

Механизация, электрификация и транспортные технологии в АПК: ресурсосбережение, инновации, практика

Научная статья

УДК 621.31:621.548

EDN TWJEIL

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0480-0-324-329>

Обоснование эффективности гибридной системы электроснабжения населенного пункта Курья на основе ветроэнергетических установок

Данила Алексеевич Купин¹, студент магистратуры

Владимир Борисович Белый², кандидат технических наук, доцент

^{1, 2} Алтайский государственный аграрный университет

Алтайский край, Барнаул, Россия, vladimir-belyi@inbox.ru

Аннотация. Рассмотрены вопросы создания гибридной системы электроснабжения на базе ветроэнергетической установки и традиционной системы. Описана конструкция ветроэнергетической установки для централизованных источников энергии. Предложенный подход к гибридизации использования альтернативных источников энергии облегчает управление ими на основе централизации.

Ключевые слова: гибридизация, электроснабжение, ветроэнергетическая установка, традиционная система, коэффициент полезного действия

Для цитирования: Купин Д. А., Белый В. Б. Обоснование эффективности гибридной системы электроснабжения населенного пункта Курья на основе ветроэнергетических установок // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 16–17 апреля 2025 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 324–329.

Original article

Justification of the effectiveness of the hybrid power supply system of the Kurya settlement based on wind power plants

Danila A. Kupin¹, Master's Degree Student

Vladimir B. Belyi², Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

^{1, 2} Altai State Agrarian University, Altai krai, Barnaul, Russia

vladimir-belyi@inbox.ru

Abstract. The issues of creating a hybrid power supply system based on a wind power plant and a traditional system are considered. The design of a wind power plant for centralized energy sources is described. The proposed approach to hybridization of the use of alternative energy sources facilitates their management based on centralization.

Keywords: hybridization, electric power supply, wind power plant, traditional system, efficiency

For citation: Kupin D. A., Belyi V. B. Justification of the effectiveness of the hybrid power supply system of the Kurya settlement based on wind power plants. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 324–329), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

Электроснабжение удаленных сельских населенных пунктов и фермерских хозяйств всегда сопровождается определенными проблемами, связанными с недостаточной надежностью, низким качеством поставляемой электроэнергии. Одним из путей решения этих проблем выступает создание гибридных систем электроснабжения на базе возобновляемых источников энергии и традиционных систем электроснабжения.

В качестве примера, где можно реализовать такую систему, рассмотрим населенный пункт Курья, расположенный в южной части Алтайского края в степной зоне. Проведенный анализ метеорологических данных показал возможность применения здесь ветроэнергетической установки [1] (рис. 1).

