

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра інженерної екології**

УДК504.61

НАЗАРОВА ВІКТОРІЯ СЕРГІЇВНА

**ЗАСТОСУВАННЯ ВІТРОСИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ
«ЗЕЛЕНОЇ» ЕНЕРГІЇ ТА ЛОКАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

Спеціальність 101«Екологія»

**Автореферат
магістерської дисертації
на здобуття освітнього ступеня «магістр»**

Київ – 2018

Магістерська дисертація освітнього ступеня «магістр»:

Робота виконана на кафедрі інженерної екології в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України, м. Київ.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор

Ремез Наталя Сергіївна

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім.

І.Сікорського» професор кафедри інженерної
екології

Рецензент: доктор технічних наук, професор

Зуєвська Наталія Валеріївна

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім.

І.Сікорського»
професор кафедри геобудівництва гірничих
технологій

Захист відбудеться «17» грудня 2018 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні ДЕК кафедри інженерної екології в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м. Київ, вул. Борщагівська, 115, ауд. 201-22.

З дисертацією можна ознайомитися на кафедрі інженерної екології в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м. Київ, вул. Борщагівська, 115, ауд. 203-22.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Актуальність роботи полягає в розробці та впровадженні альтернативного джерела енергії - вітросилової установки для отримання електроенергії та добування ґрунтових вод. На даний момент, коли звичні для населення джерела енергії та паливо постійно зростають у ціні, постає питання про альтернативи. Поступово формується екологічна свідомість у населення. А попит на енергозберігаючу техніку все зростає. Так само як і попит на пристрої, що дозволяють користуватися так званою «зеленою» енергією. До них можна віднести і вітроенергогенератори.

Оскільки установки даного типу стають все популярнішими, є сенс у подальшому їх розвитку і розширенню кола їх можливостей. Вітросилові установки можуть не лише давати електроенергію, а й, як запропоновано в роботі постачати водою невеликий будинок чи сільськогосподарське підприємство.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська дисертація виконана у Інституті енергозбереження та енергоменеджменту у відповідності з тематичним планом науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України.

Метою дослідження є удосконалення вітросилової установки для отримання електроенергії шляхом застосування її для видобутку ґрунтових вод для потреб сільського господарства.

Об'єктом дослідження є процес отримання електроенергії за допомогою вітросилової установки.

Предметом дослідження є зовнішні та внутрішні фактори впливу на ефективність роботи вітросилової установки.

Задачі дослідження:

1. Провести аналіз існуючих публікацій щодо особливостей застосування вітросилових установок різних типів.
2. Провести аналіз технологічного процесу отримання електричної та видобутку ґрунтових вод з використанням вітросилових установок.
3. Дослідити залежність ефективності роботи вітросилової установки від швидкості вітру та особливостей конструкції.
4. Провести техніко-економічне обґрунтування впровадження вітросилової установки з можливістю видобутку ґрунтових вод в сільському господарстві.

Методи дослідження: системний аналіз науково-технічної літератури; метод математичного моделювання та прогнозування; метод математичної статистики для апроксимації даних та встановлення залежностей; методи сучасних комп'ютерних технологій обробки інформації, зокрема пакет прикладних програм MS Excel, графіко-аналітичний аналіз.

Наукова цінність полягає у встановленні залежності ефективності роботи вітросилової установки від швидкості вітру та особливостей конструкції лопатей.

Практична значимість полягає в розробленій технологічній схемі отримання електроенергії та видобутку ґрунтових вод для потреб сільськогосподарського підприємства

Проведений аналіз технологічного процесу та техніко-економічних показників роботи ВСУ; проаналізовано ефективність роботи установки; запропоновано технологічну схему роботи установки з одночасним виробленням енергії та видобутком ґрунтових вод; економічно обґрунтовано ефективність запропонованого методу; встановлена залежність ефективності роботи вітросилової установки від швидкості вітру та особливостей конструкції лопатей.

Отримані результати дослідження необхідно враховувати при виборі альтернативних джерел енергії на малих та середніх сільськогосподарських підприємствах.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в:

1. у встановленні математичної залежності ефективності роботи вітросилової установки від швидкості вітру та особливостей конструкції лопатей;

2. розробці методу застосування однієї установки для виконання двох задач одночасно, використовуючи лише один ресурс;

3. розробці способу енергетичної автономії сільського господарства за рахунок використання «чистої» енергії.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що розроблена установка дозволяє підприємствам малого та середнього бізнесу в сфері сільського господарства використовувати власну енергію та не затрачати її на доставку води для обприскування та полив угідь.

