

УДК 621.311.24

ПОДГУРЕНКО В. С., кандидат технических наук, доцент

СТЕПАНЕЦ И. В., инженер, соискатель

ТЕРЕХОВ В. Е., инженер, соискатель

ООО «Ветряной парк Очаковский», г. Николаев

МНОГОВЕКОВЫЕ ТРАДИЦИИ УКРАИНЫ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭНЕРГИИ ВЕТРА

*Истинное знание явлений дается лишь
с пониманием истории их развития.*
Э. Геккель (1834–1919)

В статье выделены периоды развития общемировой ветроэнергетики, охарактеризована история становления и развития ветроэнергетики Украины в этих периодах, сделан анализ ее теперешнего состояния в контексте мировых тенденций и даны рекомендации по дальнейшему ее развитию и эффективному использованию.

Ключевые слова: ветроэнергетика, ветровая электрическая станция (ВЭС), ветровая электрическая установка (ВЭУ), ветротурбина.

У статті розглянуто періоди розвитку загальносвітової вітроенергетики, дана характеристика історії становлення і розвитку вітроенергетики України в ці періоди, зроблено аналіз її сучасного стану в контексті світових тенденцій та надано рекомендації з подальшого її розвитку та ефективного використання.

Ключові слова: вітроенергетика, вітрова електрична станція (ВЕС), вітрова електрична установка (ВЭУ), вітротурбіна.

Введение

Мировая ветроэнергетика сегодня – вполне зрелая и самостоятельная отрасль промышленности с наибольшими в энергетической сфере годовыми темпами прироста мощностей, достигающими и даже превышающими 30 % [1]. Она вносит весомый вклад в решение важнейшей научно-практической задачи: улучшение условий жизни человека, сохранение окружающей среды и примирение окружающей среды с индустриальным миром.

К середине 2013 года мощность мировой ветроэнергетической отрасли достигла 296 255 МВт, из которых 13 980 МВт были установлены в первой половине 2013 года [2].

Устанавливаемая мощность отрасли ежегодно увеличивается: в сопоставлении с 2010 годом на 7 % в 2011 году и в 2012 – свыше 22 % [3]. Годовая выработка электроэнергии всеми ветроэнергетическими турбинами, установленными в мире, на середину 2013 года составила 3,5 % от потребления электроэнергии в мире. Ветроэнергетика охватила 100 стран и регионов мира. Оборот ветроэнергетического сектора в 2012 году составил 75 млрд долл. США.

О состоянии ветроэнергетики Украины в специализированных журналах и СМИ встречаются оценки от восторженно восхвалительных до крайне негативных.

Как выглядит на фоне мировой ветроэнергетики Украина? Каков ее вклад в решение научно – практической задачи? Каковы весомые достижения украинской ветроэнергетики в прошлом? Эти и подобные вопросы интересуют специалистов и особенно инвесторов, деятельность которых активизировалась с принятием закона о «зеленом» тарифе. Знание истории становления ветроэнергетики Украины поможет наметить пути вывода ее из теперешнего состояния [1, 4–7], будет способствовать привлечению потенциальных инвесторов и занятию ею достойного места среди мировых лидеров.

Цель работы

Ознакомить потенциальных инвесторов и специалистов с историей становления ветроэнергетики Украины в различные периоды времени, оценить теперешнее ее состояние в сопоставлении с мировой и предложить рекомендации по дальнейшему ее развитию.

Материалы исследования

В развитии мировой ветроэнергетики условно можно выделить три периода: ветряки мукомольного производства (от их появления до конца XVIII столетия); первичное (примерно 1900 – 1945 г.г.) и вторичное (с начала 80-х годов прошлого века) возрождение ветроэнергетики как новой отрасли промышленности.

Украина издавна использует энергию ветра, и в различные времена имела достижения на уровне лучших мировых. Наши предки-славяне умели пахать землю деревянным плугом с металлическим наральником, разводить домашних животных, знали ремесла, производство ниток, а отсюда и одежды. Они вели домокаменное строительство, разводили огородные культуры, умели припасать их на зиму. Но самым важным для южных славян было то, что они одни из первых внедрили у себя египетские ветряные мельницы. Для осуществления этого уже были необходимы определенные технические знания.

Как в России, так и в Украине энергия ветра издавна широко использовалась главным образом в сельском мукомольном производстве. Невдалеке от каждого крупного села, на отшибе, обязательно махали своей дырчатой вертушкой ветряные мельницы. Это были деревянные сооружения местного кустарного производства средней мощностью около 5 л. с. Встречались и большие ветряные мельницы с диаметром ветроколеса 20–24 м, мощностью 15–20 л. с.

Согласно различным источникам, число крестьянских ветряков в России к концу XVIII столетия достигло 200-250 тысяч, их применение приобрело государственное значение. Для хлеборобной степной России с ее далями и глубинками ветряные мельницы были истинным спасением, так сказать, энергетической благодатью и в определенном смысле даже кормилицами. Они ежегодно перемалывали в муку 2/3 всего товарного зерна, что для того времени было немалым объемом. И хотя особой резвостью своих подопечных мельники похвастаться не могли, все-таки мельницы исправно крутили жернова по сто и более дней в году, что всего лишь раза в два меньше времени работы современных ветротурбин.

Ветро двигатели для перекачивания воды и размола зерна массово применялись по всей Украине. Украина – страна с многовековыми традициями использования энергии ветра.

