

Опыт и перспективы использования ветронасосных установок для отгонных пастбищ

М.А. Христиановская, соискатель, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургская ГАВМ; В.Г. Петько, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

В Оренбургской области довольно широко практикуется содержание животных в летнее время года на отгонных пастбищах. Это и содержание молочного стада с организацией передвижных доильных площадок, и содержание молодняка животных, и содержание мясных пород крупного рогатого скота на откорме. К этой же группе можно отнести и диких животных, обитающих в степных заповедных зонах

Оренбуржья, например, недавно завезённых в степную зону Беляевского района Оренбургской области лошадей Пржевальского.

При этом в степной засушливой зоне Оренбургской области дефицитом являются расположенные в местах обитания и выпасов животных естественные водоёмы и источники относительно чистой пресной воды для поения животных. В этих случаях приходится сооружать искусственные источники питьевой воды, как правило, колодцы или, что более часто, скважины, оснащённые водонасосными установками различного принципа действия. Для привода

насосов используются бензиновые или электрические двигатели. Однако в первом случае это неэффективно из-за невозможности относительно простыми методами осуществить автоматизацию насосной установки, а во втором – сложностью осуществления передачи электроэнергии на значительные расстояния. Кроме того, и тот и другой случаи неэффективны по энергозатратам.

Между тем существует реальная возможность использовать для привода насосов энергию ветра, который характеризуется особенно в степной зоне Оренбуржья относительно высокой средней скоростью и дует сравнительно часто. В настоящее время известны и в некоторых случаях используются различные типы ветронасосных установок, обладающих в различной степени определёнными достоинствами и недостатками.

Целью и задачами настоящей работы является выявление конструктивных особенностей существующих типов ветронасосных установок, анализ и сравнение их технических и экономических характеристик, и на этой основе выработка рекомендаций по выбору и использованию наиболее совершенных из них для удалённых пастбищ степного Оренбуржья.

Материалы и методы исследования. Простейшими конструкциями ветронасосных установок, используемых с древних времён и кое-где до настоящего времени, являются ветронасосные установки с прямоходовым поршневым насосом, связанным с валом ветротурбины через кривошип-шатунный механизм с нерегулируемым радиусом кривошипа. К одной из них можно отнести ветронасосные установки на базе ветродвигателей ТВ-5 и ТВ-8, укомплектованные водонапорными накопительными ёмкостями. На рисунке 1 в качестве примера изображена ветронасосная установка этого класса, широко используемая в 30–50-е гг. XX в. для водоснабжения сельскохозяйственных предприятий [1].

Подобного типа ветронасосные установки несколько меньшей производительности использовались в этот же период времени и для водоснабжения приусадебных и дачных участков. Однако и в настоящее время такие ветронасосные установки изготавливаются по специальному проекту производственным объединением «Долина», расположенном в г. Кувандыке Оренбургской области. Кроме того, например, на греческом острове Крит (рис. 2), до сих пор широко используются для водоснабжения удалённых объектов ветронасосные установки с поршневыми насосами и примитивными ветродвигателями парусного типа.

Однако более совершенными являются ветронасосные установки с регулируемым в зависимости от скорости ветра радиусом кривошипа. К одной из наиболее ранних разработок ветронасосных установок этого типа относятся

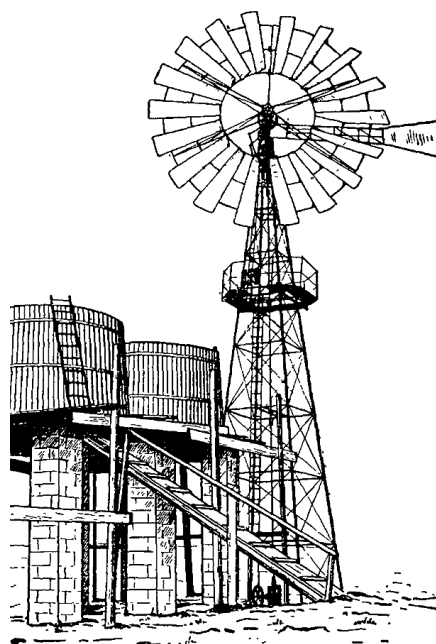


Рис. 1 – Ветромеханическая насосная установка, установленная в колхозе «Красный герой» Чесменского района Челябинской области



