

Инженерные изыскания для ветроэлектрической установки на Валааме (ВЭУ) в условиях ограниченного бюджета



В статье приводятся общие сведения о ветроэлектрических установках (ВЭУ), перечисляются требования к грунтам основания, рассматриваются процесс и результаты инженерных изысканий в условиях ограниченного финансирования.

Архангельский Игорь Всеволодович

Генеральный директор ООО «НПФ "НЕДРА»», кандидат геолого-минералогических наук,
г. Санкт-Петербург

ivaspbenergy@bk.ru

Общие сведения о ВЭУ

Ветер – это направленное перемещение воздушных масс. Воздух из областей повышенного давления перемещается в направлении областей низкого давления, тем самым создавая ветер.

Ветер представляет собой источник экологически чистой дешевой энергии, но он обладает большим непостоянством. Экономически целесообразно использовать энергию ветра там, где ветры дуют часто и сильно. Например, на побережье Арктики от Кольского полуострова до Чукотки. Выгодно использовать ветер и в отдаленных районах, куда не поступает энергия от электростанций и привозное топливо обходится очень дорого, а скорость ветра достаточно высокая.

Ветер характеризуется направлением, скоростью, повторяемостью и продолжительностью (обеспеченностью). Направление ветра указывается азимутом точки, откуда он дует, и выражается либо в градусах, либо в румбах по 16-румбовой системе (с., с.-с.в. и т.д.). Скорость ветра оценивается по 12-бальной шкале Бофорта. От штиля (0 баллов, 0–0.2 м/с) до урагана (12 баллов, 32.7 и более м/с). Повторяемость и продолжительность определяются на основании многолетних наблюдений.

Скорость ветра зависит от высоты над уровнем Земли. Ветры бывают сильнее на больших высотах по отношению к Земле. На скорость ветра влияют природные и искусственные препятствия – холмы, деревья, здания. Такие препятствия снижают скорость ветра и приводят к завихрениям потока, затрудняющим преобразование энергии ветра.

Ветер меняется с течением времени. В большинстве регионов наблюдаются значительные сезонные изменения ветровых потоков. Причем в зимнее время скорость ветра обычно выше, чем летом.

По изменению скорости различают ветры: ровные – скорость их пульсирует не более чем на 5 м/с; порывистые – скорость пульсирует в пределах от 5 до 10 м/с; шквалистые – скорость пульсирует более чем на 10 м/с.

В районах, предполагаемых для применения ветроэлектрических установок (ВЭУ), среднегодовая скорость ветра должна составлять 4–6 м/с и более (3–4 балла и более).

Для определения основных параметров ветра в районе размещения ВЭУ необходимо в течение года провести метеорологические наблюдения, а затем выполнять многолетние наблюдения.

Исторически первым стационарным агрегатом, использующим энергию ветра, была ветряная мельница. Основным ее рабочим органом являлось многолопастное колесо с горизонтальной осью вращения, которая вручную устанавливалась по направлению ветра. Такие ветродвигатели применялись в средние века и в последующем для размолва зерна, подъема и перемещения воды, а также для привода некоторых производств. В 19 веке число ветряных мельниц на территории России превышало 200 тыс., в 20 веке – более 800 тыс.

Современные ВЭУ – это машины, которые преобразуют кинетическую энергию ветра в механическую энергию вращающегося ветроколеса, а затем в электрическую энергию.

ВЭУ состоит из опорной мачты, ветроколеса, электрогенератора и фундамента. В настоящее время широко распространены две конструкции ВЭУ – горизонтально-осевые и вертикально-осевые. Ветроколеса преимущественно бывают двух и трехлопастные. Диаметр ветроколеса колеблется от нескольких метров до нескольких десятков метров. Частота вращения от 15 до 100 об/мин.

При сильных порывах ветра возможно падение мачты ВЭУ, высота которой у установки большой мощности может достигать 75 м. Иногда мачты укрепляются стальными растяжками.

Фундамент ВЭУ устраивается на устойчивых грунтах, поскольку на грунтовое основание могут передаваться очень высокие динамические нагрузки. На участке размещения ВЭУ предполагается отсутствие геологических процессов – оползней, карста, подтопления. Исключается размещение ВЭУ на илах, торфах, заторфованных грунтах.

