Ветряная электроэнергетика — новый рынок сбыта композиционных материалов

Отрасли углеродных волокон гарантирован стабильный рост до 2040 года

Оксана Грунченко

За последние годы ветряная энергетика стала самой быстроразвивающейся энергетической отраслью. Темпы роста ветроэнергетики последние 5 лет удерживаются на уровне не менее 20 % в год, и положительная динамика сохранится в течение по крайней мере ближайшего десятилетия.

Большая часть лопастей турбин делается из композиционных материалов, а, поскольку размер лопастей постоянно увеличивается, технология их производства тоже эволюционирует — от простых ручных наслаиваний до более сложных методов.

По оценкам Американской ассоциации энергетики ветра AWEA, в 1999 году суммарная мощность мировой ветроэнергетики увеличилась на 3 600 МВт или 36 %. Это был самый значительный годовой прирост в отрасли. Теперь мировое ветроэнергетическое производство достигает 45 тыс. МВт. Пример подает Европа (активную роль в развитии отрасли играют Дания, Испания и Германия). Однако в 2001–2002 годах быстрый подъем данной технологии начался в США, а также в развивающихся странах, таких как Индия и Китай.

Часто называемая «топливом будущего», энергия ветра вполне оправдывает это название. В отличие от традиционных энергетических источников (уголь, газ, урановое топливо), ветроэнергетика не загрязняет окружающую среду, а ее ресурсы не истощаются. В развивающихся странах, где быстро повышается уровень жизни, ветроэнергетика позволяет быстро создавать эффективные и устойчивые источники энергии, а часто — в дальних селениях — является единственным способом получения электричества. В индустриальных странах ветроэнергетика становится привлекательным дополнением к традиционным источникам энергии — из-за необходимости увеличения энергетических мощностей и ужесточения экологических требований. Эффективность ветроэнергетики постоянно увеличивается. В то время как себестоимость большинства видов энергетических ресурсов возрастает, затраты на ветроэнергетику уменьшаются.

В долгосрочный период (15–20 лет) аналитики предсказывают ветроэнергетике победу над гидроэнергетикой, которая в настоящее время производит 23 % мирового электричества.

2020... 2040...

Согласно исследованию, которое было проведено в конце прошлого года организацией «Гринпис», Европейской ассоциацией ветроэнергетики, а также Форумом энергетики и развития, к 2020 году энергия ветра может удовлетворять 10 % мировых потребностей в электричестве, создать 1,7 млн рабочих мест и сократить на 10 млрд тонн выбросы диоксида углерода. К 2040 году доля ветроэнергетики может повыситься до 40 %. В Дании уже сейчас 10 % электроэнергии вырабатывается на ветряных турбинах. К 2030 году здесь планируют довести долю ветроэнергетики до 50 %, реализовав несколько совместных европейских проектов. В долгосрочный период аналитики предсказывают ветроэнергетике победу над гидроэнергетикой, которая в настоящее время производит 23 % мирового электричества.

Компании

В мировом производстве ветряных турбин доминирует сравнительно небольшое количество компаний.

Согласно информации датской консалтинговой компании BTM Consult ApS, первые 11 производителей турбин занимают 98 % мирового турбинного рынка. Европа — родина ветряных турбин. 90 % производителей ветряных турбин — европейские компании.

По количеству произведенных проданными турбинами киловатт, четверка крупнейших производителей турбин такова: датская компания **NEG Micron AS**, занимающая 23,4 % рынка, американская фирма **Enron Wind Corp.** (16,3 %), датская **Vestas Wind Systems AS** (14,8 %) и немецкая компания **Enercon** (12,8 %).

Испанская компания **Gamesa**, а также **Bonus Energy AS** и **Nordex** из Дании занимают остальную часть рынка.

С точки зрения общего количества выработанной установками энергии, первые три места занимают NEG, Vestas и Enercon.

