

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕТРОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Матвеев Ю.В.

Ключевые слова: ветроэнергетическая установка, насос, ветер, производительность, напор.

Аннотация. В целях использования энергии ветра для водоснабжения населения, пастбищного животноводства и овощеводства необходимым является применение ветронасосных установок (ВНУ). Самым малозатратными ВНУ являются установки с механическим приводом насоса. Однако в случае потребности еще в электроэнергии представляет интерес использовать электрические ВНУ (ЭВНУ). В статье рассматриваются вопросы улучшения эффективности и устойчивости работы установки в условиях переменной скорости ветра.

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

Matveev Yu. V.

Keywords: wind power plant, pump, wind, performance, pressure.

Abstract. In order to use wind energy for water supply of the population, pasture animal husbandry and vegetable growing, it is necessary to use wind pumping units (VNU). The most low-cost installations in the WELL are installations with a mechanical pump drive. However, if there is still a need for electricity, it is of interest to use electric VNU (VNU). The article discusses the issues of improving the efficiency and stability of the installation in conditions of variable wind speed.

В состав ЭВНУ входят ветроэнергетическая установка (ВЭУ) и электрический насос. Ввиду того, что имеют место дни затишья ветра, то использование ветронасосного агрегата в большинстве случаев требует наличия накопителя воды. ВЭУ включает в себя ветродвигатель и генератор. Ветродвигателем называется устройство, использующее кинетическую энергию ветра для получения механической энергии, которая в дальнейшем может преобразовываться в электрическую энергию. Электрическая часть ВЭУ включает в себя: генератор, приводимый во вращение ветроколесом; устройства регулирования напряжения с генератора; защиты генератора и двигателя насоса от перегрева и токов короткого замыкания. Количество лопастей ветроколеса накладывает отпечаток на тип применяемого генератора. Чем меньше число лопастей, тем при прочих равных условиях ветроколесо и, соответственно вал генератора, имеет большее число оборотов. Для малоллопастных ветродвигателей в качестве генераторов в ЭВНС можно использовать безщеточные синхронные генераторы с возбуждением от выпрямителей и асинхронные генераторы с самовозбуждением от статических конденсаторов. Недостатком таких ветродвигателей является малый момент трогания с места. В ветродвигателях с большим числом лопастей применяют тихоходные синхронные многополюсные генераторы на постоянных магнитах [1]. Вместе с тем, переменчивость скорости ветра влияет на амплитуду и частоту выходного напряжения генератора.

Стабилизацию частоты напряжения можно осуществить путем выпрямления этого напряжения и последующего инвертирования в переменное напряжение. Для эффективной работы ЭВНУ требуется выбрать тип насоса, определить характер изменения его показателей при переменной скорости вращения, вызванной изменением скорости ветра, и установить зоны устойчивой работы ветроагрегата. Определяющим фактором в выборе типа насоса является источник воды. Если вода залегает глубоко в скважинах или колодцах, то для ее подъема рекомендуется поршневого насос. В случае, если источник – открытый водоем с большим дебитом, то подъем воды удобнее производить с помощью центробежного насоса или другого подходящего насоса [2]. Современные высокоэффективные центробежные насосы проектируют обычно для работы при постоянной скорости вращения, при которой насос имеет максимальное значение КПД. В случае отклонения от расчетной скорости вращения КПД такого насоса значительно снижается. Более эффективно использовать в ЭВНС центробежные насосы, которые специально рассчитаны для таких установок. При наличии инвертора напряжения можно применить нормальный насос, рассчитанный на работу с постоянной скоростью вращения, производительностью и напором, выбранным по потреблению воды, условиям ее залегания и дебиту водоисточника. В тоже время, мощность ветродвигателя должна быть достаточной для того, чтобы расчетный производительность и напор насоса должны соответствовать работе ветроагрегата при наиболее часто повторяющейся скорости ветра (4...6м/с). При этом расчетная производительность насоса должна быть на 30...34% ниже производительности, выбранной в зависимости от потребления воды и дебита водоисточника. Напор насоса выбирают таким, чтобы начало подачи воды на заданную высоту соответствовало минимальной скорости вращения $n_{мин.} = 0,7n_n$. Мощность ветронасосной установки (Вт) определяется по выражению [3]:

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

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 – расход воды в $\text{м}^3/\text{с}$; H – напор в м; η – коэффициент полезного действия насоса. Для определения соответствующего значения расхода воды Q необходимо суточный расход воды $Q_{сут.}$ разделить на количество секунд в дне.

Если же установка должна, кроме того, подать воду в запас, который будет расходоваться в штилевые дни, мощность ВНУ определится как:

$$N_1 = N \left(1 + \frac{t}{\tau} \right),$$

где τ – число дней с ветрами, средняя скорость которых была выше 2м/с между двумя смежными периодами затишья, t – число дней периода затишья.

При наличии неравномерности потребления, учитывая последнее выражение, мощность ветронасосного агрегата можно определить по выражению:

$$N_{1\Sigma} = \frac{N}{\tau}(1 + t + \tau).$$

Исходя из последних выражений, ветронасосная установка (ВНУ), обеспечивающая потребителя водой в районах с большими периодами затишья практически не выгодна.

Выводы. Эффективное применение автономных ЭВНУ для нужд водоснабжения в отдаленных районах страны определяется наличием ветрового потенциала и устойчивостью ее работы в широком диапазоне скоростей ветра.

Список литературы

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

References

1. Shefter J.I. Veronesse and wind power units / J.I. Shefter, I.V. Rozhdestvensky. – М.: Kolos, 1967. – 376 p.
2. Twydell D. Renewable energy sources / D. Twydell, M. Ware. – М.: EAI, 1990. – 239 p.
3. De Renzo D. Vetroenergetika: tr. from Eng.; ed. J.I. Schefter. – М.: Energoatomizdat, 1982. – 272 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 of Department “Ship electrical equipment”, Sevastopol state university, Sevastopol, Russia, yuriy-radio@mail.ru</p>
---	---

Received 22.09.2021