

PHYSICS AND MATHEMATICS

UDC 537.3

EOI 10.11232/2663-4139.16.55

ГРОЗОВІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

ВОВЧИНСЬКИЙ Владислав Олегович

здобувач освіти ступеня «магістр», група ЕС-з91мп

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського

КИРИК Валерій Валентинович

доктор технічних наук, професор кафедри електричних мереж і систем

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського

УКРАЇНА

Анотація. В даній статті підіймається питання перспективи використання грозових електростанцій у електромережах для забезпечення енергією кінцевих споживачів.

Ключові слова: гроза, грозові електростанції, альтернативна енергетика, блискавка, електроенергія, струм.

Постанова проблеми. Наразі використання альтернативних джерел енергії є перспективним шляхом вирішення сучасних проблем енергозабезпечення. Альтернативна енергетика має такі безумовні переваги як екологічна чистота та невичерпність ресурсної бази. В умовах стрімкого зменшення ресурсів органічного палива та зростання парникових газів, які утворюються при спалюванні корисних копалин та порушують кліматичний баланс, ці проблеми є особливо гострими. Одним із сучасних перспективних напрямків отримання електричної енергії з альтернативних джерел енергії є грозова енергетика.

Метою даної статті є дослідження ефективності грозових електростанцій для забезпечення споживачів електроенергією.

Гроза – атмосферне явище, при якому в купчасто-дощових хмарах, або між хмарами і землею поверхнею виникають електричні розряди – блискавки, що супроводжуються громом [1].

Грозові хмари, що стали зрілими, мають біполярну структуру розподілу зарядів. У верхній частині хмари накопичується надлишковий позитивний заряд, а у нижній частині хмари накопичується негативний заряд. Рідко зустрічаються негативно



© Вовчинський В.О., Кирик В.В, 2020

© Vovchinskyi V., Kyryk V., 2020

<https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2663-4139><http://eoi.citefactor.org/10.11232/2663-4139.16.55>

поляризовані хмари, це хмари у яких верхня частина накопичує надлишковий негативний заряд.

Процес утворення розряду блискавки є досить складним. Спершу за допомогою електронних лавин формується розряд-лідер, який відправляється з хмари на землю. Далі електронні лавини поєднуються у розряди – стримери. Розряд-лідер формує гарячий іонізований канал. Через нього у протилежному напрямку рухається головний розряд блискавки, що виривається з поверхні Землі за допомогою поштовху електричного поля. Цей процес може повторюватись дуже багато разів поспіль за декілька секунд, тому процес захоплення блискавки є складним.

Енергія блискавки колосальна. Різниця потенціалів між її кінцями може досягати 1-2,5 мільйонів вольт, а струм в каналі розряду доходить до 200 тисяч ампер (у деяких, особливо сильних, в середньому - від 5 до 20 кА). При цьому потужності, яка виділяється, достатньо для того, щоб запалити 300.000.000 електричних лампочок по 50 Ват.

За сучасними даними від National Oceanic and Atmospheric Administration, (NOAA), отриманими за допомогою супутників, які можуть виявляти блискавки в місцях, де не ведеться наземне спостереження, частота ударів блискавок на Землі становить в середньому 44 (± 5) раз в секунду, що відповідає приблизно 1,4 мільярда блискавок на рік[2].

Фахівцями з National Aeronautics and Space Administration (NASA) було проведено статистичне дослідження блискавок. За допомогою супутника Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) фахівці згенерували глобальну карту появи кількості блискавок на рік на кожен квадратний кілометр.

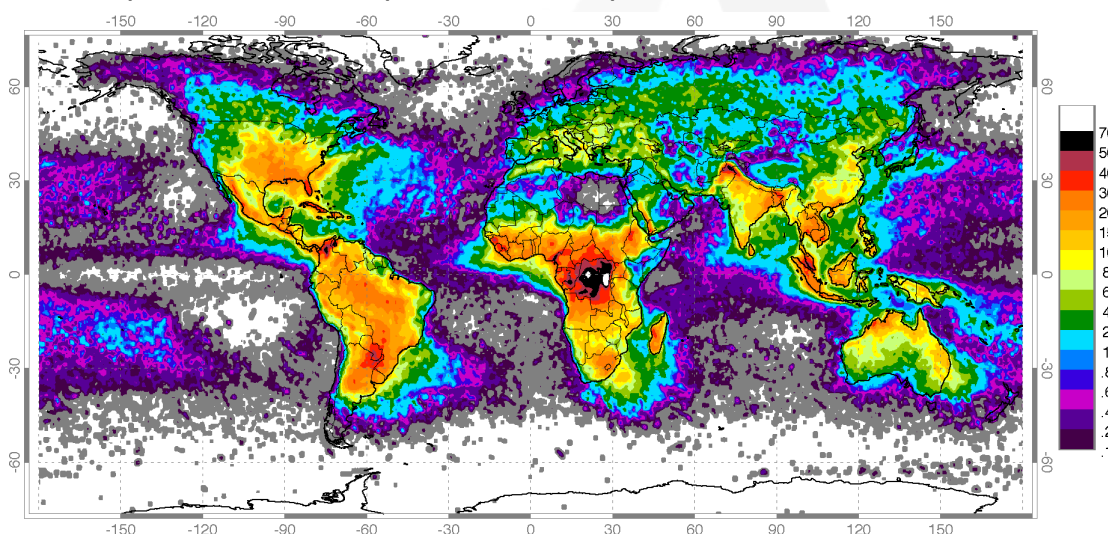


Рис. 1. Глобальна карта блискавок [3]



Дані цього дослідження показують, що на Землі є регіони, де протягом року відбувається близько 70 ударів блискавок на рік на квадратний кілометр.

