УДК 621.311.4.031

О.М. СІНЧУК[1], д-р техн. наук, проф., **С.М. БОЙКО[2], Д.А. МИХАЙЛИЧЕНКО[2]**
[1] ДВНЗ «Криворізький національний університет»
[2] Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧО-ВИДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ НА БАЗІ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

У статті розглянуто потенціал альтернативних джерел енергії підприємств гірничо-видобувного комплексу. Обґрунтовано актуальність розробки і реалізації в практику роботи підприємств гірничо-видобувного комплексу електромеханічних вітроенергетичних комплексів, як додаткових джерел живлення у складі системи електропостачання, з метою забезпечення умови безперебійності та надійності електропостачання електроприймачів та зменшення собівартості видобутку корисних копалин. Для реалізації енергоефективності електропостачання, обґрунтована та пропонується для практичної реалізації її структурна схема. Для ефективного управління системою електропостачання запропоновано використання нейроконтролера. Бібл. 6, рис. 5.

***Ключові слова*:** система електропостачання, поновлювані джерела енергії. надійність електропостачання.

Вступ. Підприємства гірничо-металургійної галузі промисловості України є одними з найбільших споживачів паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) держави. Частину ПЕР вищезгадані підприємства отримують від обленергосистем електричних мереж, а іншу частину виробляють на власних електростанціях. Через високу енергоємність продукції, постійне збільшення цін на енергоносії (природний газ, нафтопродукти, електроенергія та ін.) енергетична складова в собівартості продукції гірничо-збагачувальних підприємств сягає 27-32% [1]. Впровадження та використання автономних джерел енергії веде до децентралізації виробництва електричної енергії, рівномірного розподілу енергетичних ресурсів та до зменшення впливу на навколишнє середовище. В останні роки особливо негативно на стан енергетики впливає робота в маневровому режимі, що зумовлено "провалом" споживання електроенергії в нічний час. Тому, все актуальнішим стає збільшення обсягів отримання енергії за рахунок використання поновлювальних джерел, у тому числі енергії вітру, силами самих гірничорудних підприємств.

Мета роботи. Обґрунтування доцільності використання вітроенергетичних комплексів та системи керування ними для живлення споживачів на підприємствах гірничо-видобувного комплексу.

Матеріал і результати досліджень. Для досягнення вищевикладеної мети була проаналізована можливість і специфіка роботи вітроенергетичного комплексу (ВЕК) в умовах діючих підприємств гірничо-видобувного комплексу.

Як відомо [2, 3], електропостачання підземних гірничих робіт обумовлено рядом специфічних факторів, основними з яких є: прийнята технологія ведення робіт та гірничо-геологічні умови залягання корисних копалин [3].

При цьому система електропостачання підприємств гірничо-видобувного комплексу (ГВК) повинна відповідати наступним вимогам:

– забезпечувати безперебійне живлення електроенергією основних електроприймачів;

– бути безпечною у відношенні пожеж та ураження людей електричним струмом;

– забезпечувати необхідну якість електроенергії в умовах безперервної зміни технологічних параметрів гірських розробок і відповідних змін структур електричних мереж;

– бути економічною при дотриманні вимог, перелічених вище.

У даній роботі розглядається можливість використання енергій потоків атмосферного повітря в умовах кар'єрів підприємств ГВК.

В результаті дослідження аеродинамічних характеристик повітряних потоків промислових ГВК було зроблено висновок про те, що використання ВЕК, що працюються як автономно так і в складі системи електропостачання, є доцільним і достатньо рентабельним [4, 5].

На рис. 1, 2, як приклад показані схеми раціонального розташування ВЕК (2, 4) на відвалах (4) та між відвалами, що дозволяє досягти збільшувати коефіцієнт використання вітрового потоку (3) при будь-якому напрямі вітру на поверхні. Швидкость потоку повітря на поверхні відвалів достатньо для генерації певного

© О.М. Сінчук, С.М. Бойко, Д.А. Михайличенко, 2015

обсягу електричної енергії вітроустановкою. Виходячи з результатів цих досліджень є сенс для умов кар'єрів (1) ГВК будувати системні ВЕК з вітровими двигунами [5].

