УДК 621.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ВЕТРО-СОЛНЕЧНОМ ГЕНЕРАТОРЕ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ В СРЕДЕ MATHCAD

–––––––

THE STUDY OF TRANSIENT PROCESSES IN VSG FOR OIL AND GAS FACILITIES IN MATHCAD

Гайтов Багаудин Хамидович
доктор технических наук, профессор кафедры электротехники и электрических машин,
Кубанский государственный технологический университет
Kkllev1@mail.ru

Кашин Александр Яковлевич
помощник командира корабля (на самолетах АН-26) войсковой части 15650-11,
г. Знаменск, Астраханской области
jlms_1@mail.ru

Суворов Виталий Сергеевич
студент,
Кубанский государственный технологический университет
vetalmetal95@list.ru

Схашок Альберт Олегович
студент,
Кубанский государственный технологический университет
albert–skhashok@rambler.ru

Аннотация. Были проведены расчеты энергосбережения и энергоэффективности ветро-солнечного генератора для энергоснабжения отдаленных объектов нефте-газовой промышленности.

Ключевые слова: преобразование энергии, энергия солнца, энергия потока ветра, энергетические характеристики.

Gaytov Bagaudin Khamidovich
Doctor of technical sciences, Professor of electrical engineering and electrical machines,
Kuban state technological university
Kkllev1@mail.ru

Kashin Alexandr Yakovlevich
Assistant commander of the ship (on the aircraft AN-26 HF / 15650-11),
Astrakhan region, Znamyansk
jlms_1@mail.ru

Suvorov Vitaly Sergeevich
Student,
Kuban state technological university
vetalmetal95@list.ru

Skhashok Albert Olegovich
Student,
Kuban state technological university
albert-skhashok@rambler.ru

Annotation. Calculations have been made of energy conservation and efficiency, wind and solar generator for remote power supply of objects of oil and gas industry.

Keywords: energy conversion, solar energy, energy of wind, energy characteristics.

Энергоснабжение удаленных объектов нефте-газовой промышленности зачастую затруднено ввиду высокой стоимости прокладки линии электропередач от центра питания. Представляется целесообразным для отдельных объектов нефтегазовой отрасли, расположенных в отдаленных от централизованного электроснабжения районах, использовать системы энергоснабжения на основе возобновляемых источников энергии. По мнению авторов, данную проблему должен решить ветро-солнечный генератор (ВСГ). Принципом работы ВСГ является преобразование энергии солнца и скорости потока ветра в электроэнергию с необходимыми характеристиками.

Группа устройств, основанных на преобразовании энергии ветра и солнца в электрическую энергию, была разработана и исследована на кафедре электротехники и электрических машин КубГТУ [1–6]. Исследуемый в данной работе ВСГ, разработанный на базе [3–6] содержит: корпус, постоянный многополюсный магнит индуктора подвозбудителя, магнитопровод с обмоткой, якоря подвозбудителя, однофазной обмоткой возбуждения возбудителя и дополнительной обмоткой возбуждения возбудителя; внутренний аксиальный магнитопровод с многофазной обмоткой якоря основного генератора, вал, закрепленный в подшипниковых узлах и жестко связанный с постоянным многополюсным магнитом индуктора подвозбудителя посредством диска и с внутренним аксиальным магнитопроводом посредством диска, девятифазных выпрямителей.

В ходе данной работы была построена математическая модель, описывающая электромеханические процессы в ВСГ, основанная на более ранних работах авторов[7–9].

На рисунке 1 приведены скриншоты осциллограммы выходного напряжения ВСГ в интервале от 0 до 80 с.

