

В Україні відповідно до Комплексної програми будівництва вітроелектростанцій (ВЕС) їхня сумарна встановлена потужність 2010 року має сягнути 1800 МВт [1], тоді як Греція мала 300 МВт вітрогенеруючих потужностей 2002 року. З огляду на розташування ВЕС на урвистих берегах і скелястих островах, куди й раніше часто вдаряли блискавки, греки набули деякого досвіду щодо захисту своїх генераторів від грозової діяльності [2].

## Нічна вітроаварія

Євген Баранник



Рис. 1. Реєстратор амплітуди імпульсного струму «PCS-Картка»

Той, хто був у Німеччині, мусив запам'ятати їх вітрополя, однак тут темпи приросту встановленої потужності вітрогенеруючих установок уповільнились – з 3240 МВт щорічного приросту встановленої потужності 2002 р. до 2036,9 МВт у 2004 р. Одна з причин – фінансові обмеження ФРН, згідно з якими від 1 серпня 2004 р. знижено розцінки на вітроелектрику, що зменшило привабливість галузі. Пропустивши поперед себе потужною «Мерса», можемо слідом за ним оминати вибоїни на дорозі (за умови, що втримаємо «мерсовський» темп). А в Україні вже було зафіксовано випадки грозових пошкоджень ВЕС. Отже, дещо з німецького досвіду.

Якось грудневої ночі 1999 р. над ВЕС «Lichtenau-Asseln», башти якої сп'ялися на пагорби у 15 км на південний схід від німецького міста Paderborn, пронісся сильний буран. Ранком черговий, оглядаючи своє «хазяйство», одразу помітив, що одну з башт геть понівечено. Від 60-метрової споруди лишилася тільки 10-метрова бетонна опора. Рештки досконалої машини, яка ще вчора справно «викачувала» кіловати з буйних гірських вітрів, було розкидано навколо. Сталеву трубчасту башту було переламано у двох місцях, наче то папіросний мундштук, лопаті ротора покручено від удару об землю, а гондолу з генератором вщент розбито. Що ж спричинило цю незвичайно важку

«вітросилову аварію»? Як водиться, негайно було розпочато розслідування із залученням фірми, яка поставляла вітрогенеруючу установку, відомства з контролю дотримання будівельних норм, Спілки технагляду і, звичайно, кримінальної поліції. У ході розслідування було помічено сліди грозових уражень на лопатях ротора постраждалої установки, які могли виникнути в результаті одного або кількох ударів блискавки.

Про цю біду добре відомо тим, хто професійно займається вітроенергетикою. Адже вітрогенератори встановлюють на високих ділянках місцевості, та й самі вони не маленькі, тож кінці лопатей ротора ширяють у небі на висоті до 150 м. Основним матеріалом лопатей є склопластик, але башта, на якій закріплено гондолу з ротором, редуктором, механізмом повороту лопатей і ротора з генератором, зроблена з металу і має надійне заземлення. Природа не обходить увагою цю «шпильку» і за найменшої нагоди обдає її не тільки вітром, дощем і снігом, але, як ми бачимо, також і грозовими розрядами. Причому, окрім від'ємних блискавок «хмара-ВЕС», які трапляються найчастіше, висока споруда провокує додатні блискавки «ВЕС-хмара». Оскільки лопаті ротора виготовлено із діелектрика (скло або вуглепластика), висловлюються побоювання щодо того, що має місце електризація внаслідок тертя об повітря. У попередній публікації у ЕП згадувалося про панконтинентальні системи моніторингу грозової діяльності. Так от, після масового встановлення ВЕС на приморських низинах Голландії у цих місцевостях грози почали гриміти частіше. У відповідь на черговий виклик природи знані виробники інтенсивно працюють над розробкою лопатей ротора, стійких до ударів блискавки. До цього гурту належить данська фірма «LM», яка забезпечує потреби 60 % світового ринку.

Випуск лопатей у «блискавковідpornому» виконанні данці почали ще з 1994 р. Кінці лопатей було обладнано металевими блискавкоприймачами, а струм

відводився до вала ротора багатожильним мідним дротом. Не зупинившись на цьому, фірма «LM» почала обладнувати лопаті реєстраторами амплітуди імпульсного струму на базі «PCS-Картки», що її розробив та щойно випустив у обіг німецький професіонал – фірма «OBO Bettermann GmbH & Co.». Принцип роботи «PCS-Картки» полягає ось у чому. На струмовідвод стандартного діаметра 8 – 10 мм, через який очікується протікання струму блискавки, закладається пластикова касета-тримач, до якої вкладається пластикова картка (розміром з банкоматівську) з попередньо намагніченою феромагнітною смужкою (рис. 1). Імпульсний струм утворює навколо провада, через який він протікає, імпульсне електромагнітне поле, під дією якого феромагнітна смужка частково розмагнічується – тим більше, чим сильніший струм. Для зчитування запису картку виймають з касети та вкладають у спеціалізований прилад, який видає результат у межах від 3 до 120 кА.

