

11. Кунина, Л.А. Обеззараживание питьевых вод электролизом / Л.А. Кунина // Гигиена и санитария. – 1984. – №12.
12. Эберт, Л.Я. Электролитическое обеззараживание воды бездифрагменным способом / Л.Я. Эберт, Л.А. Кунина // Гигиена и санитария. – 1982. – №10.
13. Сиренко, Л.А. К методике культивирования сине-зеленых водорослей – возбудителей «цветения» воды. «Цветение» воды / Л.А. Сиренко. – Киев: Наукова думка, 1988. – 266 с.
14. Иванов, А.И. К методике определения биомассы сине-зеленых водорослей при их массовом развитии / А.И. Иванов. – Киев: Наукова думка, 1988. – 86 с.

Материал поступил в редакцию 13.05.08

YALOVAYA N.P. Improvement of microbiological parameters of natural water electric coagulation

The analysis of existing methods without infection of natural water and results of experimental researches on improvement of microbiological parameters of natural water electro coagulation is resulted. The researches electro coagulation of clearing of water of seaweed and bacteria *E. coli* have shown, that by the small charges electro generated coagulation $Al(OH)_3$ it is possible effectively to delete from water of micropollution up to normative parameters. By comparative researches on improvement of microbiological parameters by a component and electro coagulation by a method is established, that water oxidation of aluminium $Al(OH)_3$, received in result electro coagulation has many times greater I absorbing ability in comparison with $Al(OH)_3$, received in result dissolution salt in water $Al_2(SO_4)_3$.

УДК 620.9

Северянин В.С.

ПРЕДУСТАНОВКА ЛАБОРАТОРИИ «ПУЛЬСАР» В ОБЛАСТИ СОЛНЕЧНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

ВВЕДЕНИЕ

Общеизвестны требования диверсификации энергопроизводства разных масштабов. Особый упор при этом делается на возобновляющиеся энергоресурсы. Для Республики Беларусь в силу ряда причин реализация местных энергоресурсов, в том числе возобновляющихся, затруднена (невысокий энергетический потенциал, малые запасы, организационные проблемы, а главное - отсутствие адекватных технических решений). Поэтому разработка новых энергоустановок является очень актуальной проблемой.

В данной статье описываются технические возможности использования таких возобновляющихся ресурсов, как Солнце и ветер, имеющих энергетические характеристики, типичные для климатической зоны Республики Беларусь. Приведены новые разработки научно-исследовательской лаборатории «ПУЛЬСАР» Брестского государственного технического университета, выполненные в 2004-2007 г.г.

Эти предложения доведены до уровня эскизных проектов, т.е. проработаны не только принципиальные схемы, но и основные элементы и взаимодействие между ними.

ГЕЛИОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

В стадии экспериментального изготовления находится описываемая ниже солнечная установка, не имеющая мировых аналогов. Эта гелиостанция может быть применена как по известным, так и новым солнечным технологиям.

Гелиоустановка состоит из конусов 1, это ленты из листового материала, согнутые в виде усеченных конусов, внутренняя поверхность которых выполнена зеркальной, угол образующей конуса к его оси выбирается таким, чтобы солнечный луч направлялся в фокус. Конусов 1 несколько штук, между ними зазор, размеры конусов такие, чтобы их проекции на Солнце, не перекрывая друг друга, полностью, без пропуска, заполняли солнечный поток. Конусы 1 концентрические, все имеют один и тот же фокус.

Конусы 1 дистанционируются относительно друг друга радиусами 2, при этом образуется продуваемая прочная пространственная конструкция. Радиусы 2 - плоские элементы с углами, к которым крепятся конусы 1. Радиусы 2 закреплены на кольце 3, имеющем по диаметру оси 4 и рычаги 5. Плечо рычага 5 обуславливает поворот кольца 3 вокруг оси 4. На рычаги 5 надеты тяги 6.

В фокусе конусов 1 расположен приёмник лучистой энергии 7. Это полая сфера, установленная наверху трубчатой колонны 8, на которую надет кожух 9, имеющий выступы 10, связанные с тягами 6 и поворотником 11. Оси 4 опираются на стойки 12.

Приёмник лучистой энергии 7 для нагрева имеет зачернённую внешнюю поверхность, для освещения люминофора - прозрачную

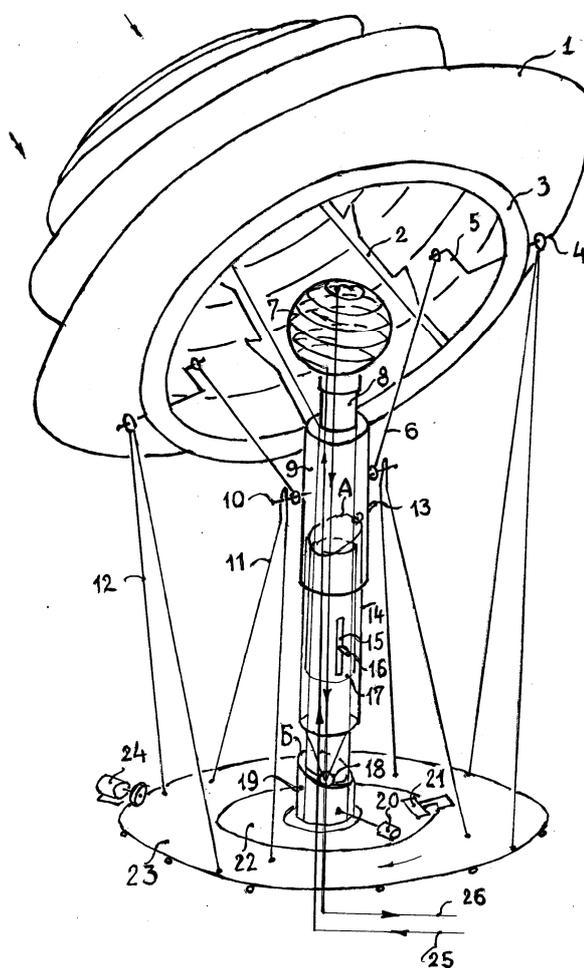


Рис. 1. Общий вид гелиостанции

(внутри сферы организованы спиральные каналы), для выработки электротока сфера собрана из фотоэлементов на её поверхности. Кожух 9 имеет штифт 13, который проходит внутрь него, до поверхности колонны 8, но не прикреплен к ней. Этот штифт 13 опирается

Северянин Виталий Степанович, профессор технических наук, профессор кафедры водоснабжения, водоотведения и теплообеспечения УО «Брестский государственный технический университет», научный руководитель НИЛ «ПУЛЬСАР», ул. Московская, 267, УО БрГТУ, г. Брест, Беларусь.

2 с зацепами 3, направляются крепящим кольцом 4 с пазами 6, ось 8, рычагом 9 на Солнце: ось ОФ выводит лучи на фокусную линию а-б, её центр -фокус Ф относительно В. От всех конусных поверхностей 1 лучи концентрируются на объекте воздействия 7, находящемся на расстоянии ФР, оно одинаково для всех конусов. Так как все конусные поверхности по оси ФО сближены друг к другу на расстояние НК, размеры по оси ФО устройства минимальны. Так как $(PK)_3=(PK)_4$, то холостого пропуска лучей через гелиоконцентратор не будет, все проекции БГ используются. Зазор между конусными поверхностями позволяет существенно снизить воздействие ветра. Мощность установки обусловлена величиной РГ.

На рис. 3 представлена схема устройства привода гелиоконцентратора, сверху - поперечный разрез станции, снизу - конструкция привода.