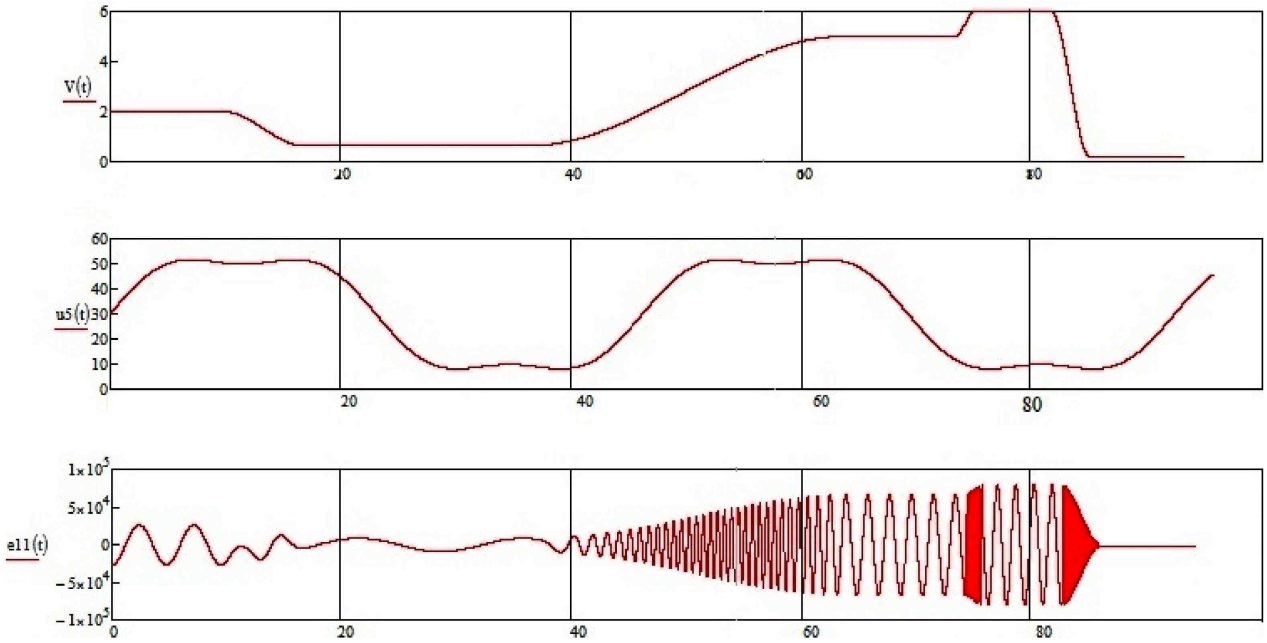

Рисунок 1 – Осциллограммы скорости потока ветра, напряжения солнечных батарей и выходной ЭДС в зависимости от времени

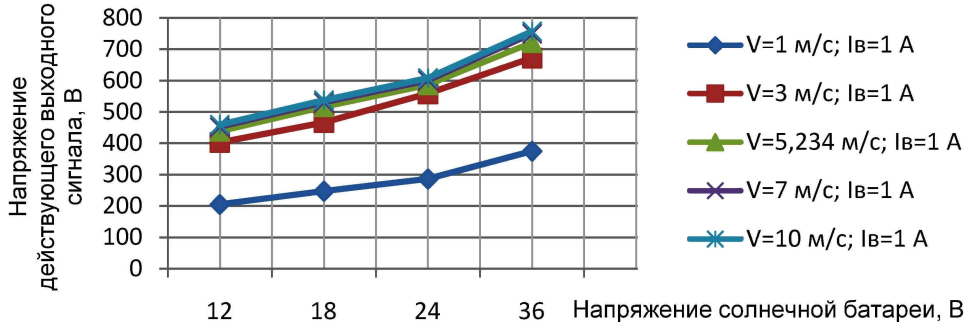

Рисунок 2 – График зависимости действующего значения установившегося напряжения выходного сигнала ВСГ от напряжения солнечной батареи

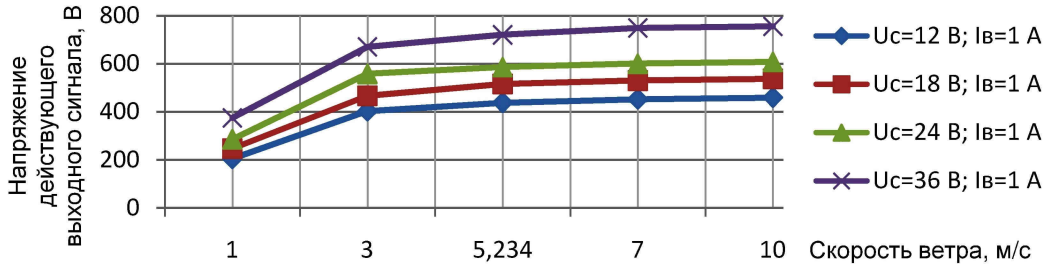

Рисунок 3 – График зависимости действующего значения установившегося напряжения выходного сигнала ВСГ от скорости ветра

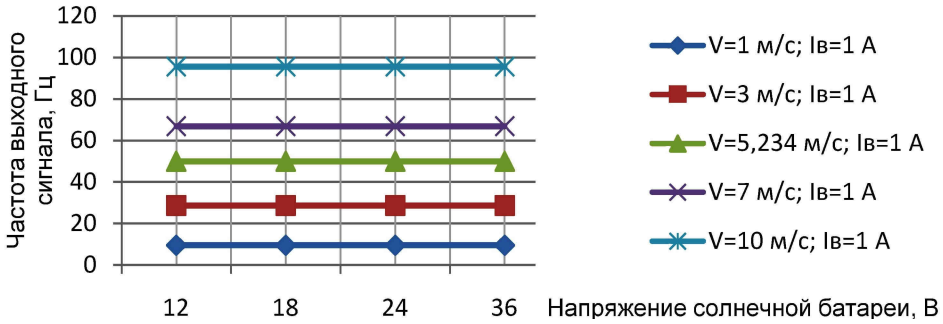

Рисунок 4 – График зависимости частоты выходного сигнала ВСГ от напряжения солнечной батареи