Лопаті постраждалої установки з вітрополя у «Lichtenau-Asseln» також були обладнані магнітними картками фірми «OBO». Зчитування карток всіх трьох лопатей ротора, а також експерименти, проведені на генераторі імпульсних струмів у дослідницькому центрі «ВЕТ» (Північний Рейн-Вестфалія), дозволяють стверджувати, що першопричиною аварії були ураження лопатей потужними розрядами блискавки силою струму до 41 кА! Ось дослівна цитата зі звіту про заподіяну шкоду: «Потужні удари блискавки, зареєстровані системою запису пікових амплітуд струму виробництва фірми «OBO Bettermann GmbH & Co.», найвірогідніше призвели до необоротних змін структури лопатей, внаслідок чого послабився механічний зв'язок деяких їхніх фрагментів таким чином, що деякі з них було відірвано від ВЕС центробіжною силою. Наслідком цього стало розбалансування ротора, яке стало причиною вимушених коливань башти, які, кінець кінцем, спричинили її руйнування». На жаль, ця вітро-

установка ще не мала сучасної системи аварійного гальмування ротора на випадок його розбалансування (рис. 2), яка могла б значно зменшити розмір збитків.

Лесковський Левша, повернувшись з Англії, все намагався втовкати чиновному люду: «В Англії ружья кирпичом не чистят. Не дай Бог войны – они стрелять не станут!». Магнітні реєстратори ОБО можуть стати у нагоді не тільки на Донузлавських чи Тарханкутських просторах. Реєстрація прямих грозових уражень систем блискавкозахисту споруд є єдиним способом пересвідчитися у їхній ефективності, дієвості методів проектування. Адже розрекламовані, так звані «активні» (або «ESE») блискавкоприймачі з їхньою казковою зоною захисту не можуть бути перевірені у лабораторних умовах!

Справа в тому, що розвиток майбутнього каналу блискавки відбувається ступенями по 50 м, після чого вона «завмирає» приблизно на 50 мкс, аби «напнути» наступну «кулю, що котиться» електричного поля, якою проектувальники перевіряють докладність систем зовнішнього захисту, а блискавка іонізує атоми газів, що входять до складу повітря. Тобто кожні 50 м блискавка має можливість кардинально змінювати напрямок розвитку. Останні 50 м і є визначальними щодо прогнозу точки контакту з заземленим предметом, подібно до «останнього дюйма» між шасі літака і посадочною смугою, так майстерно описаного Джеймсом Олдріджем. Але – людство досі неспроможне створити штучну електричну іскру 50 м завдовжки. А щодо «непрямих методів»,

на результати яких посилаються адепти «активного» блискавкозахисту, то навіть судочинство із пересторогою зважає на «непрямі докази». Єдиний спосіб оцінити ефективність систем перехоплення блискавки – мати реєстратори «PCS-Картки» на струмовідводах, як це було заявлено на авторитетному зібранні фахівців під час проведення 27-ї Міжнародної конференції з захисту від блискавки у 2004 р. Не треба забувати й про дешевизну такого реєстратора, адже немає потреби придбавати коштовний зчитувач – це охоче зроблять у ТОВ «ОБО Беттерманн Україна», де такий прилад вже є.

Можуть скористатися «PCS-Карткою» ОБО також «щитовики», встановлюючи її на провід, який з'єднає головну шину зрівнювання потенціалів із заземлюючим пристроєм. Адже при спрацьовуванні розрядників струму блискавки або обмежувачів наведених перенапруг імпульсний струм неодмінно пройде повз картку, залишивши на ній відповідний запис. Не зайвий аргумент при розгляді причин пошкоджень у електричній мережі або нештатної роботи устаткування!