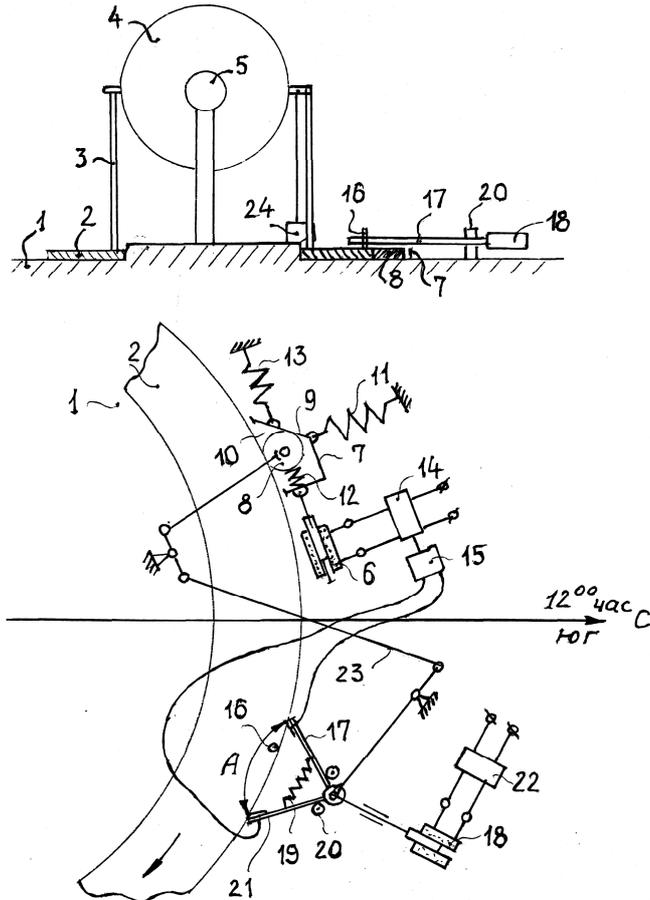


Рис. 3. Электромеханический привод

Установка закреплена на установленной на основании 1 платформе 2 в виде диска, способного вращаться вокруг своей оси. На платформе имеются стойки 3, несущие гелиоконцентратор 4 (например, многоконусной конструкции), в фокусе которого на колонне установлен теплоприёмник 5 (так называемый солнечный котёл). На основании 1 закреплён соленоид поворота 6 - электромагнитная катушка с сердечником внутри. Этот сердечник тягой соединён с коробкой 7, внутри которой находится свободно перемещаемая в ней шайба 8. Коробка 7 имеет наклонную стенку 9 и открытую часть коробки 10. Коробка 7 поджата к платформе 2, не касаясь её благодаря шайбе 8, пружиной коробки 11. Шайба 8 поджата к наклонной стенке 9 и к боковой поверхности платформы 2 пружиной шайбы 12. Пружина соленоида поворота 13 фиксирует коробку 7 прижатием хвостовика сердечника. Катушка соленоида поворота 6 электрически связана с реле 14, питающимся от сети. Для установки времени включения, периода и длительности, в сети реле 14 имеется задатчик 15, с ручной установкой и обратной связью от собственных контактов.

На периферии платформы 2 вставлен штырь 16. На его уровне на основании 1 смонтированы рычаги 17, имеющие общую ось, связанную с сердечником соленоида коррекции 18. Рычаги раздвинуты пружиной рычагов 19 и имеют упоры в виде роликов 20. На концах рычагов 17 закреплены контакты 21 обратной связи задатчика 15 (их может быть несколько по длине рычагов, для увеличения точности обратной связи). Гелиостанция подключена к электрическим контактам часов 22. Ось рычагов 17 связана с коробкой 7 кулисы отжатия 23.

На стойках 3 смонтирован механизм 24 поворота в вертикальной плоскости, его тяги связаны с горизонтальной осью гелиоконцентратора.

Вращение платформы 2 осуществляется импульсами при помощи соленоида поворота 6. При его включении внутрь катушки втягивается сердечник, он тянет коробку 7, которая заклинивает шайбу 8 между наклонной стороной 9 и боковой поверхностью платформы 2 через открытую часть коробки 10, с прижатием пружинной коробки 11 (аналог - «обгонная муфта»). Поэтому движение сердечника передаётся платформе 2, она поворачивается вокруг своей оси О (здесь - по часовой стрелке). Параметры движения: ход сердечника, шайбы, коробки 5...50 мм, поворот платформы 1...10°, период включения 10 сек...5 мин, время выключения 0,1...0,5 сек. Эти параметры обусловлены недопущением схода фокусного пятна с теплоприёмника 5 и надёжностью работы фрикционных элементов.

При отключении соленоида поворота 6 пружина соленоида поворота 13 оттягивает коробку 7 назад (по чертежу - вверх), шайба 8 выходит из зацепления с платформой 2, система возвращается в исходное состояние, готовая к новому включению соленоида поворота. Так осуществляется импульсное («цифровое») движение гелиоконцентратора.

Частота включения соленоида поворота 6 должна быть такой, чтобы 1) полный оборот платформы совершался ровно за 24 часа и 2) направление оси гелиоконцентратора точно соответствовало по времени сторонам света (в 12⁰⁰ час. местного времени точно на юг). Частота реле 14 регулируется задатчиком 15. Точно подобрать частоту выполнения соленоида поворота 6 трудно, он может меняться от внешних и внутренних непредвиденных причин, поэтому требуется корректор поворота.

В 12⁰⁰час. каждые сутки (может быть и другой режим) от электрических часов 22 подаётся импульс на катушку соленоида коррекции 18, сердечник втягивается по направляющим, оси рычагов 17 движутся к соленоиду коррекции 18, ролики 20 сдвигают рычаги 17, сжимая пружину рычагов 19. Конец одного из рычагов 17 соприкасается со штырём 16: если вращение платформы отстаёт от графика, штырь 16 в секторе А ближе к верхнему рычагу 17, он его передвигает (по чертежу) - по часовой стрелке, линия ОС устанавливается на юг. Если вращение платформы 2 опережает график, штырь 16 находится в секторе А ближе к нижнему рычагу 17, и он передвигает штырь вверх (по чертежу), линия ОС возвращается «на юг». Если в этот момент штырь 16 находится строго на радиусе «О - ось рычагов 17», коррекция не нужна, рычаги просто сжимаются. После отключения импульса от 22 рычаги расходятся, давая свободный проход штырю 16. Для облегчения поворота платформы 2 во время коррекции кулисы отжатия 23 отводит коробку 7 с шайбой 8 от платформы 2. Если срабатывает верхний рычаг 17, контакт 21 подаёт сигнал на задатчик 15 реле 14 на увеличение частоты включения соленоида поворота 6, если нижний - наоборот. Движение гелиоконцентратора 4 в вертикальной плоскости происходит благодаря подъёму (опусканию) тяги механизма 24 поворота гелиоконцентратора в вертикальной плоскости, движущейся вместе со стойкой 3.

В настоящее время идёт отработка как общей архитектуры, так и отдельных элементов гелиостанции с целью создания конкурентоспособной энергоустановки мощностью до 100...200 кВт.

Следующая гелиоустановка, см. рис. 4, является новой разработкой, имеющей автономный привод системы ориентации на Солнце и лучевой концентратор в виде жидкостной линзы.

