

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

СИДОРЧУК ВАСИЛЬ СЕРГІЙОВИЧ

УДК 621.311.245:711.438

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
ФЕРМЕРСЬКИХ ТА СЕЛЯНСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ ШЛЯХОМ
ЗАСТОСУВАННЯ ВІТРОЕЛЕКТРОНАСОСНИХ УСТАНОВОК**

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

АВТОРЕФЕРАТ

дипломної роботи на здобуття вищої освіти
освітнього ступеня магістр

Тернопіль – 2018

Дипломною роботою магістра є рукопис

Робота виконана в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник кандидат технічних наук, доцент
Осадца Ярослав Михайлович,
доцент кафедри електричної інженерії
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

Рецензент кандидат технічних наук, доцент
Габрусєва Ірина Юрїївна,
доцент кафедри вищої математики
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

Захист відбудеться «27» грудня 2018 р. о 17 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 38 з атестації здобувачів вищої освіти освітнього ступеня магістр 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка при Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя МОН України за адресою: 46000, м. Тернопіль, вул. Микулинецька 46, аудиторія 404.

З авторефератом дипломної роботи магістра можна ознайомитися в інституційному репозиторії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (ELARTU) за адресою <http://elartu.tntu.edu.ua/>

Секретар
Екзаменаційної комісії № 38

Коцюрко Р.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Сучасні тенденції розвитку сільського господарства України спрямовані на підвищення ефективності постачання фермерських та селянських господарств електричною енергією та водою. При цьому, виходячи із умов економічної доцільності та екологічної безпеки, особливо для місцевостей, віддалених від централізованих електричних мереж та систем водопостачання, установки для забезпечення споживачів електричною енергією і водою повинні максимально використовувати наявні поновлювані джерела енергії.

До таких засобів електроводопостачання належать вітронасосні, вітроелектронасосні та вітроелектричні установки. Застосування вітронасосних установок з тихохідними роторами, в яких коефіцієнт корисної дії об'ємних насосів становить 70 – 80 % і вище, є простим та надійним рішенням для водопостачання, але такі вітроустановки мають низький коефіцієнт завантаження вітродвигуна. Використання вітроелектронасосних установок обмежується лише водопостачанням, в таких установках коефіцієнт корисної дії електронасосів не перевищує 60 %. У разі застосування вітроелектроустановки, що живить електроспоживачів для одночасного приводу електронасоса, необхідно мати резерв номінальної потужності. Використання електронасосів у вітроустановках призводить до зниження загального коефіцієнта корисної дії вітроустановок, що зменшує ефективність подачі води.

Раціональним рішенням може бути застосування комбінованої конструкції вітронасосної установки зворотно-поступального руху з магнітоелектричним лінійним генератором, що забезпечить принципові можливості її ефективного регулювання корисним електронавантаженням при збільшенні швидкості вітру та використання акумульованої енергії для приводу насоса від лінійної електричної машини у безвітряний період. Це дозволить підвищити ефективність використання механічної енергії вітродвигуна, розширити функціональність вітронасосної установки та підвищити коефіцієнт використання встановленої потужності.

Мета і задачі дослідження. Метою дипломної роботи є підвищення енергоефективності вітронасосних установок шляхом розробки комбінованої електроводопостачальної вітроустановки на базі магнітоелектричного лінійного генератора з урахуванням режимів електроводоспоживання та стохастичного надходження енергії вітру.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Аналіз відомих типів та конструкцій вітроелектронасосних і вітронасосних установок та визначення шляхів підвищення їх енергоефективності.
2. Дослідження та узгодження розподілу потужностей між основними структурними складовими комбінованої електроводопостачальної вітроустановки та споживачами.
3. Встановлення закономірностей впливу стохастичного надходження енергії вітру на енергоефективність функціонування комбінованої електроводопостачальної вітроустановки.

4. Визначення залежностей енергетичних параметрів магнітоелектричного лінійного генератора зворотно-поступального руху з урахуванням зміни навантаження електроспоживачів та стохастичного надходження енергії вітру.

Об'єктом дослідження є електромеханічні та електромагнітні процеси в електротехнічному комплексі комбінованої електроводопостачальної вітроустановки з магнітоелектричним лінійним генератором зворотно-поступального руху.

Предметом дослідження є вплив електромеханічних та електромагнітних процесів у електротехнічному комплексі на базі магнітоелектричного лінійного генератора зворотно-поступального руху на енергоефективність комбінованої електроводопостачальної вітроустановки з урахуванням стохастичного надходження енергії вітру та режимів електроводоспоживання.

Методи дослідження. Теоретична складова ґрунтується на застосуванні методів статистичного аналізу, обробка й узагальнення отриманих результатів здійснювалась за допомогою ПК і сучасного програмного забезпечення.

