УДК 621.311.4.031

С. М. Бойко, асп.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОГЕНЕРАТОРІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ПІДЗЕМНИХ ВИРОБКАХ ШАХТ

Досліджено можливість використання вітрогенераторів для виробництва електричної енергії в підземних виробках шахт. Проаналізовано дані щодо швидкостей повітря та рентабельність його використання. Обґрунтовано застосування для умов шахт вітрогенераторів з вертикальною віссю обертання.

Вступ

Однією з нагальних проблем вітчизняної гірничо-металургійної промисловості — головного наповнювача ВВП України є тенденція до об'єктивного збільшення споживання електричної енергії та стрімким, у зв'язку з цим зростанням цін на собівартість продукції [1]. Тому актуальнішим стає питання щодо збільшення обсягів виробництва енергії за рахунок використання поновлювальних джерел, особливо енергії вітру, яка у вітрових генераторах перетворюється в електричну.

Мета роботи — обґрунтування доцільності використання вітрогенераторів для виробництва електроенергії в підземних виробках шахт.

Матеріали і результати дослідження

Аспекти використання енергії вітру в реальних природних умовах наземного ландшафту активно досліджуються і втілюються в проектні роботи різних підприємств. У цій роботі розглядається можливість використання енергій висхідних потоків вентиляцій підземних виробок шахт.

Дослідження Правил безпеки у вугільних шахтах показали таке.

Швидкість руху повітря в гірничих підземних виробках не повинна перевищувати величин, поданих у табл. [2, 3]. При цьому середня швидкість руху повітря в призабійних просторах очисних і підготовчих виробок шахт усіх категорій по газу повинна бути не менше 0,25 м/с, за винятком підготовчих виробок газових шахт з проектною довжиною 75 м і більше, що проходять по вугільних пластах потужністю 2 м і більше, при різниці між природною і залишковою метаноносністю пласта на ділянці проведення виробітку 5 $м^3$/т і вище, де мінімальна швидкість повинна складати 0,5 м/с.

Швидкість повітря в гірничих підземних виробках

Гірничі виробки, призабійні простори, вентиляційні пристрої	Максимальна швидкість повітря, м/с
Вентиляційні свердловини	необмежена
Стовбури і вентиляційні свердловини з підйомними установками, призначеними тільки для підйому людей в аварійних випадках, вентиляційні канали	15
Стовбури, призначені тільки для спуску і підйому вантажів	12
Кросинги трубчасті і типу перекидних мостів	10
Стовбури для спуску і підйому людей і вантажів, квершлаги, головні відкатувальні і вентиляційні штреки, капітальні і панельні бремсберги і ухили	8
Всі інші гірничі виробки, вугілля і породи	6
Призабійні простори очисних і тупикових виробок	4

Під час проведення підготовчих робіт з шаровим виробітком вугільних пластів по другому і наступних шарах мінімальна швидкість повітря в призабійних просторах підготовчих виробок незалежно від потужності пласта вугілля і різниці, що залишилася природною і залишковою, метаноносність пласта повинна складати не менше 0,25 м/с. При проходженні і поглиб-

© С. М. Бойко, 2012

люванні вертикальних стовбурів і шурфів, в тупикових виробках негазових шахт і в решті виробок шахт всіх категорій, що провітрюються за рахунок загальношахтної депресії, — не менше 0,15 м/с. Мінімальна швидкість повітря в камерах не регламентується [4, 5].

Виконання ремонтних робіт в стовбурах і пересування людей по сходових відділеннях дозволяється при швидкості повітря не більше 8 м/с.

При температурі повітря нижче 16 °С швидкість повітряного потоку в призабійних очисних просторах і тупикових виробках, де ведуться роботи, не повинна перевищувати 0,75 м/с, якщо для видалення шкідливих газів не потрібна більша швидкість.

Таким чином, можна зробити висновок, що швидкість висхідного потоку вентиляції в підземних виробках шахт складає 5...15 м/с цілодобово з постійним напрямом. Такої швидкості потоку повітря достатньо для генерації певного обсягу електричної енергії вітроустановкою.

Як відомо, у вітрових двигунів є дві основні класифікаційні ознаки: по-перше, чи у горизонтальній чи у вертикальній площині лежить вісь обертання ротора його вітрового колеса, а по-друге, нерухомо прикріплені лопаті вітрового колеса до основи або в них є можливість повертатись відносно площини обертання на певний кут.

