

decarbonisation. In: European Council for an Energy Efficient Economy (ECEEE) Summer Study proceedings. European Council for an Energy Efficient Economy, pp. 145–153. URL: <https://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/51521> (accessed 03.03.2025).

5. DSTU EN 16231:2017 Energy efficiency benchmarking methodology (EN 16231:2012, IDT). (Ukr).

6. Rosen V. P. Benchmarking as a means of increasing the level of energy efficiency of the Ukrainian industry / V. Rosen, B. Tyshevykh, V. Gorodetskyi, P. Rosen // Bulletin of the National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”. Series: Mining. – 2012. – Issue 22. – pp. 166–171. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKPI_gir_2012_22_26 (accessed 03.03.2025). (Ukr).

7. Rosen V. P. Methodology of energy efficiency benchmarking for the industry of Ukraine / V. P. Rosen, B. L. Tyshevykh, P. V. Rosen // Energy saving. Energy. Energy audit–2012. – No. 6. – pp. 9–19. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecee_2012_6_3 (accessed 03.03.2025). (Ukr).

8. Shesterenko, V. E. Systems of power consumption and power supply of industrial enterprises: textbook / V. E. Shesterenko – Vinnytsia: Nova Knyha, 2004. – 656 p.

9. Regulation for electrical installation. Approved by the Order of the Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine dated 21.07.2017 № 476. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0476732-17#Text> (accessed 03.03.2025). (Ukr).

10. Yasmine Salehy, Hong-Minh Hoang, François Cluzel, Yann Leroy, Anthony Delahaye, et al. Energy performances assessment for sustainable design recommendations: Case study of a supermarket’s refrigeration system. 27th CIRP Life Cycle Engineering (LCE) Conference, May 2020, Grenoble, France. pp. 328–333. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.01.102> (accessed 03.03.2025).

11. Dubodelova, A. V. Features and technology of internal benchmarking at the enterprise / A. V. Dubodelova, O. V. Yurynets // Marketing and management of innovations. – 2013. – No. 2. – pp. 64–73. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mimi_2013_2_7 (accessed 03.03.2025). (Ukr).

УДК 621.313.8

Базаров О. О., аспірант, ORCID 0009-0008-8491-2678,
науковий керівник: канд. техн. наук, доцент **М. А. Коваленко**,
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

ПОРІВНЯННЯ ДВИГУНА З АКСІАЛЬНИМ МАГНІТНИМ ПОТОКОМ ТА ДВИГУНА ЦИЛІНДРИЧНОЇ КОНСТРУКЦІЇ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ

COMPARISON OF AXIAL MAGNETIC FLUX MOTOR AND CYLINDRICAL MOTOR WITH PERMANENT MAGNETS

Анотація. У статті проведено порівняльний аналіз електродвигунів з постійними магнітами з аксіальним і циліндричним магнітним потоком. Розглянуто основні конструктивні особливості, електромагнітні параметри, ефективність та області застосування кожного типу. Наведено результати математичного моделювання та експериментальних досліджень. Бібл. 4, рис. 2, табл. 1.

Ключові слова: електродвигун, аксіальний магнітний потік, циліндрична конструкція, постійні магніти.

Abstract. The article presents a comparative analysis of permanent magnet electric drives with axial and cylindrical magnetic flux. The main structural features, electromagnetic parameters, efficiency, and application areas of each type are considered. The results of mathematical modeling and experimental research are provided. Ref. 4, Fig. 2, Tabl. 1.

Keywords: electric motor, axial magnetic flux, cylindrical structure, permanent magnets.

Вступ. Одним із ключових елементів сучасних електричних машин є електродвигуни з постійними магнітами. Вибір між традиційною циліндричною конструкцією та аксіальним магнітним потоком впливає на ефективність та надійність системи. Двигуни з аксіальним потоком мають компактніші розміри та меншу вагу, тоді як циліндричні двигуни відзначаються вищою механічною стійкістю.

Метою досліджень є проведення порівняльного аналізу електродвигунів з постійними магнітами з аксіальним магнітним потоком і двигунів традиційної циліндричної конструкції для визначення їх ефективності, конструктивних особливостей та можливостей застосування в різних умовах експлуатації.

Матеріал і результати досліджень. Конструктивні особливості. Двигун циліндричної конструкції характеризується класичною конфігурацією, де магнітне поле має радіальний розподіл. Основними перевагами є механічна міцність та надійність, однак такі двигуни мають більшу масу.

Двигун з аксіальним магнітним потоком має потік, що спрямований уздовж осі ротора, що дозволяє зменшити масо-габаритні параметри та підвищити питому потужність. Порівняння основних параметрів двигуна з аксіальним магнітним потоком та двигуна циліндричної конструкції наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Параметри двигунів

Параметр	Аксіальний магнітний потік	Двигун циліндричної конструкції
Індукція в повітряному проміжку (Тл)	0,43	0,32
Фазна ЕРС (В)	87	63
Електромагнітна потужність (Вт)	320	314
Маса постійних магнітів (кг)	1,7	0,94
Питома потужність (Вт/м ³)	3600	1500
ККД (%)	91,0	93,0
Номінальний момент (Н·м)	16,7	10,2

Результати моделювання доводять, що двигун з аксіальним магнітним потоком (рис. 1), забезпечує вище амплітудне значення магнітної індукції завдяки конструктивним особливостям. Це дозволяє підвищити питому потужність при різних функціональних призначеннях. Однак традиційний двигун (рис. 2), має менші втрати та вищий ККД.

