

**ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА И СТАНЦИЙ.****Имомиддин Рахмонов***Наманганский инженерно-строительный институт, факультет «Энергетика и охрана труда», студент 3курса*

**Аннотация:** в данной статье представлены основы использования ветроэнергетических установок и их удобство.

**Ключевые слова:** электрическая энергия, энергосбережение, электропроводность, электрическое напряжение, электрическая работа, снабжение.

Ветряная электростанция — это группа ветряных турбин, расположенных в одном месте. Большая ветряная электростанция может состоять из нескольких сотен отдельных ветряных турбин, распределенных на обширной территории. Земля между турбинами может использоваться в сельскохозяйственных или других целях. Ветряная электростанция также может быть расположена на море. Почти все крупные ветряные турбины имеют одинаковую конструкцию — ветряную турбину с горизонтальной осью, имеющую встречный ротор с тремя лопастями, прикрепленный к гондоле на вершине высокой трубчатой башни.

В ветряной электростанции отдельные турбины соединены между собой системой сбора электроэнергии среднего напряжения (часто 34,5 кВ) и сетью связи. Как правило, на полностью развитой ветряной электростанции между каждой турбиной устанавливается расстояние  $7D$  (7 диаметров ротора ветряной турбины).[27] На подстанции этот электрический ток среднего напряжения повышается по напряжению с помощью трансформатора для подключения к системе передачи электроэнергии высокого напряжения.[28]

Характеристики и стабильность генератора

В большинстве современных турбин используются генераторы с регулируемой скоростью в сочетании с частичным или полномасштабным преобразователем мощности между турбогенератором и коллекторной системой, которые обычно имеют более желательные свойства для соединения с сетью и имеют возможность работы при низком напряжении. электрические машины с питанием от частичных преобразователей или индукционные генераторы с короткозамкнутым ротором или синхронные генераторы (как с постоянным, так и с электрическим возбуждением) с полномасштабными преобразователями.[30] Черный старт возможен[31] и в настоящее время разрабатывается для мест (таких как Айова), где большая часть электроэнергии вырабатывается за счет ветра.[32]

Операторы системы передачи предоставят разработчику ветряной электростанции сетевой код, чтобы указать требования для подключения к сети передачи. Сюда будут входить коэффициент мощности, постоянство частоты и динамическое поведение турбин ветряных электростанций во время системного сбоя.[33][34]

### Морская ветроэнергетика

Вторая в мире полномасштабная плавучая ветряная турбина (и первая, которая будет установлена без использования тяжеловесных судов), WindFloat, работающая на номинальной мощности (2 МВт) примерно в 5 км от берега Повуа-де-Варзин, Португалия.

Оффшорные ветряные электростанции, в том числе плавучие, обеспечивают небольшую, но растущую долю от общего объема выработки электроэнергии ветряными электростанциями. Такие мощности по производству электроэнергии должны существенно вырасти, чтобы помочь достичь цели МЭА «Чистый ноль к 2050 году» для борьбы с изменением климата.

Основные статьи: Морская ветроэнергетика и Список морских ветряных электростанций.

Оффшорная ветроэнергетика — это ветряные электростанции, расположенные на больших водоемах, обычно в море. Эти установки могут использовать более частые и сильные ветры, доступные в этих местах, и оказывать меньшее визуальное воздействие на ландшафт, чем наземные проекты. Однако затраты на строительство и обслуживание значительно выше.

По состоянию на ноябрь 2021 года ветряная электростанция Хорнси в Соединенном Королевстве является крупнейшей морской ветряной электростанцией в мире с мощностью 1218 МВт.

### Сеть сбора и передачи

Ближние морские ветряные электростанции могут быть подключены к сети переменного тока, а удаленные от берега - к сети высокого напряжения постоянного тока.

Ресурсы ветровой энергии не всегда расположены вблизи мест с высокой плотностью населения. По мере того, как линии электропередачи становятся длиннее, потери, связанные с передачей электроэнергии, увеличиваются, поскольку виды потерь на меньшей длине усугубляются, и новые виды потерь уже не являются незначительными по мере увеличения длины; что затрудняет транспортировку крупных грузов на большие расстояния.

