

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ВЕТРОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ НУЖД ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Матвеев Ю.В.

Ключевые слова: водоснабжение, насос, производительность, напор, ветродвигатель, ветронасосная установка.

Аннотация. Вопросы улучшения водоснабжения в отдаленных сельскохозяйственных районах являются важной составляющей в развитии там сельского хозяйства. При отсутствии гарантированного электроснабжения таких хозяйств, применение альтернативных источников энергии для водоснабжения становится весьма актуальным. Кроме того, в сравнении с ветроэлектрическими насосными установками, механические насосные ветроустановки обладают большей надежностью, простотой в эксплуатации и меньшей стоимостью при той же производительности.

ANALYSIS OF THE USE OF AUTONOMOUS WIND PUMPING UNITS FOR WATER SUPPLY NEEDS

Matveev Yu. V.

Keywords: water supply, pump, capacity, head, wind turbine, wind pump installation.

Abstract. Improving water supply in remote agricultural areas is an important component in the development of agriculture there. In the absence of guaranteed electricity supply to such farms, the use of alternative energy sources for water supply becomes very relevant. In addition, compared to wind power pumping units, mechanical pumping wind turbines have greater reliability, ease of operation and lower cost at the same performance.

Наличие в удаленном сельскохозяйственном районе хороших пастбищ и плодородных земель предопределяет перспективу его дальнейшего развития и существования. Как правило, в этих районах может не быть централизованного водо- и электроснабжения, но в наличии есть водные ресурсы (каналы, реки, водоемы, скважины, колодцы и т.д.). В связи с этим, представляет интерес использовать альтернативные возобновляемые источники энергии, в том числе и энергию ветра. С этой целью, для нужд водоснабжения, перспективным является использование автономных механических ветронасосных установок. Основными элементами такой установки являются:

- ветродвигатель, конструктивно приспособленный для работы с насосом;
- насосное оборудование, состоящее из насоса, всасывающего и нагнетательного трубопроводов;
- водоем или бак для запаса воды на безветренные дни;
- сеть распределительных трубопроводов, подающих воду к местам ее потребления.

На рисунке 1 изображена схема ветронасосной установки, приводимой в действие от ветродвигателя.

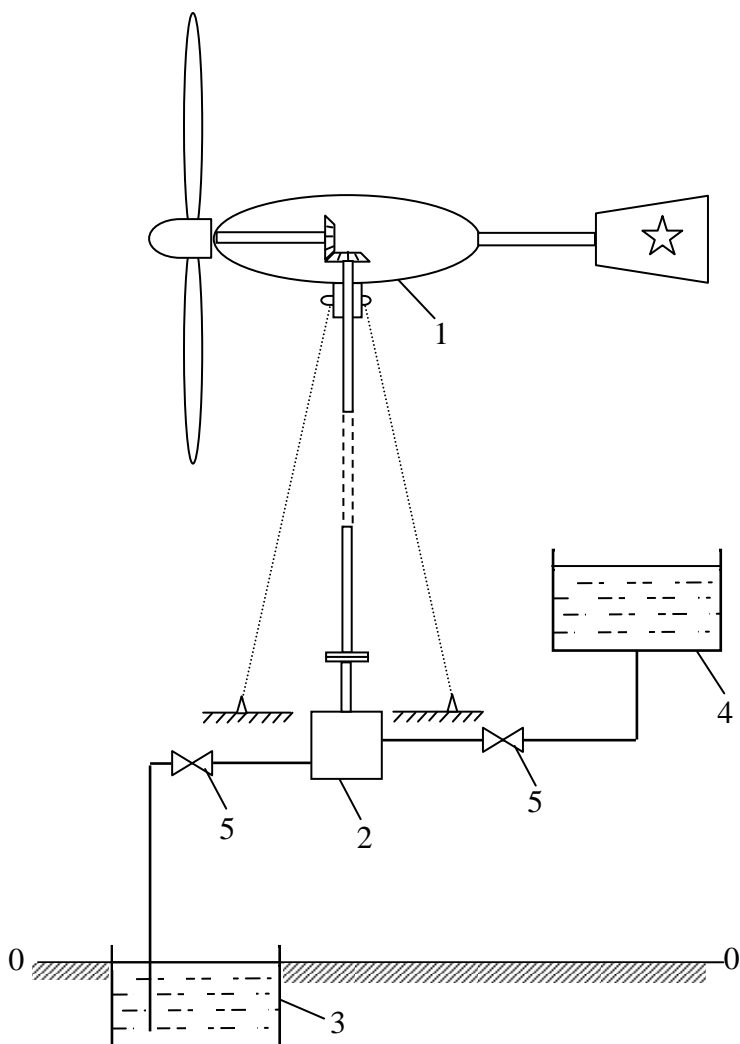


Рис. 1. Схема ветронасосной установки

Схема ветронасосной установки включает в себя: ветродвигатель 1; водяной насос 2, обслуживающий систему трубопроводов с клапанами (кранами) 5 и емкостями для воды 3 и 4. В приведенной схеме насос перекачивает жидкость из емкости 3 в емкость 4, расположенную на некоторой высоте. При выборе типа ветродвигателя и насоса, вначале нужно определиться с источником воды. В степных и засушливых районах распространенными источниками воды являются глубокие колодцы и скважины. Для подъема воды на поверхность, в случае глубокого ее залегания, рекомендуется применение поршневого насоса. Поршневые насосы в сравнении с центробежными насосами имеют следующие достоинства:

- независимость напора от расхода жидкости и возможность создания больших напоров при незначительных расходах;
- при пуске в работу нет необходимости заливать внутреннюю полость жидкостью.

