

DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2020.01.017>

УДК 621.313.332

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ТА АЛГОРИТМ КЕРУВАННЯ АВТОНОМНОЮ ГІДРОВІТРОВОЮ СИСТЕМОЮ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ

Журнал	Технічна електродинаміка
Видавець	Інститут електродинаміки Національної академії наук України
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Випуск	№ 1, 2020 (січень/лютий)
Сторінки	17 – 26

Автори

Л.І. Мазуренко^{1*}, докт.техн.наук, **К.М. Василів**², докт.техн.наук, **О.В. Джура**^{1**},
канд.техн.наук,
А.В. Коцюруба
³

¹- Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Перемоги, 56, Київ, 03057, Україна,
e-mail: mlins@ied.org.ua

²- Національний університет "Львівська політехніка",
вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна

³- Національний університет оборони імені Івана Черняхівського,
пр. Повітрофлотський, 28, Київ, 03049, Україна

* ORCID ID : <https://orcid.org/0000-0002-7059-249X>

** ORCID ID : <https://orcid.org/0000-0002-0224-3351>

Запропоновано нову конфігурацію трифазної автономної гідровітрової системи (АГВС), яка містить синхронний генератор з електромагнітним збудженням, що обертається регульованою гідротурбіною, асинхронний генератор з короткозамкненим ротором з приводом від нерегульованої вітротурбіни, компенсуючу батарею конденсаторів і регульоване баластне навантаження, яке живиться через активний випрямляч. Розроблено алгоритм дворівневої стабілізації частоти струму в системі. З використанням розробленої імітаційної моделі АГВС проведено математичне моделювання електромеханічних процесів у разі зміни потужності споживачів та постійної швидкості вітру. Результати досліджень засвідчили стійку роботу системи у сталих режимах і

відпрацювання заданих рівнів частоти струму. Бібл. 17, рис. 5, табл. 1.

Ключові слова: автономна гідровітрова система, синхронний генератор, асинхронний генератор, активний випрямляч, баластне навантаження, регулятор частоти.

Надійшла	25.10.2019
Остаточний варіант	19.12.2019
Підписано до друку	16.01.2020

УДК 621.313.332

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНОЙ ГИДРОВЕТРОВОЙ СИСТЕМОЙ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Журнал	Технічна електродинаміка
Издатель	Институт электродинамики Национальной академии наук Украины
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Выпуск	№ 1, 2020 (январь/февраль)
Страницы	17 – 26

Авторы

Л.И. Мазуренко^{1*}, докт.техн.наук, **К.Н. Васылив**², докт.техн.наук, **А.В. Джура**^{1**},
канд.техн.наук,

А.В. Коцюруба

³

¹- Институт электродинамики НАН Украины,
пр. Победы, 56, Киев, 03057, Украина,
e-mail: mlins@ied.org.ua

²- Национальный университет "Львовская политехника",
ул. С. Бандеры, 12, Львов, 79013, Украина

³- Национальный университет обороны имени Ивана Черняховского,

пр. Воздухофлотский, 28, Киев, 03049, Украина

Предложена новая конфигурация трехфазной автономной гидроветровой системы, которая содержит синхронный генератор с электромагнитным возбуждением, приводимый во вращение регулируемой гидротурбиной, асинхронный генератор с короткозамкнутым ротором с приводом от нерегулируемой ветротурбины, компенсирующую батарею конденсаторов и регулируемую балластную нагрузку, которая питается через активный выпрямитель. Разработан алгоритм двухуровневой стабилизации частоты тока в системе. С помощью разработанной имитационной модели АГВС проведено математическое моделирование электромеханических процессов при изменении мощности потребителей и постоянной скорости ветра. Результаты исследований показали устойчивую работу системы в установившихся режимах работы и обработку заданных уровней частоты тока. Библ. 17, рис. 5, табл. 1.

Ключевые слова: автономная гидроветровая система, синхронный генератор, асинхронный генератор, актив-ный выпрямитель, балластная нагрузка, регулятор частоты.

Поступила	25.10.2019
Окончательный вариант	19.12.2019
Подписано в печать	16.01.2020

Статтю написано в процесі виконання НДР «ЕНЕРГОСИСТ-2» («Розвинути теорію, дослідити електромеханічні процеси, створити алгоритми керування та визначити умови енергоефективного функціонування асинхронних генераторів із вентильним і конденсаторним збудженням при роботі в автономних системах»), державний реєстраційний номер 0115U005400. (01.01.2016-31.12.2029).

Література

1. Васько П.Ф., Вербовий А.П., Ібрагімова М.Р., Пазич С.Т. Гідроакумулювальні електростанції – технологічна основа інтеграції потужних вітро- та фотоелектричних

станцій до складу електроенергетичної системи України. *Гідроенергетика України*. 2017. № 1-2. С. 20-25.