Технология производства лопастей

Ветряные турбины рассчитаны на 20-летний жизненный цикл. Роторные лопасти составляют в них около 20 % стоимости. Это самый дорогой компонент турбины. После первоначальных опытов со сталью и алюминием, большая часть лопастей стала изготавливаться из композиционных материалов. В ранние дни индустрии лопасти производились с помощью ручной техники наслаивания, которая применялась в кораблестроении. Хотя такое производство — с точки зрения формовки и применяемого оборудования — достаточно дешево, данная технология неудобна для автоматизированного производства. Автоматизация стала необходимой после того, как увеличились размеры лопастей и объемы выпускаемой продукции.

В начале 80-х годов наиболее распространенными были турбины мощностью в 55 кВт и с длиной лопастей 7 м. С тех пор размер машин значительно увеличился, и сегодня средняя мощность турбины превышает 600 кВт, а длина лопастей составляет не менее 23 м. Одна турбина мощностью 600 кВт, расположенная в подходящем месте, может удовлетворить потребность в электричестве 300–400 домов. В настоящий момент широкое распространение получают установки, мощность которых равна 1,65 МВт, а длина лопасти более 30 м.

Чтобы учесть увеличение веса лопастей, требования к нагрузке и усталости материала, технология производства турбин должна была измениться. С изменением длины лопастей британская компания **SP System**, выпускающая композиционные материалы для производства турбин, стала ждать, что производители перейдут от полиэфирного волокна к эпоксидному. Кроме того, компания рассчитала, что вместо ручного наслаивания будет применяться вакуумное нагнетание.

Компания SP System, купленная недавно американским производителем углеродных волокон, фирмой **Zoltec**, с начала 80-х годов поставляет материалы, применяемые в производстве лопастей. Производители ветряных турбин являются для компании самым крупными клиентами. В прошлом году продукция для ветряной энергетики заняла 75 % в производстве SP System. Компания поставляет композиционные материалы главным европейским производителям турбин, включая и фирму Vestas.

Две других датских компании также используют передовые технологии производства. Фирма **LM Glasfiber** применяет вакуумное нагнетание, а Vestas Wind System AS использует препреги.

В настоящее время LM производит лопасти длиной свыше 40 м, а разрабатывает — еще большие. Первоначально компания использовала технологию ручного наслаивания, но теперь каждая лопасть изготовляется методом вакуумного инжекционного литья смол (технология VARIM).

Другой производитель турбин, компания Vestas Wind System AS, разрабатывает и выпускает оборудование, башни турбин, лопасти ротора и системы контроля. Компания выпустила около 7 000 ветряных турбин, которые располагаются сейчас во всех частях света. Самостоятельно производя основные компоненты турбин, Vestas пытается повысить гибкость производства, уменьшить зависимость от поставщиков и поддержать на высоком уровне свои ноу-хау. Это особенно важно в виду последующей передачи технологии дочерним предприятиям и ассоциированным компаниям.

Штаб-квартира Vestas расположена в Ringkobing (Дания). По объему произведенной энергии компания является отраслевым лидером. Она занимает около 20 % мирового рынка. В 1998 году общая мощность установок, выпущенных Vestas, была равна 556 МВт.

Технология производства турбин

Существует множество конструкций турбин, но общим для них является: наличие трех лопастей, система управления срывом потока с лопастей, постоянная скорость, устройство турбины (в некоторых случаях добавляется система контроля над шагом винта).

В большинстве ветряных турбин лопасти ротора вращаются вокруг горизонтальной ступицы (горизонтальных осевых машин). Обычно турбины имеют три лопасти (хотя некоторые имеют две и даже одну). Чаще всего ротор имеет диаметр около 66 м. Ступица связана с коробкой передач и генератором, которые находятся внутри кабины. Кабина расположена в верхней части стальной башни высотой 25–80 м. Лопасти вращаются со скоростью 15–50 оборотов в минуту, с постоянной скоростью, хотя современные устройства позволяют менять скоростные режимы. Скорость вращения обратно пропорциональна диаметру ротора. Большинство турбин имеют конструкцию «против ветра», а механизм поиска разворачивает турбину к ветру лицом.

