

УДК 621.542

ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

Абрамов Е. И., студент гр. ГО-191, III курс
Научный руководитель: Мартыанов В.Л., к.т.н., доцент ГИ
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева

Ветроэнергетика сегодня вносит относительно небольшой вклад в общемировой объем вырабатываемой на планете энергии. Сегодня ветер дает менее одного процента общемировой потребности в энергии и сегодня ветроэнергетика составляет только 0,46% глобального потребления энергии [1]. Основной объем в обеспечении энергией населения, промышленности и транспорта электроэнергией и теплом составляют твердое, жидкое и газообразное ископаемые.

Мировая потребность в производстве электроэнергии в последние десятилетия возрастает примерно на 2% в год и сегодня составляет порядка 2000 ТВт·ч с реальной возможной перспективой роста до 2030 до 4% [1]. Количество ветряных электростанций в объеме роста 2% составляет более 350 тысяч штук в год, так как мощная двухмегаваттная турбина может производить не более 0,005 ТВт·ч энергии в год. При расчетной для ветроэлектростанций плотности установки ветрогенераторных установок порядка 20 гектаров на мегаватт для такого количества ветряных электростанций потребуются дополнительный ежегодный прирост площади отвода земель под ветровые станции более 400 тыс км². А для покрытия потребности производства электроэнергии при его росте на 2% в год потребуются построить ветрофермы площадью суши около 20 млн. км² или территорию даже большую территории всей современной России. Причем это только для покрытия ежегодно возрастающей потребности в 2%, а не замещения всего объема производимой энергии, получаемой из ископаемого топлива и без учета прогноза роста в ближайшей перспективе в 4%.

Турбины ветрогенераторов с течением времени не станут более эффективнее. Это связано с существованием закона жестоко предела того, сколько энергии можно извлечь из движущихся жидкостей и газов. В частности существует так называемый предел Бетца - Жуковского для максимального значения коэффициента использования энергии ветра [2], строго обоснованный еще 1920 г. Турбины современных ветрогенераторов его практически достигли и не смогут стать в будущей более эффективными.

Кроме того, эффективность турбин определяется дующими в атмосфере ветрами, которые постоянно меняют свое направление и дуют с разной скоростью. Статистические данные о характерных направлениях и скоростях ветра в регионах учитываются метеостанциями, на основе которых составляются, так называемые, «розы ветров» райнов земли. Ветер представляет собой изменяющийся поток энергии низкой плотности. Поэтому использование

его для надежного снабжения электроэнергией с определенными выходными характеристиками величин силы тока и величин напряжения важных для промышленных, транспортных, механических мощностей и населения не представляется возможным. Для компенсации выходных характеристик таких электростанций требуется аккумулятирование производимой ими электроэнергии с помощью большого количества аккумуляторных батарей.

Расчетный срок службы современных ветряных электростанций составляет не более 25 - 30 лет. В процессе их эксплуатации происходит постоянное воздействие на человека, флору и фауну, атмосферный воздух, водные объекты и землепользование в виде шумов, вибраций, электромагнитного излучения, оптических эффектов, механического воздействия и отходов эксплуатации.

Например, воздействие ветряных электростанций на здоровье человека связано, во-первых, с инфразвуковым шумом, производимым вращающимися частями установки, который не слышим для человеческого уха. Низкочастотные звуковые колебания на разных людей воздействуют по-разному и могут вызывать панику, подавленность, мигрень, головокружение, беспокойство, тахикардию, давление в ушах и тошноту, приводят к нарушению вестибулярной системы внутреннего уха, ухудшению зрения и даже могут влиять на пищеварение. Инфразвук в более общем понимании вызывает постоянное угнетенное состояние, сильное беспричинное беспокойство и серьезный жизненный дискомфорт. Этот шум не выдерживают ни животные, ни птицы, покидая район размещения ветряных станций, т. е. территории самой ветровой станции и примыкающие к ней территории становятся непригодными для жизни.

Инфразвук, вследствие большой длины волны, может свободно обходить различные препятствия и распространяться на значительные расстояния без потерь энергии. Поэтому его можно рассматривать как фактор, серьезно загрязняющий окружающую среду. Отфильтровать инфразвук гораздо сложнее, чем слышимый человеком диапазон частот, поэтому устанавливаемые на ветряных звуковые электростанциях не позволяют его экранировать в достаточной степени.

