

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2023-34-82-85>

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ПАСТБИЩНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОНОМНЫХ ВЕТРОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК

Матвеев Ю.В.

Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия

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

Аннотация. Вопросы повышения энергоэффективности систем водоснабжения пастбищного животноводства являются актуальными. При наличии хороших климатических условий, данная отрасль в животноводстве является достаточно рентабельной. Заготовка кормов в большинстве случаев исключается, так как животные добывают их сами. Однако, для осуществления водоснабжения потребителей на пастбищах не всегда есть источники электроэнергии, применяемые для работы водяных насосов, с помощью которых вода подымается на поверхность. В статье рассматриваются условия, при выполнении которых можно эффективно использовать автономные ветронасосные установки разных типов.

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF PASTURE ANIMAL HUSBANDRY SYSTEMS WITH THE USE OF AUTONOMOUS WIND PUMPING UNITS

Matveev Yu.V.

Sevastopol state University, Sevastopol, Russia

Keywords: water supply, pump, productivity, pressure, wind turbine, wind pumping unit, pasture animal husbandry.

Abstract. The issues of improving the energy efficiency of water supply systems for grazing livestock are relevant. In the presence of good climatic conditions, this industry in animal husbandry is quite profitable. Forage harvesting is in most cases excluded, since the animals produce them themselves. However for the implementation of water supply to consumers on pastures, there are not always sources of electricity used for the operation of water pumps, with the help of which water rises to the surface. The article discusses the conditions under which it is possible to effectively use autonomous wind pump installations of various types.

Опыт мировой сельскохозяйственной практики показывает, что пастбищное животноводство является одной из рентабельных отраслей, связанной с производством животноводческой продукции. Это связано с тем, что затраты на это производство значительно меньше, чем в условиях содержания животных в стационарных помещениях. Данный вид животноводства наиболее применим в мягких и устойчивых климатических условиях, позволяющих иметь высокую производительность полей и пастбищ и, в конечном итоге хороший урожай кормовых культур. Вместе с тем для реализации этих задач, особенно в условиях жаркого климата, следует решить проблему с полноценным обеспечением сельскохозяйственных животных на пастбищах водой. Кроме того, если необходимо, требуется осуществить

орошение и обводнение пастбищ для создания хорошей кормовой базы. В большинстве случаев, особенно при отсутствии открытых водоемов и рек, пастбища снабжаются водой шахтными колодцами, имеющими не всегда хороший дебит. Кроме того, возможна удаленность пастбищ от централизованного источника электроэнергии, необходимой для питания электрических насосов. Вследствие этого, положение дел могут спасти ветронасосные установки (ВНУ) с механическим или электрическим приводами насосов. В последнем случае насос приводится в работу электродвигателем, получающим электроэнергию от генератора. В обоих случаях приводы работают от ветродвигателя, приводимого во вращение силой ветра. Хорошими источниками воды считаются глубокие озера, питаемые родниковой водой. В свою очередь, более надежными являются подземные источники воды. Выбор типа насоса и ветродвигателя в основном определяется источником воды и глубиной ее залегания. В степных районах, где наибольшую долю источников воды составляют глубокие скважины и колодцы, нашли применение поршневые насосы.

Эти насосы характеризуются тем, что имеют [1]:

- независимость напора от расхода жидкости;
- достаточно небольшое количество оборотов;
- возможность создания больших напоров при незначительных расходах.

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. Это принимается с целью согласования механических характеристик насоса и ветроустановки с целью максимального отбора мощности с ветрового потока. ВНУ с малым числом оборотов более надежна, удобна в эксплуатации и имеет больший момент трогания с места по сравнению с быстроходной ВНУ. В ВНУ с быстроходным ветродвигателем подъем воды удобнее производить центробежным насосом [2]. Однако, при выборе типа ВНУ для отгонного животноводства обязательно следует учитывать среднегодовую скорость ветра, составляющую порядка от 4 до 7 м/с. С более интенсивным ветровым режимом следует применять более быстроходные ветроагрегаты [3]. Потребление воды на поение животных зависит от его поголовья, вида и технологий содержания и кормления. В общем случае суточная потребность животноводческого объекта в воде определяется по выражению (л/сутки) [4]:

$$Q_{\text{сут.}} = \sum_{i=1}^m q_i n_i,$$

где q_i – суточная норма потребления i -го потребителя (животного, кормоцеха, работника и т.д.), n_i – количество потребителей i -го порядка, m – число групп животных. Однако, суточная потребность объекта в воде не является постоянной и может изменяться в среднем до 30%. Поэтому в расчетах

значение суточной потребности увеличивают в 1,1...1,3 раза. В результате результирующий суточный расход можно найти по формуле [4]:

$$Q_{\text{рез.сут.}} = Q_{\text{сут.}} k_1,$$

где $k_1=1,1...1,3$ – коэффициент суточной неравномерности, а расчетный ежесекундный расход воды ($\text{м}^3/\text{с}$) – по выражению:

$$Q_{\text{рез.сек.}} = \frac{Q_{\text{рез.сут.}}}{24 \cdot 3600} k_2,$$

где k_2 – коэффициент суточной неравномерности, принимающий для систем поения без автоматизированной водораздачи значение 4,0, а для систем с раздачей воды автопоилками всех типов – 2,5.