Все ветряные турбины начинают работать при скорости ветра 4–5 м/с и достигают максимального выхода энергии при скорости в 15 м/с. Количество ветроэнергии, вырабатываемой турбиной, пропорционально скорости ветра в третьей степени.

Следующее поколение ветряных турбин может иметь диаметр ротора в 110 м и мощность до 5 МВт. Одна такая турбина удовлетворит потребность в электричестве 3 000 домов.

О совершенстве машины можно судить по четырем фундаментальным показателям:

- выход энергии: какое количество электроэнергии турбина может произвести;
- доступность: способность работать при наличии ветра, «фактор доступности» (для современных турбин этот показатель равен 95 %);
- качество энергии: стабильность напряжения электричества, подаваемого в электросети;
- уровень шума: шум должен быть в пределах нормы. Под шумом здесь понимается механический шум коробки передач или генератора, а также аэродинамический шум — свист ▶

рассекающих воздух лопастей.

Размер ветряных турбин, несомненно, будет увеличиваться. Следующее поколение машин может иметь диаметр ротора в 110 м и мощность до 5 МВт. Развитие ветроэнергетики будет зависеть от изменения числа зарубежных ветроэлектростанций. Более выгодное расположение электростанций — у моря. Однако производить турбины за рубежом дороже. Тем не менее, Дания и другие европейские страны планируют реализовать несколько зарубежных проектов. Теоретически, ветряные ресурсы окружающих Европу морей могут обеспечить поставки электричества в несколько раз больше того, что сейчас производится в Европе.

Производители лопастей сталкиваются с проблемой: как наладить массовый выпуск таких больших конструкций, которые не были бы при этом слишком тяжелыми. К тому же производители должны снижать производственные затраты, чтобы выпускать более дешевые и эффективные турбины или, что то же самое, турбины, способные производить более дешевую энергию.

Углеродные волокна

За последние два года в производстве лопастей значительно увеличилось использование углеродного волокна, главным образом благодаря разработанному в начале нового века компанией Zoltek высокотехнологичному и обладающему низкой себестоимостью углеродному волокну. Углерод используется для усиления отдельных частей лопастей. Также осуществлен переход от ручных наслоений к более автоматизированной технологии, использующей метод нагнетания и препреги.

За последние два-три года в производстве лопастей значительно увеличилось использование углеродного волокна благодаря новой технологии производства материала, резко снизившей его себестоимость.

Производители лопастей хранят в тайне свои планы, касающиеся будущих материалов. Но сейчас все строящиеся зарубежные установки стимулируют производство лопастей большего размера, и разработка новых материалов — ключ к такому технологическому прорыву.

Чем больше турбины, тем длиннее лопасти, однако размер лопастей и их цена являются ограничивающими факторами. Углеродное волокно повсеместно используется для усиления частей лопастей, и произошедшее за последние 5 лет резкое снижение стоимости углеродного волокна повышает его рыночные шансы. Однако с применением углерода связан и ряд проблем. Станет труднее избегать перекашивания тонких структур, также проблематичным является осуществления контроля над качеством углерода. Введение углерода потребует изменений в конструкции турбины. Поскольку себестоимость турбин не должна возрастать, необходимо учесть и затраты, связанные с такого рода инновациями.

Выполнит ли ветроэнергетика свои обещания? Будущее покажет. Однако уже сейчас ясно, что промышленность продолжит раст, а технология ветроэнергетики последует за ней. Разработка композиционных материалов и внедрение менее затратных технологий производства лопастей большого размера — одна из главных задач, стоящих перед мировой ветроэнергетикой, а главной целью локальных рынков является наращивание производства сырья для композитов. ■