Вот один из примеров. В 1859–1860 годах в Николаеве долгое время находился подполковник генерального штаба А. Шмидт, который собирал сведения по географии и статистике Херсонской губернии (Николаев входил в ее состав). Шмидт, обладая зорким, профессиональным взглядом, дал очень подробное и образное описание Николаева тех времен. Приведем отрывок из него: *«Заводская промышленность также довольно обширна, даже не включая сюда разных учреждений морского ведомства: именно в самом городе и его окрестностях находятся: 9 салганов, 5 свечносальных, 1 мыльный и 3 черепичных завода, 2 ваточных фабрики, 1 шерстомойка, 3 паровые мукомольные мельницы, 78 ветряных и 2 топчак»* [8].

Как известно из архивных данных, перед 1917 годом общая мощность таких ветряков на территории нынешней Украины составляла 1 400 МВт. (Для сравнения: 2 000 МВт – мощность Хмельницкой АЭС).

В старину, во времена Гетьманщины, Украиной управляла выбираемая народом администрация – козацкая старшина. Жалования ей не полагалось, деревень тоже никто не раздавал. Но каждый полковник, сотник или иной чиновник высокого ранга обладал монопольным правом на определенные виды деятельности. В первую очередь это касалось помола зерна, который в те времена осуществлялся ветряными мельницами. Сложившийся тогда порядок обеспечил самое широкое распространение ветряных мельниц, надолго ставших неотъемлемой частью украинского пейзажа (рис. 1).

На живописной окраине Киева – в районе Голосеевского леса, вблизи урочища Феофания и поселка Пирогово – действует музей под открытым небом. Он показывает народную архитектуру и быт старого (XVI ст. – начало XX столетия) украинского села всех историко-этнографических регионов Украины. Отдельными группами на территории музея собраны ветряки XIX ст. – начала XX столетия, перевезенные с Черкащины, Полтавщины,

Днепропетровщины, Луганщины, Черниговщины и других областей. В млинах при случае можно даже наблюдать помол зерна.

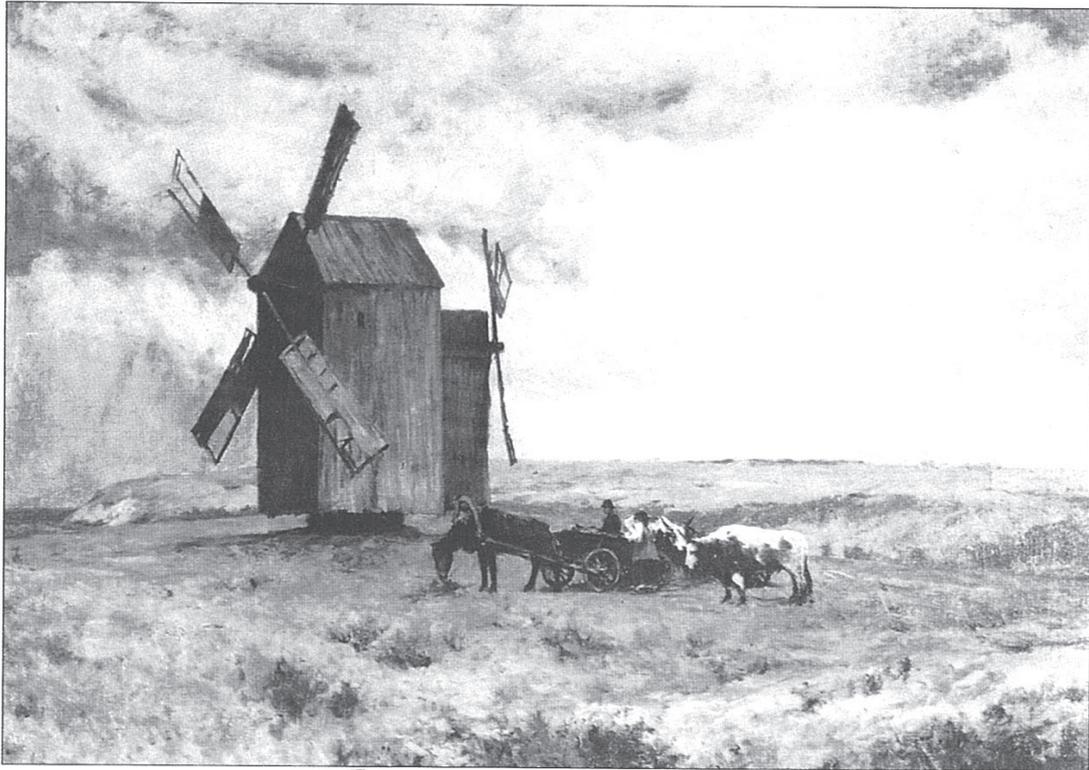


Рис. 1. Украинский ветряк (с картины художника С. И. Свитославского, 1880 г.)

Музей Переяслава-Хмельницкого под открытым небом демонстрирует народное зодчество и быт Среднего Приднепровья. Особой достопримечательностью музея является коллекция украинских ветряков, насчитывающая 14 памятников.

Говоря об экономической составляющей первого периода развития украинской ветроэнергетики, нельзя забывать то, что Байкануры начинались с мельниц, что с мельниц и часов начиналась прикладная механика и автоматика во всем мире, что на возне с ними (да, пожалуй, еще с пушками) учились все инженеры.

Охарактеризовав тезисно период мукомольных ветряков, следует заключить, что он был успешным как для России, так и для Украины и сыграл важную роль в энергетическом балансе обеих стран.

В начале XX столетия, когда уже имелись научные основы развития ветротехники, в мире разворачивается строительство ветряных электрических станций (ВЭС). Пионером в их строительстве явилась Дания, правительство которой еще в 1890 г. развернуло широкую программу развития ветротурбин относительно большой мощности (четырёхлопастные ветроколеса диаметром 23 м, высота башни 24 м, мощность от 5 до 25 кВт).