Рис. 2 – Ветронасосные установки парусного типа

ветроустановки, оснащённые ходоуменьшителем И.Ф. Паулина (авт. заяв. № 12260) [2]. Принципиальная схема устройства этого ходоуменьшителя приведена на рисунке 3.

Ходоуменьшитель имеет кривошип специальной конструкции. В прорези 2 перемещается сухарь 3, соединённый винтом 5 с гайкой-барabanом 6. Груз регулятора 8 может перемещаться под действием центробежных сил в прорези 10 и связан тросом 7 с гайкой-барabanом 6 и пружиной 9. При увеличении скорости ветра и, следовательно, угловой скорости ветроколеса груз перемещается, преодолевая сопротивление пружины, и осуществляет тем самым, вращая гайку-барaban, увеличение радиуса кривошипа. Загрузка ветродвигателя при этом увеличивается.

Известно также приспособление к ветряному двигателю, приводящему в движение насос, для

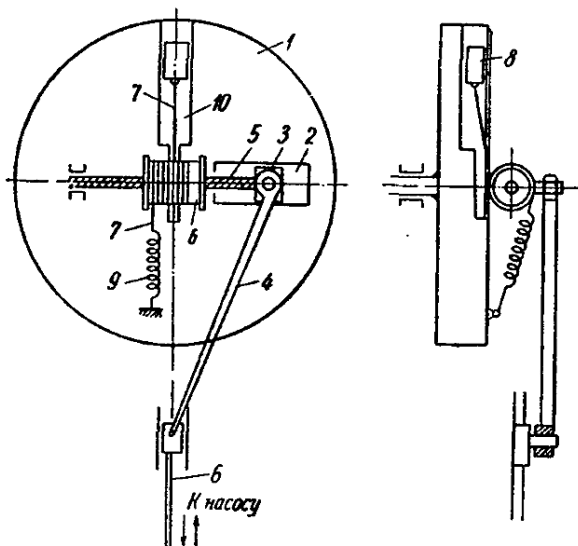


Рис. 3 – Схема устройства ходоуменьшителя

И.Ф. Паулина:

1 – кривошипное колесо, 2 – прорезь для перемещения сухаря, 3 – сухарь, 4 – шатун, 5 – винт, 6 – гайка-барaban, 7 – тросик регулятора, 8 – груз регулятора, 9 – пружина регулятора, 10 – прорезь для груза

изменения величины хода насосной штанги в зависимости от скорости вращения ветряка, содержащее центробежный регулятор и многоступенчатый эксцентрик [3].

Аналогично устроено и приспособление к приводной лебедке универсального ветродвигателя для изменения величины хода поршня, имеющее центробежный регулятор, кинематически связанный с ветродвигателем, рычажный механизм с редуктором и кривошипно-шатунный механизм [4].

По иному принципу устроена ветромеханическая установка с возвратно-поступательным движением рабочего органа по патенту № 2128785, снабжённая оптимизатором загрузки ветроколеса [5]. В соответствии с материалами патента внутри вала основного ветроколеса расположен вал дополнительного ветроколеса, связанный через редуктор с механизмом изменения радиуса кривошипа. При этом быстроходность дополнительного ветроколеса во столько же раз меньше быстроходности основного ветроколеса, во сколько его оптимальная частота вращения по критерию максимума развиваемой мощности меньше частоты вращения холостого хода. Поскольку передаточное отношение редуктора большое, дополнительное ветроколесо работает практически на холостом ходу, и скорость его вращения равна оптимальной скорости вращения основного ветроколеса. Если скорость вращения основного ветроколеса отличается от оптимальной, происходит взаимное вращение валов, при котором через редуктор изменяется радиус кривошипа, увеличивая или уменьшая нагрузку на

основное ветроколесо, а следовательно, частоту его вращения, тем самым доводя их до оптимальной величины для данной скорости ветра.

