**Как уберечься от пожаров на ветроэнергетических установках**

Г.С. Дмитриев

«Энергия» 2006, № 4. С. 35-39.

Пожары на ветроэнергетических установках (ВЭУ) случаются довольно редко, но, как правило, их результатом становится полное разрушение турбины. Если пожар в гондоле ВЭУ на высоте уже начался, его весьма трудно остановить, пожарной команде непросто добраться до места возгорания,специальное оборудование для этого имеется в наличии очень редко, а напора воды зачастую не хватает для того, чтобы достать струёй до такой высоты (высота современных ВЭУ мощностью до 5 МВт достигает 130 м; при мощности 150-200 кВт их высота составляет не менее 30 м).

Если установка сгорела, то, по данным страховой компании WindPro, на ее замену требуется от 9 до 12 месяцев, а это потери энергии для владельца установки. Но обычно производители ВЭУ стараются как можно быстрее убрать ее из виду. Пожары на установках являются причиной от 9 до 20% исков к страховым компаниям.

Пожары на ВЭУ происходят по двум основным причинам — удар молнии или технические ошибки и неисправности. В обоих случаях горят смазочные материалы, масла, трансмиссионные горючие жидкости и оболочка гондолы.

**Пожары от ударов молний**

Не каждый удар молнии приводит к пожару. Чаще удар молнии вызывает поправимый ущерб — это, как правило, разрушенная лопасть, которую потом заменяют. Но уж если пламя появилось, это ведет к полному разрушению установки. Возможная частота ударов молнии существенно зависит от места расположения ВЭУ и ее размеров. Площадки континентальной Европы сравнительно редко подвергаются ударам молнии. Чаще молнии сверкают и попадают в ветроустановки на севере Германии и в Альпах, в то время как в Дании удар молнии в ВЭУ — редкость. Страховая компания WindPro констатирует, что удары молний в ветротурбины чаще происходят в США, чем в Европе. Так, в штате Техас это очень частое явление. Очень большой ущерб молнии наносят ВЭУ в Японии, особенно в ветреные зимы с переменной погодой. Данные, собранные в Японии, показывают ужасную картину. Только за один сезон и только в одной области Хонсю лопасти на 55 ВЭУ были разрушены молниями. Суммарный оцененный ущерб за год превысил 5.5 млн. долл., а стоимость профилактических мероприятий составила около половины этой суммы.

С развитием ветроэнергетики размеры и мощности ВЭУ увеличиваются, что делает их все более подверженными ударам молнии. Ветропарки, расположенные на морских акваториях, также находятся в зоне повышенного риска от попадания молний. Производство лопастей из углеродных волокон с высокой электропроводностью, применяемое в настоящее время для снижения массы лопастей и для их упрочнения,увеличивает уязвимость ВЭУ для молний.

По мере роста мощности и размеров ВЭУ производители все большее внимание стали уделять усложняющимся системам молниезащиты. Например, в ВЭУ типа V90 производства фирмы Vestas встроены предохранительные электроды, которые идут от самых кончиков лопастей до дна башни, где установлена система заземления.

Другие производители не используют углеродные волокна в больших лопастях. Так, для ВЭУ Multibride мощностью 5 МВт лопасти выполнены без углеродного волокна. Фирма Епегсоп также старается избегать применения углеродных волокон в лопастях ВЭУ модели Е-112.

Британская фирма ЕА Technology пытается решить проблему защиты от молний более «профилактическим» методом, а именно системой предварительной локации молний. Система предсказывает возможное место возникновения молниевых разрядов за два часа, давая операторам ВЭУ возможность заранее остановить свои установки для предотвращения ущерба. В соответствии с исследованиями фирмы ЕА Technology, основывающимися на статистике, собранной на площадке, где в среднем в год происходит 10 разрядов молний, это явление можно предсказать заранее не более чем за 4 часа.

В США за прошедшие десятилетия были установлены тысячи мелких, по нынешним масштабам, ВЭУ мощностью 80-150 кВт. В то время молниезащита лопастей в агрегатах американского производства не была распространена повсеместно, и в результате имели место удары молний в ВЭУ и пожары. Однако ветеран ветроэнергетики США Поль Гайп рекламирует как самые надежные на вторичном рынке ветроагрегатов старые ВЭУ датского и германского производства мощностью 150-200 кВт, уже в то время оборудованные молниезащитой.