Гелиоустановка состоит из основного элемента - линзы 1 из выпуклых слоёв прозрачной плёнки, удерживаемых кольцами 2, между плёнками залита вода, (при низкой температуре окружающего воздуха может добавляться антифриз, соль и т.п.) плёнки скреплены круговыми

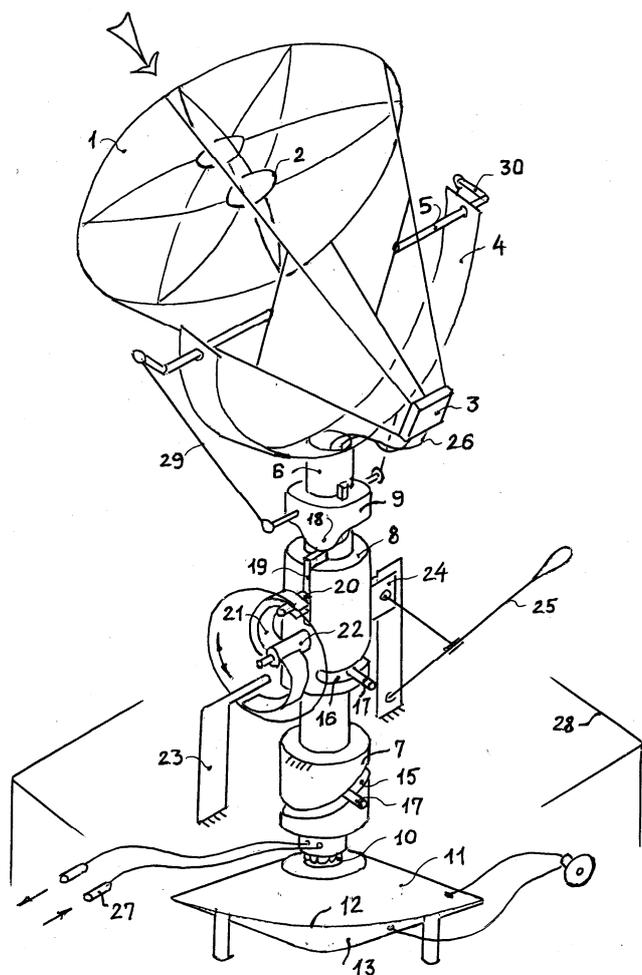


Рис. 4. Гелиоустановка с автономным приводом

фланцами. По оси линзы 1 при помощи рамочной конструкции, закреплённой на фланце линзы 1, установлен приёмник лучистой энергии 3 в виде плоской камеры черного цвета. Между линзой 1 и приёмником лучистой энергии 3 расположена дуга 4 и смонтирована горизонтальная ось 5, её концы входят в верхние участки дуги 4. Дуга 4 закреплена на трубчатой вертикальной оси 6. По поверхности оси 6 установлены подвижные втулки: поворотная 7, опорная 8, наклона 9. Снизу ось 6 через прикреплённый к ней опорный подшипник 10 опирается на гибкий конус 11 (например, из прочной резины через шайбу скреплённый с подшипником 10), в основании которого имеется металлическое прочное круговое плоское дно 12, под которым - аналогичное гибкому конусу 11 расположено гибкое дно 13. Элементы 11, 12, 13 скреплены общим фланцем, опирающимся на подставки. В полость гибкого корпуса 11 и гибкого дна 13 введены трубки, подведённые к вентилю 14. В полости гибкого корпуса 11 залита вода.

В поворотной втулке 7 выполнена спиральная щель 15, в опорной втулке 8 - горизонтальная щель 16, в них вставлены пальцы 17, закреплённые на вертикальной оси 6. Втулка наклона 9 снизу имеет выступ 18, свободно скользящий по верхней части опорной втулки 8 и попадающий на колодку 19. Втулка 9 благодаря шпонке может перемещаться вдоль оси 6. Колодка 19 может перемещаться вверх-вниз по щели во втулке 8 благодаря стержню 20, прикреплённому к колодке 19, который входит в зазор спирали 21. Две спирали 21 (нижняя не имеет зазора) закреплены на поворачивающейся втулке 22, способной поворачиваться на оси, закреплённой на опорной втулке 8. В вогнутую часть спирали 21 введён упор 23, дающий возможность перемещения спиралей вверх-вниз в определённом диапазоне, обусловленном поворотом их на оси втулки 22. Величина поворота может ограничиваться фиксатором (например, винтом), не показанном на чертеже. С другой стороны, втулка опорная 8 имеет шлицы 24, способные двигаться по вертикальной плоской опоре, к которой прикреплён рычаг подъёма 25.

Приёмник лучистой энергии 3 имеет подсоединительные гибкие шланги 26, выведенные через вертикальную ось 6 к неподвижным штуцерам 27 на стенке корпуса 28. На верхней крышке корпуса 28. Закреплены упор 23, втулка поворотная 7, опора шлицев 24, внутри - система 11-12-13.

Втулка наклона 9 снабжена тягами 29, шарнирно связанными с рычагами 30, отходящими от горизонтальной оси 5.

Элементы 19...23 называются «сезонным корректором». Элементы 11-14-12-13 являются аналогом «водяных часов», в которых по величине вытекшей жидкости судят о времени.

Работает гелиоустановка следующим образом.

Поворотом корпуса 28 ось линза 1 - приёмник лучистой энергии 3 при поднятой колодке 19 и находящимся на ней выступом 18 втулки наклона 9, открытому вентилю 14 устанавливается в плоскости север-юг. Поворотом спиралей 21, колодка 19 поднимается так, чтобы выступом 18 втулки наклона 9 приподнялась и тягами 29 при помощи рычагов 30 повернула линзу 1 с приёмником 3 на горизонтальной оси 5 на угол, соответствующий максимальному подъёму солнца в данное время сезона.

Спирали изогнуты так, что при подъёме рычагом 25 упор 23 останавливает подъём при повороте вертикальной оси 6 в направлении восхода солнца.

Затем вентиль 14 отрывается так, чтобы жидкость (например, вода) из полости между гибким конусом 11 и плоским дном 12 вытекала в полость между плоским дном 12 и гибким дном 13 с расходом, позволяющим всей системе, находящейся на вертикальной оси 6, опускаться с поворотом по спиральной щели 15 в поворотной втулке 7 при помощи пальца 17 равномерно от момента восхода до момента захода солнца благодаря действию так называемых «водяных часов». В момент захода солнца упор 23 упирается изнутри в спираль 21 (верхнюю), останавливая систему. Шлицы 24 фиксируют движение втулки 8 вдоль оси 6, поворот оси 6 во втулке 8 позволяет горизонтальная щель 16 с пальцем 17. Таким образом, осуществляется слежение линзы 1 за солнцем в горизонтальной плоскости. Коррекция величины угла поворота (зимой меньше, летом больше) производится поворотом «сезонного корректора». Он же корректирует поворот линзы 1 в вертикальной плоскости (летом больше): установкой спирали 21 стержень 20 поднимает/опускает колодку 19 так, чтобы втулка 9 выступом 18, поворачивалась с осью 6 по верхней поверхности втулки 8 и, надвигаясь на колодку 19, по шпонке двигалась вверх/вниз, тягами 29 поднимала/опускала рычаги 30 горизонтальной оси 5, осуществляя поворот линзы в вертикальной плоскости а период времени поворота её в горизонтальной.

Таким образом, фокус линзы 1 автоматически находится на приёмнике лучистой энергии 3 в течение всего светового дня. «Ход» «водяных часов» регулируется вентилем 14.

Система, находящаяся на вертикальной оси 6, за это время опускается на высоту, обусловленную упором 24 и расположением спиралей 21, через подшипник 10 давит на гибкий конус 11, жидкость от вентилля 14 накапливается над гибким дном 13.

