозахисту. Це стосується як блискавковідводів на лопатях турбін, так і заземлюючих систем. Навіть із застосуванням захисних покриттів та стійких до корозії матеріалів, зношування елементів системи блискавкозахисту на офшорних станціях відбувається швидше, ніж на наземних. Використання морської води як середовища для відведення струму блискавки ускладнює систему блискавкозахисту і потребує інших технічних рішень.

Зазвичай заземлюючі електроди розташовуються на підводній частині конструкції (наприклад, на опорах турбін). Для цього використовуються спеціальні матеріали, стійкі до корозії, наприклад, мідні або нікельовані компоненти. Така система часто застосовується для невеликих об'єктів або в поєднанні з іншими типами заземлення. Опори офшорних вітрових турбін також є частиною заземлюючої системи. Сталеві палі або бетонні основи, що занурені в морське дно, забезпечують контакт з ґрунтом і водою, через що й здійснюється відведення струму. Фундаментне заземлення є основним способом для більшості офшорних турбін, оскільки самі структури опор забезпечують достатню площу контакту.

Для великих офшорних вітропарків можуть використовуватися комбіновані заземлюючі системи, що поєднують заземлення через морську воду та фундаментне заземлення.

Проєктування заземлення офшорної електростанції є складним процесом, оскільки морське середовище, тип ґрунту на морському дні та особливості обладнання мають суттєвий вплив на параметри заземлюючої системи. Під час проєктування необхідно визначити та врахувати наступні фактори:

– характеристики морської води: електропровідність, температуру, солоність, глибину та інші фізичні характеристики в місці розташування системи заземлення;

– характеристики морського дна: вид ґрунту (пісок, глина, скелясті породи) на дні визначає ефективність контакту заземлюючих елементів із землею (у більш щільному ґрунті можуть знадобитися довші або додаткові заземлюючі елементи для зниження опору).

Для безпечної роботи електроустановок і захисту від ураження електричним струмом необхідно забезпечити низький опір заземлюючої системи. Як правило, у більшості електроустановок опір не повинен перевищувати 1-10 Ом, залежно від нормативів та рекомендацій, але в морському середовищі цей показник може бути меншим завдяки хорошій провідності води. Також під час проєктування блискавкозахисту необхідно розрахувати та змоделювати заземлюючі електроди та конструкції, визначити розподіл струму в них. Це дозволить виявити можливі зони з високим опором або недостатньою ефективністю заземлення. При моделюванні треба врахувати можливі удари блискавки в офшорну турбіну, зокрема у її лопаті або опори. Це передбачає оцінку рівня струму блискавки і відповідну перевірку здатності заземлюючої системи безпечно відвести такий струм. Оцінити електромагнітну сумісність з іншими електричними компонентами офшорної електростанції, щоб уникнути небажаних впливів на роботу обладнання під час протікання струмів через заземлюючі системи. Врахувати корозійні процеси бо заземлюючі матеріали, які контактують з морською водою або морським дном, повинні бути стійкими до корозії. Це особливо важливо для довготривалих експлуатаційних систем. Тому зазвичай використовуються спеціальні матеріали, такі як нержавіюча сталь, бронза або мідь із захисними покриттями. В деяких випадках використовується катодний захист для зменшення корозійного впливу на заземлюючі конструкції. Він також може виконувати функцію додаткового заземлення.

Всі розрахунки про проєктуванні проводяться з урахуванням міжнародних та національних стандартів, таких як IEC 62305 (захист від блискавок), IEC 61400-24 (блискавкозахист вітрових турбін), а також рекомендацій виробників електрообладнання.

Таким чином, проєктування системи блискавкозахисту офшорної електростанції передбачає комплексне врахування особливостей середовища, вимог безпеки, захисту від корозії та ефективності відведення струмів блискавки. Завдяки сучасним технологіям, матеріалам та інженерним рішенням можна значно знизити ризики пошкодження ударом блискавки обладнання та лопатів, і забезпечити надійну роботу офшорних вітрових електростанцій.