Когда передающая мощность не соответствует генерирующей мощности, ветряные электростанции вынуждены работать ниже своего полного потенциала или вообще прекращать работу. Этот процесс известен как сокращение. Хотя это приводит к

тому, что потенциал возобновляемой генерации остается неиспользованным, это предотвращает возможную перегрузку сети или риск для надежного обслуживания.

Одной из самых больших текущих проблем интеграции ветроэнергетических сетей в некоторых странах является необходимость разработки новых линий электропередачи для передачи электроэнергии от ветряных электростанций, обычно в отдаленных малонаселенных районах из-за наличия ветра, в места с высокой нагрузкой, обычно на побережьях, где плотность населения выше. Любые существующие линии электропередачи в отдаленных местах могут быть не предназначены для транспортировки больших объемов энергии. В определенных географических регионах пиковая скорость ветра может не совпадать с пиковым спросом на электроэнергию, будь то на море или на суше. Возможным вариантом в будущем может стать соединение широко рассредоточенных географических территорий с помощью суперсети HVDC.

В 2020 году ветер произвел почти 1600 ТВтч электроэнергии, что составило более 5% мирового производства электроэнергии и около 2% потребления энергии.[2][3] С добавлением более 100 ГВт в 2020 году, в основном в Китае, мировая установленная мощность ветровой энергии достигла более 730 ГВт.[4][3] Но чтобы помочь достичь целей Парижского соглашения по ограничению изменения климата, аналитики говорят, что оно должно расширяться гораздо быстрее - более чем на 1% производства электроэнергии в год. Расширению ветроэнергетики препятствуют субсидии на ископаемое топливо.

Фактическое количество электроэнергии, которую может генерировать ветер, рассчитывается путем умножения паспортной мощности на коэффициент мощности, который варьируется в зависимости от оборудования и местоположения. Оценки коэффициента мощности ветровых установок находятся в диапазоне от 35% до 44%.[51]

#### Коэффициент мощности

Поскольку скорость ветра непостоянна, годовая выработка энергии ветряной электростанцией никогда не равна сумме номинальных характеристик генератора, умноженной на общее количество часов в году. Отношение фактической производительности за год к этому теоретическому максимуму называется коэффициентом использования мощности. Для некоторых мест доступны онлайн-данные, а коэффициент мощности можно рассчитать на основе годового объема производства.

#### Проникновение

Доля производства электроэнергии за счет ветра, 2022 г.

Проникновение ветровой энергии – это доля энергии, производимой ветром, по сравнению с общим объемом выработки. Доля ветроэнергетики в мировом потреблении электроэнергии в 2021 году составила почти 7% [55] по сравнению с 3,5% в 2015 году [56].

Общепринятого максимального уровня проникновения ветра не существует. Предел для конкретной сети будет зависеть от существующих электростанций, механизмов ценообразования, возможностей хранения энергии, управления спросом и других факторов. Объединенная электроэнергетическая сеть уже будет включать в себя резервные генерирующие и передающие мощности на случай сбоев оборудования. Эта резервная мощность также может служить для компенсации изменения выработки электроэнергии, производимой ветряными станциями. Исследования показали, что 20% общего годового потребления электроэнергии может быть учтено с минимальными трудностями. Эти исследования проводились для мест с географически рассредоточенными ветряными электростанциями, некоторой степенью диспетчеризации энергии или гидроэнергии с емкостью хранения, управлением спросом и взаимосвязанностью с большой площадью сети, позволяющая экспортировать электроэнергию при необходимости. Электроэнергетические компании продолжают изучать влияние крупномасштабного внедрения ветровой генерации на стабильность системы.