Период первичного возрождения ветроэнергетики характеризуется переходом от мукомольного производства к работе ветровых электрических установок (ВЭУ) в составе ВЭС.

Каковы особенности ветроэнергетики Украины в этом периоде?

Ветроиспользование в СССР рассматривалось как важная государственная проблема. 1 декабря 1918 года начал функционировать ЦАГИ – Центральный аэро- гидродинамический институт. Его задача – развитие аэро- и гидродинамики в целях научного и главным образом практического использования в различных отраслях техники. Для практического выполнения поставленных перед Институтом задач создано 7 отделов. Заведующим первым – общетеоретическим – отделом стал инженер – механик Владимир Петрович Ветчинкин (1888 – 1950), преподаватель МВТУ, автор более 20 научных работ по аэродинамике. Вторым –

винтомоторных групп – инженер – механик Борис Сергеевич Стечкин (1891 – 1969), преподаватель МВТУ, конструктор нового авиационного мотора «АМБЕС». Заведующим третьим – отделом ветряных двигателей (ОВД) стал военный летчик Николай Валентинович Красовский, специалист по постройке и исследованию ветряных двигателей. Помощником у него был Борис Николаевич Юрьев (1889 – 1957), автор геликоптера и собственной теории гребных воздушных винтов [10].

Уже в 1924 г. под руководством Н.В. Красовского в отделе ветродвигателей ЦАГИ был разработан быстроходный двигатель мощностью до 50 л.с. с новой системой регулирования частоты вращения колеса, предложенной Г.Х. Сабининым. Она получила название стабилизаторной. С целью расширения работ по созданию ветродвигателей и использованию энергии ветра в 1930 г на базе ОВД ЦАГИ был организован Центральный ветроэнергетический институт (ЦВЭИ), единственная в мире в то время научно – исследовательская организация такого профиля.

Регулирование ВЭУ является наиболее сложным и ответственным моментом, так как условия параллельной работы на сеть требуют постоянства частоты вращения генератора вне зависимости от скорости ветра. Осуществляется регулирование поворотом лопасти вокруг неподвижной оси. С изменением положения лопасти по отношению к направлению ветра изменяются и аэродинамические силы, действующие на лопасти, что и положено в основу регулирования. Поворот лопастей осуществляется либо аэродинамически при помощи руля – стабилизатора, соединенного с центробежным регулятором, помещенным в крыле (предложен профессором Г. Х. Сабининым), либо механическим путем – сервомоторами.

Введенная в 1931 году в эксплуатацию Балаклавская ВЭС (рис. 2), работавшая в сеть напряжением 6,3 кВ совместно с тепловой электростанцией мощностью 20 МВт, не имела себе равных ни в СССР, ни за границей (в 1942 г. во время войны станцию разрушили) [9].

Кабина головки (длина 13,7 м, ширина 2,5 м, высота 3,8 м), где размещались генератор, электроаппаратура, редуктор с эластичными муфтами, была выполнена наподобие фюзеляжа самолета. Ветроколесо имело три лопасти, которые свободно поворачивались на своих махах под действием стабилизаторов системы регулирования Г. Х. Сабинина и Н. В. Красовского. Лопасти имели обтекаемый профиль, аналогичный профилю крыла самолета, и длину 11 м при ширине 2 м у основания и 1 м на конце. Махи выполнялись из стальных труб диаметром 350 мм.

Плоскость вращения ветроколеса имела наклон 12° к вертикали, что было вызвано необходимостью уменьшить вылет ветроколеса относительно башни. Головка установки опиралась через шаровую пятую на сферу, закрепленную наверху башни. На этой опоре верхняя часть ВЭУ поворачивалась вокруг вертикальной оси при установке ветроколеса на ветер. Ферма головки соединялась шарнирно с наклонной хвостовой фермой, на нижнем конце которой также шарнирно была присоединена тележка с мотором и лебедкой. Хвостовая ферма служила для установки ветроколеса на ветер при изменениях его направления. Тележка опиралась на рельс, уложенный вокруг башни по кругу радиусом 20,5 м. Тележка двигалась по рельсу электродвигателем мощностью 1,5 кВт через червячную передачу. Включение его в работу происходило автоматически при изменении направления ветра. Для этого наверху кабины был установлен флюгер размером 400x700 мм. В случае изменения направления ветра флюгер включал одну из катушек электромагнитного переключателя, находящегося в цепи электродвигателя хвостовой тележки. Двигатель перемещал тележку по рельсу до тех пор, пока ветроколесо не становилось снова против ветра и флюгер не размыкал контакта. Подъем на башню осуществлялся по хвостовой ферме, на которой для этой цели была уложена лестница.

Генератор был установлен асинхронный, трехфазного тока, мощностью 92 кВт при частоте вращения 600 об/мин, допускающий длительную перегрузку на 10 %, который включался автоматически центробежным механизмом.