Утром вентиль 14 открывается, рычагом 25 система поднимается, жидкость засасывается в полость под гибким конусом 11, вентиль 14 устанавливается в упомянутое требуемое положение, гелиоустановка готова к действию следующего дня. Холодная вода подаётся в один из штуцеров 27, по гибким шлангам 26 через отверстия в дуге 4 и полость вертикальной оси 6 вводится в приёмник лучистой энергии 3, нагревается до определённой температуры и выводится из установки другим штуцером 27 потребителю или в специальный сборник. Величина солнечного пятна может корректироваться ограничивающими кольцами 2 на линзе 1.

Технико-экономический эффект заключается в автоматическом нагреве воды солнечными лучами в установке без электроники, производства электроэнергии в различных сельских, производственных, коммунальных условиях.

ВЕТРОЭНЕРГОУСТАНОВКИ НЕТРАДИЦИОННОГО ТИПА

Понятие «ветроэнергостановка» обычно ассоциируется с лопастными ветроагрегатами (многолопастные тихоходные и малолопастные быстроходные). В настоящее время именно они наиболее употребительны, теоретически развиты и являются опорой прогнозирования развития ветроэнергетики.

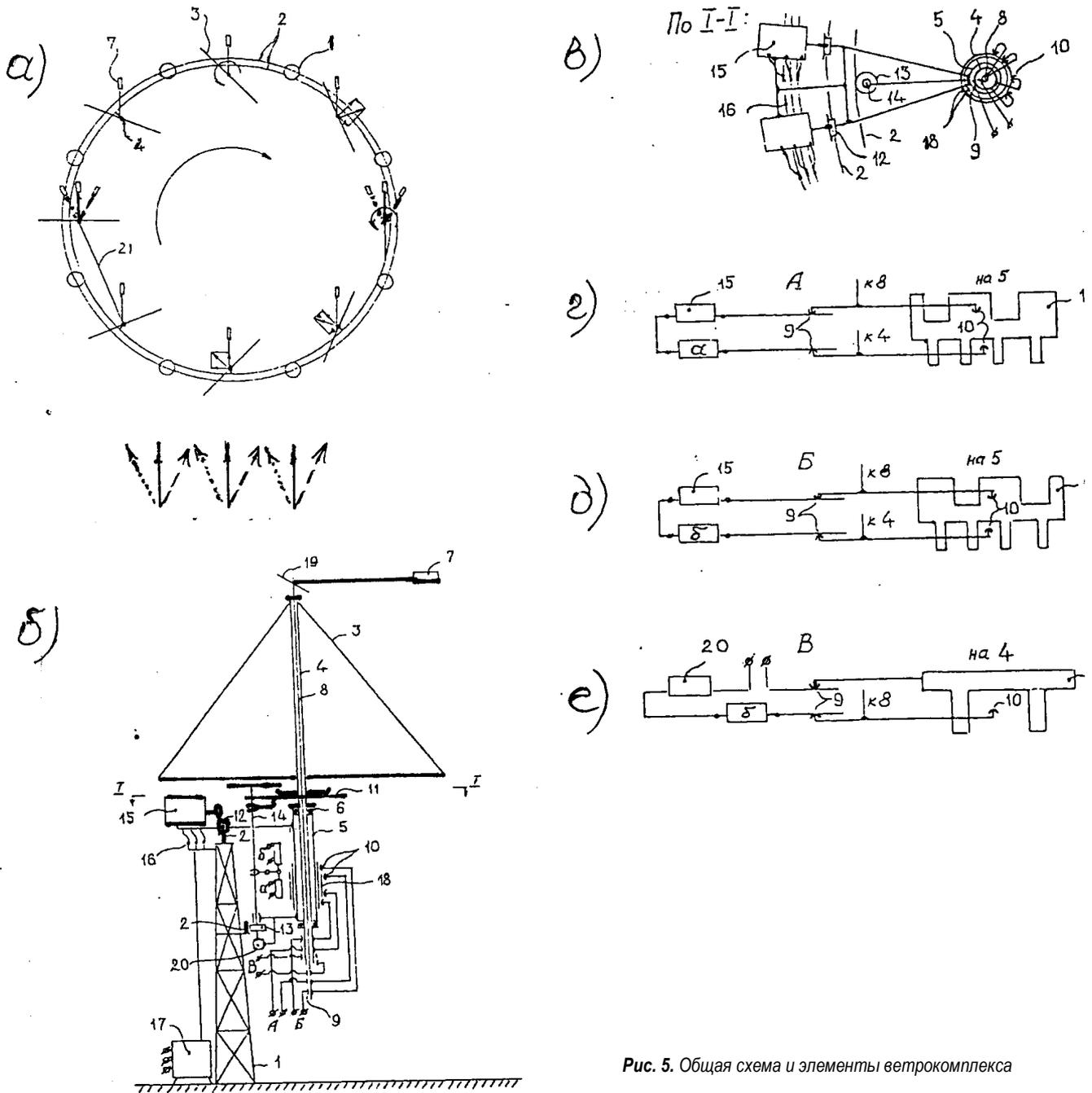


Рис. 5. Общая схема и элементы ветрокомплекса

Мощность, развиваемая ветроэнергостанцией, пропорциональна произведению скорости ветра в третьей степени и площади, ометаемой ветроприёмным органом (для лопастных - круг диаметром длиной двух лопастей). Поэтому для регионов с малой (менее 6 м/сек) среднестатистической скоростью ветра, как в РБ, для увеличения вырабатываемой мощности нужно увеличивать второй сомножитель. Лопастные установки имеют принципиальное ограничение удлинения лопастей: а) центробежная сила, б) флаттер - вибрация концов лопастей, в) конечные участки, условно говоря, «опережают» ветер - торможение из-за обратных воздушных потоков и вентиляторного эффекта. Это приводит к резкому удорожанию конструкции и эксплуатации, акустическому загрязнению окружающей среды, сложности ориентации ветроколеса на ветер и т.д. Следовательно, требуются другие конструктивные решения, образцы кото-

рых приводятся в данной статье (разработки лаборатории «ПУЛЬСАР» БрГТУ).

Предлагается ветрокомплекс в виде крупномасштабной парусной системы на поднятой над землёй кольцевой базе: рис.5- а) схематичный вид сверху; б) конструкция одной из парусных систем; в) схема коммуникаций в парусной системе (вид по 1-1); г) управляющая электрическая цепь на отключение; д) то же на ускорение движения паруса; е) то же аварийная.

Эта ветроэлектростанция состоит из опор 1 (башни, колонны, мачты) высотой 4...15 метров, на которых сверху один над другим на кронштейнах закреплены рельсы 2, образующие в плане круг диаметром 100...5000 м. В качестве рельсов использована полоса из лёгкого прочного материала.