Новизна проведеного дослідження.

Сформульовано нові принципи побудови електротехнічного комплексу комбінованої електроводопостачальної вітроустановки з використанням магнітоелектричного лінійного генератора зворотно-поступального руху, які полягають у розподіленні механічної енергії вітродвигуна на подачу води та генерування електроенергії, що дало змогу розширити функціональність таких систем та підвищити їх енергоефективність.

Отримала подальший розвиток теорія побудови вітроенергетичних систем, відмінною рисою якої є встановлення закономірностей впливу процесу енергоперетворення в електротехнічному комплексі на базі магнітоелектричного лінійного генератора зворотно-поступального руху на енергоефективність комбінованої електроводопостачальної вітроустановки з урахуванням стохастичної зміни надходження енергії вітру та режимів електроводоспоживання, що дозволило підвищити енергоефективність системи.

Особистий внесок автора - особистий внесок автора включає постановку мети і задач дослідження, обґрунтування принципів і методів їхнього проведення, якісний і кількісний аналіз результатів, їхня інтерпретація.

Практичне значення одержаних результатів.

Результати роботи рекомендуються для подальшого використання на підприємствах і в організаціях, що займаються проектуванням, виробництвом та експлуатацією вітроустановок.

Апробація результатів дослідження.

Основні положення та результати дипломної роботи магістра доповідалися на VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів ТНТУ імені Івана Пулюя «Актуальні задачі сучасних технологій» (28-29 листопада 2018 року, м. Тернопіль).

Структура і обсяг роботи.

Дипломна робота магістра складається зі вступу, шести розділів, загальних висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи 108 сторінок, 12 таблиць і 31 рисунок; список літератури з 27 найменувань на 3 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та основні задачі досліджень, показано зв'язок із науковими програмами, темами, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено дані про особистий внесок здобувача, публікації, апробацію та впровадження результатів роботи.

У **Першому розділі «Літературний огляд»** проведено аналіз відомих типів та конструкцій вітроелектронасосних і вітронасосних установок малої потужності, доцільності їх застосування для електроводопостачання окремих сільськогосподарських споживачів на прикладі автоматичної системи зрошення та крапельного поливу, а також науково-методичного забезпечення, необхідного для моделювання і дослідження електромеханічних та електромагнітних процесів у вітроелектричних установках.

У результаті узагальнення отриманої інформації запропоновано підвищити енергоефективність роботи вітронасосної установки із горизонтальною віссю обертання шляхом встановлення магнітоелектричного лінійного генератора зворотно-поступального руху між кривошипно-шатунним механізмом та об'ємним водяним насосом, що дозволить розширити її функціональність та підвищити ефективність використання механічної енергії вітродвигуна. Тобто, комбінована вітроустановка, крім подачі води, додатково генеруватиме електричну енергію для заряджання акумуляторних батарей, що може бути використана для живлення електричної машини у разі необхідності приводу насоса в безвітряну погоду та під час зростання швидкості вітру вмиканням електрогенератора дозавантажувати вітродвигун і тим самим збільшити коефіцієнт використання встановленої потужності вітроустановки. За рахунок встановлення електрогенеруючого обладнання в опорі вітроустановки спрощується конструкція гондоли вітродвигуна, полегшується виконання технічного обслуговування, а використання механічної енергії вітродвигуна для одночасного приводу штока насоса та індуктора електрогенератора усуває затрати на електропривод насоса. Здійснивши розробку структурно-функціональної схеми комбінованої електроводопостачальної вітроустановки (КЕВВУ) з магнітоелектричним лінійним генератором (МЕЛГ) зворотно-поступального руху, удосконалено конструкцію вітронасосної установки та розширено її функціональність.

У **другому розділі «Основна частина»** запропоновано використання комбінованої електроводопостачальної вітроустановки з магнітоелектричним лінійним генератором зворотно-поступального руху для потреб селянських (фермерських) господарств, проведено дослідження енергетичних потоків та здійснено аналіз балансу потужностей структурних елементів КЕВВУ, обґрунтовано показники енергоефективності, розроблено модель функціонування КЕВВУ за умов стохастичного надходження енергії вітру, визначено принципи побудови електротехнічного комплексу КЕВВУ та розкрито особливості керування режимами електроводоспоживання.

Принципову функціонально-кінематичну схему запропонованої комбінованої електроводопостачальної вітроустановки з магнітоелектричним лінійним генератором зворотно-поступального руху та насосним обладнанням зображено на рис. 1.

