

### Литература:

- 1 Adachi M., Murata Y., Takao J., Jinting J. et al. Highly efficient dye-sensitized solar cells with a titanium thin-film electrode composed of a network structure of single-crystal-like TiO<sub>2</sub> nanowires made by the "oriented attachment" mechanism // J. Am. Chem. Soc. – 2004. – Vol. 126. – P. 14943–14949.
- 2 Fabregat-Santiago F., Bisquert J., Garcia-Belmonte G. etc. Solar Energy Materials & Solar Cells. – 2005. – № 87. – P.117.
- 3 Морозов А. Н. Синтез и каталитические свойства нано структурированных покрытий диоксида титана Диссертация на соискание степени кандидата химических наук 2014 г. Специальность ВАК РФ 05.17.01. Количество страниц 160.
- 4 Zhang K., Liu Q., Wang H., Zhang R.B., Wu C.H., Gong J.R. TiO<sub>2</sub> single crystal with four-truncated-bipyramid morphology as an efficient photocatalyst for hydrogen production // Small – 2013. – Vol. 9. – P. 2452–2459.

УДК 621.31; 621.311; 620.9

## РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕТРО-ДИЗЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Сакипова С.Е., Алхамина З.Ж.

Карагандинский университет имени академика Е.А.Букетова, Караганда, Казахстан  
[zyoma.pacman@gmail.com](mailto:zyoma.pacman@gmail.com)

*Введение.* Разработка и внедрение технологий преобразования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) становятся все более актуальными в связи с возрастающими проблемами глобального потепления и изменения климата. Повсеместный отказ от водородной энергетики во всем мире обусловил принятие Казахстаном добровольных обязательств по сокращению до нуля вредных выбросов углерода в атмосферу к 2050 году. Производство электроэнергии из новых возобновляемых источников энергии постепенно становится более рентабельным, чем производство электроэнергии на новых угольных электростанциях. Согласно официальному статистическому отчету Всемирной ассоциации ветроэнергетики Global Status Report 2020, ветровая и солнечная энергия стали основными источниками электроэнергии и становятся все более конкурентоспособными по стоимости по сравнению с электростанциями, работающими на ископаемом топливе [1-4]. Практика показывает, что среди активно внедряющихся объектов ВИЭ наиболее предпочтительной и в Казахстане является ветроэнергетика. Ветроэнергетика фактически становится основой стратегии по сокращению выбросов парниковых газов, и отказа от использования ископаемой и ядерной энергии.

Наша страна обладает значительными ресурсами возобновляемой энергии, куда входят гидроэнергетика, ветровая и солнечная энергетика. Количество реализуемых проектов ВИЭ ежегодно увеличивается. Самые высокие темпы роста электроэнергии из ВИЭ без учета больших ГЭС в Казахстане наблюдались в 2011-2016 гг. [2]. Темп роста объектов ВИЭ затем несколько снизился. К концу 2017 года было введено 58 объектов ВИЭ с установленной мощностью 342.3 МВт, а к концу 2018 г. уже действовало 67 объектов ВИЭ с общей установленной мощностью 531 МВт, что составило увеличение количества на 19% и мощности на 55%. По состоянию на 1 июля 2019 г. были введены 75 объектов ВИЭ с общей установленной мощностью 683.6 МВт, из них 16 ветропарков (232 МВт), 23 солнечные фотоэлектрические станции (250 МВт), 34 гидроэлектростанции (200.3 МВт) и 2 биоэлектростанции (1.3 МВт).

Несмотря на активное развитие сектора возобновляемых источников (ВИЭ) в Казахстане имеются ряд проблем таких, как недостаточная эффективность автономных

систем электроснабжения, невозможность интеграции выработанной отдельными установками энергии в общую систему электроснабжения, доступность технологий ее аккумулирования, отсутствие какой-либо модели ценообразования в области автономного производства электроэнергии и др. Охватить все проблемы развития ВИЭ невозможно, рассмотрим лишь некоторые аспекты повышения эффективности автономных систем электроснабжения.

*Разработка автономной системы электроснабжения с использованием ветродизельной установки.*

Необходимость разработки и создания автономных систем электроснабжения обусловлена и тем, что значительная часть территории Республики Казахстан с малой плотностью населения не подключена к централизованным электроэнергетическим системам. Для существующих централизованных поставщиков электроэнергии экономически не выгодно снабжать электроэнергией отдаленные хозяйства, полустанки и разъезды железных дорог, населенные пункты, расположенные в труднодоступных местах, небольшие фермы, стоянки чабанов и т.п. Цена электроэнергии, которая складывается из цены электроэнергии на оптовом рынке, стоимости ее передачи и технических потерь в сетях, оказывается недоступной отдаленным потребителям. На протяжении последних десятков лет дизель-генераторы (ДГ) и дизельные электростанции (ДЭС) на их основе остаются основным источником питания систем автономного электроснабжения потребителей, и полноценной замены им на сегодняшний день нет. Как источники автономного электроснабжения ДЭС обладают известными недостатками, к главным из которых относятся большой расход дорогого дизельного топлива, небольшой эксплуатационный ресурс дизельных двигателей и значительные вредные выбросы в атмосферу. Транспортировка топлива в удаленные районы зачастую зависит от погодных условий, т.е. не всегда возможна, что является одной из главных причин снижения надежности электроснабжения.

Одним из способов уменьшения затрат на приобретение и доставку топлива для работы ДЭС является применение гибридных автономных электростанций на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) за счет модернизирования уже имеющихся дизельных установок [5-7]. На территории Казахстана круглогодично наблюдаются ветра различной мощности, наличие которых делает целесообразным применение гибридных электростанций, где дизельные генераторы дополняются ветрогенераторами (ВГ). Для электроснабжения отдаленных населенных пунктов могут быть предложены различные варианты построения ветродизельных установок (ВДУ), отличающихся не только составом комплектов оборудования, но и организацией режимов работы [6]. В зависимости от месторасположения ВДУ основным - ведущим в зонах преобладающих ветров будет ветрогенератор. Либо ВДУ может быть основным, а ВГ может дополнять его для экономии топлива в ветреную погоду.

Рассмотрим схему на рис.1, где ВГ и ДГ подключены непосредственно к шине переменного тока нагрузки Н без промежуточного преобразования электроэнергии. ВГ оснащен блоком балластных нагрузок (БН), которые подключаются при избытке генерируемой мощности. В данной схеме отсутствует накопитель энергии, так как нет необходимости преобразовывать электроэнергию для ее дальнейшего хранения, что позволяет увеличить КПД комбинированной установки.

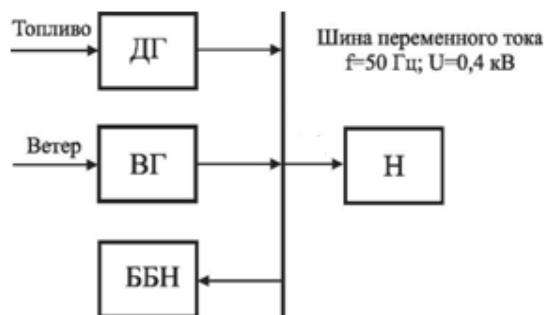


Рисунок 1 - Схема гибридной электростанции с непосредственным подключением генерирующих установок к шине переменного тока.

На рисунках 2 и 3 показаны блок-схемы ВДУ с накопителями энергии в виде аккумуляторных батарей АБ, причем в первой из них суммирование мощностей ДЭС и ВЭУ осуществляется на шине переменного тока, а во второй – на шине постоянного тока. В схеме на рисунке 2 заряд-разряд АБ производится через двунаправленный преобразователь ДП, который подключен к выходу выпрямителя В. В схеме на рисунке 3 заряд АБ осуществляется через ДП от напряжения на шине постоянного тока при совместной или раздельной работе ДЭС и ВЭУ [5]. В случае необходимости АБ отдает энергию в нагрузку через ДП и инвертор И.

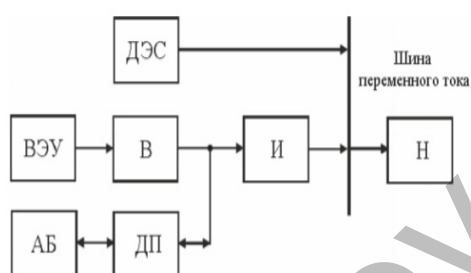


Рисунок 2 – Блок-схема ВДУ с накопителем энергии и суммированием мощности на шине переменного тока.

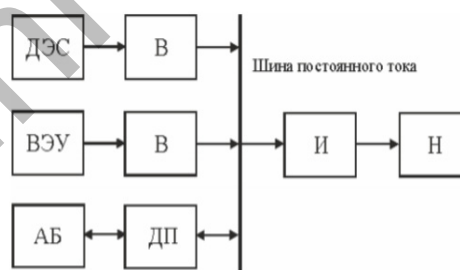


Рисунок 3 – Блок-схема ВДУ с накопителем энергии и суммированием мощности на шине постоянного тока.

В зависимости от характеристик ветра можно использовать различные типы ВГ: при малых скоростях более эффективны ВГ парусного типа или с вращающимися цилиндрическими лопастями [8, 9]. Для ветра переменного направления необходимо использовать ВГ с вертикальной осью вращения. Выбор ВГ в каждом конкретном случае зависит как от параметров ветра в данной местности, так и от величины электроэнергии, которую необходимо вырабатывать. Современный уровень развития методов численного и имитационного моделирования электромеханических систем позволяет на основе математических моделей ВДЭУ и заданного алгоритма энергии провести расчеты комбинированных систем с различных вариантов с накопителем, комплексной нагрузкой и системой управления (СУ), т.е. оценить технико-экономическую эффективность системы.

**Заключение.** На основе проведенного анализа существующих технических решений показана возможность и необходимость создания комбинированных ветро-дизельных систем автономного электроснабжения. Обозначены перспективные направления разработки инновационной структуры работы автономных систем электроснабжения. Улучшение энергетических и эксплуатационных характеристик автономных систем электроснабжения возможно не только на базе комбинирования существующих ДЭС и ВЭУ, но и за счет новых технических решений, рациональной организации режимов работы силового оборудования и системы управления.

#### Литература:

1. Возобновляемая энергетика 2020. Статистический отчет о глобальном состоянии. <https://www.ren21.net/reports/global-statusreport/>
  2. Развитие зелёной энергетики в Казахстане. 19.09.2018 .<https://eenergy.media/2018/09/19/razvi-tie-zelyonoy-energetiki-v-kazahstane/>
  3. Mukhamediyev I.R., Mustakayev R., et al. Multi-criteria spatial decision making system for renewable energy development support in Kazakhstan. // IEEE Access, 2019. - №.7. - С.122275-122288.
  4. Дукенбаев К. Энергетика Казахстана: условия и механизмы ее устойчивого развития. / Алматы, 2004. - 604 с.
  5. Дорошин А.Н. Исследование эффективности использования комбинированных энергокомплексов на основе возобновляемых источников энергии. Автореф. дисс. - М., 2011. - 20 с.
  6. Артюхов И.И., Степанов С.Ф., Молот С.В., Ербаев Е.Т. Ветро дизельная установка для электроснабжения фермерского хозяйства. // Вестник аграрной науки Дона, 2016. - № 1(33). - С. 41 - 48.
  7. Артюхов И.И., Степанов С.Ф., Ербаев Е.Т. Гибридная автономная система для электроснабжения фермерского хозяйства. // Вестник Жезказганского университета им. О. Байконурова, 2015. - № 2(30). - С. 39 - 44.
  8. Sakipova, S.E., Tanasheva, N.K., Minkov, L.L. Modeling aerodynamics of a wind turbine with cylindrical blades in a turbulent air flow. // Eurasian phys.tech.j., 2020. - №17(1). - С. 106–112.
- Yershina, A.K., Sakipova, S.E., Manatbayev, R.K. Some design features of the carousel type wind turbine bidarrieus. // Eurasian phys.tech.j., 2019.- №2(32).–С. 63 – 67.

УДК 539.1

### **ЖЫЛУЛЫҚ НЕЙТРОНДАРДЫҢ РВ, ВІ ЖӘНЕ РО ҚҰРАМЫНДА ЖҰТЫЛУЫН МОДЕЛЬДЕУ**

<sup>1</sup>Сарқұлов Б.Қ., <sup>1</sup>Белисарова Ф.Б., <sup>1</sup>Жұманова А.Б.  
әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан  
[bsarqulov@gmail.com](mailto:bsarqulov@gmail.com)

**Кіріспе.** Өсіп келе жатқан әлемдік экономика атом энергиясының дамуына және ядролық реакторлардың жетілуіне тікелей әсер ететін энергияны тұтынудың артуымен байланысты. Соңғы уақытта қорғасын мен висмуттың изотоптары ядролық реакторлардың жаңа буындарын құруға қызығушылық танытып отыр [1]. [1-3] жұмыстарда қорғасын мен висмуттың изотоптары сұйық салқындатқыш ретінде қарастырылады, олар реактордың қауіпсіздігі тұрғысынан, нейтрондардың үнемділігі тұрғысынан да жеңіл салқындатқыш сұйықтықтарда жақсы тексерілген реакторларға қарағанда белгілі бір артықшылықтарға ие болуы ықтимал [2]. Сонымен қатар қорғасын мен висмут изотоптарын жылу тасымалдағыш сұйықтық ретінде қолданумен байланысты бірқатар кемшіліктер мен шешілмеген техникалық проблемалар бар [3]. [4-5] жұмыстарында қорғасын, висмут және полоний изотоптарының құрамын тұрақты нейтрон ағынында энергияның қосымша көзі ретінде пайдалану ұсынылған. [4] авторларының пікіріне сәйкес, қорғасын мен висмуттың мұндай изотоптарын пайдалану жалпы энергияның бөлінуін көбейтіп қана қоймай, радиациялық тұрақтылық беретін құрамның өзінде циклдік реакцияның жүруіне мүмкіндік береді.

Бұл жұмыста [5] Монте-Карло әдісімен авторлар ұсынған Pb, Bi, Po құрамы бойынша жылу нейтрондар ағынының жұтылуын компьютерлік модельдеуі жүргізіліп, табиғи қорғасынның жұтылу қабілетіне салыстыру жүргізілген.