Парусная система состоит из паруса 3 (плоскость из пластика, армирована стержнями, связанными между собой тросовыми оттяжками)

треугольной или другой формы. По вертикальной оси симметрии парус 3 имеет ось 4 в виде трубы (например, диаметр 100...500 мм). Высота паруса составляет 5...100 м. Ширина 5...30 м. Ось паруса 3 введена в трубу 5 (стальная труба диаметром 200...800 мм, длиной 2...15 м) 3, где фиксируется подшипниками 6 с возможностью кругового поворота. Над парусом 3 расположен флюгер 7 (флаг размером от 0,5x2 м до 1x10 м), связанный со штоком 8, который проходит внутри оси 4 паруса 3. В нижней части трубы 5 оси 4, штока 8 смонтированы скользящие контакты: соединительные контакты 9 (их всего 6 шт) и управляющие контакты 10 снизу дугами или скобами прикреплены к оси 4, штоку 8 и скользят по поверхности трубы 5 и оси 4. На оси 4 над трубой 5 закреплено зубчатое колесо 11 с двойной шестерней. Труба 5 кронштейнами соединена с опорным колесом 12 (имеющим реборды) и упорным колесом 3 (ось которого имеет шлицы). Зубчатое колесо 11 через редуктор 14 связано с упорным колесом 13. Редуктор 14 представляет собой вал, способный перемещаться по своей оси; сверху имеет две шестерни разного диаметра, закреплённых с зазором, тормозную колодку. Посередине вала редуктора 14 установлено два соленоиды «а» и «б»; тяги от соленоидов связаны с валом через шарнир. Вал редуктора 14 имеет с колесом 13 шлицевое соединение; он через муфту связан с двигателем 20. Редуктор 14 имеет такие параметры шестерён, что за один проход парусной системы по кругу парус делает 1/2 оборота вокруг своей оси 4 при постоянном направлении ветра. Редуктор 14 при помощи соленоидов «а» и «б» имеет три режима работы: нормальный (1/2 оборота паруса за один круг); отключение (вал редуктора поднимается, соединение с зубчатым колесом отключается и оно тормозится); ускоренный (вал опускается, в зацепление входит верхняя шестерня вала). Он является аналогом коробки скоростей; соленоиды «а» и «б» реализуют режим отключения и ускорения. Эти режимы являясь временными и включаются только на время приспособления к изменившемуся направлению ветра.

У опорного колеса 12 смонтирован на балках электрогенератор 15 со своим редуктором и муфтой, воспринимающей вращение реборды колеса 12. Под электрогенератором 15 на опорах 1 расположены шины 16, которые связаны со всеми электрогенераторами контактами типа троллейбусных и электроблоком 17, предназначенным для доводки качества электроэнергии и передачи её потребителю.

Управляющая электроцепь на отключение А состоит из соединительных 9 и управляющих 10 скользящих контактов, контактной полосы 18, соленоиды «а» редуктора 14, электрогенератора 15, регулирующих резисторов и трансформатора, не показанных на схеме. Соединительные контакты 9 - это кольцо на оси 4 или штоке 8 («к4»; «к8») с соответствующим токосъёмником, а регулирующие контакты 10 - это контактная полоса 18, обёрнутая с изоляционной подложкой вокруг трубы 5 и соответствующие токосъёмники, связанные с кольцами соединительных контактов 9. Длина контактной полосы 18 равна длине окружности поперечного сечения трубы 5, нижние выступы расположены по диаметрам, перпендикулярному и параллельному радиусу круга рельсов 2.

Управляющая электроцепь на ускорение Б состоит из соленоиды «б», электрогенератора 15, соединительных и управляющих контактов, аналогичных вышеописанным, контактной полосы 18, которая через изоляционную подложку навёрнута на контактную полосу 18 цепи А.

На штоке 8 сверху закреплено наклонное крыло 19 в виде круга.

Аварийная электроцепь В имеет соединительные контакты 9 на оси 4 и штоке 8, контактную полосу 18 на оси 4, вспомогательный двигатель 20 с муфтой, источник питания (электрогенератор 15 или независимый), соленоид «б».

Контактные полосы 18 цепей А.Б.В отличаются друг от друга выступами (или контактными промежутками), что обуславливает соответствующую работу цепей.

Парусные системы связаны друг с другом тягами 21 для передачи усилий на движение. Работает ветрокомплекс следующим образом. При наличии ветра опоры 1 воспринимают конструкционную и динамическую нагрузку от рельсов 2. При помощи последних происходит движение парусных систем по кругу со скоростью 5...20 км/час.

Перпендикулярное расположение парусов 3 относительно направления ветра должно сменяться на угловое, при встречном движении плоскость паруса параллельна ветру. Поэтому встречное усилие равно нулю только в одной крайней правой точке круга (см. разложение векторов сил на парусах), здесь аналогия движения парусного судна против встречного ветра. Таким образом, при движении по кругу парус должен поворачиваться против часовой стрелки вокруг своей оси, которая вращается в трубе 5 на подшипниках 6. Усилие касательно рельсам 2 передаётся трубе 5, и парусная система движется по рельсам по часовой стрелке. Величина усилия зависит от квадрата скорости ветра и размеров паруса 3 и может составить несколько тонн. Флюгер 7 всё время направлен по ветру, и шток 8, имеющий внизу контакты 9 и 10, способен передавать электрическое напряжение на управляющие контакты 10. Ось 4 и парус 3 поворачиваются при помощи зубчатого колеса 11, вращающегося от колеса 13 при помощи редуктора 14, при этом перпендикулярное и параллельное ветру положение паруса 3 - на диаметрально противоположных сторонах круга рельсов 2.

Вращение верхних опорных колёс 12 передаётся на вал электрогенераторов 15, в которых вырабатывается переменный трёхфазный ток (наиболее употребительные и дешёвые электрические машины; возможны другие). Выработанная электроэнергия троллейбусными контактами подаётся на шины 16 и далее на электроблок 17, где может производиться выпрямление, а затем генерирование переменного тока с частотой 50 герц.

При смене направления ветра по часовой стрелке (пунктирные линии) флюгер поворачивается, шток 8 приводит в действие цепь А, включается соленоид «а», он поднимает (через тяги, поворачивающиеся на оси) вал редуктора 14, шестерни выходят из зацепления, зубчатое колесо 11 стопорится. Парусная система продолжает перемещаться по рельсам 2 с тем же расположением паруса 3; когда флюгер 7 займёт положение касательно кругу рельсов 2, контакт 10 попадает в зону отключения полосы 18, соленоид «а» отключается, вал редуктора 14 опускается, и парусная система продолжает прежнее вращение вокруг своей оси 4, и круг рельсов 2 обходится с новым направлением ветра.

При смене направления ветра против часовой стрелки (точечные линии) включается флюгером 7 управляющая электроцепь Б, срабатывает соленоид «б», вал редуктора 14 опускается, входят в зацепление верхние шестерни редуктора 14 и зубчатого колеса 11, парус 3 ускоренно поворачивается против часовой стрелки, пока не станет перпендикулярно флюгеру 7, и цепь Б отключается, движение парусных систем становится прежним.

Таким образом, цепи А и Б включаются при перемене направления ветра, при постоянном не включаются, они корректируют расположение паруса 3.

В случае увеличения скорости ветра до аварийного значения шток 8 под действием наклонного крыла 19 приподнимается, цепи А и Б размыкаются, срабатывает цепь В при помощи приподнятого управляющего контакта 10 этой цепи и соленоиды «б», включается двигатель 20, его муфта спускает вал редуктора 14 и выводит его из шлицевого зацепления с колесом 13, парус 3 вращается до совпадения его плоскости с вектором скорости ветра по флюгеру 7, цепь В отключается, парус 3 выводится из работы, вся система останавливается.

Повторная пусковая установка парусов производится также двигателем 20, который включается от независимого питания, вся система приходит в движение, причём перемещение парусных систем дистанционируется и синхронизируется тягами 21.

Территория внутри круга рельсов 2 свободна для сельскохозяйственной деятельности, она доступна всем машинам и механизмам. Ветроэлектростанция не является генератором инфразвуковых излучений, каковыми являются все машины (лопастные) больших размеров.

Если мощность, вырабатываемая одной парусной системой, составляет 500...1000 кВт, то при их размещении не менее 100 штук на круге диаметром 1 км суммарная мощность станции более 100 МВт, мощность не достижимая на обычных ветроэлектростанциях.

Технико-экономическая эффективность заключается в повышении единичной мощности ветроэлектростанции при умеренных капитальных затратах, при минимальных воздействиях на прилегающую поверхность земли и окружающую среду.