\* Атлас ветров России / А.Н. Старков, Л. Ландберг, П.П. Безруких, М.М. Борисенко. — М.: «Можайск — Терра», 2000.

Какова ситуация в России? Во-первых, у нас ВЭУ насчитываются только десятками, и большая часть из них установлена после 2000 г. Поэтому статистики ударов молний в них практически не имеется. Хотя лучше всего собирать ее с самого начала, особенно для того, чтобы составить представление о наиболее опасных местах для расположения ветропарков и сравнить их с картой ветроэнергетического потенциала «Атласа ветров России»\*.

ВЭУ или крупных ветропарков, расположенных в море, в нашей стране пока вообще нет. Самый большой континентальный ветропарк России находится в Калининградской области вблизи п. Куликово. Суммарная мощность его равна 5.1 МВт, он состоит из 21 ВЭУ датского производства. Второй по количеству агрегатов и установленной мощности ветропарк находится вблизи г. Анадырь на Чукотке и состоит из 10 ВЭУ украинского производства единичной мощностью 250 кВт. Средняя мощность ВЭУ по России составляет чуть более 200 кВт. Большинство установок оборудованы молниезащитными устройствами, заземляющими электродами.

Автокраны соответствующей грузоподъемности, пригодные для монтажа крупных, по нашим масштабам, ветроагрегатов достаточно редки, а в некоторых местностях попросту отсутствуют. Так, для монтажа ВЭУ Wincon 200 мощностью 200 кВт с массой гондолы 8 т в Мурманске нашелся только один автокран, работавший на пределе своей грузоподъемности при высоте башни ВЭУ в 28 м. Если бы установка была мощностью 300 кВт, пришлось бы использовать вертолет, что значительно увеличило бы расходы на ее возведение. Таким образом, для начала процесса развития ветроэнергетики необходимо одновременно решать вопрос о создании специального кранового хозяйства. Это же можно сказать и о противопожарном оборудовании.

**Технические неисправности и человеческий фактор**

Другой распространенной причиной пожаров являются технические ошибки и неисправности. Выяснение причины события после пожара требует довольно много времени и средств. Пожары такого рода возникают от перегрева и искрения. Дополнительным фактором риска является присутствие воспламеняющихся жидкостей и аэрозолей.

Человеческий фактор также имеет место при возникновении пожаров на ВЭУ. В основном он проявляется в невнимательности эксплуатационного персонала при профилактических ремонтах и осмотрах. В начале развития ветроэнергетики пожары часто возникали от сломанных контактов электрооборудования, которые нагревались или искрили. Происходящие рядом разливы масла, наличие горючей оболочки кабелей из пластика, резины или другого воспламеняющегося материала представляют потенциальную опасность.

Пожар может быть результатом поломки или некондиционного состояния какого-либо компонента. В 2003 г. прототип германской ВЭУ Vensys 62 мощностью 1.2 МВт сгорел из-за замыкания в «устойчивом к поломкам» комплекте батарей в системе контроля поворота лопастей.

Пожар может произойти также из-за осушения основных подшипников на главном валу. Результат — их нагрев, загорание остатков смазки и сильный пожар. Такое событие может быть вызвано, например, режимом длительных и частых торможений и наличием при этом горючих материалов вблизи горячих подшипников.

**Как избежать пожаров на ВЭУ**

Самое главное средство от пожаров — достаточно частые и тщательные осмотры и ремонтно-профилактические работы. Нужно отслеживать и ликвидировать трение кабелей о вибрирующие и вращающиеся части. Следить за состоянием изоляции кабелей, так как ее разрушение ведет к коротким замыканиям и пожару.

Сломанная или истертая труба маслопровода может вызвать протечку масла, которое затем попадает в трущиеся части. Если масло попадает в контакты, возможно возгорание от искрения и пожар. Это же относится и к протечкам из труб водяного охлаждения — потеря воды в системе охлаждения генераторов и других компонентов ведет к их перегреву и возникновению пожара.

Применение телекоммуникационных следящих систем, дистанционно связанных с персональным компьютером в диспетчерской, может значительно снизить риск ущерба, вызванного ошибкой персонала или поломкой компонента установки. Подобные системы обычно отслеживают температуру масла и воды в критических местах, уровень вибрации, изменение уровня шума ВЭУ.