Структура і об'єм роботи. Дисертаційна робота викладена на 74 сторінках складається з вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 50 найменувань, містить 10 рисунків, 22 таблиці, 23 формули.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми магістерської дисертації і необхідність проведення досліджень, сформульовані мета і задачі досліджень, предмет і об'єкт дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі проведений аналіз літературних джерел з приводу наявності аналогів, їх характеристик та можливостей.

З літературних джерел було з'ясовано наступні факти:

1. Використання вітросилових установок є найбільш ефективним способом використання вітрової енергії. Ефективність перетворення механічної енергії в електричну в електрогенераторів складає 95%, а втрати електричної енергії при передачі не перевищують 10%.

2. У даний момент розроблено багато проектів ВЕУ, але в майбутньому, з перетворенням вітроенергетики в окрему галузь, з'являться принципово нові конструкції.

3. Конструкція ВСУ, що крім вироблення електроенергії може піднімати ґрунтові води, не лише збільшує область використання ВЕУ, а й є економічно доцільним рішенням.

Другий розділ присвячений розробці конструкції та розрахункам ефективності роботи проектної вітросилової установки.

Рушійною силою виступає сила вітру, яка одночасно виконує дві функції: направляє лопаті проти вітру, за допомогою стабілізатора та безпосередньо обертає вітроколесо. Обертаний рух від лопатей через ступицю передається на тарілку, по якій обкочується ролик, та передає коливальні рухи важелю. Другий кінець важеля з'єднується шарніром та вертлюгом з вертикальною тягою. Тяга загвинчена до насоса. Насос має всмоктувальний рукав, за допомогою якого затягується вода до насоса, та зливний шланг, який постачає воду до споживача, або кінець зливного шлангу з'єднаний з витратною ємністю, де вода накопичується.

На рис. 1 зображена технологічна схема роботи проектної вітросилової установки типу «Ромашка».

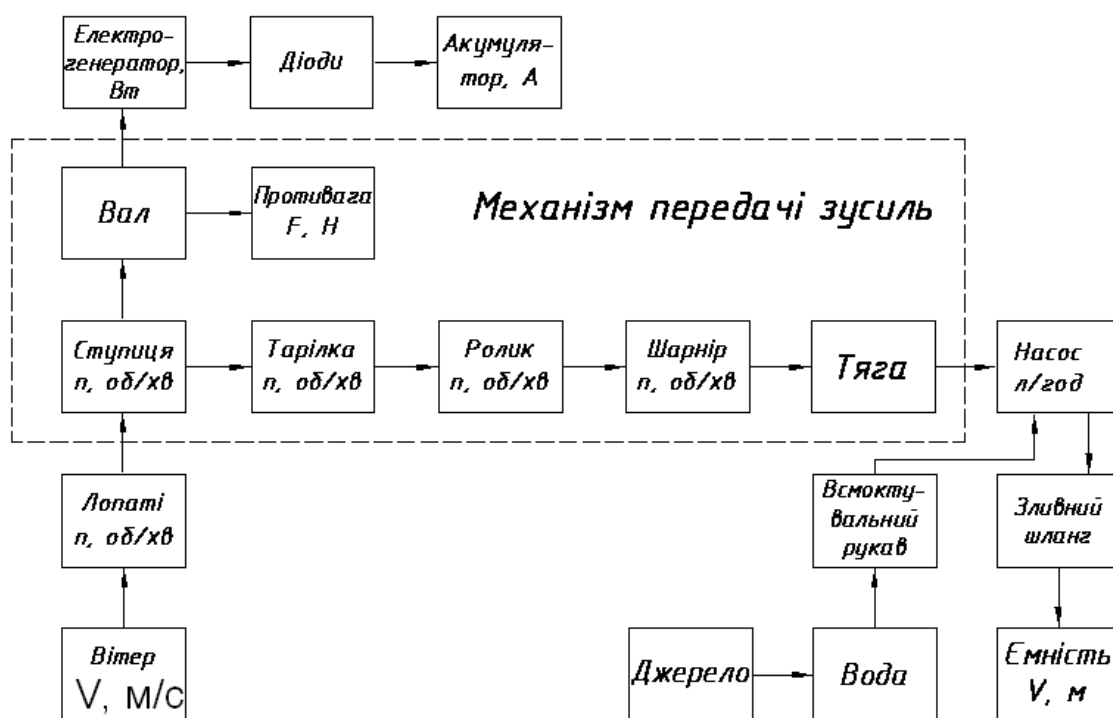


Рисунок 1 – Технологічна схема роботи вітросилової установки типу «Ромашка»

А також проаналізовано та встановлено, що одним із найважливіших критеріїв роботи установки є швидкохідність вітроколеса. Цей параметр в свою чергу залежить від трьох змінних – радіусу охоплюваного вітроколесом кола, його кутової швидкості обертання і швидкості вітру.

