

DOI 10.31891/2307-5732-2020-289-5-126-130

УДК 621.311.4.031

С.М. БОЙКО¹, С.Я. ВИШНЕВСЬКИЙ²,
О.А. ЖУКОВ¹, Я.С. ДОЛУДАРЄВА³, О.М. НАНАКА²Криворізький національний університет¹Вінницький національний технічний університет²Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету внутрішніх справ³

ПІДХІД ДО РЕКОНФІГУРАЦІЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АЕРОДРОМІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗОСЕРЕДЖЕНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Децентралізовані енергосистеми з використанням джерел розосередженої генерації можуть бути надзвичайно прибутковою сферою для капіталовкладень, якщо є можливість розміщувати джерела генерації енергії поблизу споживачів. Зазвичай витрати на передачу енергії досягають 30% від її вироблення. Існуючі методики для проектування системи електропостачання віддалених споживачів в основному розглядають як альтернативу централізованому електропостачанню, електропостачання за рахунок генерації електроенергії на базі відновлюваних джерел енергії, або за рахунок використання котелень, дизель-генераторів. Запропонований підхід визначення потенціалу розосереджених джерел енергії в умовах аеродромів дозволить ефективно впроваджувати розосереджену генерацію в структури електропостачання аеродромів.

Ключові слова: розосереджена генерація, електропостачання аеродромів, потенціал розосереджених джерел енергії, аеродроми.

S. BOIKO¹, S. VISHNEVKY²,O. ZHUKOV¹, Y. DOLUDARIEVA³, O. NANAKA²Kryvyi Rih National University¹Vinnytsia National Technical University²Kremenchug Flight College of Kharkiv National University of Internal Affairs³

APPROACH TO RECONFIGURATION OF ELECTRIC POWER SUPPLY SYSTEM USING DISTRIBUTED ENERGY SOURCES

Decentralized power systems using distributed generation sources can be an extremely profitable area for capital investments if it is possible to locate power generation sources close to consumers.

Typically, the cost of power transmission is as high as 30% of its generation. The existing methods for the design of the power supply system for remote consumers are mainly considered as an alternative to centralized power supply, power supply through the generation of electricity based on renewable energy sources, or through the use of boiler houses, diesel generators. To determine the potential of renewable energy sources included in the sources of dispersed generation in the conditions of airfields, it is necessary to have as complete and clear data as possible on the power supply and power consumption of the load by the electrical equipment of the airfields during the day, as well as the availability of data on power consumption in the power supply network and power consumption.

The proposed method for determining the potential of dispersed energy sources in airfield conditions will make it possible to effectively introduce dispersed generation into the power supply structures of aerodromes.

Keywords: dispersed generation; electrical supply of aerodromes; forecasting of electro-consumption; artificial neurons networks; aerodromes.

Постановка проблеми

Досвід бойових дій на території України показує, що військовій авіації необхідна широка мережа сучасних аеродромів. Між тим, за сприяння Міністерства Внутрішніх Справ України, відбувається відродження державної малої авіації. Мала авіація є також перспективною, як бізнес проєкти. Усі ці фактори сприяють звернення уваги на мережу аеродромів. Одним із значущих питань, у цьому аспекті є електропостачання аеродромів, що розташовані, іноді, віддалено від централізованих систем електропостачання, чи, враховуючи умови експлуатації та локації, потребують додаткових джерел електроживлення [1-3].

Аналіз досягнень сучасної енергетики показує, що децентралізовані енергосистеми з використанням джерел розосередженої генерації можуть бути надзвичайно прибутковою сферою для капіталовкладень, якщо є можливість розміщувати джерела генерації енергії поблизу споживачів. Зазвичай витрати на передачу енергії сягають 30% від вартості її вироблення [1].

Існуючі методики для проектування системи електропостачання віддалених споживачів в основному розглядають як альтернативу централізованому електропостачанню, електропостачання за рахунок генерації електроенергії на базі відновлювальних джерел енергії (ВДЕ), або за рахунок використання котелень, дизель-генераторів.

Між тим, освоєння потенціалу ВДЕ – це технічно важко реалізоване в даний час завдання, яке пов'язане з низькою щільністю потоку енергії від ВДЕ і залежністю їх від природних умов. Вартість отримання енергії, хоча вона і щорічно знижується, залишається значно вище, ніж у традиційних енергоресурсів, а необхідних кардинальних технічних рішень поки не існує.