Кроме того инфразвуковые волны передаются и через почву и вызывают ощутимый дребезг стекол, микросотрясения стен и мебели в домах на расстоянии до 300 м от ветроустановок.

Во-вторых, в непосредственной близости от ветрогенераторов механический и аэродинамический уровень шума ветроустановки превышает предельный по переносимости для уха человека в 100 дБ. Ветряные турбины создают значительный шум, что вызывает дискомфорт для проживающих недалеко от них людей, отпугивает животных и птиц.

В-третьих, негативное влияние на здоровье человека вызывает стробоскопический эффект. Этот эффект проявляется от мерцания теней и солнечных бликов при вращении лопастей ветрогенераторов, который в условиях

вызывает у многих людей головные боли, тремор рук и бессонницу, может приводить к эпилептическому припадку.

Негативным воздействием ветроэнергетики на природу является гибель птиц и летучих мышей. У концов лопастей ветрогенераторов возникает область пониженного атмосферного давления, и млекопитающее, попавшее в неё, получает баротравму и гибнет, страдают они также от непосредственного столкновения с лопастями ветрогенераторов.

При эксплуатации ветроустановок в зимний период при понижении температуры воздуха происходит образование ледяных наростов на лопастях, особенно в прибрежных морских и океанических зонах эксплуатации, а также вблизи континентальных водотоков и водоемов. Это при повышении температуры приводит к разлёту кусков льда, причем с большой скоростью и на значительное расстояние. На территориях, где возможны случаи обледенения лопастей, устанавливаются ограничения по приближению к ветроустановке для людей в виде предупредительных знаков на расстоянии не менее 150 м.

Металлические сооружения ветроустановки, особенно элементы в лопастях, вызывают также значительные помехи в приёме радио- и телесигналов. При этом чем крупнее ветроустановка, тем большие помехи она может создавать. Поэтому рядом с ветрофермами для решения этой проблемы иногда устанавливаются ретрансляторы.

Ветрогенераторы изымают часть кинетической энергии движущихся воздушных масс, что приводит к снижению скорости их движения. Это замедление оказывает заметное влияние на локальные климатические условия местности. В частности, снижение средней скорости ветра способно сделать климат региона более континентальным за счет того, что медленно движущиеся воздушные массы успевают сильнее нагреться летом и охлаждаться зимой. Кроме того лопасти ветроустановки постоянно перемешивают приземные, более прогретые слои воздуха, с более холодными, расположенными выше или ниже их. Исследования ряда ученых США показывают, что в регионах с большим количеством ветроферм среднегодовая температура поднимается на $0,2 - 0,5^{\circ}\text{C}$ [3, 4, 5]. Винты ветроустановок являются причиной волнений в приземном слое, вызывающих в свою очередь турбулентность воздушных масс и образование воздушных ям и пиков, которые оказывают значительное влияние на ветры в нижних атмосферных слоях.

Отбор энергии у ветра способствует также изменению влажностного режима прилегающей территории, он становится более засушливым. Согласно исследованиям [5], развертывание ветроэнергетики до трети от сегодняшнего уровня мировой электрогенерации может привести к значительно худшим последствиям для климата, чем удвоение содержания углекислого газа в атмосфере. Это может вызвать катастрофические изменения климата не только в региональном, но и глобальном масштабе и массовое вымирание многих видов живых организмов.

Каждая ветряная турбина создает за собой так называемую «ветряную тень» или область, в которой воздух замедлен в сравнении со своей есте-

ственной скоростью в этом районе перед лопастями турбины. Поэтому ветрогенераторы расставляются на определенном расстоянии на ветроэлектростанциях. В противном случае близко расположенные ветрогенераторы существенно снижают эффективность друг друга. Если покрыть Землю ветряными турбинами с учетом их нормальной эффективной работы, то такая энергосистема смогла бы генерировать количество энергии больше, чем 100 ТВт. Однако в этой точке в 100 ТВт, как показывает климатическое моделирование, влияние ветровой энергосистемы на глобальные ветры стало бы доминирующим, а климат бы сильно изменился и стал очень суровым для живых организмов [4, 7].

Ветер в мировой атмосфере переносит тепло из жарких, тропических частей земного шара в более холодные, высокие широты. Снижение его скорости, неизбежное при вращении ветроустановок, ведет к падению интенсивности этого теплопереноса и может привести к заметному росту средних температур летом и их падению зимой. А значит, к экологической катастрофе планетарного масштаба [4, 5].