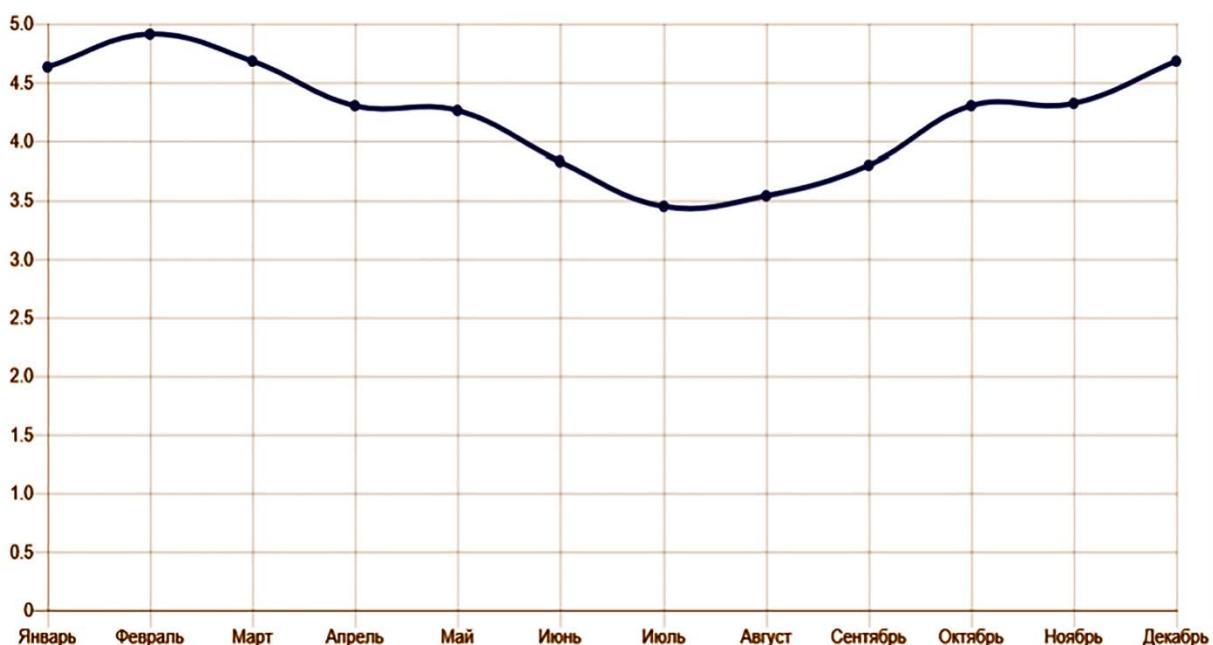


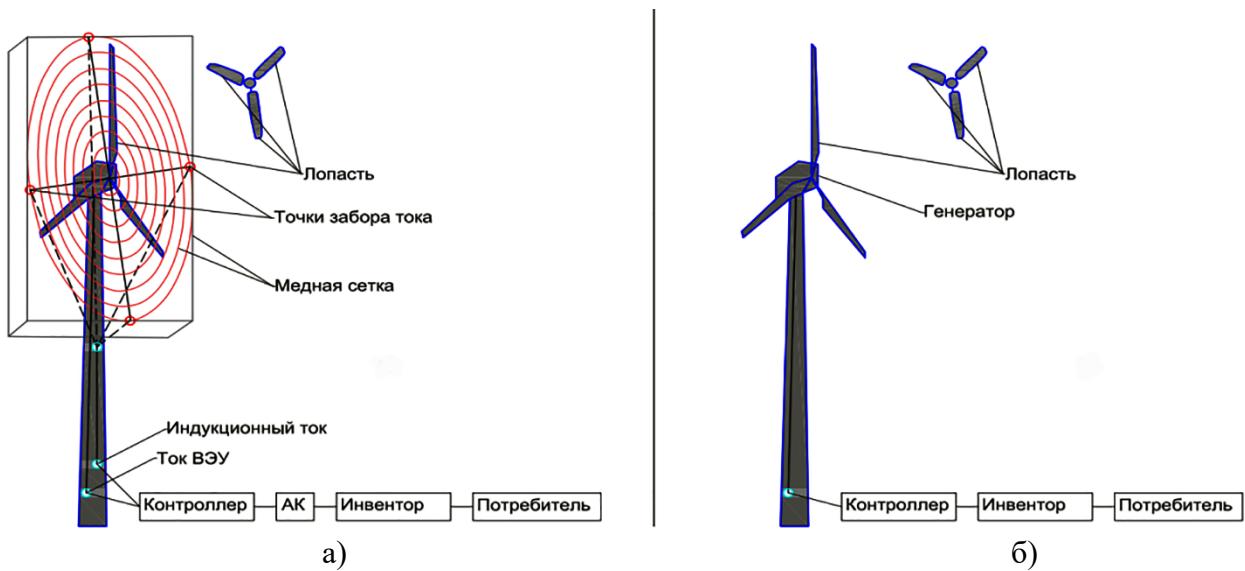
Рисунок 1 – График скорости ветра по месяцам года (с. Курья)

Механизация, электрификация и транспортные технологии в АПК: ресурсосбережение, инновации, практика

Целью работы является определение параметров ветроэнергетической установки с магнитными лопастями, как наиболее эффективной при данной ветровой активности района.

Определим базовые параметры ветроэнергетической установки (ВЭУ) к рассматриваемым условиям. В первую очередь, рассмотрим геометрию и материал лопастей. Лопасти изготавливаются из магнитного материала и ограждаются ферромагнитной сеткой с подсоединением к контроллеру [2]. Мощность асинхронного ветрогенератора будет зависеть от электрической нагрузки потребителей населенного пункта.

В случае, приведенном на рисунке 2, а, получим гибридную систему электроснабжения, имеющую централизованные источники энергии. Система, показанная на рисунке 2, б, имеет территориально распределенные источники.



**Рисунок 2 – Ветроэнергетическая установка
как часть гибридной системы электроснабжения**

Расчет мощности централизованной гибридной энергосистемы на базе ветрогенератора с магнитными лопастями произведем следующим образом. Для выбора агрегата необходимо точно определить преимущественное направление и среднюю скорость ветров в том месте, где предполагается установить ветрогенератор. Следует помнить, что начальная скорость вращения

лопастей ветрогенераторов равна 2 м/с, а скорость, при которой генератор работает с максимальной эффективностью – 9–12 м/с. Мощность ветрогенератора зависит только от скорости ветра и диаметра винта.