Технологічне об'єднання енергії ВДЕ і енергії вуглеводневого палива в одній системі має суттєві техніко-економічні переваги. Ця перевага полягає у високій енергетичній ефективності, недосяжною в існуючих системах енергопостачання, в простоті інтеграції з додатковими генеруючими потужностями на основі ВДЕ з будь-яким ступенем заміщення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Об'єднання на паралельну роботу джерел розосередженої генерації (ДРГ) та мережі дасть синергетичний ефект – появу нових властивостей, яких не було у складових частинах, що проявляється, зокрема, в зниженні нерегулярності сумарного графіку навантаження об'єднаних систем, зниженні його нерівномірності в добовому, тижневому і сезонному розрізах, зменшенні залежності частоти електричного струму від коливань балансу потужності [2].

У попередніх дослідженнях автори обґрунтовують позитивний ефект від впровадження ДРГ в умовах аеродромів, а саме модульність, надійність, місцеве керування, зменшення негативного впливу на екологію та малий пусковий період [3, 4].

Визначення раніше невіршених частин загальної проблеми

Таким чином, актуальною науково-практичною задачею є розробка методу визначення потенціалу розосереджених джерел енергії в умовах аеродромів, враховуючи специфіку їх функціонування.

Мета статті

Головною метою цієї роботи є підхід до розбудови системи електропостачання аеродромів з використанням джерел розосередженої генерації, що дозволить в подальшому ефективно впроваджувати джерела розосередженої генерації в структури електропостачання аеродромів.

Виклад основного матеріалу

Енергетика аеродромів включає процеси: виробництва, перетворення, транспортування, розподілу, споживання енергії, обслуговування цих процесів і 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. Але, постійно потребує вдосконалення.

Підсистема керування електроспоживанням аеродромів не є найбільшою, але безпосередньо пов'язана з експлуатацією повітряних суден, від якої значною мірою залежить ефективне функціонування аеродрому в цілому та безпека експлуатації повітряних суден. Тому цим об'єктам, при розробці автоматичної системи керування електропостачанням, приділяється особлива увага, оскільки метою цієї підсистеми є в першу чергу надійне та економічне електроенергопостачання аеродромів [5,6].

У роботі пропонується підхід до побудови систем автоматизованого керування електроспоживанням аеродромів, що ґрунтується на інтеграції розосередженої генерації до системи електропостачання, у вигляді сукупності взаємозалежних структур. Як наслідок, є необхідним та актуальним використання новітніх технологій для комутації електричних мереж з можливістю прогнозування їх енергетичних параметрів [7, 12].

У зв'язку з вище сказаним на рис. 1 запропонована схема електропостачання з використанням нейроконтролера, яка в своєму складі має блок датчиків, комутатор, нейроконтролер та два джерела електричної енергії (мережу та ДРГ).

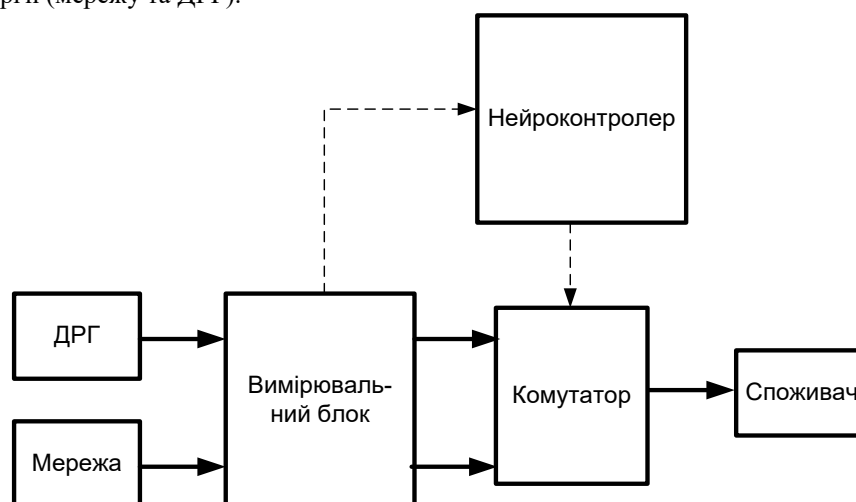


Рис. 1. Структурна схема системи електропостачання з використанням нейроконтролера

Блок датчиків, визначає показники напруги, частоти та струму безпосередньо в мережах електропостачання незалежно одна від одної, 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 [8].