Показатель проникновения энергии ветра может быть указан для разного периода времени, но часто указывается ежегодно. Для производства почти всей электроэнергии из ветра ежегодно требуется существенное соединение с другими системами, например, часть энергии ветра в Шотландии отправляется в остальную часть британской энергосистемы. Ежемесячно, еженедельно, ежедневно или ежечасно (или реже) ветровая энергия может обеспечить до 100% текущего потребления или даже больше, а остальная часть будет храниться, экспортироваться или сокращаться. Тогда сезонная отрасль может воспользоваться преимуществами сильного ветра и низкой продолжительности использования энергии, например, ночью, когда мощность ветра может превышать нормальный спрос. Такая промышленность может включать производство кремния, алюминия, стали или природного газа и водорода, а также использование будущего долгосрочного хранения для обеспечения 100% энергии из переменных возобновляемых источников энергии. Дома и предприятия также могут быть запрограммированы на изменение спроса на электроэнергию, например Например, дистанционно включив термостаты водонагревателя.

#### Вариативность

Основная статья: Переменная возобновляемая энергия

Дополнительная информация: Балансировка сети.

Ветровые турбины обычно устанавливаются в ветреных местах. На снимке ветряные генераторы в Испании, рядом с быком Осборна.

Ветряная электростанция Роско: береговая ветряная электростанция в Западном Техасе недалеко от Роско.

Энергия ветра варьируется, и в периоды слабого ветра ее, возможно, придется заменить другими источниками энергии. Сети передачи в настоящее время справляются с отключениями других электростанций и ежедневными изменениями спроса на электроэнергию, но изменчивость прерывистых источников энергии, таких

как энергия ветра, встречается чаще, чем у традиционных электростанций, которые, когда они планируются к работе, могут быть в состоянии обеспечить обеспечивают заявленную мощность примерно в 95% случаев.

Электроэнергия, вырабатываемая ветровой энергией, может сильно варьироваться в нескольких разных временных масштабах: ежечасно, ежедневно или сезонно. Годовые колебания также существуют, но они не столь значительны. Прерывистость и недиспетчеризуемый характер производства ветровой энергии могут привести к увеличению затрат на регулирование, дополнительный операционный резерв и (при высоких уровнях проникновения) могут потребовать увеличения уже существующего управления спросом на энергию, сброса нагрузки, решений по хранению или взаимосвязи систем с Кабели постоянного тока.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. «Мировая ветроэнергетика устанавливает новый рекорд». Энергия Живые Новости. 25 марта 2022 г. Проверено 2 апреля 2022 г.
2. «Распространение ветровой и солнечной энергии слишком медленное, чтобы остановить изменение климата». ScienceDaily. Проверено 24 ноября 2021 г.
3. «Каковы плюсы и минусы береговой ветроэнергетики?». Научно-исследовательский институт Грэнтэма по изменению климата и окружающей среде, Лондонская школа экономики и политических наук. 12 января 2018 г. Архивировано из оригинала 22 июня 2019 г.
4. Джонс, Натан Ф.; Пейчар, Либа; Кизекер, Джозеф М. (22 января 2015 г.). «Энергетический след: как нефть, природный газ и энергия ветра влияют на землю для биоразнообразия и потока экосистемных услуг». Бионаука. 65 (3): 290–301. doi: 10.1093/biosci/biu224. Проверено 9 ноября 2022 г.
5. «Глобальный отчет о ветровом 2019». Глобальный совет по ветроэнергетике. 19 марта 2020 г. Проверено 28 марта 2020 г.
6. «Приведенная стоимость энергии, приведенная стоимость хранения и приведенная стоимость водорода». Lazard.com. Проверено 24 ноября 2021 г.
7. «Глобальный атлас ветров». DTU Технический университет Дании. Архивировано 24 февраля 2020 года. Проверено 28 марта 2020 года.
8. Ниена, Эммануэль; Стерл, Себастьян; Тъери, Вим (1 мая 2022 г.). «Кусочки головоломки: синергия солнечной и ветровой энергии в сезонных и суточных временных масштабах, как правило, превосходна во всем мире». Коммуникации по экологическим исследованиям. 4 (5): 055011. Бибкод: 2022ERCom...4e5011N. doi: 10.1088/2515-7620/ac71fb. ISSN 2515-7620. S2CID 249227821.
9. «Глобальный атлас ветров». Технический университет Дании (DTU). Архивировано 18 января 2019 года. Проверено 23 ноября 2021 года.