Ветроэлектростанция другой принципиально новой конструкции (рис. 6) состоит из платформы 1 (плоскость из лёгкого прочного материала) с многоколёсным шасси 2, способным катиться по круговому рельсу 3. Виндроза 4 - это вспомогательное многолопастное ветроколесо с механической передачей и редуктором, выходной вал которого опирается на круговой рельс 3. В средней части платформы 1 на стойках с подшипниками смонтирована ось 5 с электрогенератором 6, он имеет повышающий редуктор и маховик, электропровода от него пропущены под платформой 1, прикреплены к ней снизу, подведены к скользящим контактам, от которых электрокабель выводится в землю к потребителю или к сети (не показаны на чертеже).

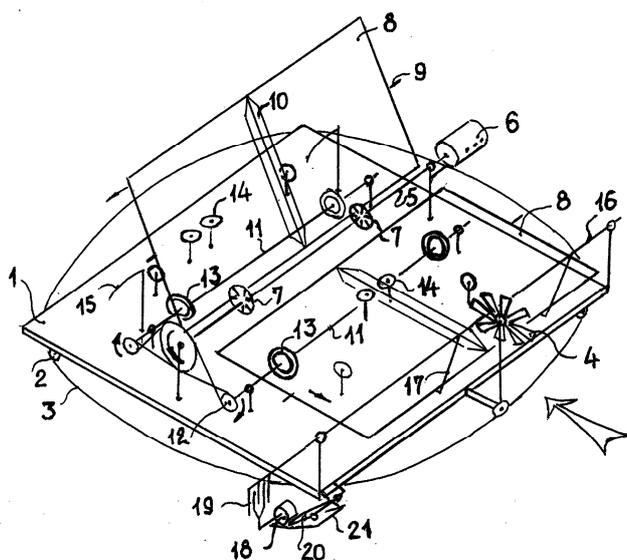


Рис. 6. Компонентная схема ветроэлектростанции

На силовой оси 5 закреплены диски 7 с радиальными пазами, в которые могут входить своими краями лопасти 8. Они плоские, имеют габариты порядка 100x50 м, на половине высоты - штифты 9 на боковых гранях, для жёсткости и фиксации перемещения - рёбра 10, их может быть несколько.

Параллельно силовой оси 5 по обе её стороны установлены на своих стойках оси сдвига 11, кинематически связанные друг с другом шкивами 12. При этом на силовой оси 5 диаметр шкива в несколько раз больше, чем на осях сдвига 11, т.е. эта система является редуктором. Передача может быть ременной, цепной и т.д. На осях сдвига 11 закреплены опорные катки 13, окружность которых покрыта резиной для лучшего сцепления с поверхностью лопастей 8. Свободные опорные катки, не связанные с осями. Расставлены на платформе 1 для коррекции, положения лопастей 8. Направляющие катки 14 с вертикальной осью вращения установлены так, чтобы между ними был зазор по толщине ребра 10.

Съёмники 15 (их два по обе стороны лопасти 8) - это стойки с отогнутыми концами, верхняя часть их расположена под штифтом 9 при наклоне лопасти под углом 10...30° к плоскости платформы 1, а нижняя часть отогнутого конца удалена от силовой оси 5 на расстояние большее, чем расстояние от штифта 9 до силовой оси 5 плюс глубина паза в диске 7. Расстояние между съёмниками 15 равно длине лопастей 8.

На другой стороне платформы 1 находится ось возврата 16 на стойках с подшипниками. К ней прикреплены зацепы 17, их крюк находится на расстоянии от силовой оси, которая расщеплена на две изогнутые ветви, введённые в телескопическую подвеску 19. Последняя - это две жёстко закреплённые на оси возврата 16 трубки, внутри которых свободно по оси могут перемещаться эти ветви.

Сбоку груза 18 имеется аппарат 20 - это площадка, одним концом лежащая на дуге 21 (радиус этой дуги равен расстоянию внешней части груза 18 до оси возврата 16), а другой конец может поворачиваться на неподвижной оси. Расстояние от этой оси до дуги 21 равно размеру груза 18.

Сборка и монтаж станции производится на уровне земли, не требуются высотные, а так же землеройные крупные машины и механизмы.

Действует ветроэлектростанция следующим образом. Ветер (по чертежу - справа налево), воздействуя на правую лопасть 8, предварительно вставленную в пазы дисков 7, поднимает её, вращая силовую ось 5 и электрогенератор 6. Левая лопасть ложится на съёмники 15, которые штифтами 9 вытягивают лопасть из пазов дисков 7. Лопасть падает на опорные катки 13, которые вращаются на оси сдвига 11 с большой скоростью благодаря шкивам 12. Лопасть (в данный момент левая) сдвигается по горизонтали, фиксируемая направляющими катками 14, под диски 7, не задевая их, и попадает на опорные катки 13 правой стороны (движение идёт благодаря лопасти, в это время поворачивающейся сверху). Движущаяся горизонтально направо лопасть упирается в зацепы 17, осью возврата 16 отклоняет против часовой стрелки груз 18. Лопасть при помощи свободных опорных катков немного наклоняется в сторону зацепов 17, перестаёт контактировать с осью сдвига 11 на правой стороне. Груз 18 по аппарату 20 перемещается до оси и падает на дугу 21. При этом увеличивается момент вращения на ось возврата 16 (увеличивается плечо). На правую лопасть 8 через зацепы 17 воздействует вращающий момент, который возвращает лопасть в обратное движение, лопасть входит в пазы дисков 7, и цикл движения повторяется. Груз 18 скатывается назад по дуге 21 под аппаратом 20, приподнимая её благодаря повороту её на своей оси, и возвращается таким образом в исходное положение.

При смене направления ветра виндроза 4 начинает вращаться, через редуктор вращение передаётся на колесо, находящееся на круговом рельсе 3, платформа 1 на шасси 2 поворачивается до тех пор, пока плоскость виндрозы 4 не совпадёт с направлением ветра. Она останавливается, лопасти 2 становятся ориентированными на ветер.

Электроэнергия от электрогенератора 6 через скользящие контакты под платформой 1 передаётся электрокабелями на преобразователи и регуляторы и далее - в электросеть.

Изготовленный макет подтвердил работоспособность принципиальной схемы.

Экономический эффект заключается в использовании низкокачественного возобновляющегося ветрового энергоресурса, в надёжности и простоте конструкции, изготовления, монтажа, эксплуатации и ремонта оборудования данной электростанции.

Известно устройство, основанное на эффекте Магнуса, установленное на корабле. Оно представляет собой два вертикальных полых цилиндра («роторы ФЛЕТТНЕРА») на верхней палубе. Недостаток его - большая разрушающая центробежная сила (при больших скоростях вращения), невозможность увеличения поэтому диаметра (приходится увеличивать высоту, что резко ухудшает остойчивость и мореходные качества), беззащитность цилиндров от штормового ветра из-за их парусности, непродуваемости.

Предлагаемый ветродвижитель, рис 7 (общий вид и сочленения), состоит из группы лопастей 1, - это прямоугольные или трапецевидные плоскости, верхними и нижними краями примыкающие к неподвижным бандажам 2; верхний бандаж 2 закреплён на мачте креплением 3, нижний бандаж - к корпусу судна. Бандажи представляют собой круговые или многоугольные ободы, на которых закреплены подшипники, куда входят оси 4 лопастей 1. Оси расположены по продольной оси симметрии лопастей 1 и выходят за их габариты.

На нижний конец оси 4, ниже опорного подшипника и крепления 3, надето кольцо 5, оно имеет кольцевую канавку на наружной поверхности, в которую входит вилка 6. Внутренняя поверхность кольца выполнена с продольными пазами. Вилка 6 после шарнирной опоры, прикреплённой к креплению 3, имеет продолжение в виде рычага отклонения 7. К кольцу 5 прикреплён так же рычаг поворота 8.