Метеорологи Кирк-Давидов, а также Д. Барри (США) воспользовались моделью общего движения воздуха в атмосфере с целью расчета последствий работы ряда ветроэлектростанций из тысячи турбин, находящихся на Западе США. Оказалось, что в данном регионе средняя скорость ветров уменьшилась на 5,5 – 6,7 миль/ч. Причем работа турбин за последние 10 лет среднесуточная температура выросла на 0,72 градуса Цельсия. Это значение вычислено по данным спутников, регистрирующих температуру поверхности Земли, то есть теплового излучения, отбрасываемого нашей планетой в космос. Анализ этих данных показал, что территории, густо застроенные ветряками, излучают больше тепла в расчете на единицу площади, чем области, свободные от ветрогенераторов, причем разница особенно велика в ночные часы. Эффект объясняется тем, что лопасти ветрогенераторов перемешивают слои воздуха вблизи поверхности земли. Механизм эффекта объясняется тем, что после захода солнца почва охлаждается быстрее атмосферы, поэтому у самой поверхности земли образуется слой холодного воздуха. Вращающиеся турбины ветросиловых установок перемешивают этот холодный слой с расположенным чуть выше более теплым слоем, так что в результате почва сильнее прогревается [4, 5, 6, 7].

В современных городах выделяется существенное количество различных вредных веществ и пыли, в том числе от промышленных предприятий, различныхстроек, автомобилей и т.д. Все города вентилируются естественным образом с помощью ветра. При этом описанное выше снижение скорости ветра из-за использования ветрогенераторов может снижать и вентилируемость городов и вызвать неприятные последствия такие, как смог, повышение концентрации вредных веществ и пыли в воздухе различных районов населенного пункта и, как следствие, возможное повышение заболеваемости населения. Превращение части энергии ветра в электричество с помощью

ветроэлектростанций, может существенно ухудшить циркуляцию воздуха и вентиляцию населенных пунктов.

Кроме сказанного выше, при сильном ветре генераторы могут загореться или упасть вместе опорой, что уже подтверждается практикой их эксплуатации.

Затраты ресурсов на строительство ветрогенераторов связаны с добычей редкоземельных металлов для производства магнитов электрогенераторов постоянного тока для турбин, что порождает токсичные и радиоактивные отходы в значительных масштабах. Ветрогенераторы состоят в основном из стали и серьезных железобетонных оснований. Им требуется в 200 раз больше материала на единицу мощности по сравнению с современной газотурбинной установкой. Сталь производится с использованием каменного угля с целью не только для выплавки руды, но и для добавления углерода в сплав. Цемент также производится с использованием каменного угля.

Двухмегаваттный ветрогенератор весит порядка 250 тонн, включая башню, гондолу, ротор и лопасти. Для выплавки одной тонны стали требуется примерно полтонны высококачественного каменного угля. И еще 25 тонн угля необходимо для производства тонны цемента, что в сумме требует более 150 тонн угля на один ветрогенератор. Если строить 350 тысяч ветрогенераторов в год только для того, чтобы покрыть растущие мировые потребности в электроэнергии в 2% в год, потребуется добывать для этого дополнительно более 50 миллионов тонн каменного угля в год.

Ветер является неустойчивым источником энергии. Сила и направления ветра переменчивы, что требует использования буфера для накопления избыточной электроэнергии в периоды низкого энергопотребления в виде, например, аккумуляторных батарей или преобразователей в другие виды энергии. Кроме того, ветрогенераторы производят только постоянный ток, а сети доводят до потребителей переменный ток, причем со стабильными заданными характеристиками величины напряжения и силы тока. Следовательно, требуется преобразователь постоянного тока в переменные его виды. Кроме того, мощные ветряные электростанции, как правило, простираются на обширные территории и находятся в отдалении от потребителей, что создает дополнительные расходы на транспортировку энергии и компенсацию ее потерь в проводниках электроэнергии.