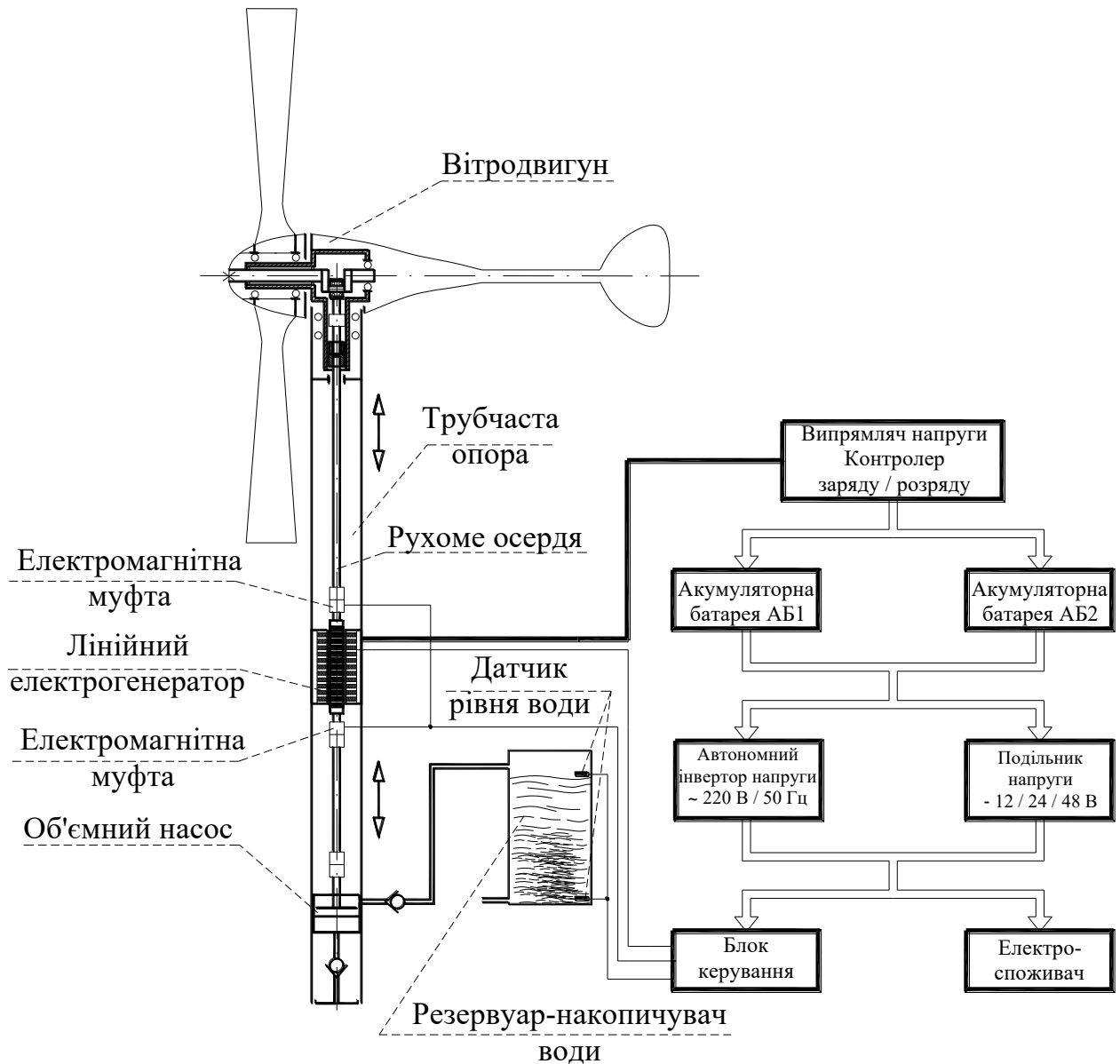


Рис. 1. Принципова функціонально-кінематична схема комбінованої електроводопостачальної вітроустановки

У третьому розділі «Спеціальна частина» наведено Simulink-модель трифазного циліндричного магнітоелектричного лінійного генератора зворотно-поступального руху та здійснено опис ліцензійного програмного забезпечення, яке використано для проведення розрахунків та представлення їх результатів.

У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведено техніко-економічний розрахунок впровадження комбінованої електроводопостачальної вітроустановки.

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників, пов'язаних з впровадження вітроенергетичних установок. Запропоновано заходи щодо охорони праці при роботі вітроустановок та правила безпеки при обслуговуванні їх рухомих частин і механізмів. Наведено способи захисту від шумів та вібрацій при роботі ВЕУ. Запропоновані правила безпеки при експлуатації акумуляторних батарей. Наведені заходи уникнення пожеж та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

У шостому розділі «Екологія» оцінено вплив вітроенергетики на навколишнє середовище запропоновані заходи по зменшенню шкідливого впливу експлуатації вітроустановок на навколишнє середовище.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз відомих типів та конструкцій вітроелектричних і вітронасосних установок, літературних джерел у галузі вітроенергетики, а також потреб селянських господарств дозволив визначити необхідність у створенні енергоефективної комбінованої електроводопостачальної вітроустановки та розвитку теорії необхідної для побудови вітроенергетичних систем з магнітоелектричними лінійними генераторами зворотно-поступального руху і насосним обладнанням.