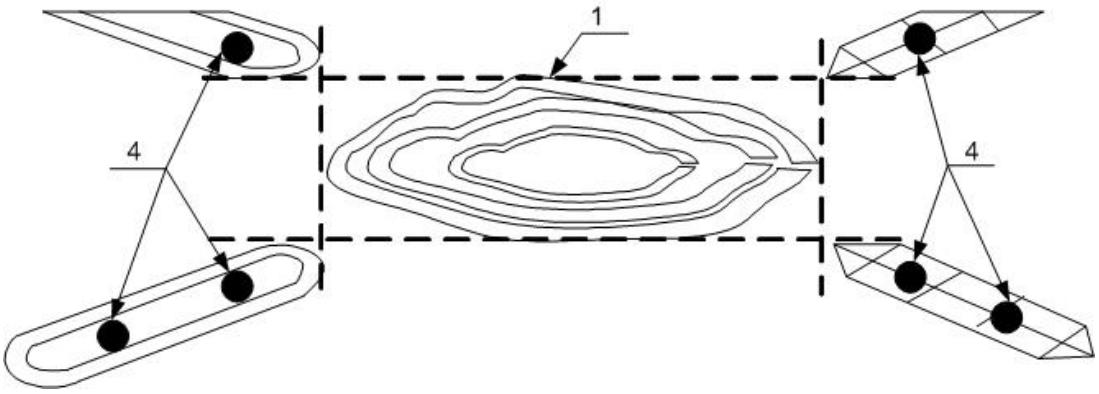

Рисунок 1

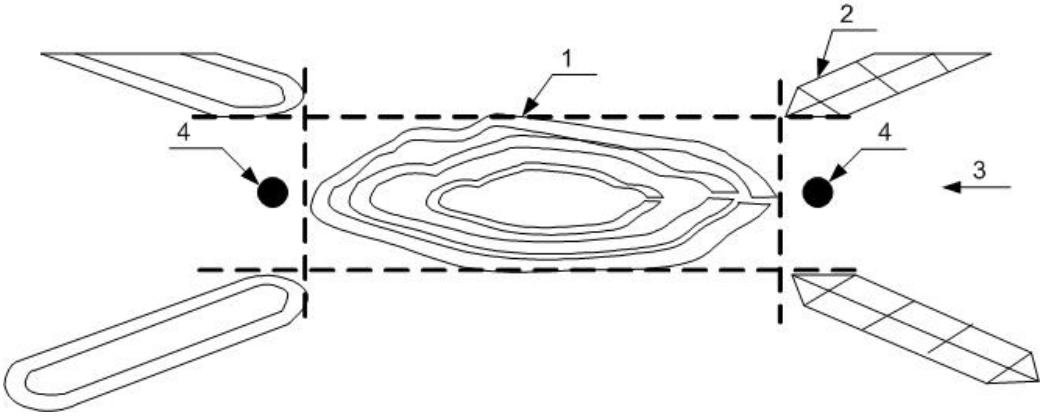

Рисунок 2

Беручи до уваги наведені вище результати дослідження, та потужності вітрогенераторів, можна зробити висновок про можливість використання вітрогенераторів на відвалах кар'єрів ГВК для живлення освітлювальної мережі кар'єру та для передачі залишкової згенерованої потужності в мережу.

Енергетика промислових підприємств включає процеси: виробництва, перетворення, транспортування, розподілу та споживання енергії, обслуговування цих процесів та розвитку об'єктів керування. Керування зазначеними процесами здійснюється шляхом реалізації множини функцій збору, перетворення й передачі первинної інформації, прогнозування станів енергетичних об'єктів (ЕО), вироблення управлінських рішень, формування й передачі керуючих впливів на об'єкт керування, що утворюють контури керування.