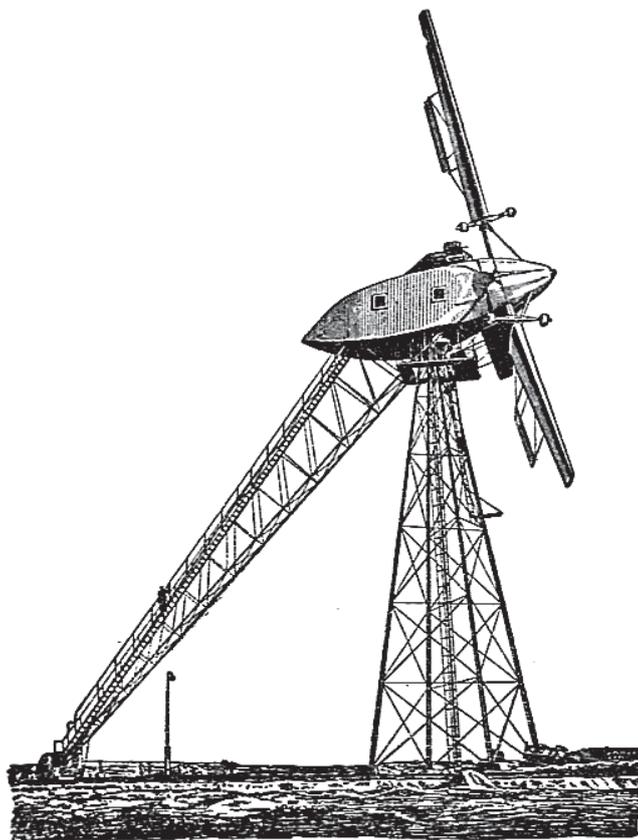


Рис. 2. Общий вид Балаклавской ВЭС на 100 кВт

Эксплуатационные испытания ВЭС проводились в двух режимах: при 19 и 30 оборотах ветроколеса в минуту. При этом оказалось, что режим работы ВЭС на 30 об/мин значительно выгоднее. Годовая выработка энергии составляла около 280 тыс. кВт·ч при коэффициенте использования энергии ветра 0,32.

В начале 30-х годов, когда мощность ветростанций в мире не превышала 100 кВт, в СССР приступили к разработке ВЭС больших мощностей. В конце 1935 г. ЦВЭИ в Москве закончил проект ВЭС с диаметром ветроколеса 50 м и синхронным генератором для параллельной работы на общую сеть.

Общий вид этой электростанции показан на рис. 3, а.

Передача вращения от вала ветроколеса к генератору производится через двухступенчатый редуктор с передаточным отношением 1:25. Ветроколесо делает 24 об/мин, генератор 600 об/мин. Общий вид кабины в разрезе показан на рис. 3, б.

В кабине ветродвигателя находятся генератор, гидравлическая муфта, аппаратура защиты, электродвигатели пуска и остановка. Часть электрооборудования расположена внизу под башней подстанции.

Мощность ВЭС равна 1 000 кВт при скорости ветра 14 м/сек.

Ветродвигатель электростанции трехлопастный, быстроходного типа, со стабилизаторным регулированием, но в отличие от предыдущей ВЭС поворачиваются только части лопастей.

Установка ветроколеса на ветер осуществляется электродвигателем, который смонтирован на ферме штыря в нижней части кабины. Этот двигатель через две червячные передачи поворачивает головку, устанавливая ветроколесо на ветер.

На кабине в вертикальной плоскости, проходящей через ось вала, установлены ветрячки, вращающиеся при изменениях направления ветра; при этом они через электрическую передачу включают электродвигатель, который поворачивает головку до тех пор, пока ветроколесо не станет против ветра; ветрячки в этот момент останавливаются.

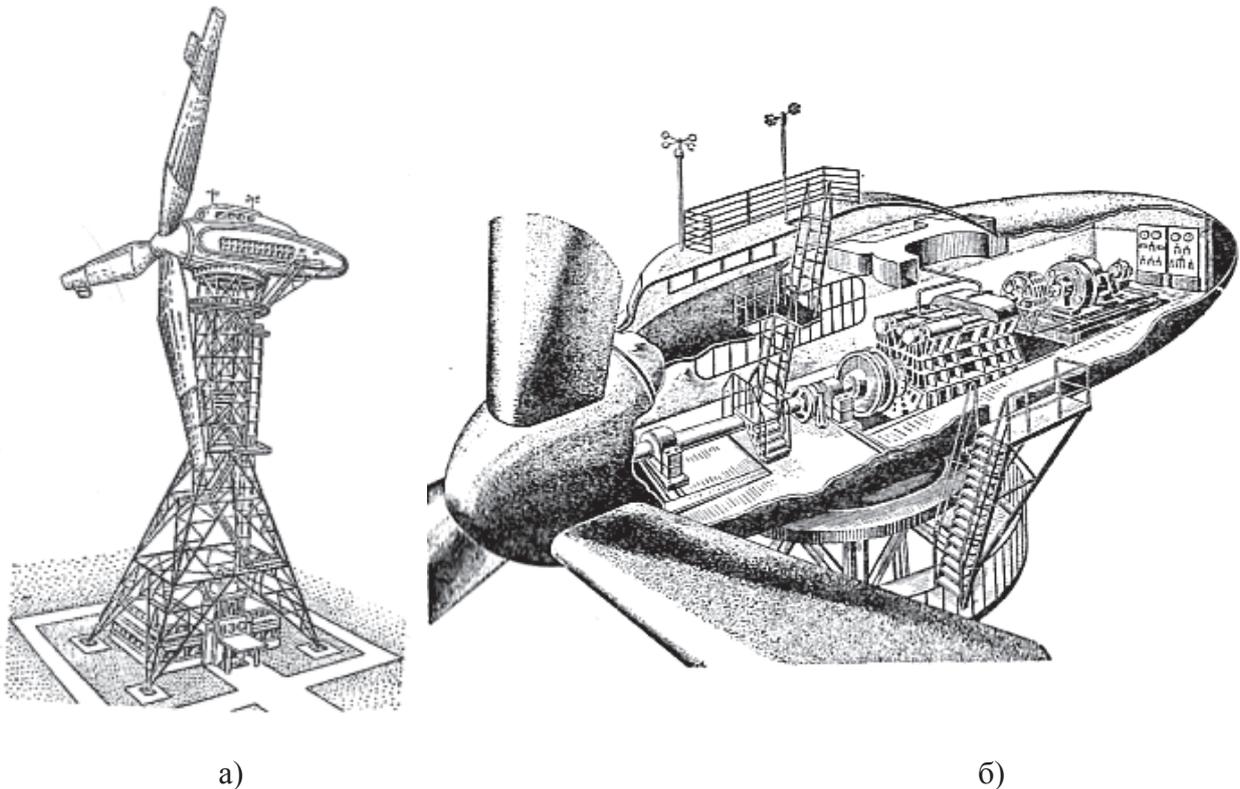


Рис 3. ВЭС ЦВЭИ на 1 000 кВт (проект):
а – общий вид ВЭС; б – общий вид кабины в разрезе

Высота башни 50 м; размеры основания 25 х 25 м. Для подъема на верхний балкон башни имеется лифт и запасная лестница. У основания башни расположено здание, в котором помещается основное распределительное устройство электрической части.