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.

При інтеграції ДРГ з мережею (рис. 2), доводиться вирішувати питання, пов'язані з усталеною роботою станції, що виключає перевантаження генератора, за умови надійності в експлуатації. Усе це вимагає створення механічних і електричних пристроїв для автоматичного регулювання ДГР. Тому запропоновано підключати мережу до споживача через автоматизований розподільчий пристрій, що призначений для регулювання електроживлення споживача в автоматичному режимі. Таким чином, за умови достатнього електропостачання споживача від ДРГ, енергосистема працює в автономному режимі. При аварійній ситуації, чи виходу з ладу ДРГ, автоматичний розподільчий пристрій автоматично підключає споживача до мережі. У випадку, коли відбувається, за рядом причин, недостатнє генерування електричної енергії ДРГ, то автоматичний розподільчий пристрій автоматично підключає до системи електропостачання споживача мережу, як додаткове джерело електричної енергії. Таким чином мережа є додатковим джерелом електричної енергії [9].



Рис. 2. Структурна схема автоматизованого розподільчого пристрою

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

Для визначення потенціалу відновлювальних джерел енергії (ВДЕ), що входять до складу ДРГ в умовах аеродромів, необхідно мати як можна повніші і чіткі дані про електропостачання (ЕП) і електроспоживання (ЕС) електрообладнанням (ЕО) аеродромів протягом доби, а також наявність даних про витрати електричної енергії (ЕЕ) в електромережі (ЕМ) ЕП і ЕС [10].

Обчисливши витрати ЕЕ в ЕМ до використання ВДЕ, що входять до складу ДРГ в умовах аеродромів $\sum W_{втр.қS}^{\phi}$ та витрати ЕЕ в ЕМ після впровадження ВДЕ, що входять до складу ДРГ в умовах аеродромів $\sum W_{втр.қS}^{\phi}$, виконаємо їх порівняння. При виконанні нерівності $\sum W_{ВДЕ}^{\phi} < \sum W_{втр.қS}^{\phi}$ переходимо до наступного етапу, інакше повертаємось на початок аналізу витрат ЕМ.

Потім обчислюють обсяг постачання ЕЕ із зовнішньої електромережі (ЗЕМ) в різних тарифних зонах (S) за формулою: $\sum W_{ЗЕМ}^{\tau} = \sum W_{ЗЕМ_{S_1}}^{\phi_1} + \sum W_{ЗЕМ_{S_2}}^{\phi_2} + \sum W_{ЗЕМ_{S_3}}^{\phi_3}$.

Обчислюють вартість спожитої ЕЕ обладнанням закритого розподільного пристрою із ЗЕМ протягом доби по різних тарифних зонах (S) за формулою:

$$B_{\sum ЗЕМ}^{\tau} = B_{\sum ЗЕМ_{S_1}}^{\tau_1} + B_{\sum ЗЕМ_{S_2}}^{\tau_2} + B_{\sum ЗЕМ_{S_3}}^{\tau_3}$$

$$= \sum W_{ЗЕМ}^{\tau} \cdot k \cdot T = \sum W_{ЗЕМ_{S_1}}^{\phi_1} \cdot k_1 \cdot T + \sum W_{ЗЕМ_{S_2}}^{\phi_2} \cdot k_2 \cdot T + \sum W_{ЗЕМ_{S_3}}^{\phi_3} \cdot k_3 \cdot T$$

та сумарної вартості можливої згенерованої ЕЕ ДРГ в умовах аеродромів ($B_{\sum ВДЕ}$).