Підсистема керування електроспоживанням промислових підприємств є найбільшою й безпосередньо пов'язаною з виробничим процесом, від якої значною мірою залежить ефективне функціонування підприємства в цілому. Тому цій підсистемі при розробці автоматичної системи керування електропостачанням підприємств приділяється особлива увага, оскільки метою цієї підсистеми є надійне та економічне постачання промислових підприємств електроенергією [6].

У роботі пропонується підхід до побудови систем автоматизованого керування електроспоживанням промислових підприємств, заснований на базі відновлювальних альтернативних джерел енергії, у вигляді сукупності взаємозалежних структур. Як наслідок є необхідним та актуальним використання новітніх технологій для комутації електричних мереж з можливістю прогнозування їх енергетичних параметрів.

У зв'язку з вище сказаним на рис. 3 запропонована схема електропостачання з використанням нейроконтролера, яка у своєму складі має блок датчиків, комутатор, нейроконтролер та два джерела електричної енергії (мережу та альтернативне джерело енергії (АДЕ)).

Блок датчиків, одночасно визначає показники напруги, частоти та струму безпосередньо в мережах електропостачання, та передає дані до нейроконтролера.

Нейроконтролер аналізує енергетичні параметри, що надійшли від блоку датчиків, та надсилає управляючий сигнал на комутатор.

Комутатор є багатопозиційним і в залежності від управляючого сигналу від нейроконтролера має можливість підключити споживача до одного з джерел електроенергії, відключити споживача від джерела електроенергії та виконувати функцію автоматичного вмикання резерву.

Рисунок 3

Перевагою нейроконтролера у даному випадку є те, що він може одночасно приймати сигнали від усіх датчиків вимірювального блоку та одночасно аналізувати їх у режимі реального часу, оскільки при реалізації цієї схеми звичайними контролерами, одночасно аналізувати сигнали із датчиків вимірювального блоку одночасно у режимі реального часу не є можливим [6].

Створення вітрової електростанції на базі автономної вітроустановки для електропостачання виробничо-господарського ГВК дозволяє виробляти й накопичувати електроенергію за наявності вітру, а при штилі використовувати АКБ, а за необхідності використовувати живильну мережу підприємства для додаткового електропостачання (рис. 4 а, б).

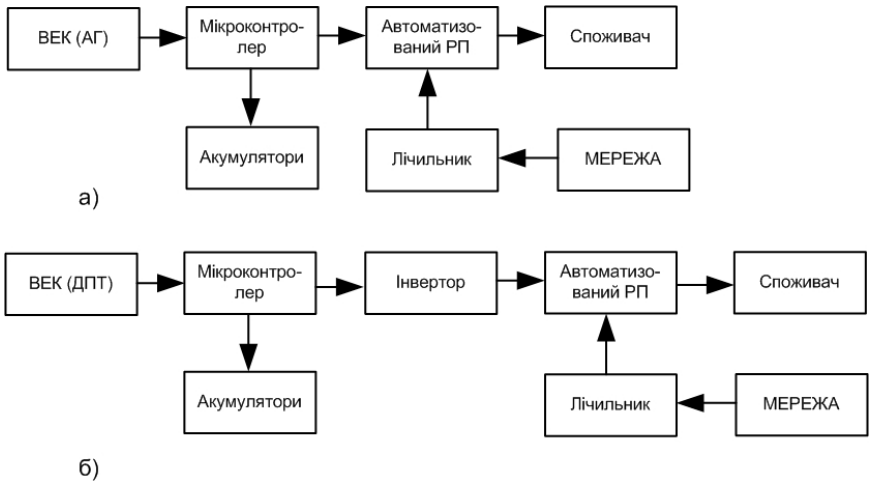

Рисунок 4

До складу системи електропостачання входить наступне устаткування: вітроенергетичний комплекс; батарея акумуляторів, що служить для накопичення електроенергії при роботі вітроустановки для живлення системи її управління (або, за небхідності, як резервне джерело живлення); перетворювальна апаратура, для перетворення електроенергії від вітроустановки у постійний струм для живлення інвертора й заряду акумуляторних батарей і постійного струму від акумуляторів напруги змінного струму зі стандартними параметрами (рис. 4).