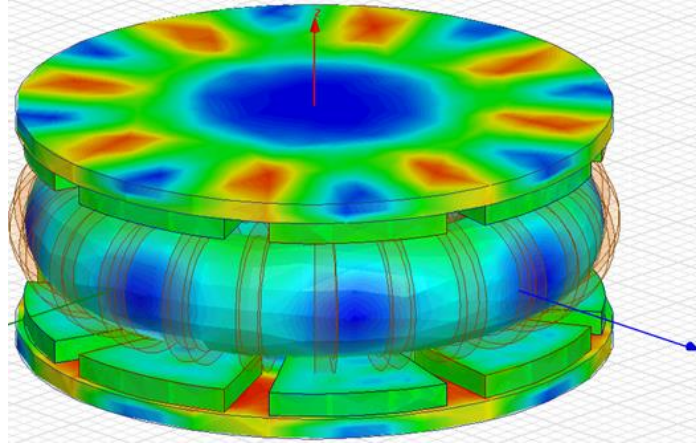


Рисунок 1. Розподіл електромагнітного поля для двохсторонньої конструкції з радіально-аксіальним магнітним потоком

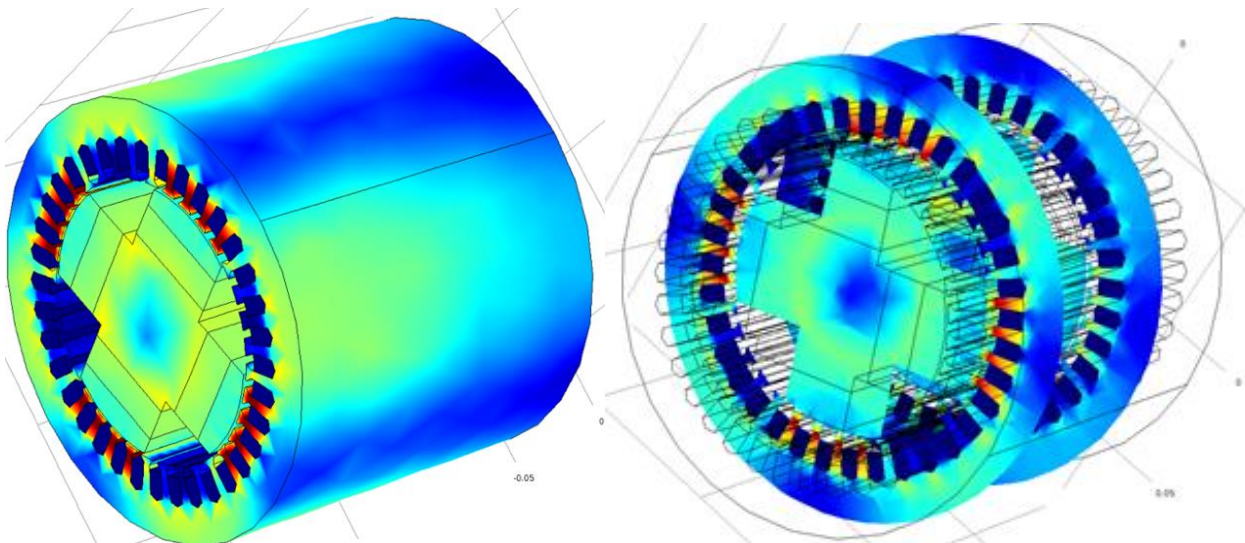


Рисунок 2. Розподіл електромагнітного поля в розрахунковій області циліндричного електродвигуна

Висновки. Двигуни з аксіальним магнітним потоком мають значні переваги у питанні питомої потужності, компактності та масо-габаритних показників. Вони особливо перспективні для застосування в мобільних транспортних засобах, включаючи електромобілі, безпілотні літальні апарати та інші високошвидкісні системи. Завдяки зниженій масі та меншому моменту інерції, такі двигуни дозволяють покращити динамічні

характеристики транспортних засобів, а їхня конструкція забезпечує кращі умови для ефективного охолодження.

Однак, попри переваги, двигуни з аксіальним магнітним потоком мають і деякі недоліки. Зокрема, їхній конструктивний дизайн складніший у виробництві, що може впливати на вартість та технологічність виготовлення. Крім того, вони потребують особливої уваги до механічної жорсткості та надійності кріплення елементів, щоб уникнути можливих деформацій під навантаженням.

Двигуни традиційної циліндричної конструкції, у свою чергу, відзначаються вищою механічною міцністю, що робить їх оптимальними для роботи у складних експлуатаційних умовах. Вони мають кращий показник ККД, що є важливим для промислових застосувань, де ключовими є енергоефективність і стабільність роботи.