Потім необхідно з'ясувати можливості короткочасного мінімального забезпечення електроспоживання ЕО аеродромів якщо електропостачання із зовнішньої електромережі недостатнє ($W_{ЗЕМ} \rightarrow 0$), тобто $W_{\Sigma ВДЕ} = \sum_{\text{спож.обл}}^{\min}$, та резервно-необхідного рівня електрозабезпечення ЕС аеродромів в критичних умовах, коли ЕП із ЗЕМ $W_{ЗЕМ} = 0$, тобто $W_{\text{рез.необх}} \leq W_{\Sigma ВДЕ}$. Якщо обидві умови виконуються, тоді переходять до розрахунку параметрів ДРГ та аналізують можливості їх використання в умовах аеродромів, а якщо вище перелічені умови не виконуються, тоді переходять до попередніх етапів обчислення можливого забезпечення необхідних рівнів енергопостачання ДРГ при недостатньому ЕП із ЗЕМ та в критичних умовах ЕП із ЗЕМ [11].

Важливо проаналізувати параметри різних типів ВДЕ та їх режимів генерації ЕЕ, вартість обладнання експлуатації, можливу вартість розміщення, типи ДРГ, а також можливі терміни окупності, в умовах аеродромів. Після чого обчислюють оптимальний та розрахунковий терміни окупності $T_{\text{окуп.}}^{\text{опт}}$, $T_{\text{окуп.}}^{\text{розр.}}$ відповідно. Якщо виконується нерівність (так) $T_{\text{окуп.}}^{\text{опт}} > T_{\text{окуп.}}^{\text{розр.}}$, тоді переходять до аналізу вибраних типів ДРГ для впровадження в умовах аеродромів, а також вплив на оточуюче середовище і виробничий процес [12].

Висновки

1. В умовах аеродромів актуальним та можливим є впровадження в загальну структуру систем електроживлення розосередженої генерації на базі відновлюваних джерел енергії.
2. Запропонований підхід дозволить ефективно впроваджувати розосереджену генерацію в структури електропостачання аеродромів.

Література

1. Уроки війни на Сході: авіаційна компонента. Уроки АТО: авіаційна компонента / “Народна армія” “Ветерани.UA”. – 2016. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://veterano.com.ua/vijna/nazakhysti-ukrainy/4696-uroki-vijni-na-skhodi-aviatsijna-komponenta>
2. Vick Alan J. Air Base Attacks and Defensive Counters Historical Lessons and Future Challenges [Research Report] / Alan J. Vick. – RAND Corporation, Santa Monica, Calif., 2015.
3. United States Air Force. Air Force Basic Doctrine, Organization, and Command. Air Force Doctrine Document 1.14, October 2011.
4. O. M. Sinchuk, S. M. Boiko, F. I. Karamanyts, I. A. Kozakevych, M. L. Baranovska, and A. M. Yalova, Aspects of the problem of applying distributed energy in iron ore enterprises electricity supply systems. Warsaw, Poland: ISENET, 2018.
5. С. М. Бойко, О. М. Сінчук, І. О. Сінчук, І. А. Мінаков Алгоритм вибору нетрадиційних та відновлювальних джерел електричної енергії до локальної системи електропостачання підприємств гірничо-видобувного комплексу. Electronics and Communications, Volume 21, №5(94), 2016. – С. 6–13.
6. Кармазін О. О. Проблеми вписування ВЕС в загальний баланс ОЕС України / О. О. Кармазін // Відновлювана енергетика. – 2014. – № 3. – С. 70–76.
7. Кирик В. В. Дослідження впливу джерел розподіленої генерації на режим роботи електричної системи / В. В. Кирик, О. С. Губатюк, В. І. Моссаковський. // Матеріали Міжнар. конф. «Відновлювана енергетика ХХІ століття». – Крим, 2013. – С. 141–143.
8. Федоров А. А. Характеристики и алгоритмы формирования и отбора вариантов систем промышленного электроснабжения / А. Федоров, С. Садчиков // Электричество. – 1982. – №2. – С. 1–5.
9. Кудря С. О. Дослідження ефективності комбінованого використання енергії вітру, сонця і теплоти землі для отримання водню при електролізі води / С. О. Кудря, Ю. П. Морозов, М. П. Кузнецов // Водень в альтернативній енергетиці та новітніх технологіях: тези доп. наукової звітної сесії НАН України. – Київ, 2013. – С. 30.
10. Білолід В. Д. Мала енергетика та її значення в регіональних системах майбутнього / В. Д. Білолід, К. В. Таранець // Проблеми загальної енергетики. – 2008. – №18. – С. 40–47.
11. Головка В. М. Аналіз принципів побудови локальних систем енерго-забезпечення на базі відновлювальних джерел енергії / В. М. Головка, П. Л. Денисюк, В. М. Кириленко // Матеріали Міжнар. конф. «Відновлювана енергетика ХХІ століття». – АР Крим, 2008. – С. 124–125.
12. Синчук О. Н. Нейронные сети и управление процессом управления электроснабжением объектов от комбинированных электрических сетей / О. Н. Синчук, С. Н. Бойко // Технічна електродинаміка. – 2014. – №. 5. – С. 53–55.