Более совершенным вариантом данной ветронасосной установки является ветронасосная установка, изображённая на рисунке 4, по патенту № 2656768 [6].

Работает ветронасосная установка аналогично предыдущей.

Иной принцип действия имеют ветроэлектрические насосные установки. Типичным её представителем является ветроэлектрическая водоподъёмная УВЭВ-6 (разработка НПО «Ветроэн»), укомплектованная двухлопастной ветротурбиной диаметром 6 м со стабилизацией частоты вращения поворотом плоскости лопастей, приводящая во вращение трёхфазный синхронный генератор с самовозбуждением, мощностью 4 кВА (рис. 5).

Напряжение 380 вольт частотой 50 Гц от генератора через станцию управления подаётся на электронасосный агрегат центробежного типа ВЭЦВ 6-4-40, размещённый в скважине.

Усовершенствованным вариантом данной ветроэлектрической насосной установки является ветронасосная установка с аккумулятированием электрической энергии по схеме, изображённой на рисунке 6 [7].

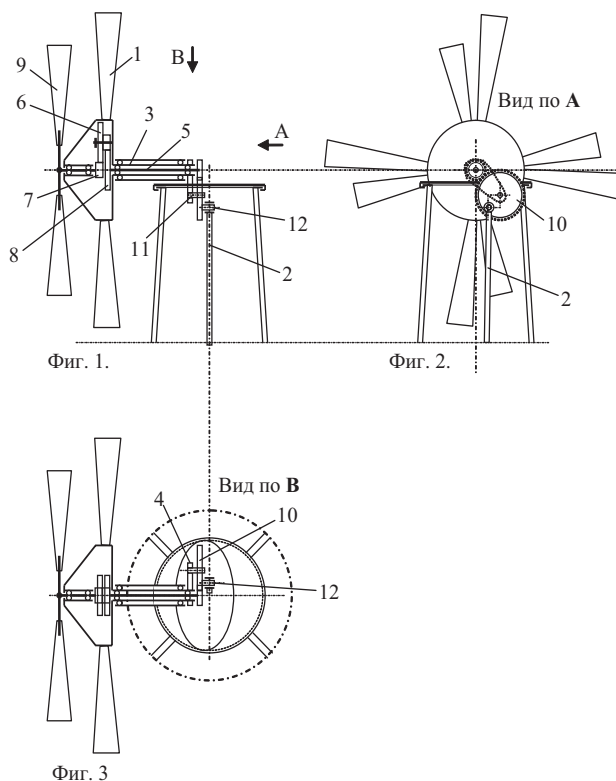


Рис. 4 – Ветронасосная установка с оптимизатором загрузки ветротурбины:

1 – силовая ветротурбина, 2 – штанга поршневого насоса, 3 – силовой вал, 4 – кривошип, 5 – вал вспомогательной ветротурбины, 6–8 – блок шестерён, 9 – вспомогательная ветротурбина, 10 – шестерня, 11 – промежуточная ось, 12 – палец кривошипа