Основная характеристика ВЭУ – это ее мощность. Например, для работы на электрическую сеть возможно применение ВЭУ мощностью 50 кВт и выше. ВЭУ для снабжения жилого дома может быть мощностью от нескольких сотен ватт до 10 кВт.

Маломощные ветродвигатели (менее 1 кВт) используются для зарядки аккумуляторов и электроснабжения небольших объектов.

Мощность ВЭУ зависит от диаметра ветроколеса и скорости ветра. Увеличение скорости ветра в два раза дает увеличение мощности в 8 раз.

К недостаткам ВЭУ относятся возникающие в процессе эксплуатации шум и вибрации. ВЭУ создает два вида шума: свистящий звук от вращающегося ветроколеса (лопастей) и механический шум от вращающихся элементов оборудования. Поэтому от ВЭУ до жилых помещений выдерживаются определенные расстояния.

Если ветроэлектрические установки находятся на пути миграции птиц, то они становятся причиной их гибели. Если рядом имеются гнездования летучих мышей, они также могут погибать.

Инженерные изыскания ВЭУ на острове Лемписаари

Остров Лемписаари (любимый остров, фин.), расположенный в 4.4 км к северо-востоку от острова Валаам – один из самых примечательных островов Валаамского архипелага. На острове находится скит Святого пророка Илии (Илиинский скит). Для обеспечения скита электроэнергией Невская инженерная компания предложила разместить на острове ВЭУ. Инженерные изыскания были поручены ООО «НПФ «НЕДРА». Необходимо было установить метеорологические элементы (скорость и направление ветра, температуру, давление и влажность воздуха и пр.) в районе острова Лемписаари и изучить инженерно-геологические условия размещения ВЭУ. На все изыскания Заказчик выделил 15 тыс. рублей.

Мы обратились в управление гидрометеослужбы с просьбой предоставить метеорологическую информацию. За стандартные сведения с нас запросили 20 тыс. рублей. Хотя, на наш взгляд, эта информация должна предоставляться бесплатно. Ведь учреждения Росгидромета выполняют работу за счет государства. На каком основании они взимают плату? Начальник гидрологического отдела ЛенТИСИЗ И.М. Мельничук согласился с нашей точкой зрения и предоставил нам в пользование годовой метеорологический справочник по Валаамскому архипелагу. В нем мы нашли необходимые сведения по острову Лемписаари.

Для следующего этапа работ нам потребовалось арендовать катер, загрузить его геодезическим инструментом, буровым и горнопроходческим оборудованием, плыть на остров и выполнить инженерно-геологические изыскания. Однако 15 тыс. рублей на эти работы явно недостаточно.

Мы стали собирать сведения по геологии острова Лемписаари. Обратились в электронную библиотеку Карельского отделения РАН в г. Петрозаводске и нашли «Геологический очерк Олонецкого уезда и островов Ладожского озера, расположенных вокруг Валаама». Автор – геолог Михаил Николаевич Миклухо-Маклай, выпускник Санкт-Петербургского горного института, младший брат знаменитого ученого и путешественника Николая Николаевича Миклухо-Маклая. В очерке М.Н. Миклухо-Маклая содержится подробное геологическое описание о. Лемписаари. Это описание было полностью использовано при составлении технического отчета, который мы передали в Невскую инженерную компанию для разработки проекта ВЭУ.

Остров высокий – максимальная абсолютная отметка поверхности о. Лемписаари составляет 58.2 м (максимальная отметка о. Ваалам – 58.3м). Площадь острова равна примерно 0.12 км². В материалах изученности Валаамского архипелага встречаются еще два названия острова – Лембач и Лембос. Эти названия на карельском языке означают «Чертов». Название возникло из-за периодического появления на берегу песков черного цвета. Поскольку объяснения этому явлению местные жители не находили, его связывали

с «нечистой силой». Как позже выяснилось, песок содержал значительное количество магнитного железняка.

В 1868 году игумен Валаамского монастыря Отец Дамаскин построил на острове скит с церковью Святого пророка Илии, полагая, что библейский борец с поклонением языческому идолу Вааламу изгонит языческий и дьявольский дух с островов архипелага.