References

1. Uroky viiny na Skhodi: aviatsiina komponenta. Uroky ATO: aviatsiina komponenta / “Narodna armiiia” “Veterany.UA”. – 2016. [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <http://veterano.com.ua/vijna/nazakhysti-ukrainy/4696-uroki-vijni-na-skhodi-aviatsijna-komponenta>
2. Vick Alan J. Air Base Attacks and Defensive Counters Historical Lessons and Future Challenges [Research Report] / Alan J. Vick. – RAND Corporation, Santa Monica, Calif., 2015.
3. United States Air Force. Air Force Basic Doctrine, Organization, and Command. Air Force Doctrine Document 1.14, October 2011.
4. O. M. Sinchuk, S. M. Boiko, F. I. Karamanyts, I. A. Kozakevych, M. L. Baranovska, and A. M. Yalova, Aspects of the problem of applying distributed energy in iron ore enterprises electricity supply systems. Warsaw, Poland: ISENET, 2018.
5. S. M. Boiko, O. M. Sinchuk, I. O. Sinchuk, I. A. Minakov Alhorytm vyboru netradytsiinykh ta vidnovliuvalnykh dzherel elektrychnoi enerhii do lokalnoi systemy elektropostachannia pidpriemstv hirnycho-vydobuvnoho kompleksu. Electronics and Communications, Volume 21, №5(94), 2016. – С. 6–13.
6. Karmazin O. O. Problemy vpsuvannia VES v zahalnyi balans OES Ukrainy / O. O. Karmazin // Vidnovliuvana enerhetyka. – 2014. – № 3. – С. 70–76.

7. Kyryk V. V. Doslidzhennia vplyvu dzherel rozpodilenoї heneratsii na rezhym roboty elektrychnoi systemy / V. V. Kyryk, O. S. Hubatiuk, V. I. Mossakovskiy. // Materialy Mizhnar. konf. «Vidnovliuvana enerhetyka KhKhI stolittia». – Krym, 2013. – S. 141–143.
8. Fedorov A. A. Kharakterystyky y alhorytmy formirovaniya y otbora varyantov system promyshlennoho elektrosnabzheniya / A. Fedorov, S. Sadchikov // *Elektrychestvo*. – 1982. – №2. – S. 1–5.
9. Kudria S. O. Doslidzhennia efektyvnosti kombinovanoho vykorystannia enerhii vitru, sontsia i teploty zemli dlia otrymannia vodniu pry elektrolizi vody / S. O. Kudria, Yu. P. Morozov, M. P. Kuznietsov // *Voden v alternatyvniї enerhetytsi ta novitnikh tekhnolohiiakh: tezy dop. naukovoї zvitnoi sesii NAN Ukrainy*. – Kyiv, 2013. – S. 30.
10. Bilolid V. D. Mala enerhetyka ta yii znachennia v rehionalnykh systemakh maibutnoho / V. D. Bilolid, K. V. Taranets // *Problemy zahalnoi enerhetyky*. – 2008. – №18. – S. 40–47.
11. Holovko V. M. Analiz pryntsyviv pobudovy lokalnykh system enerho-zabezpechennia na bazi vidnovliuvalnykh dzherel enerhii / V. M. Holovko, P. L. Denysiuk, V. M. Kyrylenko // Materialy Mizhnar. konf. «Vidnovliuvana enerhetyka KhKhI stolittia». – AR Krym, 2008. – S. 124–125.
12. Synchuk O. N. Neironnye sety y upravlenye protsessom upravleniya elektrosnabzhenyem ob'ektov ot kombynyrovannykh elektrycheskykh setei / O. N. Synchuk, S. N. Boiko // *Tekhnichna elektrodynamika*. – 2014. – № 5. – S. 53–55.

Надійшла / Paper received : 09.11.2020 Надрукована/Printed : 27.11.2020