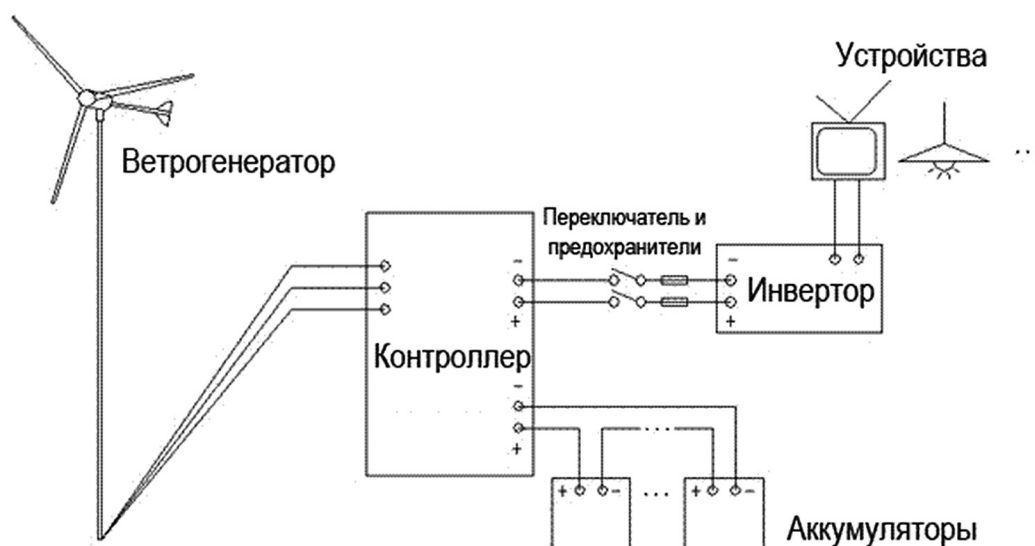


Рис. 5 – Ветроэнергетическая установка с аккумуляцией электрической энергии

Она содержит генератор переменного тока, выпрямитель для зарядки щелочных или кислотных аккумуляторов и инвертор, преобразующий постоянное напряжение аккумуляторов в переменный ток для питания нагрузок, одной из которых или единственной мог выступать электродвигатель насоса.

Результаты исследования. Опыт эксплуатации ветронасосных установок с нерегулируемым радиусом кривошипа, рассмотренных выше, показал, что при сравнительной их простоте и относительной дешевизне они не используют энергию ветров при малых (меньше 4–6 м в секунду) их скоростях. Это связано с тем, что поршневые насосы имеют высокий момент трогания, и ветротурбина не может их сдвинуть с места при малой скорости ветра. При этом ветронасосная установка бездействует.

От этого недостатка в некоторой степени свободны ветронасосные установки с регулируемым радиусом кривошипа. Однако, например, ходоуменьшитель Паулина (рис. 3) требует для перемещения сухаря 3 в достаточных пределах большого числа оборотов гайки-барабана 6, что невозможно сделать из-за ограниченных размеров пружины 9.

Недостатком приспособления по авторскому свидетельству СССР № 62827 является низкая производительность, вызванная неточностью установки требуемого хода поршня из-за ступенчатого изменения его величины и большой нагрузки на центробежный регулятор.

Низкой производительностью обладает и приспособление к приводной лебёдке по авторскому свидетельству СССР № 74934. Причиной является то, что при низкой частоте вращения или при неподвижном вале ветроколеса изменение радиуса кривошипа невозможно. Это ис-

ключает ветродвигатель из режима работы при малых скоростях ветра. Кроме того, он обладает низким КПД.

Во всех трёх рассмотренных выше случаях изменение хода поршня происходит в зависимости от скорости ветра при постоянной частоте вращения ветроколеса, а не в зависимости от оптимального по критерию максимума развиваемой мощности соотношения этих скоростей, при котором энергия ветра в рабочем диапазоне скоростей используется наиболее полно.

В этом плане значительными преимуществами обладают ветронасосные установки с оптимизатором загрузки, защищённые патентами РФ № 212785 и № 2656768. За счёт вспомогательной ветротурбины они работают с максимальным коэффициентом использования энергии ветра как при малых, так и при относительно высоких скоростях ветра. Кроме того, астатический принцип регулирования обеспечивает более высокую точность установки необходимого радиуса кривошипа, а отсутствие в их конструкции, несмотря на их некоторое усложнение, громоздких, скользящих друг относительно друга деталей, предопределяет их высокую эксплуатационную надёжность и эффективность использования такой ветронасосной установки.

