



# Ветряная электростанция в Надати

Северо-западное  
побережье Японии



Повреждение ветрового двигателя ударами молний



Данный эксперимент проводился на ветряной электростанции в Надати на западном побережье Японии. Цель эксперимента – провести измерения эффективности молниезащиты, обеспечиваемой молниеотводом с упреждающей стримерной эмиссией производства компании INDELEC.



Эксперимент начался в ноябре 1997 г. Последние 5 лет ученые и инженеры в Японии регистрируют особенно сильные и частые удары молний на объекте и изучают эффективность молниеотвода Prevestron в таких экстремальных условиях. Результаты этих исследований регулярно представляются на научных конференциях по молниям и энергии ветра.



## Общие сведения об объекте

Установка состоит из двух трехлопастных двигателей на горизонтальной оси, максимальной высотой 51,5 м. Каждая лопасть имеет длину приблизительно 10 м и изготовлена из композитного материала. При открытии электростанции в декабре 1996 г. в конструкцию не было включено никаких специальных устройств для защиты от прямых ударов молнии.

Электростанция расположена в регионе, известном своими зимними грозами с уровнем вероятности возникновения молний от 30 до 35. Тем не менее, грозы особенно часто случаются в зимние месяцы и июле/августе.

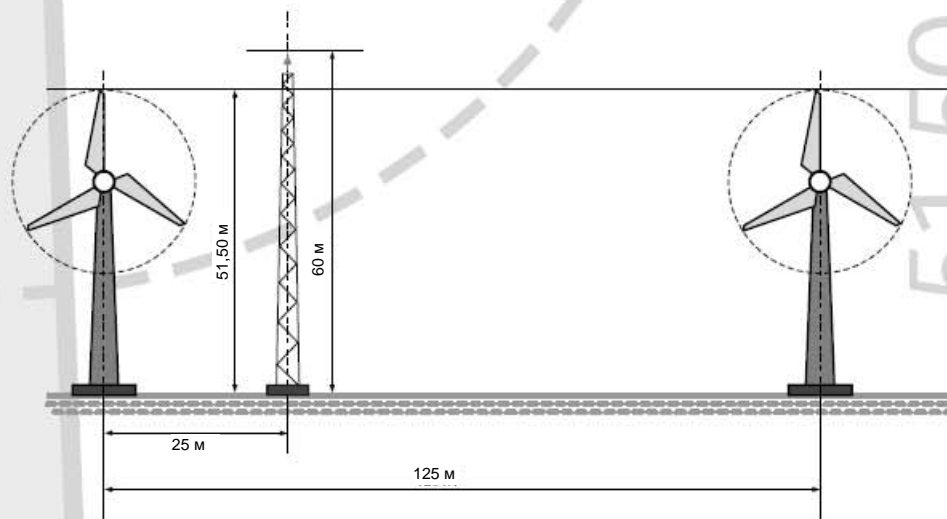
В эти месяцы очень высока частота вспышек молнии. К тому же, частота ударов молний иногда очень велика в течение очень короткого промежутка времени, до 8 – 10 ударов менее чем за 3 часа.

Таким образом, в январе 1997 г. двигатели получили значительные повреждения в результате нескольких сильных гроз: механические (сломанные лопасти), электрические (не подлежащие ремонту повреждения электрических и телефонных систем) повреждения и повреждения, связанные с компьютерной техникой.

## Система молниезащиты

В ноябре 1997 г. компанией CENTRAL LIGHTNING PROTECTION Inc. (Япония) была установлена система молниезащиты с упреждающей стримерной эмиссией типа Prevestron S6.60 на мачте высотой 60 метров, расположенной между двумя двигателями, на расстоянии 25 метров от одного двигателя и 100 метров - от другого.

Устройство упреждающей стримерной эмиссии Prevestron было установлено на 8,5 метров выше самой высокой точки, которой достигают лопасти при вращении или при остановке в самом высоком положении



## Контрольно-измерительная аппаратура и проведение испытаний

При этом на расстоянии 1 км была установлена станция автоматического контроля. Специальная оптико-механическая двухзатворная камера позволяет вести очень быструю фотосъемку молнии. Используемая 35-мм пленка рассчитана на 700 кадров, что обеспечивает автономную работу в течение приблизительно 3-х месяцев. На кадрах регистрируются отметки времени при помощи сигналов от спутников GPS.

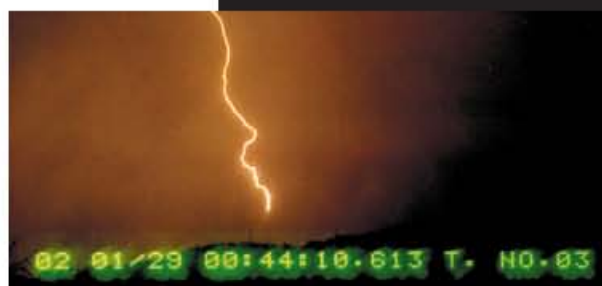
## Результаты

В настоящем отчете представлены результаты контроля, проводившегося на протяжении более 4 лет – с 1-ого квартала 1998 г. по 1-ый квартал 2002 г. с десятком кадров, на которых показаны вспышки нисходящих/восходящих молний. В настоящей брошюре представлено несколько примеров таких изображений.

В 1998 г. из 32 ударов молний, большая часть которых была восходящего типа, 29 было перехвачено системой защиты с упреждающей стримерной эмиссией, что позволило избежать значительных повреждений генераторов и вспомогательного оборудования. Два удара пришлось на двигатель, расположенный ближе к системе защиты, а один удар – на дальний двигатель. Однако, эти три разряда, возможно небольшой силы, попавшие в двигатели, оставили лишь следы на поверхности лопастей, не вызывая конструктивных повреждений.

В декабре 2001 г. молниеотвод Prevelectron типа S6.60 был заменен на тип Millenium, последнюю модель, разработанную инженерами компании INDELEC на основе результатов исследований молний в естественных условиях, которые проводились компанией на протяжении последних 10 лет.

С 14 декабря по 30 декабря на объекте было зарегистрировано 12 ударов молний с потрясающим результатом: все 12 ударов были перехвачены молниеотводом с упреждающей стримерной эмиссией Prevelectron Millenium.



## Заключение

Эти мероприятия по контролю, проводимые на промышленном объекте, продемонстрировали эффективность защиты, обеспечиваемой молниеотводом Prevectron с упреждающей стримерной эмиссией, а также показали хорошее соответствие с теоретической моделью.

Требуемый уровень защиты ветряных двигателей - II, что соответствует эффективности 90 – 95%.

Полученные результаты неуклонно свидетельствуют о том, что эффективность системы молниезащиты Prevectron превышает 90%.

А результаты последней кампании с применением модели Millenium показали даже еще большую эффективность.

Наконец, необходимо помнить о том, что электрогеометрическая модель стандартов IEC 1024-1 и NFC 17-102, а также стандартов BS и NFPA основывается на разрядах нисходящих отрицательных типов молний. Интересно будет проверить, подходит ли эта модель для восходящих (возможно положительных) ударов, зарегистрированных в ходе этих экспериментов в Надати, Япония?