В Европе телекоммуникационные системы получают широкое распространение по двум основным причинам. Первая — большое количество ВЭУ (несколько десятков тысяч). Даже физически трудно найти такую армию эксплуатационного персонала.

Вторая причина в том, что зарплата этого персонала должна соответствовать европейским стандартам. А это значит, что расходы на эксплуатацию могут значительно возрасти и составить сумму, большую, чем расходы на оснащение ветроагрегатов телекоммуникационными системами. Нужно иметь в виду, что здесь присутствуют еще два фактора, облегчающих применение этих систем в Европе — низкий уровень воровства и приемлемый уровень аренды телекоммуникационных каналов для передачи информации.

В России дело обстоит с точностью до наоборот — значительно проще нанять дежурный персонал со сравнительно небольшой зарплатой, который одновременно будет осуществлять и охранные функции, чем арендовать каналы связи, стоящие, как и все связанное с телекоммуникацией в России, чрезвычайно дорого, и затем содержать целый штат охраны как самих установок, так и контрольного электронного оборудования.

По правилам эксплуатации ВЭУ, их профилактический осмотр и контроль должны проводиться в соответствии со строгим графиком: первый осмотр — через месяц после пуска в эксплуатацию, последующие — через каждые полгода. Для каждой установки должен быть составлен свой график посещений и проверок с указанием, что именно нужно осматривать и что — контролировать. Здесь под словом «осматривать» подразумевается поиск видимых нарушений и дефектов, а под словом «контролировать» — проверка компонентов и деталей на соответствие их стандартным требованиям, например проверка момента затяжки болтов или величины сопротивления изоляции.

Ветропарк «Куликово», состоящий из 21 агрегата, принадлежит и эксплуатируется АО «Янтарьэнерго». Для обслуживания ВЭУ здесь имеется специальная бригада из двух рабочих и мастера. Для спасения людей в случае возникновения пожара во время профилактических работ эта бригада носит с собой специальный спасательный комплект, состоящий из троса, карабинов и специальной лебедки с ручным приводом. Применение такого комплекса дает возможность людям спуститься из гондолы к основанию агрегата вне башни, если возгорание произойдет в распределительном шкафу внутри башни или в гондоле. Впрочем, вероятность этого очень мала, так как почти все профилактические осмотры и контроль, а тем более ремонт осуществляются при остановленном агрегате. Более сложные электротехнические работы проводятся при отключении агрегата от сети и даже запирании основного электрического ключа. Но все же лучше перестраховаться и быть готовым к любой неожиданности, ведь речь идет не только о денежном ущербе, но и о жизни людей.

**Системы пожарной безопасности**

Полезным является применение специальных противопожарных систем с распрыскиванием или распылением подавляющей огонь пены или порошка, функционально соединенных с ключевыми системами ВЭУ. Некоторые производители разрабатывают новые системы пожаротушения и верят,что, встраивая подобные системы в свои изделия, например гондолы ВЭУ, они упрощают пожаротушение. Производители патентованных систем пожаротушения в других областях промышленности предлагают их как необходимые компоненты для установки на ВЭУ.

Одной из таких систем, которая может быть встроена в ВЭУ на любой стадии ее жизни, является система «Firetrace». В системе используется подача по трубам, проложенным параллельно любой работающей части ВЭУ (например параллельно гидравлической системе), CO2 или другого огнеподавителя в течение нескольких секунд после появления огня. Это снижает ущерб от возникшего пожара до минимума. Подобные системы проектируются для автоматической работы на крупных ВЭУ без необходимости ручного включения и наблюдения.

Что касается России, то, например, в ветропарке «Куликово» в распределительных шкафах установлены самосрабатывающие порошковые огнетушители. О других автоматических системах противопожарной безопасности на российских ВЭУ у автора данных нет.

**Заключение**

Как уже упоминалось выше, сбор и анализ статистических данных по ударам молний и пожарам на ВЭУ поможет при принятии решений о выборе перспективных площадок для их строительства. Правильный подход к решению проблемы пожаробезопасности не только спасет человеческие жизни, что является наиболее важной задачей этих мероприятий, но и обеспечит снижение рисков при подготовке бизнес-планов и получении кредитов от отечественных или зарубежных банков и инвесторов. А это приведет к общему снижению стоимости проекта, повышению его экономической эффективности. Таким образом, этот сугубо технический вопрос имеет далеко идущие экономические последствия для всего развития ветроэнергетики в мире и в России.