При роботі ВЕК паралельно з мережею, доводиться вирішувати питання, пов'язані з усталеною роботою станції, що виключає перевантаження генератора, за умови надійності. Усе це вимагає створення механічних і електричних пристроїв для автоматичного регулювання вітроелектростанції. Тому запропоновано підключати мережу до споживача через автоматизований розподільчий пристрій, що призначений для регулювання електроживлення споживача в автоматичному режимі (рис. 5). Таким чином, за умови достатнього електропостачання споживача від ВЕК, енергосистема працює в автономному режимі. При аварійній ситуації, чи виходу з ладу ВЕК, автоматичний розподільчий пристрій автоматично підключає споживача до мережі. У випадку, коли відбувається, за рядом причин, недостатнє генерування електричної енергії ВЕК, то автоматичний розподільчий пристрій автоматично підключає до системи електропостачання споживача мережу, як додаткове джерело електричної енергії. Таким чином мережа є додатковим джерелом електричної енергії [6].

Рисунок 5

За такої системи регулювання підвищується надійність електропостачання споживача та модульність системи вцілому. Оскільки, за необхідністю, відбувається регулювання кількості акумуляторних батарей та ВЕК.

Висновки. 1. В результаті використання атмосферних повітряних потоків в умовах кар'єрів ГВК, з перетворенням вітрової енергії в електричну, є реальна можливість генерувати і використовувати електричну енергію для власних потреб підприємств ГВК, зекономивши при цьому засоби на її закупівлю.

2. Розробка і реалізація в практику роботи підприємств ГВК ВЕК, як додаткових автономних джерел живлення у складі системи електропостачання, є актуальним для забезпечення умови безперебійності та надійності електропостачання електроприймачів та дозволить зменшити собівартість видобутку корисних копалин.

3. Застосування в системах управління комутацією електричних мереж інтелектуальних систем, є одним із варіантів інтелектуального управління електропостачанням відповідальних об'єктів, що дає можливість підвищити надійність та якість управління електропостачанням.

Список літератури

1. *Азарян А.А., Вілкул Ю.Г.* та ін. Комплекс ресурсо- і енергозберігаючих геотехнологій видобутку та переробки мінеральної сировини, технічних засобів їх моніторингу із системою управління і оптимізації гірничорудних виробництв. – Кривий Ріг: Мінерал, 2006. – 219 с.

2. *Бойко С.М, Карлик Є.П., Петриненко А.А., Рибинський С.В* Можливості використання вітрогенераторів для виробництва електричної енергії на відвалах кар'єрів Електротехнічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний науково-виробничий журнал. – Кременчук КрНУ, 2012. – Вип. 2/2012 (18) – С. 101-103.

3. *Бойко С.М.* Можливості використання вітрогенераторів для виробництва електричної енергії в підземних виробках шахт // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця 2012. – Вип. 2, – С. 97-99.

4. *Сінчук І.О., Бойко С.М., Мельник О.Є.* Відновлювані та альтернативні джерела енергії: навчальний посібник – Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О.В., 2015. – 270с.

5. *Цыпкин Я.З.* Основы теории обучающихся систем. — М.: Наука, 1970. — 252 с.

6. *Bayir R.* Kohonen Network based fault diagnosis and condition monitoring of serial wound starter motors / *R. Bayir, O. F. Bay*: IJSIT Lecture Note of International Conferense on Intelligent Knowledge Systems, Vol. 1, – № 1, 2004.

O. SINCHYK[1], S. BOIKO[2], D. MYKHAILYCHENKO[2]

[1] State institution of higher education «Kryvyi Rih National University»

[2] Mykhailo Ostrohradskyi Kremenchuk National University

THE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF POWER SUPPLY OF ENTERPRISES OF THE MINING COMPLEX ON THE BASE OF THE WIND ENERGY COMPLEXES

The article examines the potential of alternative sources of energy enterprises of the mining complex. The urgency of development and implementation in practice of work of the enterprises of mining complex Electromechanical wind energy systems, as additional power sources in the composition of the power supply system, to ensure the conditions of continuity and reliability of supply to consumers and the reduction of the cost of mining. To implement energy efficiency of electricity supply, justified and proposed for practical implementation of its structural scheme. For effective management of the electricity system proposed the use of neurocontroller. References 6, figures 5.