2. Застосування комбінованої конструкції вітронасосної установки зворотно-поступального руху з магнітоелектричним лінійним генератором дозволить забезпечити принципові можливості її ефективного регулювання корисним електронавантаженням при збільшенні швидкості вітру та використання акумуляованої енергії для приводу насоса від лінійної електричної машини у безвітряний період.

3. Встановлено, що застосування магнітоелектричного лінійного генератора зворотно-поступального руху для дозавантаження вітрорушії установки з швидкістю вітру від $4,5 \text{ м/с}$ дозволило на 16% збільшити використання технічно-досяжного потенціалу вітру, що становить $620 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2 \text{ рік}$.

4. Виконано розрахунок параметрів магнітної системи магнітоелектричного лінійного генератора, що дало можливість обґрунтувати конструктивне рішення генератора.

5. Розраховано тривалість безперервного живлення від акумуляторних батарей марки 12СТ-85Р електроспоживачів потужністю до 1 кВт в залежності від кількості АБ в групі та температури електроліту, зокрема при кількості АБ ($m_6 = 4 \text{ шт}$) тривалість живлення буде становити від 3 до 5 годин, при ($m_6 = 6 \text{ шт}$) – від 5 до 9 годин, а при ($m_6 = 8 \text{ шт}$) – від 7 до 13 годин.

6. Запропонований алгоритм автономного функціонування комбінованої електроводопостачальної вітроустановки забезпечив можливість керування рівнем води у резервуарі-накопичувачі, роботою лінійного генератора у режимі електродвигуна для приводу насосного обладнання та режимами заряду-розряду акумуляторних батарей з урахуванням тривалості безперервного живлення електроспоживачів при відсутності вітру.

7. Запропоноване технічне рішення статора лінійної електричної машини дозволяє виготовлювати трифазні циліндричні магнітоелектричні лінійні генератори із зниженою матеріалоемністю магнітопроводу, так як не увесь його об'єм заповнений феромагнітним матеріалом, а наявність таких зон значно зменшує розсіювання магнітного потоку, що підвищує енергетичні показники розглянутих лінійних генераторів.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати роботи

Сидорчук В.С. Підвищення ефективності електропостачання фермерських та селянських господарств шляхом застосування вітроелектро-насосних установок. // В.С. Сидорчук, Я.М. Осадца // Збірник тез доповідей. Матеріали VII міжнародної науково-технічної конференції «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, 28 - 29 листопада 2018р.) / М-во освіти і науки України, Тернопільський нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя – Т.: ТНТУ, 2018. – С. 79.

АНОТАЦІЯ

Сидорчук В.С. Підвищення ефективності електропостачання фермерських та селянських господарств шляхом застосування вітроелектро-насосних установок. – **Рукопис.**

Дипломна робота магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Тернопільський національний технічний університету імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Дипломна робота присвячена науково-технічним принципам побудови комбінованих електроводопостачальних вітроустановок на базі магнітоелектричних лінійних генераторів.

В роботі вперше обґрунтовано комплекс електромеханічних та електромагнітних процесів електротехнічного комплексу на базі магнітоелектричного лінійного генератора зворотно-поступального (МЕЛГ) руху з урахуванням режимів електроводоспоживання та стохастичного надходження енергії вітру для підвищення енергоефективності комбінованої електроводопостачальної вітроустановки. впровадження результатів дослідження дозволить забезпечити розв'язання задачі електроводопостачання споживачів фермерських господарств з використанням поновлюваних джерел енергії.

Ключові слова: вітродвигун, магнітоелектричний лінійний генератор, комбінована електроводопостачальна вітроустановка, ефективність, вітроенергетична система.

ANNOTATION

Sydorchuk Vasyl. Efficiency increasing of electricity supply of farms and village households through wind and pumping installations. – **Manuscript.**

Diploma paper for a Master's Degree, speciality 141 Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics. – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, 2018.

The thesis is devoted to the scientific and technical principles of construction of combined electric-supplying wind turbines based on magneto-electric linear generators.

In the work for the first time the complex of electromechanical and electromagnetic processes of the electrotechnical complex on the basis of the magneto-electric linear generator of the reciprocating (MELG) motion based on the modes of electric consumption and stochastic inflow of wind power for increasing energy efficiency of the combined electric-supply winding installation is grounded. the implementation of the research results will allow solving the problem of electricity supply to consumers of farms with the use of renewable energy sources.

Keywords: wind turbine, magnetolectric linear generator, combined power supply wind turbine, efficiency, wind turbine system.