Таким чином, вибір між цими двома типами двигунів залежить від конкретних вимог до системи:

Якщо пріоритетом є висока питома потужність, компактність і легкість — доцільніше використовувати двигуни з аксіальним магнітним потоком.

Якщо ж основними критеріями є механічна надійність, вища ефективність і стабільність у жорстких умовах експлуатації — кращим вибором буде традиційний циліндричний двигун.

Список використаних джерел

1. V. M. Golovko, M. Ya. Ostroverkhov, M. A. Kovalenko, I. Ya. Kovalenko, D. V. Tsyplenkov (2022) Mathematical simulation of autonomous wind electric installation with magnetoelectric generator: *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu.*, (5), 074-079. URL: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-5/074>.
2. Chumack Vadim and Bazenov Volodymyr and Tymoshchuk Oksana and Kovalenko Mykhailo and Tsyvinskyi Serhii and Kovalenko Iryna and Tkachuk Ihor, Voltage stabilization of a controlled autonomous magnetoelectric generator with a magnetic shunt and permanent magnet excitation (2021) *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(5 (114)), 56–62. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.246601 (ISSN 1729-3774).
3. Ostroverkhov M., Chumack V., Kovalenko M., & Kovalenko I. (2022) Development of the control system for taking off the maximum power of an autonomous wind plant with a synchronous magnetoelectric generator. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(2(118)), 67–78. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263432>.
4. Gerada D.; Mebarki A.; Brown N. L.; Gerada C.; Cavagnino A.; Boglietti (2013) A High-speed electrical machines: Technologies, trends, and developments. *IEEE Trans. Ind. Electron.*, 61, 2946–2959. URL: <http://dx.doi.org/10.1109/TIE.2013.2286777>.

References

1. V. M. Golovko, M. Ya. Ostroverkhov, M. A. Kovalenko, I. Ya. Kovalenko, D. V. Tsyplenkov (2022) Mathematical simulation of autonomous wind electric installation with magnetoelectric generator: *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu.*, (5), 074-079. URL: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-5/074>.
2. Chumack Vadim and Bazenov Volodymyr and Tymoshchuk Oksana and Kovalenko Mykhailo and Tsyvinskyi Serhii and Kovalenko Iryna and Tkachuk Ihor, Voltage stabilization of a controlled autonomous magnetoelectric generator with a magnetic shunt and permanent magnet excitation (2021) *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(5 (114)), 56–62. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.246601 (ISSN 1729-3774).

3. Ostroverkhov M., Chumack V., Kovalenko M., & Kovalenko I. (2022) Development of the control system for taking off the maximum power of an autonomous wind plant with a synchronous magnetoelectric generator. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(2(118)), 67–78. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263432>.
4. Gerada D.; Mebarki A.; Brown N. L.; Gerada C.; Cavagnino A.; Boglietti (2013) A High-speed electrical machines: Technologies, trends, and developments. IEEE Trans. Ind. Electron., 61, 2946–2959. URL: <http://dx.doi.org/10.1109/TIE.2013.2286777>.

УДК 621.311

Копчиков О. М., аспірант, ORCID 0000-0001-7885-4055,
науковий керівник: канд. техн. наук, доцент **В. П. Калінчик**,
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

ОПТИМІЗАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАКУПІВЕЛЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НЕПОБУТОВИМ СПОЖИВАЧЕМ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНЬ ТА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ РИНКОВИХ ЦІН

OPTIMIZATION MODELING OF ELECTRICITY PROCUREMENT BY A NON-RESIDENTIAL CONSUMER UNDER SUPPLY CONSTRAINTS AND PRICE UNCERTAINTY

Анотація. У роботі вирішено задачу оптимального планування закупівель електроенергії непобутовим споживачем з урахуванням технічних обмежень та волатильності цін. Запропоновано стохастичну змішану цілочисельну лінійну модель, що визначає оптимальний розподіл закупівель між сегментами ринку України та Польщі за критерієм мінімізації сукупних витрат. Особливістю моделі є врахування імпорту, що знижує ризик незадоволення попиту. Апробацію виконано на реальних погодинних даних споживання промислового підприємства та фактичних ринкових цінах. Результати обчислювальних експериментів демонструють кількісні переваги оптимального розподілу закупівель, сприяючи економічно ефективному й стійкому енергозабезпеченню в кризових умовах. Бібл. 14, рис. 2.

Ключові слова: споживання електричної енергії, непобутовий споживач, ринок електричної енергії, дефіцит, гранична величина, оптимізаційне моделювання, управління.

Abstract. This paper addresses the problem of optimal electricity procurement planning for a non-residential consumer, considering technical constraints and price volatility. A stochastic mixed-integer linear programming model is proposed to determine the optimal allocation of purchases across market segments in Ukraine and Poland, minimizing total costs. A key feature of the model is the inclusion of imports, which reduces the risk of unmet demand. The model was validated using real hourly consumption data from an industrial enterprise and actual market prices. Computational experiments demonstrate the quantitative benefits of the optimal procurement allocation, contributing to economically efficient and resilient energy supply under crisis conditions. Ref. 14, Fig. 2.

Keywords: electricity consumption, non-household consumer, electricity market, shortage, constraint, optimization modeling, management.