***Keywords*:** power system, renewable energy sources. the reliability of electricity supply.

References

1. *Azaryan A.A., Vilkul Yu.G.*, Complex resource and power keeping geotechnologys of booty and processing of mineral raw material, hardwares of their monitoring with the control and optimization of mining productions system. –Mineral, Krivij Rig, 2006. – 250 p. (Ukr)

2. *Boiko S.M., KarlikY.P., Petrinenko A.A., Ribins'kij S.V.* The possibility of using wind turbines to produce electrical energy at the dump pits. Kremenchuk, Elektrotehnichni i energozberigayuchi sistemi. Vol. 2, 2012, – pp. 101-103. (Ukr)

3. *Boiko S.M.* The possibility of using wind turbines to produce electrical energy in underground mines. – Vinnitsa, Visnik Vinnic'kogo politehnichnogo institutu, Vol. 2,2012. – pp. 97-99. (Ukr)

4. *Sinchuk I.O., Boiko S.M., Melnik O.E.* Renewable and alternative energy resources. Kremenchuk: PP Scherbatih O.V., 2015 – 270 p. (Ukr)

5. *Tsyipkin Ya.Z.* Bases of theory of the student systems. it is M.: Science, 1970. - 252 p. (Rus)

6. *Bayir R.* Kohonen Network based fault diagnosis and condition monitoring of serial wound starter motors / R. Bayir, O. F. Bay: IJSIT Lecture Note of International Conferense on Intelligent Knowledge Systems, Vol. 1, – № 1, 2004 – 150 p.

УДК 621.311.4.031

О.Н. СИНЧУК[1], С.Н. БОЙКО[2], Д.А. МИХАЙЛИЧЕНКО[2]
[1] ГВУЗ «Криворожский национальный университет»
[2] Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО-ДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

В статье рассмотрен потенциал альтернативных источников энергии предприятий горно-добывающего комплекса. Обоснована актуальность разработки и реализации в практику работы предприятий горно-добывающего комплекса электромеханических ветроэнергетических комплексов, в качестве дополнительных источников питания в составе системы электроснабжения, с целью обеспечения условия бесперебойности и надежности электроснабжения электроприемников и уменьшение себестоимости добычи полезных ископаемых. Для реализации энергоэффективности электроснабжения, обоснован и предлагается для практической реализации ее структурная схема. Для эффективного управления системой электроснабжения предложено использование нейроконтролера. Библ. 6, рис. 5.

***Ключевые слова*:** система электроснабжения, возобновляемые источники энергии. надёжность электроснабжения.

Надійшла 15.04.2015
Received 15.04.2015

УДК 621.314.22.2

Ф.П. ГОВОРОВ, д-р техн. наук, **В.Ф. ГОВОРОВ, О.В. КОРОЛЬ**
Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ВОЛЬТОДОБАВОЧНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ В КВАЗИУСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМАХ

В статье рассмотрены вопросы повышения надежности работы вольтодобавочных трансформаторов с электронным управлением, которые используются в качестве активных элементов ESS, и выполняют функции автоматической коррекции параметров режима электрических сетей. На основе анализа электромагнитных процессов разработаны схемные и математические модели трансформатора в квазиустановившихся режимах, а также определены условия надежной работы электронных элементов в этих условиях. Предложены пути повышения надежности работы трансформаторов с включением тиристоров в цепи его первичной обмотки. Библ. 4, рис. 3.

***Ключевые слова*:** вольтодобавочный трансформатор, тиристор, надежность, электродвижущая сила, напряжение, ток угол сдвига.

© Ф.П. Говоров, В.Ф. Говоров, О.В. Король, 2015