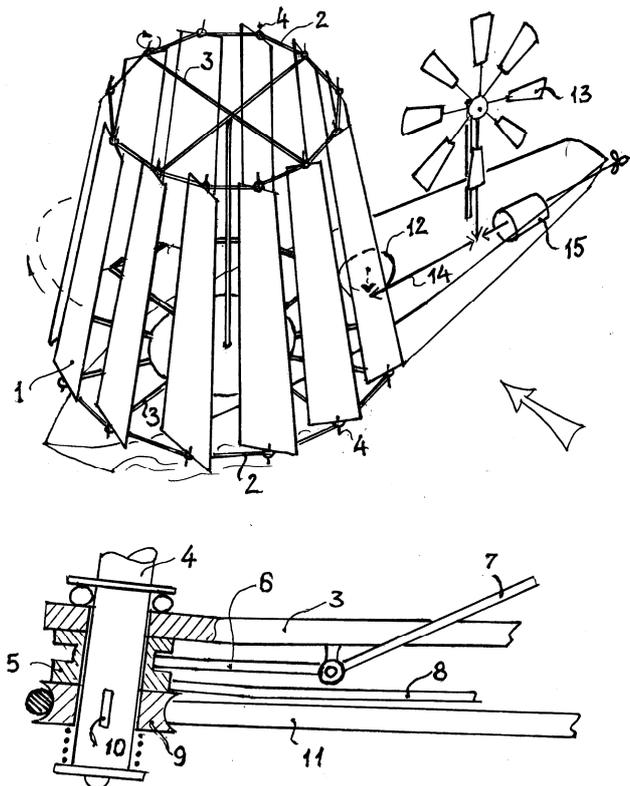


Рис. 7. Общий вид и сочленения ветродвижителя

Под кольцом 5 на оси 4 находится шкив 9, это колесо с жёлобом по окружности, а внутренняя поверхность так же имеет продольные пазы, в которые может входить выступ 10 оси 4. Длина выступа 10 вдоль оси 4 - не более толщины колеса 5 и шкива 9; на чертеже показан момент сцепления шкива 9 с выступом 10, т.е. с осью 4. При опускании кольца 5 оно сдвигает шкив 9 вниз и само входит в сцепление с осью 4 через выступ 10. Шкив 9 и кольцо 5 снизу поджаты пружиной. На шкиве 10 уложена гибкая передача 11, в данном случае это эластичный бесконечный шнур из соответствующего материала (армированный ремень, резина, тефлон и т.п.). Для создания необходимого контакта со всеми шкивами 9 всех осей 4 лопастей 1 установлено натяжное колесо 12, оно через зубчатые передачи связано с виндрозой 13 при помощи вала 14. Виндроза 13 - это вспомогательное лопастное ветроколесо обычного типа, зубчатой передачей с переключателем связано с валом 14, т.е. с комплексом лопастей 1, а так же с судовым двигателем 15. Последний работает так же на обычный движитель винтового типа.

Действует ветродвижитель следующим образом. Лопасти 1 вращаются все в одном направлении, опираясь через свои оси 4 на неподвижные бандажи 2 - верхний и нижний. Это создаёт круговой поток воздуха (см. пунктирные стрелки) вокруг комплекса лопастей существенно более мощный, чем от цилиндра в протопите. Внутри комплекса лопастей 1 так же будет круговой поток в противоположном направлении; воздух благодаря зазору между лопастями под действием центробежной силы будет выходить на внешний поток, увеличивая его массу, т.е. описанный выше физический эффект. Если ветер - по широкой стрелке, то в носовой части комплекса лопастей 1 будет разрежение, в кормовой - давление. Генерируемое усилие через бандажи 2 и крепления 3 передаётся корпусу судна, производя его движение.

В рабочем режиме кольцо 5 свободно проскальзывает по оси 4 вращение лопастей 1 идёт благодаря движению гибкой передачи 11, вращающей шкив 9 на выступе 10. Гибкая передача принимает усилия от натяжного колеса 12, которое в свою очередь приводится во вращение виндрозой 13 через вал 14, или судовым двигателем 15. Благодаря работе виндрозы 13 от двигателя 15 энергии потребляет-

ся меньше. В безветрие двигатель 15 работает на свой винт. Вращение вала 14 переключателем может изменяться на противоположное в зависимости от галса судна.

При сильном попутном ветре все лопасти 1 устанавливаются перпендикулярно направлению ветра, т.е. комплекс лопастей 1 действует как один большой парус. Для этого рычаг отключения 7 поднимается (отдельным механизмом или вручную), вилка 6 опускается, кольцо 5 попадает на выступ 10. Шкив 9 опускается, выходит из зацепления с выступом 10. Вращение лопастей прекращается. Рычагом поворота 8 устанавливается требуемое положение лопастей.

При штормовом ветре лопасти устанавливаются описанным порядком параллельно ветру, чем предотвращается разрушение оснастки корабля благодаря полученной продуваемости её.

Промежуточные положения лопастей можно использовать по закономерностям парусного вооружения для разных галсов корабля.

Технико-экономическая эффективность заключается в создании мощного надёжного энергосберегающего средства движения судов или привода электрогенераторов.

Ветроэнергостановка малой мощности, см. рис 8, состоит из колонны 1, существующей в виде дымовой трубы, какой-либо башни и т.п. На колонне 1 сверху, с зазором, установлена ступица 2 - это разъемный цилиндр (по фланцам), монтируемый снизу. К ступице 2 прикреплены стержни 3 круглого сечения, на них надеты своей верхней частью лопасти 4 с отогнутыми краями для усиления воздействия ветра. Ступица 2 имеет подшипники 5, нижние опираются на кольцевую опору 6, так же при монтаже поднимаемую снизу. Она выполнена в виде разборного «хомута», охватывающего колонну 1. Поэтому силовое действие всей установки на существующее сооружение минимально.

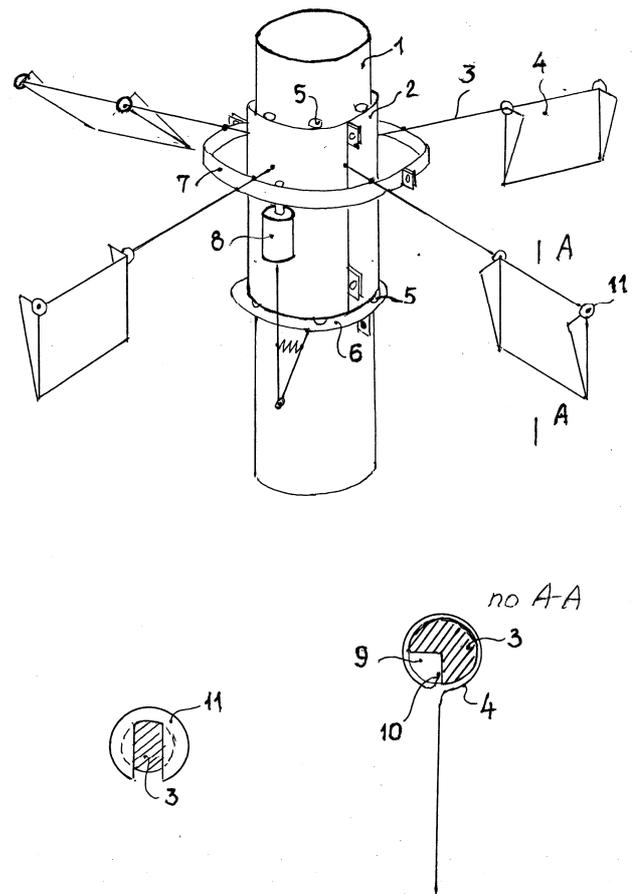


Рис. 8. Ветроэнергостановка упрощённой конструкции

К стержням 3 снизу прикреплено кольцо 7, внутренняя поверхность которого покрыта веществом с повышенным коэффициентом трения (резина, рифлёная ткань, липкая лента и т.п.) С этой поверх-

ностью соприкасается конец вала электрогенератора 8 с вертикальной осью, их может быть несколько. Электрогенератор 8 закреплён на стойке, шарнирно с пружиной зафиксированной на опоре 6. Пружинно с пружиной электрогенератора 8 прижимается к внутренней поверхности кольца 7. Оно играет роль повышающего редуктора. В ветроэнергетике этот узел является наиболее проблемным; в данном предложении задача повышения оборотов электрогенератора от тихоходного ветроколеса решается простым конструктивным оформлением. (Аналог - электрогенератор на велосипедном колесе).