Рис. 1. Храм Святого пророка Илии

В 1917 году Валаамский архипелаг отошел к Финляндии. В 1940 году, когда территория Валаамского архипелага стала принадлежать СССР после завершения советско-финской войны, Илиинский скит, как и вся обитель, перестал существовать. О. Лемписаари надолго стал необитаемым. В 1950-е годы деревянный храм был сожжен. 2004 год ознаменовался началом возрождения Илиинского скита. Здесь были построены новый деревянный Храм Святого пророка Илии, колокольня, часовня и двухэтажный бревенчатый жилой дом. По данным М.Н. Миклухо-Маклая, о. Лемписаари, как и другие острова Валаамского архипелага, сложен основными породами верхнего протерозоя, представленными черными габбро-диабазами.

При возведении ВЭУ геологическое описание Миклухо-Маклая полностью подтвердилось. На большей части территории острова черные габбро-диабазы прикрыты почвенно-растительным слоем и маломощными гравелистыми ожелезненными песками ледникового происхождения. В прибрежной полосе коренные породы выходят на поверхность. С поверхности породы слегка выветрелые и имеют красноватый оттенок. Основанием фундамента ВЭУ служат габбро-диабазы, очищенные от выветрелого слоя. Это практически не сжимаемое основание.

Остров Лемписаари очень живописный. Покрыт сосновым лесом. От причала мощенная плитками дорожка ведет вверх по склону к храму. Вдоль дорожки растут высокие

лиственницы, высаженные еще в 19 веке. Толщина их стволов – более полуметра. Территория скита ухожена, трава подстрижена, имеется клумба с яркими цветами, огород. Здесь, так же, как и на о. Валаам, очень благоприятные условия для произрастания растений. Благодаря темной окраске, габбро-диабазы в местах выхода на поверхность хорошо поглощают и удерживают солнечное тепло. Возникающее в породах тепловое поле распространяется на участки, где породы прикрыты почвенно-растительным слоем. Благодаря этому почвы и корни растений на острове хорошо прогреваются не только сверху от солнца, но и снизу от теплового поля габбро-диабазов, что способствует росту растений.

И несколько слов о водоснабжении

На территории скита имеется старый колодец, закрытый декоративным домиком. Вода в колодце приурочена к трещиноватым габбро-диабазам. Для них характерна низкая радиоактивность, что исключает опасное воздействие на человека природных радионуклидов. Однако водопритоки из трещиноватых пород здесь довольно слабые. Поэтому колодец может не обеспечить нужды скита. Пользоваться водой Ладожского озера без специальной очистки нельзя. Возможно возникновение инфекционных заболеваний.

До 1987 г. вода для хозяйственно-питьевых нужд жителей о. Валаам качалась прямо из бухты и подавалась для потребления без тщательной очистки. А вода в Ладожском озере к тому времени была уже сильно загрязнена, и на острове начались инфекционные заболевания среди населения. Получил распространение и гепатит. Автор статьи приезжал тогда на остров и в составе межведомственной комиссии принимал участие в разработке мероприятий по выходу из критического положения. По решению комиссии трестом «Промбурвод» для целей водоснабжения были пробурены скважины глубиной более 200 м. По данным бурения с поверхности до глубины 200 м залегают габбро-диабазы. На глубине 200 м встречены кварцито-песчаники, содержащие значительные запасы напорных пресных вод. Подземные воды поднимаются в скважинах близко к поверхности – до глубины 7-8 м. Эти воды используются для водоснабжения о. Валаам.

В 1990 г. автор статьи по заданию института «Ленгипроинжпроект» занимался откачкой воды из скважин. Откачиваемая вода отводилась по склону. Неожиданно появился табун лошадей, принадлежащих монастырю. Лошади, громко чмокая, жадно пили растекающуюся по склону воду. Это показатель хорошего качества воды. Плохую воду лошади не стали бы пить.

Таким образом, хозяйственно-питьевое водоснабжение Илиинского скита возможно осуществлять из скважин глубиной более 200 м с проходкой на всю мощность габбро-диабазов и с заглублением в водосодержащие кварцито-песчаники.

Список литературы

1. Архангельский И.В. Записки выпускника Горного института. СПб: Изд. Политехн. ун-та, 2013, 446 с.
2. Ветроэнергетика. Руководство по применению ветроустановок малой и средней мощности. М: «Интерсоларцентр», 2001, 61 с.
3. Геологический очерк Олонецкого уезда и островов Ладожского озера, расположенных вокруг Валаама. Изд. СПб. Акад. Наук. 1897. М.Н. Миклухо-Маклай.
4. Зубарев В.В., Минин В.А., Степанов И.Р. Использование энергии ветра в районах Севера. М: Наука, 1989, 208 с.