Ідея використання атмосферної енергетики не є новою. Ще в 70-х роках XIX століття її висловлював американський винахідник Махлон Луміс. На початку минулого сторіччя сербський винахідник і фізик Нікола Тесла працював над практичним використанням енергії грозових зарядів. Основуючись на його ідеях компанія Alternative Energy Holdings розробила електростанцію, яку презентувала літом 2007 року. Компанія оголосила про успішне випробування прототипу моделі, яка може продемонструвати можливості «захоплення» блискавки для подальшого її перетворення в електроенергію. Інноваційні розробники запевняють, що період окупності складе від 4 до 7 років, за їх прогнозами грозові електростанції зможуть виробляти і продавати електроенергію за ціною всього \$0,005 за кіловат-годину, що значно дешевше виробництва енергії за допомогою сучасних джерел.

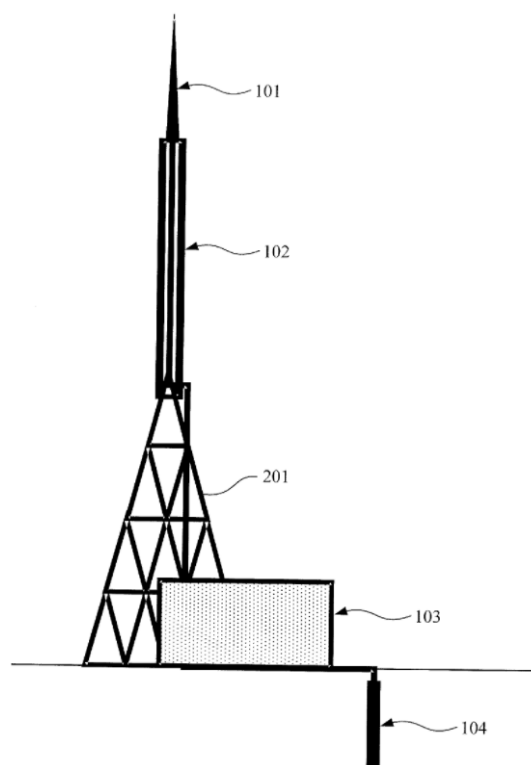


Рис. 2. Загальний вигляд грозової установки [4]

Грозова електростанція являє собою систему зберігання енергії блискавки, яка включає в себе блискавковідвід (101), провід(102), енергозбираючий блок (103) і заземлюючий стрижень (104) (рисунок 2). Блискавковідвід налаштований на захоплення блискавки на електрод і передачі електричної енергії. Енергозбираючий



блок містить щонайменше один конденсатор і перемикач. Шток заземлення з'єднаний з проводом. Керуючий сигнал управляє перемикачем, щоб направляти електричну енергію на землю через заземлюючий стрижень або для зарядки конденсатора.

Проте, попри всі переваги, існують такі недоліки грозової енергетики:

1. Розряд блискавки виникає в лічені секунди, через це виникають складнощі з його «захопленням».
2. З «захопленням» заряду є і інші складнощі окрім короткочасності розряду. Через те що щільність заряджених іонів низька, виникає високий опір повітря. Через це «захоплення» блискавки має відбуватись за допомогою іонізованого електроду, який потрібно підняти якомога вище над землею. Проте якщо підняти електрод надто високо над землею та близько до наелектризованих хмар, це спровокує блискавку. Такий короткочасний, але потужний розряд може привести до чисельних поломок грозової електростанції.
3. Грозову енергію, як і сонячну та вітрову, складно зберігати.
4. Надвисока напруга в системах грозових електростанцій може бути небезпечною для працівників.
5. Через те, що потужності зарядів непостійні, сила струму блискавки коливається від 5 кА до 200 кА, виникає проблема з їх розподілом та трансформуванням.
6. Високі капітальні витрати.

Таким чином, грозова енергетика в даний час досить ненадійна і вразлива. Однак це не зменшує її значущості на користь переходу на альтернативні джерела енергії. Деякі райони планети насичені сприятливими умовами, що може значно продовжити вивчення грозових явищ і отримання з них електроенергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- [1] Блискавка. Вилучено із <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BB%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B0>
- [2] John E. Oliver (2005). Encyclopedia of World Climatology. New York: Springe
- [3] NASA Satellite Identifies the World's Most Intense Thunderstorms. Вилучено із https://www.nasa.gov/vision/earth/lookingatearth/intense_storms.html
- [4] James Chyi Lai. Lightning energy storage system : pat. US20140042987 A1. Original Assignee Northern Lights Semiconductor Corp. – US 13/571,057.



THUNDERSTORM POWER PLANTS AS A PROSPECTIVE DIRECTION OF ALTERNATIVE ENERGY

VOVCHINSKYI V., *Student of Faculty of Electric Power Engineering and Automatics*
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

UKRAINE

Abstract. This article raises the question of the prospects of using lightning power plants in power grids to provide energy to end users.

Keywords: *Thunderstorm, thunderstorm power plants, alternative energy, lightning, electricity, current*



© Вовчинський В.О., Кирик В.В, 2020
© Vovchinskyi V., Kyryk V., 2020

<https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2663-4139>
<http://eoi.citefactor.org/10.11232/2663-4139.16.55>