В связи с огромным государственным значением был объявлен конкурс по созданию сверхмощных (2 – 25 тыс. кВт) ВЭС. Комиссия по ветроэнергетики Академии наук определяла победителей. В ней работал, в частности, ученый энциклопедического склада ума, основоположник современной теории корабля, академик Алексей Николаевич Крылов (1863 – 1945) [11].

В апреле 1933 г. экспертиза проектов закончилась победой эскизных проектов Ю. В. Кондратюка (1897 – 1941) и Украинского института промышленной энергетики (УИПЭ, г. Харьков).

Вот их краткая характеристика.

ВЭС на 4 500 кВт спроектирована Украинским институтом промышленной энергетики (рис. 4).

На металлической трехногой башне высотой 150 м установлен на катках поворотный сварной мост, несущий на себе здание ВЭС со всеми передаточными механизмами. Поворот моста вокруг оси башни для установки ветроколеса против ветра производится автоматически. Ветроколесо диаметром 80 м состоит из четырех крыльев цельнометаллической конструкции. Главный вал при помощи эластичной муфты связан с зубчатой передачей, повышающей число оборотов в минуту с 18 до 612. Зубчатая передача приводит во вращение два генератора трехфазного тока мощностью 2 250 кВт каждый. От генераторов ток через контактные кольца отводится кабелем, идущим вдоль башни, к расположенному внизу зданию повысительной подстанции. Регулирование осуществляется посредством поворота части крыла («открылка») при помощи масляного сервомотора.

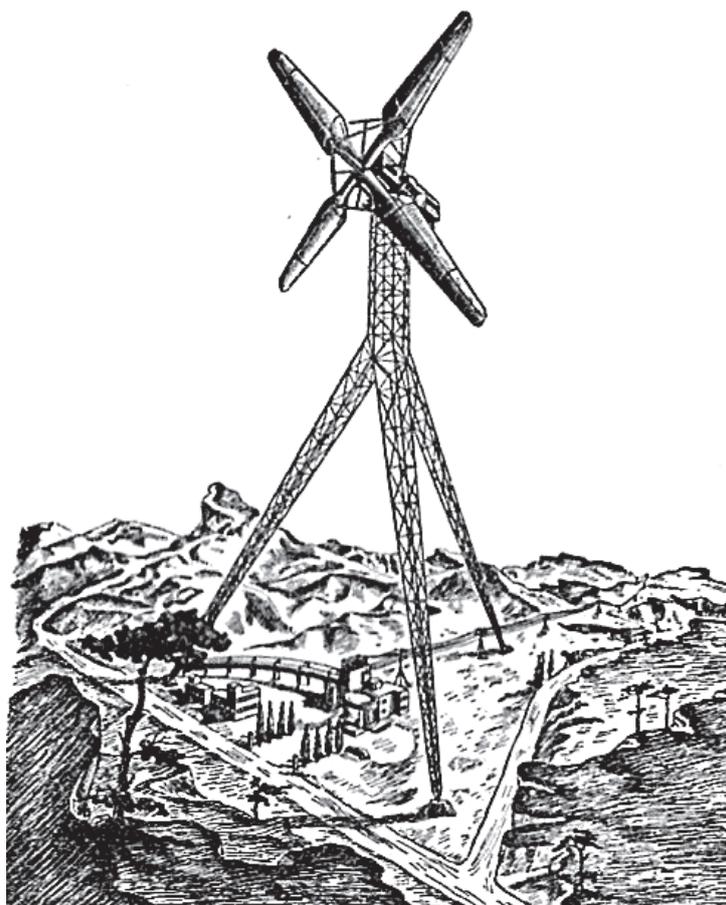


Рис. 4. Общий вид ВЭС по проекту УИПЭ на 4 500 кВт

На рис. 5 представлен общий вид ветроэлектростанций, спроектированных Ю. В. Кондратюком (А. И. Шаргеем). Две ВЭУ расположены на одной башне. Каждая установка имеет ветроколесо диаметром 80 м с тремя (рис. 4, а) и четырьмя (рис. 4, б) лопастями. При каждом ветроколесе есть гидравлический мультипликатор, повышающий частоту вращения с 20 до 600 об/мин, генератор трехфазного тока и комплекс механизмов управления и регулирования. Нижняя установка находится на высоте 65 м от земли, а верхняя – на вершине башни, на высоте 158 м.

Общее для обеих установок распределительное устройство и щиты находятся в добавочном этаже машинного зала нижней установки. Отсюда ток в 6 000 В по кабелям идет к основанию башни на специальные кольцевые токосъёмы, так как башня поворачивается на своём основании в зависимости от направления ветра. С токосъёмов ток поступает на повысительную подстанцию, расположенную вблизи башни на земле. Башня представляет собой железобетонную трубу с наружным диаметром 6,5 м, заключающую внутри себя лестницу и два лифта. В вертикальном положении башня удерживается тремя растяжками, из восьми стальных канатов каждая. Для разгрузки низа башни от больших изгибающих моментов, а также с целью установки ветроколес всегда против ветра основание башни поставлено на шарнир – гидравлический подпятник.