В специальной литературе имеется множество формул расчета мощности ветроэнергетических установок, которые дают примерно одинаковый результат. Первый способ предполагает использование формулы (1):

$$P = \frac{D^2 V^3}{7000} \quad (1)$$

где P – мощность, Вт;

D – диаметр винта, м;

V – скорость ветра, м/с.

Второй способ основан на применении формулы (2):

$$P = 0,6 S V^3 \quad (2)$$

где S – площадь, на которую перпендикулярно дует ветер, м^2 .

В нашем случае к мощности (2) необходимо прибавить выражение (3):

$$P_2 = I_2^2 R \quad (3)$$

где I_2^2 – индукционный ток, получаемый из сетки, А;

R – сопротивление сетки.

Таким образом, мощность ветроэнергетической установки с магнитной лопастью (PL) определяется с использованием выражения (4):

$$PL = 0,6 S V^3 + I_2^2 R \quad (4)$$

КПД (эффективность) ветроэнергетической установки – величина, показывающая, какую часть энергии ветра использует установка.

Например, если энергия ветра изначально была 100 %, а установка использовала только 40 %, потери в генераторе составили 15 % и таким образом КПД генератора равен 85 %. Потери в электронном регуляторе на тепло составили еще 15 %; далее потери в проводах 5 % и в инверторе 15 %. Следова-

Механизация, электрификация и транспортные технологии в АПК: ресурсосбережение, инновации, практика

тельно, общий КПД системы можно найти, перемножив все КПД всех приборов, участвующих в преобразовании энергии ветра в электрическую.

В нашем случае это составит:

$$0,60 \times 0,85 \times 0,85 \times 0,95 \times 0,85 = 0,35 \text{ или } 35\%$$

Это количество электрической энергии, которое будет получено от 100 % энергии ветра. Без гибридизации использования энергии ветра оно будет составлять 23 %. Нетрудно догадаться, что чем ниже КПД, тем больших размеров ВЭУ нужно иметь, чтобы получить одно и то же количество электроэнергии. И, наоборот, чем КПД каждого прибора выше, тем меньше (а значит, и дешевле) можно поставить установку для получения такого же количества энергии [3, 4].

Таким образом, для покрытия нужд в электроэнергии удаленных малых населенных пунктов и фермерских хозяйств вполне оправдано применение гибридных систем электроснабжения.

Список источников

1. Севастьянова Л. М., Никольченко Ю. Н. Потенциальные ветро- и гелиоэнергетические ресурсы в Алтайском крае // Вестник Томского государственного университета. 2012. № 365. С. 187–193.
2. Арифжанов А. Ш., Захидов Р. А. Схемотехнические решения подключения автономных источников энергетики на базе возобновляемых источников энергии в общую распределительную сеть // Проблемы информатики и энергетики. 2017. № 6. С. 47–58.
3. Рустамов Н. Т. О создании гибридных энергетических систем, использующих возобновляемые источники энергии // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. 2014. № 4 (54). С. 114–116.
4. Рустамов Н. Т., Исмаилов Д. М. К вопросу повышения эффективности ветроустановок // Вестник университета Ясави. 2016. № 2. С. 23–32.

References

1. Sevastyanova L. M., Nikolchenko Yu. N. Potential wind and solar energy resources in the Altai krai. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012; 365:187–193 (in Russ.).

Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития
Материалы всероссийской научно-практической конференции

2. Arifzhanov A. Sh., Zahidov R. A. Circuit solutions for connecting autonomous energy sources based on renewable energy sources to a common distribution network. *Problemy informatiki i energetiki*, 2017;6:47–58 (in Russ.).
3. Rustamov N. T. On the creation of hybrid energy systems using renewable energy sources. *Vestnik Natsional'noi inzhenernoi akademii Respubliki Kazakhstan*, 2014;4(54):114–116 (in Russ.).
4. Rustamov N. T., Ismailov D. M. On the issue of increasing the efficiency of wind turbines. *Vestnik universiteta Yasavi*, 2016;2:23–32 (in Russ.).

© Купин Д. А., Белый В. Б., 2025

Статья поступила в редакцию 15.04.2025; одобрена после рецензирования 22.05.2025; принята к публикации 22.07.2025.

The article was submitted 15.04.2025; approved after reviewing 22.05.2025; accepted for publication 22.07.2025.