У **третьому розділі** встановлено математичну залежність швидкості обертання вітроколеса від швидкості вітру.

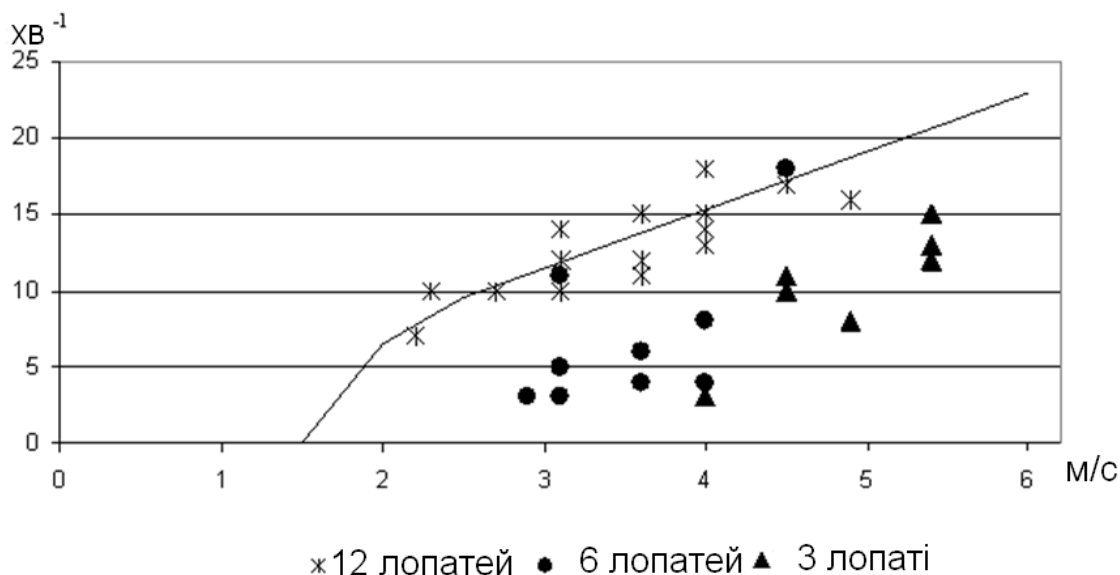


Рисунок 2 – Залежність частоти обертання вітроколеса від швидкості вітру

За допомогою пакету Microsoft Excel були отримані аналітичні залежності впливу кількості лопатей та швидкості вітру на частоту обертів вітроколеса.

На базі обробки експериментальних даних було отримано аналітичні залежності частоти обертання лопатей вітроагрегату від швидкості вітру у вигляді поліному 5-ого ступеню:

$$y = -0,0251x^5 + 0,2943x^4 - 0,3122x^3 - 7,7149x^2 + 36,679x - 37,905, \\ R^2 = 1.$$

Оскільки коефіцієнт кореляції дорівнює 1, то залежність практично пряма.

Використана енергія вітру залежить від трьох основних параметрів, які називаються базовими швидкостями вітру: мінімальна швидкість вітру (v_0), при якій ВЕУ починає вироблення енергії; розрахункова швидкість (v_p), при якій ВЕУ виходить на розрахунковий режим і розвиває номінальну потужність; максимальна швидкість вітру (v_{max}). Швидкість вище максимальної стає критичною для вітроустановки

Четвертий розділ присвячений розробці стартап-проекту. У даному проекті представляється вітросилова установка, яка може виробляти до 1 кВт електроенергії за годину та 100 кубометрів. Також дані установки можна використовувати і сільському господарстві.

В Україні в 2015 році ХТЗ випустив трактор з електродвигуном ХТЗ2511Е. Даний транспортний засіб обладнаний літєво-іонними акумуляторами потужністю 40 кВт та електродвигуном потужністю 40 кінських сил.

Одного заряду батареї достатньо для 10 годин роботи в транспортному режимі та 4 в силовому. Час необхідний для повної зарядки батарей – 10 годин.

Тобто на території площею 1 гектар достатньо встановити 2 вітросилові установки, які будуть виробляти на тиждень 2500 кВт та 25 кубометрів води. Цього достатньо для роботи вищеописаного трактора протягом 250 годин в силовому режимі, а води, що накопичилася в резервуарі вистачить на полив 50 гектарів землі.