Шарнир представляет собой стальной цилиндр, установленный на фундаменте и наполненный густой мазью из вискозина с канифолью. Сверху цилиндр запирается поршнем, на котором и стоит вся башня. Специальная конструкция поршня позволяет ему покачиваться в цилиндре, не нарушая герметичности. Мазь находится под давлением 350 атмосфер.

В целях устранения провисания растяжек и уменьшения при этом отклонения башни от вертикального положения в каждой растяжке, помимо основных канатов, имеются идущие выше поддерживающие канаты, несущие на себе вес основных канатов и позволяющие им

всегда сохранять прямолинейную форму. Порывистый ветер будет покачивать башню, что представляет опасность вследствие возможности возникновения нескольких последовательных толчков ветра, синхронных собственным колебаниям башни. Ввиду этого растяжки в месте их анкеража снабжены гидравлическими демпферами, которые успокаивают колебания башни тотчас же по их возникновению. Так как ствол башни должен поворачиваться, растяжки и поддерживающие их канаты прикреплены к ней не непосредственно, а через кольцо тележек, внутри которого башня прокатывается, опираясь на него рельсами. Ветроколеса имеют лопасти, разделенные каждая на две части – внешнюю и внутреннюю. Лопасти поворачиваются на махе сервомоторами, которые управляются органами регулирования. Во избежание перегрузок крыльев и башни при порывистом ветре внешние части лопастей снабжены пневматическими буферами, которые позволяют им выворачиваться при резких ударах ветра и затем автоматически возвращают их в нормальное положение.

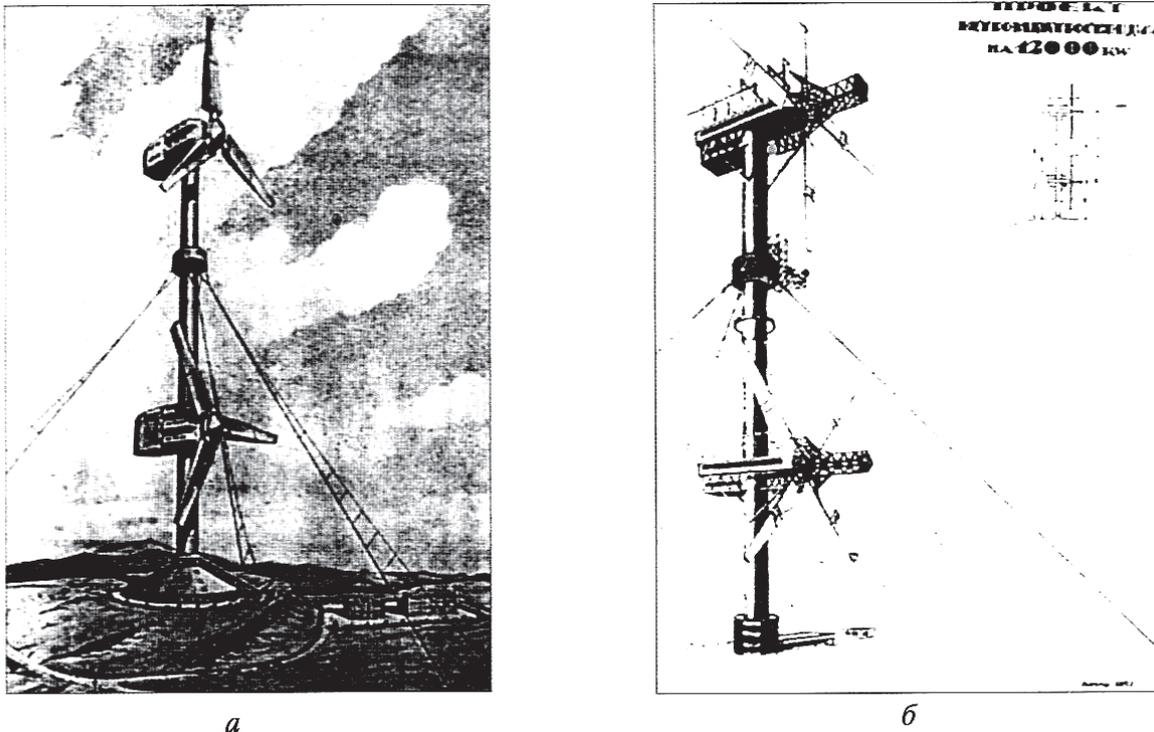


Рис. 5. Общий вид ВЭС по проекту Ю.В. Кондратюка (А.И. Шаргея):
а – на 10 000 кВт; б – на 12 000 кВт

В процессе работы ветроколесо вращает коренной вал, на котором оно жестко посажено. Вал входит своим концом внутрь ствола башни. При помощи шарнирной муфты к однокоренному валу присоединен двухкоренной вал, находящийся внутри башенного ствола и заканчивающийся фрикционной многодисковой муфтой с гидравлическим прижимом дисков. Фрикционная муфта имеет предохранительное значение, автоматически отключая от ветроколеса последующие звенья в аварийных случаях, что совершенно необходимо, если учесть огромную инерцию 80-метрового колеса, обладающего на конце лопасти окружной скоростью 85 м/с. За фрикционной муфтой следует расположенный уже по другую сторону ствола башни ротативный масляный насос оригинальной конструкции, которым и заканчивается цепь элементов, жестко присоединенных к ветроколесу. Насос подает масло под давлением до 37 атмосфер в находящуюся на верхнем этаже турбину Пельтона, соединенную непосредственно с генератором переменного тока. Для отвода выделяющегося в гидравлической передаче тепла часть циркулирующего в системе масла проходит через специальный радиатор, выпускаемый вниз на ветер из хвостовой части машинного здания.

ВЭС начинает работать при скорости 6 м/с. При скорости ветра 16,5 м/с она развивает мощность 7 000 кВт, а при скорости 20,3 м/с – свою полную мощность в 10 тыс. кВт.

Летом 1934 г. академическая экспертиза рекомендует проект Ю. В. Кондратюка к строительству. Г. К. Орджоникидзе создает в Москве контору по строительству КрымВЭС, которая под научным руководством Юрия Васильевича разрабатывает рабочий проект небывалой станции.

В 1936 г. на Ай-Петринской яйле в Крыму началось строительство ВЭС на 12 тысяч кВт, равной которой по мощности нет в мире и поныне. Ее мощность почти в два раза превышала мощность первой советской опытной атомной станции.

Проект и сейчас является предметом профессионального интереса специалистов всего мира. К сожалению, после смерти куратора ветроэнергетики Г. К. Орджоникидзе по указке сверху строительство ВЭС на Ай-Петри при готовом ее фундаменте было законсервировано.

И все-таки проект Ю. В. Кондратюка реализован с сохранением всех основ конструкции его учениками. Принципы математического моделирования процессов колебания 165-метровой железобетонной башни, разработанные Ю. В. Кондратюком, и ряд иных инженерных решений его соратники Н. Никитин и Б. Злобин позже использовали в проекте и строительстве Останкинской телебашни.

В остальных странах мира, вплоть до возникновения энергетического кризиса в 70-х годах XX столетия, эксплуатировались ветроэнергетические установки небольшой мощности, никак не превосходящие вышеописанные работавшие или запроектированные ВЭС.

Таким образом, во втором периоде возрождения ветроэнергетики достижения Украины соответствовали уровню лучших мировых.

Третий период вторичного возрождения ветроэнергетики Украины в рамках Комплексной программы характерен крайне низкими результатами и ее дискредитацией. Об этом и причинах случившегося подробно изложено в работах [1, 4–7] и ряде статей других авторов.

Поэтому сегодня можно констатировать, что фактически третий период начался в 2010 году, после введения «зеленого» тарифа, с отставанием от мировых тенденций почти на 40 лет. И характеризуется он внедрением турбин мегаваттного класса.

Пионером в этом процессе стал «Ветряной парк Новоазовский», в кильватере за ним следует «Ветряной парк Очаковский» [12] во главе с «Управляющей компанией «Ветряные парки Украины» (УК ВПУ).

В срок чуть более двух лет оба ветропарка ввели в эксплуатацию 95 МВт мощностей, что больше чем введено за 15 лет в рамках Комплексной программы. Но главное не только в «больше», а в новом качестве, с освоением новейших ветроэнергетических технологий. Вот почему 2010 год является де – факто началом истинного возрождения украинской промышленной ветроэнергетики.

Менее чем за 2 года, в 2012 году установленная мощность ветропарков Украины возросла на 82,7 %, что позволило ей занять 34-ю позицию в стопозиционном списке стран мира. К началу 2014 года в активе УК ВПУ 150 МВт введенных в промышленную эксплуатацию ветротурбин мультимегаваттного класса [13], у «Виндкрафт Украины» - 3 МВт. «Винд Пауэр» к середине 2014 года планирует запустить вторую очередь общей мощностью 105 МВт. С ее вводом общая мощность составит 200 МВт [14].

Управляющая компания ВПУ организовала производство лицензионных турбин и с середины 2013 года ВЭУ 2,5 МВт выпускаются под брендом ВТУ – «Ветряная турбина Украины».

Таким образом, за трехлетний промежуток времени третьего периода возрождения ветроэнергетики Украина перешла порог входа в ветроэнергетическую отрасль, стала лидером по мощности ветроэнергетики в странах СНГ и стала страной с функционирующей ветроэнергетической промышленностью. Оборудование под брендом «Ветряная турбина Украины» уже экспортируется в соседние страны [13].

Мировая и особенно европейская ветроэнергетика уверенно осваивает оффшорные станции, в том числе и на больших глубинах. Украина находится на втором месте в мире после Норвегии по площадям мелководных акваторий, пригодных для строительства ВЭС водного базирования. Освоив строительство оффшорных ВЭС, ветроэнергетика Украины может в короткие сроки выйти на уровень передовых государств мира и восстановить то лидирующее положение, которым она обладала в первых двух периодах развития мировой ветроэнергетики.

Выводы

Украина, имея весомые успехи в различные периоды развития мировой ветроэнергетики, обладая природными условиями для ее развития, промышленным и научным потенциалом для производства современных ВЭУ, создав законодательную и финансовую основу для инвесторов, в ближайшем будущем занять достойное место среди государств мира в развитии промышленной ветроэнергетики.

Список литературы

1. Куцан Ю. Г., Подгуренко В. С. Вітроенергетика України в контексті світових тенденцій: сучасний стан та перспективи розвитку – Енергетика та Ринок – 2012. – № 4 (65). – С. 19–32.
2. 2013. Half – year Report. – The World Wind Energy Association (WWEA). – Режим доступности: www.wwindea.org.
3. Gsanger Stefan, Pitteloud Jean-Daniel. 2012 Annual Report. – Bonn: The World Wind Energy Association. – 2013, V. – 19 p.
4. Подгуренко В.С. Анализ развития ветроэнергетики в Украине – Энергетика и электрификация – 2000. - №10. – С. 40–51.
5. Подгуренко В.С. Ветроэнергетика Украины – состояние и перспективы развития // В кн.: Устойчивый Крым. Энергетическая стратегия XXI века. – Симферополь: «Экология и мир». – 2011. – 400 с. – С. 301–319.
6. Подгуренко В., Бордюгов В. Мифы и реалии Украинской ветроэнергетики. – Зеркало недели. – 2002. – № 17 от 11 – 17.05.02 г. – С. 20.
7. Подгуренко В. С. Оценка развития ветроэнергетики Украины в контексте мировых тенденций. – Энергосбережение. – 2011. – № 6 – С. 18–19.
8. Крючков Ю. С. История Николаева от основания до наших дней. – Николаев: МП «Возможности Киммерии». – 1996. – 302 с. – С. 112.
9. Подгуренко В. С. Использование энергии ветра, создание и применение механизмов для ее преобразования. // В кн.: Энергетика: история, настоящее и будущее. Т.1. – К. – 2005. – 304 с. – С. 61–88.
10. Андрей Николаевич Туполев. Грани дерзновенного творчества. – М.: Наука. – 1988. – 248 с. – С. 40–41.
11. Крылов А. Н. Мои воспоминания – 8-е стереотипное 7-му изд. – Л.: Судостроение. – 1984. – 480 с. – С. 473.
12. Подгуренко В. С. Промышленная ветроэнергетика Николаевщины: становление и перспективы развития. – Энергосбережение. – 2011. – № 12. – С. 28–29.
13. Еременко В. В. Ветроэнергетическая база Украины. – Энергосбережение. – 2013. – № 11. – С. 13–15.
14. Белозерова Л. Запорожский энергопрорыв ДТЭК. – Энергосбережение. – 2013. – № 10. – С. 26–27.

CENTURIES-OLD UKRAINIAN TRADITIONS IN USING WIND ENERGY

PODGYRENKO V. S., Cand. Tech. Science

STEPANETS I. V., Post graduate

TEREKHOV V. E., Post graduate student

The paper highlights the periods of development of global wind power engineering, characterizes the history of formation and development of wind power engineering in Ukraine in

these periods, makes an analysis of its current state in the context of global trends and gives recommendations for its further development and effective use.

Key words: wind power engineering, wind power station (WPS), wind electric plant (WEP), wind turbine.

References

1. Kutsan, Yu.G., Podgurenko, V.S. (2012), "Ukrainian wind power engineering in the context of global trends: current state and development perspectives" ["Vitroenergetyka Ukrayiny v konteksti svitovykh tendentsii: suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku"], *Energetyka ta Rynok*, No. 4 (65), P. 19–32.
2. Podgurenko, V.S. (2000), "Analysis of development of wind power engineering in Ukraine" ["Analiz razvitiya vetroenergetiki v Ukraine"], *Energetika i elektrofikatsiya*, No. 10, P. 40–51.
3. Podgurenko, V. S. (2011), "Wind power engineering in Ukraine - condition and perspectives", Stable Crimea. Energy Strategy of XXI strategy ["Vetroenergetika Ukrainy - sostoyanie i perspektivy razvitiya", *Ustoychivyy Krym. Energeticheskaya strategiya XXI veka*], *Ekologiya i Mir, Simferopol*, p. 400, P. 301–319.
3. Podgurenko, V. S. (2011), "Wind power engineering in Ukraine - condition and perspectives", Stable Crimea. Energy Strategy of XXI strategy ["Vetroenergetika Ukrainy - sostoyanie i perspektivy razvitiya", *Ustoychivyy Krym. Energeticheskaya strategiya XXI veka*], *Ekologiya i Mir, Simferopol*, p. 400, P. 301–319.
5. Podgurenko, V. S. (2011), "Analysis of development of wind power engineering of Ukraine in the context of global trends" ["Otsenka razvitiya vetroenergetiki Ukrainy v kontekste mirovykh tendentsiy"], *Energoberezhnie*, No. 6, P. 18–19
6. Kryuchkov, Yu. S. (1996), History of Nikolayev from foundation to our days [Istoriya Nikolayeva ot osnovaniya do nashykh dney], MP "Vozmozhnosti Kimmerii", Nikolaev, 302 p., P. 112.
7. Podgurenko, V.S. (2005), "Use of wind energy, creation and application of mechanisms for its transformation", *Power engineering: history, present and future, vol. 1* ["Ispolzovanie energii vetra, sozдание i primenenie mekhanizmov ee preobrazovaniya", *Energetika: istoriya, nastoyashchee i budushchee, T.1*], Kyiv, p. 304, P. 61–68.
8. Tupolev, A.N. (1988), *Aspects of daring creativity* [Grani derznoyennogo tvorchestva], Nauka, Moscow, 248 p., P. 40–41.
9. Krylov, A.N. (1984), *My memories*. 8th reprint of 7th edition [Moi vospominaniya. 8-e stereotipnoe 7-my izd.], Sudostroenie, Leningrad, 480 p., P. 473
10. Podgurenko, V.S. (2011), "Industrial wind power engineering in Nikolaev region: establishment and development perspectives" ["Promyshlennaya vetroenergetika Nikolaevshchiny: stanovlenie i perspektivy razvitiya"], *Energoberezhnie*, No. 12, P. 28–29.
11. Eremenko, V.V. (2013), "Wind energy base of Ukraine" ["Vetroenergeticheskaya baza Ukrainy"], *Energoberezhnie*, No. 11, P. 13–15.
12. Belozeroва, L. (2013), "DTEK's energy breakthrough in Zaporozhzhia" ["Zaporozhskiy energoproryv DTEK"], *Energoberezhnie*, No. 10, P. 26–27.

Поступила в редакцию 21.04 2014 г.