Лопасть 4 своей верхней частью, свёрнутой в виде трубки, надевается на стержень 3 при этом в углубление 9 входит край 10 лопасти 4. Лопасти 4 на стержне 3 фиксируются шайбами 11, вставленными в прорези.

Работает ветроэнергостановка следующим образом. При любом направлении ветра относительно колонны 1 динамический напор воспринимается лопастями 4, которые через стержни 3 вращают ступицу 2 на подшипниках 5 по опоре 6. Кольцо 7 своей внутренней поверхностью передаёт крутящий момент на вал электрогенератора 8, повышая его обороты в сотни раз. Электрический ток отводится не показанными на чертеже проводами.

Вертикальное положение лопасти 4 при движении по ветру, т.е. для восприятия динамического напора, обусловлено упиранием края 10 в стенку углубления 9. Вращение против часовой стрелки «запрещено», ветер действует слева. Когда лопасть переходит на другую сторону колонны 1, ветер начинает действовать справа, край 10 отходит от стенки углубления 9, лопасть 4 поворачивается, отклоняется от ветра.

Мощность ветроустановки, кроме ветра, зависит от длины стержней 3, величины лопастей 4; к кольцу 7 можно подсоединять несколько электрогенераторов 8, на одной колонне 1 - может быть несколько ветроэнергостановок.

При повышении скорости ветра выше заданной величины скорость вращения увеличивается на столько, что внешняя шайба 11 срезается за счёт центробежной силы и лопасти 4 сходят со стержней 3, предотвращая поломку конструкции.

Технико-экономическая эффективность заключается в получении электроэнергии малозатратным способом, реализуя требования энергосбережения на многих объектах.

Ниже описывается установка «Ветромахокач» (см. рис.9).

Назначение - привод поршневых водяных насосов общего потребления (на дачах, в деревне и т.д.) при помощи энергии ветра.

Особенность - прямая подача возвратно-поступательного движения на шток насоса, отсутствие вращающегося ротора с крыльчаткой и сложных преобразователей перемещения.

Конструкция - состоит из двух основных элементов - мачты и маха. Внутри трубчатой мачты проходит тяга, сверху шарниром связанная с махом, снизу через вертлюг - с насосом. Тяга фиксируется тройными трубчатыми подшипниками. Мах имеет сдвоенный парус, способный поворачиваться вокруг оси, причём поворот ограничен рамкой, которая тросовым параллелограммом удерживается вертикально. Парус имеет тросовую оттяжку, связанную с рычагом оттяжки. Оттяжка снабжена пружиной с ограничителем растяжения и системой роликов. Упор маха, вокруг которого поворачивается мах, имеет в нижней части такое соединение с опорой, которое позволяет при подъёме вверх (разъединяется вертлюг) вынимать упор и, сдвинув шарнир, удалять мах с мачты. Парус также легко снимается с маха путём отделения его от оси и оттяжки.

Действие - при скорости ветра более 5 м/сек (шевелиются ветви деревьев) на парус действует подъёмная сила 1-2 кг, соотношение рычагов в махе такое, что усилие на тяге, на штоке насоса порядка 10-20 кг. При достижении ВМТ и НМТ оттяжка поворачивает парус, и мах качается в другую сторону. При перемене направления ветра

мах поворачивается при помощи поворотной колонки, которая надевается сверху на мачту.

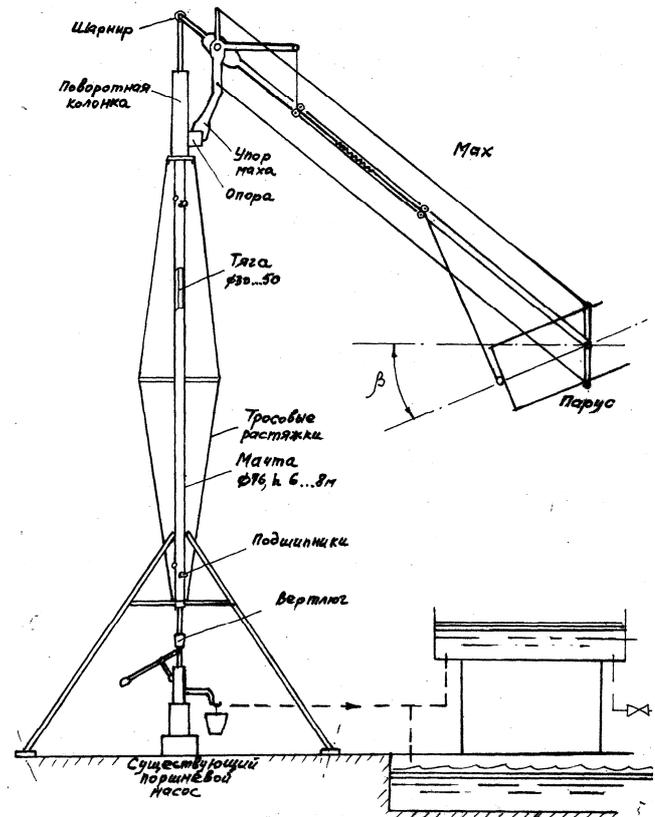


Рис. 9. Схема конструкции «Ветромахокач»

Применение - ветромахокач устанавливается над существующим насосом. Тяга поднимается максимально вверх, конец маха вручную также поднимается вверх, ось шарнира вводится в трубку шарнира наверху мачты, нижняя часть упора маха вводится сверху в щель опоры на поворотной колонке, тяга опускается до контакта вертлюга со штоком насоса, это соединение фиксируется. Демонтаж маха - в обратном порядке. В данной конструкции не предусмотрена защита от урагана - нужно просто снять мах и спрятать его в сарае. Для упрощения и удешевления не предусмотрены автоматическая блокировка, управление, настройка.

Таким образом, использование возобновляющегося энергоресурса - ветра - может быть расширено новыми нетрадиционными техническими решениями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа над проектными решениями новых энергетических установок, поиск возможных потребителей этих предложений, пропаганда технических новинок выявляют невосприимчивость как государственных, так и частных производственных организаций к отечественным разработкам, хотя на словах ими даётся высокая оценка этим изобретениям. Одно из основных проблем разработчиков новой техники в современных условиях - отсутствие опытного производства, способного создать конкурентоспособный рыночный экземпляр. В решении этой задачи видится путь развития технических наук в Республике Беларусь.

Материал поступил в редакцию 04.04.08

SEVERYANIN V.S. Laboratory PULSAR propositions on solar and wind energetics

It is shown some constructions of solar and wind energy installations for Belarus conditions. This constructions have new elements and are based on new ideas and physical principles.