В сучасному парку вітрових електричних станцій використовуються як вертикально-осьові так і горизонтально-осьові вітроенергетичні установки (ВЕУ), причому більшість впроваджених в експлуатацію варіантів побудови ВЕУ, мають вітрові двигуни з горизонтальною віссю обертання ротора вітрового колеса. Більше того, значна кількість авторів стверджують, що такий варіант вітрового двигуна має більшу перспективу і уникають можливості використання вітрових двигунів з вертикальною віссю обертання ротора вітрового колеса. Але з цим твердженням, яке, фактично, уже набуло статусу постулату, не можна погодитись, виходячи із низки міркувань, які наведено нижче.

Передача потужності у горизонтально-осьових вітрових електростанціях відбувається від вітроколеса до генератора через редуктор (мультиплікатор) на генератор. В таких установках є необхідність орієнтації на вітер і створенням для цього складної системи керування, складність конструкції лопаті (необхідне її скручування), складність обслуговування генератора, розміщеного у гондолі. Крім того, часто у таких установках необхідною є наявність механізму повороту лопатей та системи керування ним. Така складна механічна система знижує надійність, підвищує періодичність технічного обслуговування, знижує термін роботи вітроустановки [6].

Цих недоліків позбавлені ВЕУ з вертикальною віссю обертання. Такі ВЕУ можна використовувати без механічного регулювання кутів нахилу лопатей, вони не потребують штормового захисту, мають безпечнішу та надійнішу конструкцію, не потребують системи орієнтації на вітер, спрощується механічна трансмісія.

Існує критерій визначення рентабельності і окупності ВЕУ. Згідно з цим критерієм середньорічна швидкість вітру повинна бути в межах 5,1...5,9 м/с.

Розрахункова швидкість вітру для великих ВЕУ зазвичай береться на рівні 11...15 м/с. В умовах шахт, як показано вище, швидкість вентиляційного повітря постійно сягає 12 м/с, що відповідає цьому діапазону. Взагалі, зазвичай, чим більша потужність агрегату, тим на більшу швидкість вітру він розраховується. Однак, у зв'язку з мінливістю швидкості вітру, більшість часу ВЕУ виробляє меншу потужність. Вважається, що якщо середньорічна швидкість вітру в цьому місці не менше 5...7 м/с, а еквівалентна кількість годин у році, при якій виробляється номінальна потужність не менше 2000, то таке місце сприятливе для установки великої ВЕУ і навіть вітрової ферми [7, 8].

Під час проектування наземних ВЕУ виявилось, що мінімальну собівартість енергії забезпечують зовсім не ті вітроагрегати, які мають максимальне ККД, а ті, які дешевші у виготовленні, простіші і надійніші в експлуатації. За однакових будівельних та експлуатаційних якостей перевага віддається не агрегату з максимальним ККД, а агрегату з максимальним середньорічним виробітком на одиницю маси або вартості виробу. Однією зі значних переваг ВЕУ перед ТЕС, АЕС, ГЕС є те, що капітальні вкладення практично не заморожуються і ВЕУ може виробляти електроенергію через тиждень після її доставки на будівельний майданчик.

Виходячи з результатів цих досліджень для підземних умов є сенс будувати системні ВЕУ з вітровими двигунами саме з вертикальною віссю обертання ротора вітрового колеса.

Висновки

Розробка і реалізація в практику роботи шахт та рудників вітроустановок дозволить здійснювати живлення від них низки споживачів електричної енергії, що дозволить зменшити собівартість видобутку корисних копалин (руди, вугілля).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

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

2. Мимоконянц Л. Г. Асинхронизированные синхронные генераторы: состояние, проблемы, перспективы / Л. Г. Мимоконянц, Ю. Г. Шакарян // Электричество. — 1994. — № 3. — С. 1—8.

3. Правила безопасности в угольных шахтах : НПАОП 10.0-1.01-05 / ред. комис.: С.А. Сторчак (пред.) [и др.]. — К.: Госгорпромнадзор Украины, 2010. — 432 с.

4. Сборник инструкций к Правилам безопасности в угольных шахтах. Том 1. / Минтопэнерго. — К., 2003.

5. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. — К. : Основа. — 1994.

6. Игнатенко К. П. Вентиляция, подземные пожары и горноспасательное дело / К. П. Игнатенко, А. В. Брайцев, Ф. Ф. Эйнер. — М. : Недра, 1975.

7. Мокін Б. І. До питання вибору вітрових двигунів і електричних генераторів вітрових електричних станцій / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, О. А. Жуков // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2007. — № 6. — С. 52—62.

8. Шефтер Я. И. Использование энергии ветра / Я. И. Шефтер. — М. : Энергоатомиздат, 1983. — 200 с.

Рекомендована кафедрою електричних станцій та систем

Стаття надійшла до редакції 14.10.11
Рекомендована до друку 15.12.11

Бойко Сергій Миколайович — аспірант кафедри систем електроспоживання та енергетичного менеджменту.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук