



УДК 621.383

## ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ПИТАНИЯ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОЙ АРМАТУРЫ

### RENEWABLE ENERGY SOURCES FOR POWER SUPPLY OF PROTECTIVE ARMATURE DEVICES

**Умрихин Дмитрий Олегович**

студент магистратуры 2 года обучения гр. 18-НМ-ЭЭ2,  
Кубанский государственный технологический университет  
ymdim26@mail.ru

**Асташов Максим Александрович**

аспирант 3 года обучения гр. 18-АО-ЭТ1,  
Кубанский государственный технологический университет  
i.am.jlaku@gmail.com

**Черкасский Павел Андреевич**

аспирант 5 года обучения гр. 14-АЗк-ЭТ061  
cherkass@list.ru

**Ивашкин Илья Ильич**

аспирант 2 года обучения гр. 19-АЗ-ЭТ1,  
Кубанский государственный технологический университет  
warmuru@mail.ru

**Аннотация.** Данная статья посвящена использованию возобновляемых источников электроэнергии при питании устройств защитной арматуры (УЗА) нефте- и газопроводов.

**Ключевые слова:** защитная арматура, электроснабжение, возобновляемые источники электроэнергии.

**Umrihin Dmitriy Olegovich**

2nd Year Master's Student, Gr. 18-NM-EE2,  
Kuban State Technological University  
ymdim26@mail.ru

**Astashov Maxim Aleksandrovich**

Graduate Student of the 3rd Year of Study,  
Gr. 18-AO-ET1,  
Kuban State Technological University  
i.am.jlaku@gmail.com

**Cherkassky Pavel Andreevich**

Graduate Student of the 5rd Year of Study,  
Gr. 14-AZk-ET061  
cherkass@list.ru

**Ivashkin Ilya Ilyich**

Graduate Student of the 2rd Year of Study,  
Gr. 19-AZ-ET1,  
Kuban State Technological University  
warmuru@mail.ru

**Annotation.** This article is devoted to the use of renewable sources of electricity in the supply of protective valves of oil and gas pipelines.

**Keywords:** protective fittings, power supply, renewable energy sources.

**В** настоящий момент Россия находится на втором месте в мире по добыче нефти и газа. Это обуславливается большим количеством месторождений на территории страны, а также огромной протяжённостью нефте- и газопроводов. Протяжённость магистральных трубопроводов в России составляет более 250 тыс. км.

При строительстве и эксплуатации трубопроводных систем возникает необходимость установки трубопроводной арматуры. К трубопроводной арматуре относят устройства, которые предназначены для управления потоками сред путем отключения трубопроводов или их участков, распределения потоков по требуемым направлениям, регулирования различных параметров среды и выпуска среды по необходимости направлению путем изменения проходного сечения в рабочем органе арматуры. Эти устройства монтируются на трубопроводах, емкостях, котлах и других установках, входящих в трубопроводную систему.

Для предотвращения утечки нефти и газа во время аварий по протяженности нефте- и газопроводов устанавливаются устройства защитной арматуры (УЗА).

Защитная арматура предназначена для защиты технологических систем, оборудования, трубопроводов, насосов и сосудов под давлением от возникновения или последствий аварийных ситуаций. По своему назначению защитная арматура очень близка к предохранительной, оба вида должны предотвращать отклонения от нормального течения технологического процесса и ограничивать последствия таких отклонений, не давая развиться серьезным авариям. Главное их отличие заключается в принципе действия: предохранительная арматура открывается, обеспечивая массотвод, и, за счёт него снижение параметров системы, защитная – закрывается, отключая защищаемый участок системы или единицу оборудования. УЗА представляет собой несколько клапанов или задвижек, приводимых в движение электроприводами.

В следствии того, что большая часть УЗА находится вдали от воздушных линий электропередач и источников электропитания, а также небольшой электрической мощности электрооборудования УЗА, возникает необходимость рассмотрения возобновляемых источников электроэнергии в качестве основного источника питания электроприемников УЗА [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

В качестве возобновляемых источников электроэнергии используются источники, работающие от энергии солнца и ветра [8, 9, 10, 11, 12].



Повышение энергоэффективности можно достичь путем совместного использования энергии солнца, используя энергетические гелиосистемы, и энергии ветра или движения воды [8].

При этом происходит электромеханическое преобразование механической энергии, подаваемой на один (механический) вход машины, и электрической энергии постоянного тока, одновременно подаваемой на другой ее вход (электрический) в суммарную электрическую энергию переменного тока. Данное устройство обеспечивает суммирование и преобразования механической энергии (например, энергии ветра) и электрической энергии постоянного тока (например, энергии солнца, поступающей от энергетических гелиосистем) в электрическую энергию трех фазного (или более) переменного тока при одновременном повышении стабильности параметров электрической энергии на выходе.

Работает источник следующим образом: при наличии энергии ветра и электрической энергии постоянного тока обгонные муфты 4, 6 соединяют ветротурбину 7 и двигатель постоянного тока 5, с генератором  $m$ -фазного переменного тока 1 и передают ему вращающие моменты  $M_b$  и  $M_{bm}$  для дальнейшего суммирования и преобразования ее в электрическую энергию  $m$ -фазного переменного тока (рис. 1).

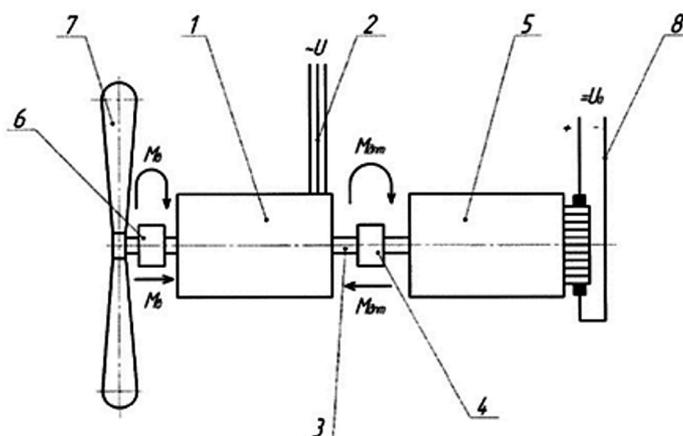


Рисунок 1 – Электромашинный ветро-солнечный преобразователь

При этом полярность подключения источника постоянного тока при помощи проводов 8 согласована таким образом, чтобы вращающие моменты, создаваемые ветротурбиной 7 и двигателем постоянного тока 5, совпадали по направлению. Другими словами, при недостаточном для вращения ветротурбины ветре, момент инерции преодолевается посредством суммирования моментов вращения от ветра (посредством ветрогенератора) и момента вращения от солнца (посредством преобразования энергии, полученной на фотоэлементах, двигателем постоянного тока). Если к проводам 2 подключить электрическую нагрузку к генератору  $m$ -фазного переменного тока 1, то электрическая цепь будет замкнута и в ней возникнет  $m$ -фазный переменный ток.

Таким образом, электромашинный ветро-солнечный преобразователь позволяет использовать энергию ветра при более низких пороговых значениях скорости ветра.

На основе вышеизложенного, совместное использование энергии ветра и солнца является эффективнее, чем использование перечисленных источников по отдельности, что подтверждают среднегодовые показатели скорости ветра и солнечной активности на территории России [6].

### Литература:

1. Электромашинный ветро-солнечный преобразователь / С.А. Попов [и др.] // Технические и технологические системы: Материалы десятой международной научной конференции «ТТС-17» (22–24 ноября 2017 года) / ФГБОУ ВО «КубГТУ», КВВАУЛ им. А.К. Серова. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2017. – С. 78–82.
2. Обоснование применения гибридных ветро-солнечных энергоустановок на основе электромеханических преобразователей / С.А. Попов [и др.] // Современные электротехнические и информационные комплексы и системы. Материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и преподавателей, посвященной 60-летию со дня образования Армавирского механико-технологического института, 2019. – С. 76–79.
3. Альтернативная энергетика на службе у нефтянников / С.А. Попов [и др.] // Булатовские чтения. – 2020. – С. 324–326.
4. Попов С.А., Асташов М.А. Разработка математической модели гибридной электрической машины-генератора // Инженерные технологии в сельском и лесном хозяйстве. Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, 2020. – С. 74–78.
5. Попов С.А., Кривченков В.И. Идентификация постоянной времени якорной цепи двигателя постоянного тока // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2020. – № 33. – С. 115–128.