В последние годы ряд университетов США и Германии провел исследования о влиянии ветроустановок ветроэлектростанций на окружающую среду, что позволило сделать выводы, что в ближайшие десятилетия турбины ветроустановок могут повысить температуру воздуха у поверхности земли на территориях Северной Америки и Западной Европы на 0,24°C. На региональном уровне это может привести к засухе и повлиять на флору и фауну. Отрицательным влиянием ветроустановок ветроэлектростанций на окружающую среду являются также такие последствия, как патогенный инфразвук, гибель птиц, мелькание теней, уродство ландшафта, аварии и ряд других.

В заключение следует подчеркнуть общепризнанные достоинства ветроэнергетики, основные из которых состоят в следующем:

- «неиссякаемый» источник энергии;
- возможность обеспечения независимого энергоснабжения;
- низкий, по сравнению с тепловыми (примерно в 2 раза), и сопоставимый с атомными и гидроэлектростанциями урон окружающей среде.

Широкое использование ветроэнергетики имеет и существенные недостатки:

- дороговизна производства постоянных магнитов и значительное количество ядовитых и вредных веществ оставляемых при их производстве;
- низкий коэффициент полезного действия ветрогенераторов;
- зависимость эффективности турбин от скорости и направления дующих ветров;
- потребность в больших площадях для размещения ветрогенераторных установок;
- снижение скорости ветра ветроэлектростанциями снижает вентилируемость городов и вызывает различные неприятные последствия для жителей;
- перемешивание воздушных масс лопастями установок ведет к изменению климатических, почвенных условий в данной местности, росту частоты и длительности дождей, наводнений и обильных снегопадов, гибели в большом количестве птиц и к изменению целой экосистемы региона;
- в процессе их эксплуатации происходит постоянное воздействие на человека, флору и фауну, атмосферный воздух, водные объекты и землепользование в виде шумов, вибраций, электромагнитного излучения, оптических эффектов, механического воздействия и отходов эксплуатации.

В целом, можно отметить низкие показатели полученной солнечной энергии к затраченной для них солнечных панелей. Для производства солнечных панелей требуется достаточно большое количество энергоресурсов, производство кремниевых пластин крайне энергоемкое. Такие системы энергоресурсов сегодня практически не производя, т.е. количество необходимой для производства системы энергии в течение срока эксплуатации: сжигают уголь, получают дешевую энергию, делают солнечные панели. Если убрать угольную генерацию, то где брать субсидии. Почему-то принято считать, что солнечные станции на экологию если и влияют, то не так сильно как угольные станции. Но и закон сохранения энергии остается и никто не отменял.

Литература:

1. Источник: <https://naukatehnika.com/naskolko-bezopasnaya-zelenaya-energetika-solnechnyh-panelej.html> naukatehnika.com
2. Окулов В.Л. Предел Бетца-Жуковского для максимального значения коэффициента использования энергии ветра /В.Л. Окулов, Г.А.М.ван Кунк/.

Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология» №9. НТЦ «Тата», 2009. – с. 105-111.

3. А. да Роза. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы. — М.: Интеллект, МЭИ, 2010. — 704 с.

4. Источник: <http://zeleneet.com/okazyvayut-li-vliyanie-na-pogodu-vetryanye-elektrostantsii/33581/>

5. Панич Н. В., Тюкина Т. А. Экологические проблемы современности. — М.: МГИМО-Университет, 2012. — 102 с.

6. Смил В. Энергетика. Мифы и реальность. Научный подход к анализу мировой энергетической политики. — М.: АСТ-Пресс Книга, 2012. — 272 с.

7. Минат В. И. Причины экологических бедствий. / В. И. Минат, Н. В. Коломеец / — М.: Реноме, 2010. — 220 с.

8. Кашкаров А. П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. — М.: ДМК Пресс, 2011. — 144 с.

9. Хайтун С. Д. «Тепловая смерть» на Земле и сценарий ее предотвращения. Часть 1. Энергетика, построенная на круговороте тепла и вечных двигателях 2-го рода. — М.: Либроком, 2009. — 192 с.

10. Хандогина Е. К. Экологические основы природопользования. /Е. К.Хандогина, Н. А.Герасимова, А. В. Хандогина / — М.: Форум, Инфра-М, 2010. — 160 с.

11. Картамышева, Н. С. Экологические последствия развития солнечной энергетики / Н. С. Картамышева, Е. С. Картамышева, И. А. Вахрушин, Ю. В. Трескова/: Материалы III Междунар. науч. конф. Технические науки: проблемы и перспективы. — Санкт-Петербург : Свое издательство, 2015. — С. 59-62.