Однако при заборе воды из глубоких скважин можно использовать только ветроэлектрические насосные установки.

Нами было произведено испытание одной из них типа УВЭВ-6 (рис. 4), установленной в учебно-опытном хозяйстве Всесоюзного научно-исследовательского института мясного скотоводства (ВНИИМС). В результате проведённых испытаний было выявлено, что в условиях степной зоны Оренбургской области, отличающейся слабыми ветрами и, что особенно важно, пере-

менными по величине и направлению, генератор не мог большую часть времени обеспечивать электродвигатель достаточной для привода насоса мощностью. При ослаблении ветра электродвигатель останавливался, потреблял повышенный ток и отключался токовой защитой.

Повторное включение требовало вмешательства оператора, но и при этом при усилении ветра, если напряжение генератора и достигало номинального значения, при пусковом токе электродвигателя частота вращения турбины, а следовательно, напряжение и частота тока резко уменьшались. Электродвигатель не запускался. Надёжно работать ветронасосная установка могла только при устойчивом ветре со скоростью не менее 8 м в секунду, что наблюдалось в летнее время крайне редко.

Выходом из данной ситуации может быть применение ветроэнергетической установки с аккумулярованием на период затишья электрической энергии по схеме, изображённой на рисунке 5. Однако поскольку периоды затишья или слабых ветров могут быть достаточно длительными, данная схема требует батарею аккумуляторов большой ёмкости, что приводит к существенному удорожанию установки и усложнению её эксплуатации.

Нами предложено усовершенствовать рассмотренную схему путём уменьшения в десятки раз объёма аккумулярования электрической энергии, но при этом увеличения объёма аккумулярования продукта, в данном случае воды, до величины, достаточной для поения животных на максимальный в данной местности период затишья. Аккумуля-

тор электрической энергии использовать в этом случае только лишь для того, чтобы обеспечивать накопление энергии при малых скоростях ветра, когда мощность ветрогенератора недостаточна для привода электродвигателя насоса.

Выводы. На основе проведённого обзора и анализа можно сделать заключение, что для подъёма воды из шахтных колодцев и неглубоких (до 20 м) скважин наиболее целесообразно использовать ветронасосные установки с оптимизатором загрузки по авторским свидетельствам № 2128785 или № 2656768. Если источником воды является скважина с глубиной залегания грунтовых вод 20 м и более, то наиболее подходящей будет ветроэлектрическая насосная установка с частичным аккумулярованием электрической энергии и полным на период безветрия аккумулярованием воды для поения животных.

Литература

1. Фатеев Е.М. Ветрогенераторы и ветроустановки. М.: ОГИЗ – СЕЛЬХОЗГИЗ, Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1948. 435 с.
2. Шефтер Я.И., Рождественский И.В. Изобретателю о ветродвигателях и ветроустановках. М.: Издательство министерства сельского хозяйства СССР, 1957. 57 с.
3. Авторское свидетельство СССР N 62827, кл. F 03 D 9/00, 1943.
4. Авторское свидетельство СССР N 74934, кл. F 03 D 9/00, 1948.
5. Пат. RU 2128785 Российская Федерация, Ветроэнергетическая установка с возвратно-поступательным движением рабочего органа / В.Г. Петько, М.Ю. Овчинников, И.И. Антоненко; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет»; опубл. 10.04.1999.
6. Пат. RU 2656768 Российская Федерация, Ветронасосная установка / В.Г. Петько; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет»; опубл. 06.06.2018.
7. Оценка эффективности создания пастбищ для технологии содержания мясного скота / А.К. Харламов, Б.Г. Рогачёв, В.Г. Петько [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 2. С. 28–31.