6. Применение ветрогенераторов с вертикальной и горизонтальной осью в нефтегазовой отрасли / С.А. Попов [и др.] // Булатовские чтения. – 2020. – С. 185–188.
7. Анализ конструкций ветрогенераторов и перспективы их применения на предприятиях нефтегазовой отрасли / С.А. Попов [и др.] // Булатовские чтения. – 2020. – С. 321–323.
8. Патент 2639714 (РФ). Ветро-солнечный генератор со сдвоенным ротором / Попов С.А. – БИ, 2017. – № 36.
9. Патент 2629017 (РФ) Гибридная аксиальная электрическая машина-генератор / Попов С.А., Попов М.С. – БИ, 2016. – № 24.
10. Патент 2633377 (РФ). Гибридная электрическая машина-генератор / Попов С.А., Попов М.С., Михед А.И. – БИ, 2016. – № 29.
11. Патент 2643522 (РФ). Гибридный ветро-солнечный генератор / Попов С.А., Попов М.С. – БИ, 2018. – № 4.
12. Патент на полезную модель № 171597 (РФ). Электромашинный ветро-солнечный преобразователь / Попов С.А. – БИ, 2016. – № 16.

#### References:

1. Electromachine wind-solar converter / S.A. Popov [et al.] // Technical and Technological Systems: Proceedings of the Tenth International Scientific Conference «TTS-17» (22–24 November 2017) / FGBOU VO «KubGTU», A.K. Serov KVVAVUL. – Krasnodar : Publishing House – South, 2017. – P. 78–82.
2. Substantiation of application of hybrid wind-solar power installations on the basis of electromechanical converters / S.A. Popov [et al.] // Modern electrotechnical and information complexes and systems. Proceedings of the I International Scientific-Practical Conference of Students, Postgraduates and Teachers, dedicated to the 60th anniversary of the Armavir Mechanical and Technological Institute, 2019. – P. 76–79.
3. Alternative power engineering at the oilmen's service / S.A. Popov [et al.] // Bulatov's readings. – 2020. – P. 324–326.
4. Popov S.A., Astashov M.A. Development of mathematical model of hybrid electric machine-generator // Engineering technologies in agriculture and forestry. Proceedings of the All-Russian National Scientific and Practical Conference, 2020. – P. 74–78.
5. Popov S.A., Krivchenkov V.I. Identification of time constant of DC motor anchor circuit // Vestnik PNIPU. Electrical engineering, information technologies, control systems. – 2020. – № 33. – P. 115–128.
6. Application of wind turbines with vertical and horizontal axis in oil and gas industry / S.A. Popov [et al.] // Bulatov Readings. – 2020. – P. 185–188.
7. Analysis of wind generators' designs and prospects for their application at the oil and gas industry enterprises / S.A. Popov [et al.] // Bulatov readings. – 2020. – P. 321–323.
8. Patent 2639714 (RF). Wind-solar generator with twin rotor / Popov S.A. – BI, 2017. – № 36.
9. Patent 2629017 (RF) Hybrid axial electric machine-generator / Popov S.A., Popov M.S. – BI, 2016. – № 24.
10. Patent 2633377 (RF). Hybrid electric machine-generator / Popov S.A., Popov M.S., Mikhed A.I. – BI, 2016. – № 29.
11. Patent 2643522 (RF). Hybrid wind-solar generator / Popov S.A., Popov M.S. – BI, 2018. – № 4.
12. Useful model patent № 171597 (RF). Electromachine wind-solar converter / Popov S.A. – BI, 2016. – № 16.