Для порівняння робота трактору, який працює на дизельному паливі з розрахунком використання палива 10 літрів за годину в силовому режимі обійдеться підприємству в 70 тис грн. при виконанні такої ж кількості роботи, яку можна виконати за допомогою електроенергії виробленою ВСУ на тракторі ХТЗ2511Е.

Якщо при 40-годинному робочому тижні 250 годин роботи це близько 6 тижнів, то термін окупності однієї установки сягатиме 3 тижні, а двох 6 тижнів.

ВИСНОВКИ

Магістерська дисертація присвячена дослідженню параметрів та аналізу факторів, що впливають на роботу вітросилових установок та вдосконаленню на їх основі вітроагрегату з метою вироблення установкою електроенергії та видобутку ґрунтових вод.

1. З аналізу літературних джерел визначено, що використання вітросилових установок є найбільш ефективним способом використання вітрової енергії. В електрогенераторів ефективність перетворення механічної енергії в електричну складає 95%, а втрати електричної енергії при передачі не перевищують 10%.

2. Встановлено, що використана енергія вітру залежить від трьох основних параметрів, які називаються є швидкостями вітру: мінімальна швидкість вітру (v_0), при якій ВЕУ починає вироблення енергії; розрахункова швидкість (v_p), при якій ВЕУ виходить на розрахунковий режим і розвиває номінальну потужність; максимальна швидкість вітру (v_{max}). Швидкість вище максимальної стає критичною для вітроустановки.

3. Встановлено залежності ефективності роботи вітросилової установки від швидкості вітру та особливостей конструкції лопатей. Отримано математичну модель для залежності частоти обертання вітроколеса від швидкості вітру у вигляді поліному 5-ого ступеня.

4. На базі ВСУ типу «Ромашка» розроблено спосіб і технологічну схему отримання електроенергії з одночасною можливістю добування ґрунтових вод для потреб сільського господарства. Крім електроенергії, яка може використовуватися для обробки сільськогосподарських угідь, дана установка забезпечує їх водою. В інакшому випадку воду для поливу та обробки землі агрохімікатами доводиться транспортувати на різні відстані.

5. Розраховано, що лімітна ціна проектного приладу складає 36251 грн. Термін окупності однієї такої установки складає 3 тижні при відмові від використання дизельного палива, яке на даний момент є основним джерелом енергії, що застосовується в сільському господарстві.

6. Даний проект є економічно вигідним для використання підприємствами малого та середнього бізнесу, враховуючи невелику вартість та короткий термін окупності. Основні витрати цієї ВСУ типу «Ромашка» полягають у її встановленні та виготовленні деталей.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

Результати наукових досліджень були представлені на I науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ.

АНОТАЦІЯ

Назарова В. С. «Використання ВСУ для отримання «зеленої» та локального водопостачання». – Рукопис

Магістерська дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків. Робота виконана в обсязі 74 сторінок, містить 10 рисунків, 22 таблиці, 23 формули.

Метою дослідження є удосконалення вітросилової установки для отримання електроенергії шляхом застосування її для видобутку ґрунтових вод для потреб сільського господарства.

Об'єктом дослідження є процес отримання електроенергії за допомогою вітросилової установки.

Предметом дослідження є зовнішні та внутрішні фактори впливу на ефективність роботи вітросилової установки.

Задачі дослідження:

5. Провести аналіз існуючих публікацій щодо особливостей застосування вітросилових установок різних типів.

6. Провести аналіз технологічного процесу отримання електричної та видобутку ґрунтових вод з використанням вітросилових установок.

7. Дослідити залежність ефективності роботи вітросилової установки від швидкості вітру та особливостей конструкції.

8. Провести техніко-економічне обґрунтування впровадження вітросилової установки з можливістю видобутку ґрунтових вод в сільському господарстві.

Методи дослідження: системний аналіз науково-технічної літератури; метод математичного моделювання та прогнозування; метод математичної статистики для апроксимації даних та встановлення залежностей; методи сучасних комп'ютерних технологій обробки інформації, зокрема пакет прикладних програм MS Excel, графіко-аналітичний аналіз.

Наукова цінність полягає у встановленні залежності ефективності роботи вітросилової установки від швидкості вітру та особливостей конструкції лопатей.