2. Sebastian R., Quesada J.. Simulation of an isolated Wind Hydro system. *2nd International Workshop on Simulation for Energy, Sustainable Development and Environment* (SESDE 2014), Burdeaus, France, 2014. Pp. 14-19.

3. Goel P. K., Singh B., Murthy S.S. and Kishore N.. Autonomous hybrid system using SCIG for hydro power generation and variable speed PMSG for wind power generation. 2009 *International Conference on Power Electronics and Drive Systems* (PEDS), Taipei. 2009. Pp. 55-60. DOI: <https://doi.org/10.1109/PEDS.2009.5385678>

4. Aktarujjaman M., Kashem K.A., Negnevitsky M. & Ledwich G. Dynamics of a hydro-wind hybrid isolated power system. In *Australasian Universities Power Engineering Conference* (AUPEC 2005). Australia, Tasmania, Hobart, 25–28 September 2005. URL: <http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=5437&context=eisapers> (accessed 20.12.19)

5. Xue-Jia Huang, Neng-Sheng Bao. Modeling and simulation analysis of wind-hydro hybrid power plant. *2nd Annual International Conference on Energy, Environmental & Sustainable Ecosystem Development* (EESD 2016), Huang, 2016/08. Pp. 169-179. DOI: <http://doi.org/10.2991/eesed-16.2017.22>

6. Мазуренко Л.І., Василів К.М. Закономірності електромагнітних процесів безконтактної системи збудження автономного асинхронного генератора на базі каскадного трифазно-трифазного модулятора напруги. *Технічна електродинаміка*. 2018. № 6. С. 46-49. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2018.06.046>

7. Mazurenko L.I., Dzhura O.V. and Shevchuk S.P. Transients in a transistor-switched capacitor regulator of a stand-alone induction generator supplying a single-phase load. 2017 *International Conference on Modern Electrical and Energy Systems* (MEES). Kremenchuk, November 2017. Pp. 244-247. DOI: <https://doi.org/10.1109/MEES.2017.8248901>

8. Sebastián R., Peña-Alzola R. Effective active power control of a high penetration wind diesel system with a Ni–Cd battery energy storage. *Renewable Energy*. 2010. Vol. 35(5). Pp. 952-965. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.11.029>

9. Krause P.C., Wasynczuk O. and Sudnoff S.D. Analysis of Electric Machinery and Drive Systems. Piscataway. NJ: Wiley IEEE Press, 2002. 632 p. DOI: <https://doi.org/10.1109/9780470544167>

10. Babunski D., Tuneski A. Modelling and design of hydraulic turbine-governor system. *3rd IFAC Workshop on Automatic Systems for Building the Infrastructure in Developing Countries*. 2003. Vol. 36. No 7. Pp. 263-267. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)35842-1](https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)35842-1)

11. Диеров Р.Х., Глазырин М.В., Султонов Ш.М. Математическая модель гидротурбины Френсиса для гидроагрегата МГЭС. *Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования*. 2017. № 2(38). С. 6-13.

12. Kuperman A. and Rabinovici R. On the speed stability of wind driven induction generators connected to distribution systems. *International Journal of Energy and Environment*. 2007. Vol. 1. Issue 2. Pp. 57-64.

13. IEEE Recommended Practice for Excitation System Models for Power System Stability Studies. (IEEE Std 421.5-2005, Revision of IEEE Std 421.5-1992). New York. NY:IEEE. 2006. 85 p. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/05bc/9ef274285d8be39c5aa0ff9fe0611a6c7874.pdf> (accessed 20.12.19)
14. Мазуренко Л.І., Романенко В.І., Джура О.В. Технічна реалізація й експериментальні дослідження асинхронного генератора з вентильним збудженням та векторним керуванням. *Електромеханічні і енергозберігаючі системи*. Кременчук, 2015. Вип. № 4/2015 (32). С. 34-40.
15. Kaura V. and Blasko V. Operation of a phase locked loop system under distorted utility conditions. *IEEE Transactions on Industry Applications*. Jan.-Feb. 1997. Vol. 33. No 1. Pp. 58-63. DOI: <https://doi.org/10.1109/28.567077>
16. Мазуренко Л.І., Джура О.В. Математична модель та алгоритм керування автономної нерегульованої вітроустановки з асинхронним вентильним генератором. *Електромеханічні і енергозберігаючі системи*. 2018. Вип. 3/2018(43). С. 24-30. DOI: <https://doi.org/10.30929/2072-2052.2018.3.43.24-30>
17. Tamrakar U., Shrestha D., Maharjan M., Bhattarai B., Hansen T., Tonkoski R. Virtual Inertia: Current Trends and Future Directions. *Applied Sciences*. 2017. Vol. 7(7). No 654. Pp. 1-29. DOI: <https://doi.org/10.3390/app7070654>

PDF



Цей твір ліцензовано на умовах [Ліцензії Creative Commons Із Зазначенням Авторства — Некомерційна — Без Похідних 4.0 Міжнародна](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)