Далее, для того, чтобы определить мощность насоса, необходимо определить его производительность. В качестве примера приведем такой расчет для пастбищной установки, обслуживающей водой 1 отару овец (≈ 1000 голов). Беря во внимание, что суточная потребность в воде одной овцы может составлять порядка 7 л, а коэффициенты k_1 и k_2 равны 1,3 и 2,5 соответственно, то результирующий ежесекундный расход воды (или производительность насоса $Q_{\text{н.}}$) для отары составит ($\text{м}^3/\text{с}$):

$$Q_{\Sigma \text{рез.сек.}} = Q_{\text{н.}} = \frac{Q_{\Sigma \text{рез.сут.}}}{24 \cdot 3600} k_2 = 2,63 \cdot 10^{-4}.$$

Окончательно, приняв значение напора, равным 30 м, можно найти требуемую мощность насоса для подъема воды, Вт [3]:

$$N_{\text{н.}} = \gamma \frac{Q_{\text{н.}} H}{\eta_{\text{н.}} \cdot \eta_{\text{п.}}} k_{\text{зап.}} = 9810 \cdot \frac{2,63 \cdot 10^{-4} \cdot 30}{0,5 \cdot 1,0} \cdot 2 = 310,$$

где $\gamma = \rho \cdot g$ – удельный вес жидкости, ($\text{Н}/\text{м}^3$), причем плотность жидкости (ρ) для воды составляет $10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$, а ускорение свободного падения (g) – $9,81 \text{ м}/\text{с}^2$; $Q_{\text{н.}}$ – производительность (расход или подача воды насоса) ($\text{м}^3/\text{с}$); H – напор (м), с которым работает насос; $k_{\text{зап.}}$ – коэффициент запаса мощности, учитывающий возможные перегрузки во время работы насоса (значение лежит в пределах от 1,1 до 2,0); $\eta_{\text{н.}}$ – КПД насоса (для центробежных насосов его значение лежит в пределах от 0,4 до 0,6); $\eta_{\text{п.}}$ – КПД передачи от двигателя к насосу.

В свою очередь, значение мощности на валу ветродвигателя, применяемого для привода в действие насоса, можно определить по выражению [2]:

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

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

Далее, приняв для расчета коэффициент использования энергии ветра $\xi=0,3$, скорость ветра $V=6 \text{ м}/\text{с}$ и приравняв мощность ветродвигателя $N_{\text{вд}}$ на

валу к мощности насоса N_n , найдем диаметр ветроколеса, а затем и площадь S , ометаемую ветром.

В результате расчетов получим, что для привода насоса в действие необходим горизонтально-осевой ветродвигатель с диаметром ветроколеса $D=3,1$ м и площадью $S=7,5$ м².

В свою очередь, для данной площади ветроколеса и том же диаметре, высота вертикально-осевого ветродвигателя составит 2,4 м.

Заключение. Полученные результаты показывают, что в горных и отдаленных районах для нужд водоснабжения потребителей представляет интерес использовать сравнительно небольшие по размерам автономные ветронасосные установки.

Список литературы

1. Шефтер Я.И., Рождественский И.В. Ветронасосные и ветроэлектрические агрегаты. – М.: Колос, 1967. – 376 с.
2. Ветроэнергетика / Под. ред. Я.И. Шефтера. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 272 с.
3. Твайделл Д.У. Возобновляемые источники энергии. – М.: ЭАИ, 1990. – 239 с.
4. Семенихин А.М., Пономаренко Н.В. Механизация животноводства. – Зерноград: АЧГАА, 2007. – 226 с.

References

1. Shefter Ya.I., Rozhdestvensky I.V. Veronesse and wind power units. – M.: Kolos, 1967. – 376 p.
2. Wind energy / Ed. Ya.I. Shefter. – M.: Energoatomizdat, 1982. – 272 p.
3. Twydell J.W. Renewable energy sources. – M.: EAI, 1990. – 239 p.
4. Semenikhin A.M., Ponomarenko N.V. Mechanization of animal husbandry. – Zernograd: ACHGAA, 2007. – 226 p.

Матвеев Юрий Валентинович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Судовое электрооборудование»	Matveev Yuri Valentinovich – candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of «Ship electrical equipment»
yuriy-radio@mail.ru	

Received 16.02.2023