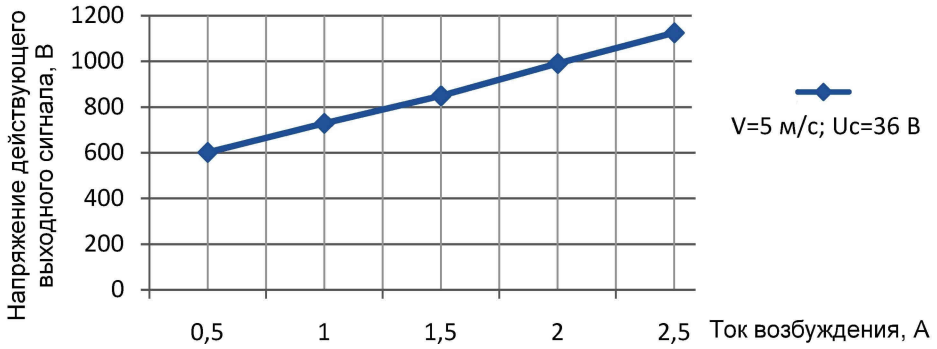

Рисунок 5 – График зависимости действующего значения установившегося напряжения выходного сигнала ВСГ от тока возбуждения

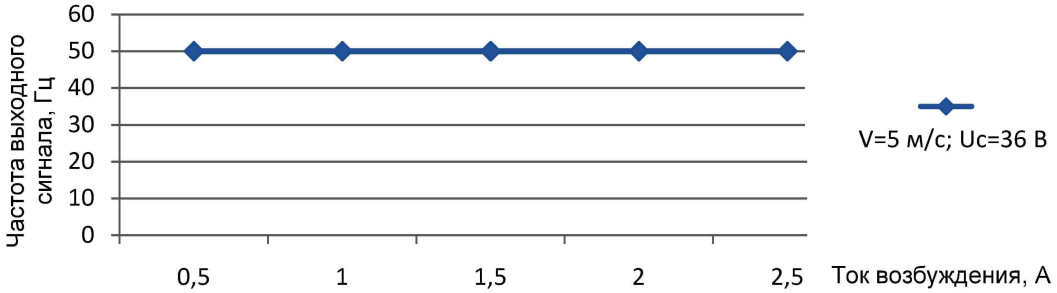

Рисунок 6 – График зависимости частоты выходного сигнала ВСГ от тока возбуждения

Из рисунка 2 видно, что при повышении напряжения солнечной батареи действующее значение установившегося напряжения выходного сигнала ВСГ увеличивается по экспоненте. Из рисунка 3 видно, что при увеличении скорости ветра действующее значение установившегося напряжения выходного сигнала ВСГ повышается по экспоненте. Из рисунка 4 видно, что при повышении напряжения солнечной батареи частота выходного сигнала ВСГ не изменяется. Из рисунка 5 видно, что при повышении тока возбуждения действующее значение установившегося напряжения выходного сигнала ВСГ повышается линейно. Из рисунка 6 видно, что при повышении тока возбуждения частота выходного сигнала ВСГ не меняется.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края в рамках научного проекта № 16-48-230200 «р_а».

Литература:

1. Разработка математической модели электромагнитных и электромеханических переходных процессов в аксиальных многофазных генераторных установках / Б.Х. Гайтов, Я.М. Кашин, Л.Е. Копелевич, А.Я. Кашин, А.А. Голованов, М.Л. Копелевич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2012. – № 02 (76). – URL : http://ej.kubagro.ru/2012/02/pdf/84.pdf, 0,625 у.п.л.
2. Ветро-солнечные генераторы для электроснабжения объектов нефтегазовой отрасли / Е.А. Зеленская, Б.Х. Гайтов, Л.Е. Копелевич, А.В. Самородов, Я.М. Кашин, Н.В. Ладенко // Газовая промышленность. – 2014. – № 6 (707). – С. 114–117.
3. Пат. RUS 2450411 Аксиальная двухвходовая бесконтактная электрическая машина-генератор / Б.Х. Гайтов, Я.М. Кашин, Т.Б. Гайтова, А.Я. Кашин, Д.В. Пауков, А.В. Голощапов – Опубл. 12.01.2011.
4. Пат. RUS 2561504 Аксиальный двухвходовый бесконтактный ветро-солнечный генератор / Б.Х. Гайтов, Я.М. Кашин, А.Я. Кашин, Л.Е. Копелевич, А.В. Самородов – Опубл. 03.08.2015.
5. Пат. RUS 2465706 Стабилизированный аксиальный бесконтактный генератор постоянного тока / Б.Х. Гайтов, Я.М. Кашин, Т.Б. Гайтова, А.Я. Кашин, Д.В. Пауков – Опубл. 25.03.2011.
6. Пат. RUS 2470446 Стабилизированный аксиальный генератор постоянного тока / Б.Х. Гайтов, Я.М. Кашин, Т.Б. Гайтова, А.Я. Кашин, Д.В. Пауков – Опубл. 27.05.2011.
7. Математическое моделирование перспективных генераторных установок для систем автономного электроснабжения / Т.Б. Гайтова, Я.М. Кашин, Л.Е. Копелевич, А.Я. Кашин, А.С. Князев // Изв. вузов. Электромеханика. – 2013. – № 3. – С.16–23.
8. Создание перспективных систем автономного энергоснабжения объектов на базе принципиально новых электромеханических преобразователей энергии повышенной надежности / Б.Х. Гайтов, Я.М. Кашин, Л.Е. Копелевич, Н.В. Ладенко, Р.А. Пахомов, А.В. Самородов // отчет о НИР № 13-08-96515/14 от 08.10.2014 (РФФИ и Администрация Краснодарского края).
9. Математическая модель ветро-солнечного генератора в среде MATHCAD / Л.Е. Копелевич, Я.М. Кашин, В.С. Суворов, А.О. Схашок / мат. VIII межд. научн. конф. «Технические и технологические системы ТТС-16». – Краснодар : Изд. Дом – Юг. 2016. – С. 86–91.

References:

1. Development of a mathematical model of electromagnetic and electromechanical transient phenomena in axial multiphase generating installations / B.H. Gaytov, Ya.M. Kashin, L.E. Kopelevich, A.Ya. Kashin, A.A. Golovanov, M.L. Kopelevich // Polysubject network online scientific magazine of the Kuban state agricultural university (Scientific log of KUBGAU). – Krasnodar : KubGAU, 2012. – No. 02 (76). – URL : http://ej.kubagro.ru/2012/02/pdf/84.pdf, 0,625 у.п.л.
2. Vetro-solnechnye generators for electrical power supply of objects of oil and gas branch / E.A. Zelenskaya, B.H. Gaytov, L.E. Kopelevich, A.V. Samorodov, Ya.M. Kashin, N.V. Ladenko // Gas industry. – 2014. – No. 6 (707). – P. 114–117.
3. Patent RUS 2450411 the Axial two-input noncontact electrical machine generator / B.H. Gaytov, Ya.M. Kashin, T.B. Gaytova, A.Ya. Kashin, D.V. Paukov, A.V. Goloshchapov. – Publ. 12.01.2011.
4. Patent RUS 2561504 the Axial dvukhvkhodovy noncontact vetro-solar generator / B.H. Gaytov, Ya.M. Kashin, A.Ya. Kashin, L.E. Kopelevich, A.V. Samorodov. – Publ. 03.08.2015.
5. Patent RUS 2465706 the Stabilized axial noncontact direct current generator / B.H. Gaytov, Ya.M. Kashin, T.B. Gaytova, A.Ya. Kashin, D.V. Paukov. – Publ. 25.03.2011.
6. Patent RUS 2470446 the Stabilized axial generator of constant current / B.H. Gaytov, Ya.M. Kashin, T.B. Gaytova, A.Ya. Kashin, D.V. Paukov. – Publ. 27.05.2011.
7. Mathematical simulation of perspective generating installations for systems of independent electrical power supply / T.B. Gaytova, Ya.M. Kashin, L.E. Kopelevich, A.Ya. Kashin, A.S. Knyazev // Izv. higher education institutions. Electromecanics. – 2013. – No. 3. – P. 16–23.
8. Creation of perspective systems of independent power supply of objects on the basis of essentially new electromechanical transformers of energy of the increased reliability / B.H. Gaytov, Ya.M. Kashin, L.E. Kopelevich, N.V. Ladenko, R.A. Pakhomov, A.V. Samorodov // the report on No. 13-08-96515/14 NIR of 08.10.2014 (the Russian Federal Property Fund and Administration of Krasnodar Krai).
9. A mathematical model of the vetro-solar generator in the environment of MATHCAD / L.E. Kopelevich, Ya.M. Kashin, V.S. Suvorov, A.O. Skhashok / mat. VIII international scientific conference «The technical and technological TTS-16 systems». – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2016. – P. 86–91.