Практична значимість полягає в розробленій технологічній схемі отримання електроенергії та видобутку ґрунтових вод для потреб сільськогосподарського підприємства

Проведений аналіз технологічного процесу та техніко-економічних показників роботи ВСУ; проаналізовано ефективність роботи установки; запропоновано технологічну схему роботи установки з одночасним виробленням енергії та видобутком ґрунтових вод; економічно обґрунтовано ефективність запропонованого методу; встановлена залежність ефективності роботи вітросилової установки від швидкості вітру та особливостей конструкції лопатей.

Отримані результати дослідження необхідно враховувати при виборі альтернативних джерел енергії на малих та середніх сільськогосподарських підприємствах.

Ключові слова: вітросилова установка, вітроелектрогенератор, аеродинаміка, ступиця, лопаті тихохідна установка.

АННОТАЦІЯ

Назарова В. С. «Использование ВСУ для получения «зеленой» энергии и локального водоснабжения». - Рукопись

Магистерская диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения. Работа выполнена в объеме 74 страниц, содержит 10 рисунков, 22 таблицы, 23 формулы.

Целью исследования является совершенствование ветросиловой установки для получения электроэнергии путем применения ее для добычи грунтовых вод для нужд сельского хозяйства.

Объектом исследования является процесс получения электроэнергии с помощью ветросиловой установки.

Предметом исследования являются внешние и внутренние факторы влияния на эффективность работы ветросиловой установки.

Задачи исследования:

1. Провести анализ существующих публикаций об особенностях применения ветросиловых установок различных типов.

2. Провести анализ технологического процесса получения электрической энергии и добычи грунтовых вод с использованием ветросиловых установок.

3. Исследовать зависимость эффективности работы ветросиловой установки от скорости ветра и особенностей конструкции.

4. Провести технико-экономическое обоснование внедрения ветросиловой установки с возможностью добычи грунтовых вод в сельском хозяйстве.

Методы исследования: системный анализ научно-технической литературы, метод математического моделирования и прогнозирования; метод математической статистики для аппроксимации данных и установление зависимостей; Метод современных компьютерных технологий обработки информации, в частности пакет прикладных программ MS Excel, графически-аналитический анализ.

Научная ценность заключается в установлении зависимости эффективности работы ветросиловой установки от скорости ветра и особенностей конструкции лопастей.

Практическая значимость заключается в разработанной технологической схеме получения электроэнергии и добычи грунтовых вод для нужд сельскохозяйственного предприятия

Проведенный анализ технологического процесса и технико-экономических показателей работы ВСУ; проанализирована эффективность

работы установки; предложена технологическая схема работы установки с одновременной выработкой энергии и добычей грунтовых вод; экономически обоснована эффективность предложенного метода; установлена зависимость эффективности работы ветросиловой установки от скорости ветра и особенностей конструкции лопастей.

Полученные результаты исследования необходимо учитывать при выборе альтернативных источников энергии на малых и средних сельскохозяйственных предприятиях.

Ключевые слова: ветросиловая установка, ветроэлектрогенератор, аэродинамика, ступица, лопасти тихоходная установка.

ABSTRACT

Nazarova Viktoriia "Using a wind power plant to produce "green" energy and local water supply"- Manuscript

The master thesis consists of an introduction, 4 chapters, conclusions. The work is done in volume of 74 pages, contains 10 pictures, 22 table, 23 equations.

The urgency of the research is developing and implement an alternative energy source - a wind turbine plant for electricity generation and groundwater extraction.

The aim of the research is improving the wind power plant for electricity production also using it for the extraction of groundwater for agricultural purposes.

The object of the research is the process of obtaining electricity from a wind turbine turbin.

The subject of the research is external and internal factors influencing the efficiency of the wind turbine.

Research tasks:

1. Conduction an analysis of existing publications on the peculiarities of the use of various types of wind turbines.

2. Conduction an analysis of the technological process of obtaining electricity and extraction of groundwater using wind power plants.

3. Investigation the dependence of the effectiveness of the wind power plant on wind speed and design features.

4. Conducing a feasibility research on the implementation of a wind power plant with the possibility of extraction groundwater in agriculture.

The methods of research are systems analysis of scientific and technical literature, the method of mathematical simulation and prediction, the method of mathematical statistics for data approximation and establishment of relationships, the methods of the modern computer technologies of information processing, such as package of application programs MS Excel, also the graphical and analytical analysis.

The scientific value is the dependence of the effectiveness of the wind power plant on the wind speed and the design features of the blades.

The practical significance lies in the developing technological scheme of receiving electricity and extraction of groundwater for the needs of an agricultural enterprise

Research results should be taken into account choosing alternative energy sources for small and medium-sized agricultural enterprises.

Keywords: wind power plant, wind generator, aerodynamics, hub, blades, slow-moving turbine.