Кроме того, для привода такого насоса не требуется наличие больших скоростей вращения, что дает преимущества при запуске ветродвигателя в условиях малых скоростей ветра. Для комплектования таких установок необходим тихоходный (малооборотный) ветродвигатель с большим количеством лопастей или быстроходный (высокооборотный) ветродвигатель, как правило, имеющий три лопасти с понижающим редуктором числа оборотов. Работа насоса с малым числом оборотов делает установку более надежной и удобной в эксплуатации. В свою очередь, при ситуации, когда вода залегает неглубоко, например, в водоеме или озере, подъем воды удобнее производить центробежным насосом. В таком случае требуется малолопастный быстроходный ветродвигатель, отличающийся большими оборотами и малым моментом трогания с места. Далее приведем краткий расчет характеристик тихоходной ветронасосной установки, в состав которой входит поршневой насос. Для этого вначале необходимо рассчитать мощность, затрачиваемую насосом для подъема воды. С этой целью необходимо задаться значениями: среднесуточной выработки установкой воды; производительности насоса и напора. Зная требуемую мощность насоса (или мощность ветродвигателя с учетом КПД привода) можно найти мощность на валу ветродвигателя и его параметры. Необходимую мощность насоса N_n для подъема воды можно найти по выражению [1]:

$$N_n = \gamma \frac{QH}{\eta},$$

где $\gamma = \rho \cdot g$ – удельный вес жидкости, (Н/м^3), причем плотность жидкости (ρ) для воды составляет 10^3 кг/м^3 , а ускорение свободного падения (g) – $9,81 \text{ м/с}^2$; Q – производительность (расход или подача воды насоса) ($\text{м}^3/\text{с}$); H – напор (м), с которым работает насос; η – полный КПД насоса.

Производительность поршневого насоса можно определить по формуле [2]:

$$Q = nhs\eta_0,$$

где h – ход поршня насоса, м; $s = (\pi d^2)/4$ – площадь сечения поршня насоса, м^2 ; η_0 – объемный КПД, учитывающий затраты энергии на утечку части жидкости из внутреннего объема насоса; n – число двойных ходов поршня насоса или об/с кривошипа насоса.

С учетом предыдущих выражений можно найти мощность, затрачиваемую насосом для подъема воды:

$$N_n = \gamma \frac{nhs\eta_0 H}{\eta}.$$

В тоже время, мощность на валу ветродвигателя (ветротурбины) можно рассчитать по выражению [3]:

$$P_{\text{вт}} = \xi \frac{\rho \pi V^3 D^2}{8}.$$

где ρ – плотность воздуха (стандартное значение $1,225 \text{ кг/м}^3$); V – скорость ветрового потока; ξ – коэффициент использования энергии ветра; D – диаметр ветроколеса, м.

В качестве примера рассмотрим применение ветронасосной установки для нужд орошения участка порядка $7...9$ га земли. Требования, предъявляемые к установке следующие: напор $\approx 20...30$, м; среднесуточная выработка установки $\approx 120...260 \text{ м}^3$ воды.

Для реализации такой установки, после предварительных расчетов, подойдет 12-ти лопастной ветродвигатель с диаметром ветроколеса порядка 8 м.

Такая ветронасосная установка, при среднегодовой скорости ветра порядка 6 м/с, обеспечит работу насоса с производительностью $\approx 20 \text{ м}^3/\text{ч}$ при напоре $H=30$ м.

Выводы. Применение автономных механических ветронасосных установок для нужд водоснабжения сельских хозяйств, в том числе и удаленных от источников электро- и водоснабжения, является востребованным в настоящее время и заслуживает значительный интерес.

Список литературы

1. Шефтер Я.И. Ветронасосные и ветроэлектрические агрегаты / Я.И. Шефтер, И.В. Рождественский. – М.: Колос, 1967. – 376 с.
2. Де Рензо Д. Ветроэнергетика: пер. с англ.; под. ред. Я.И. Шефтера. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 272 с.
3. Твайделл Д. Возобновляемые источники энергии / Д. Твайделл, М. Уэйр. – М.: ЭАИ, 1990. – 239 с.

References

1. Shefter Ya.I. Wind pumps and wind power units / Ya.I. Shefter, I.V. Rozhdestvensky. – M.: Kolos, 1967. – 376 p.
2. De Renzo D. Wind Power Industry: trans. by eng.; ed. Ya.I. Schefter. – M.: Energoatomizdat, 1982. – 272 p.
3. Twydell D. Renewable energy sources / D. Twydell, M. Ware. – M.: EAI, 1990. – 239 p.

<p>Матвеев Юрий Валентинович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры “Судовое электрооборудование”, Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия, yuriy-radio@mail.ru</p>	<p>Matveev Yuri Valentinovich – candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of department “Ship electrical equipment”, Sevastopol state university, Sevastopol, Russia, yuriy-radio@mail.ru</p>
---	--

Received 04.02.2021