Будемо сподіватися, що й страховий бізнес побачить сенс у обладнанні «PCS-Картками» систем захисту будинків, для яких передбачено відшкодування збитків на випадок уражень блискавкою. Адже не випадково на пластиковій касеті картки передбачено отвори для пломбування. До речі, є вони і на кришках шин зрівнювання потенціалів, що їх пропонує ТОВ «ОБО Беттерманн Україна» (якщо хтось із численних покупців того краму звертав увагу

на цю деталь). За умов конкурентного середовища виграє той із страхувальників, хто точніше може оцінити ступінь ризику і краще запобігти зловживанням. А як щодо регулювання ризиків? Чи звернеться до страхувальника по зменшення премії шановний власник котеджу (офісної чи виробничої споруди), якого ми з вами переконали у необхідності влаштувати систему захисту від блискавки? Причому «повний фарш»: європроект по 3-му класу із вірогідністю перехоплення у 91 %, з урівнюванням потенціалів, ОПНами на силових і сигнальних лініях. Чи зрозуміють його у страховій фірмі?

А відомі вам випадки запрошення фахівця для оцінки електромагнітної обстановки на об'єкті та складання рекомендацій з її покращання? Фірма, яка виконує подібні замовлення, трапилася автору лише на московській виставці у комплексі на «Красной Пресне». То маємо непогані перспективи у розвитку сфери послуг!

На початку статті згадувалося про уповільнення темпів нарощування вітроенергетики у Німеччині. То що, німці перейшли на м'ясорубку з ручним приводом при світлі каганця? Фотоелектрика! Німецький уряд сьогодні заохочує розвиток фотоелектричних станцій, встановивши привабливі розцінки на електроенергію, яку приватний фотоелектричний генератор постачає у громадську мережу. Навіть ставлять щогом два лічильники: за одним гроші платять, за іншим – отримують. Така преференція підбурила німців до бурхливого розвитку фотоенергетики. Тому фахівцям із захисту від блискавки і перенапруг і тут вистачає роботи. Про нормативні заходи у цій галузі та дещо про участь України в розвитку світової фотоенергетики – у наступних наших публікаціях.

#### Література:

1. Геннадій Бабенко. Регіональна вітроенергетика в контексті розвитку ПЕК України. <http://www.zn.kiev.ua/nn/show/416/36546/>.
2. D. Agoris, K. Rossis, P. Vionis, N. Stavridis, E. Lignos. ANALYSIS OF LIGHTNING INCIDENTS ON WIND TURBINES IN GREECE. Proceedings of the 26th International Conference on Lightning Protection, p.p. 717-721, Cracow – Poland, September 2-6, 2002.



ТОВ «ОБО Беттерманн Україна»  
Тел. /факс (044) 494-3089  
[bettermann@svitonline.com](mailto:bettermann@svitonline.com)  
[www.obo-bettermann.com](http://www.obo-bettermann.com)

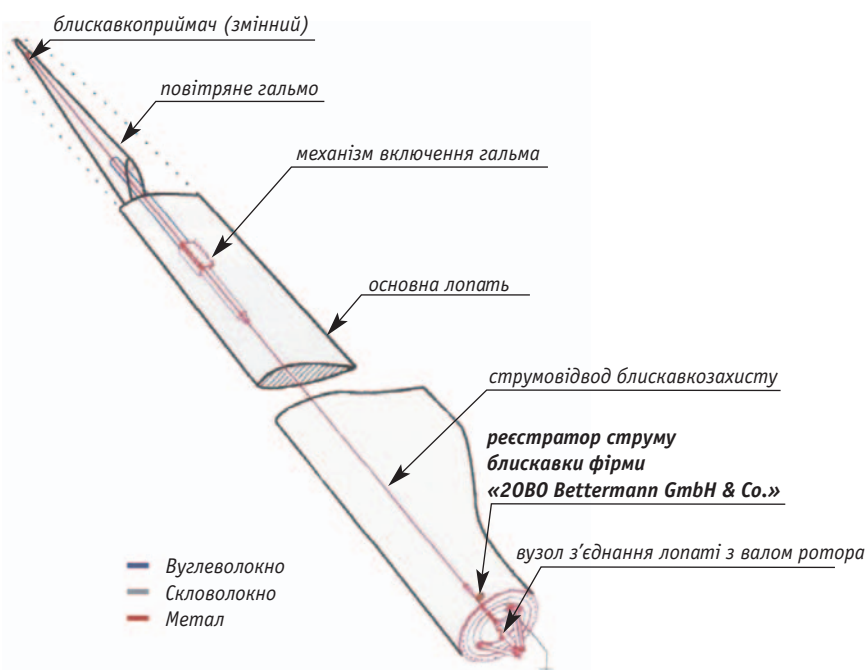


Рис. 2. Лопать ротора ВЕС із повітряним гальмом та реєстратором струму блискавки