

ФУРСА АНДРІЙ

Вінницький національний технічний університет

<https://orcid.org/0009-0002-4313-989X>e-mail: andriy.fursa12@gmail.com

МОШНОРИЗ МИКОЛА

Вінницький національний технічний університет

<https://orcid.org/0000-0001-7626-8327>e-mail: moshnoriz@vntu.edu.ua

МЕТОД ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА СТИСНУТОГО ПОВІТРЯ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ

На сьогодні енергозбереження та енергоефективність стають все більш актуальними та критичними для сучасних підприємств, установ і компаній. Сучасні стратегії в цих сферах спрямовані на оптимізацію використання енергоресурсів та підвищення продуктивності виробничих процесів. Високий рівень досягнутої енергоефективності відображається в конкурентоспроможності продукції на світових ринках, завдяки зменшенню витрат на енергоносії та обмеженню викидів парникових газів.

Стиснене повітря є важливим ресурсом для промисловості, часто посідаючи четверте місце після електроенергії, газу і води. Відмінність полягає у тому, що стиснене повітря виробляється на місці, надаючи споживачам більше контролю над його використанням та витратами. Проте процес його отримання потребує значних енергетичних затрат. На підприємствах Європи та Австралії, наприклад, компресорні установки, які виробляють стиснене повітря, можуть використовувати до 10% електроенергії, в США ж ця цифра може сягати 30%.

Нині енергоефективність української економіки двічі вища порівняно зі світовими стандартами, що свідчить про неефективне використання тепла, води та електроенергії. Тому важливо розуміти, що впровадження заходів з енергоефективності виробництва стиснутого повітря не лише важливе з екологічної точки зору, а й економічно вигідне як для країни в цілому, так і для окремих споживачів. Підвищення рівня енергетичної ефективності виробничих процесів, зокрема обробки деревини, за допомогою сучасних електротехнічних комплексів, є пріоритетним завданням для галузі. Таким чином, аналіз та розробка енергоефективних рішень щодо виробництва стиснутого повітря представляє собою перспективний напрямок розвитку.

У цій статті проведено огляд відомих електротехнічних комплексів, які сприяють покращенню енергетичної ефективності технологічного процесу обробки деревини.

Ключові слова: енергетична ефективність, рівень електроспоживання, регульований електропривод, стиснене повітря, компресор, повітропровід.

FURSA ANDRIY, MYKOLA MOSHNORIZ

Vinnytsia National Technical University

METHOD AND MEANS OF INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF COMPRESSED AIR PRODUCTION IN THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF WOOD PROCESSING

Today, energy saving and energy efficiency are becoming more and more relevant and critical for modern enterprises, institutions and companies. Modern strategies in these areas are aimed at optimizing the use of energy resources and increasing the productivity of production processes. The high level of energy efficiency achieved is reflected in the competitiveness of products on world markets, thanks to the reduction of energy costs and the limitation of greenhouse gas emissions.

Compressed air is an important resource for industry, often ranking fourth behind electricity, gas and water. The difference is that compressed air is produced on-site, giving consumers more control over its use and costs. However, the process of obtaining it requires significant energy costs. At enterprises in Europe and Australia, for example, compressor units that produce compressed air can use up to 10% of electricity, while in the United States this figure can reach 30%.

Currently, the energy efficiency of the Ukrainian economy is twice as high as compared to world standards, which indicates inefficient use of heat, water and electricity. Therefore, it is important to understand that the implementation of measures for the energy efficiency of compressed air production is not only important from an ecological point of view, but also economically beneficial both for the country as a whole and for individual consumers. Increasing the level of energy efficiency of production processes, in particular wood processing, with the help of modern electrical engineering complexes, is a priority task for the industry. Thus, the analysis and development of energy-efficient solutions for the production of compressed air is a promising direction of development.

This article provides an overview of well-known electrotechnical complexes that contribute to improving the energy efficiency of the technological process of wood processing.

Key words: energy efficiency, power consumption level, adjustable electric drive, compressed air, compressor, air duct.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Стиснене повітря має важливе значення для промисловості, часто займаючи четверте місце за використанням після електроенергії, газу та води. У відміну від перших трьох, стиснене повітря виробляється на місці, що надає споживачам більше можливостей контролювати його споживання та витрати на виробництво. Процес отримання стисненого повітря потребує значних енергетичних затрат. На підприємствах країн Європи та Австралії, компресорні установки для створення стисненого повітря можуть

використовувати до 10% електроенергії від загального обсягу споживання, а в США цей показник може сягати навіть 30% [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проаналізовано найпоширеніші методи та засоби підвищення безпеки праці під час експлуатації електротехнічного комплексу у технологічному процесі обробки деревини. Різні комбінації цих заходів можуть призвести до значного покращення безпеки праці та зменшення ризику травматизму на виробництві.

Прості, ефективні та вартісно-ефективні заходи дозволяють зменшити витрати на виробництво та розподіл стисненого повітря на до 30%. Існують три ключові причини, чому важливо приділяти увагу зниженню витрат у системах стисненого повітря: економія енергії та грошей, підвищення надійності та оптимізація експлуатаційних параметрів цих систем, а також зменшення споживання електроенергії та викидів вуглекислого газу[2].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.

З урахуванням вищезазначеного та з усвідомленням обставин, що мультисистемна установка для виробництва стиснутого повітря для обробки деревини побудована на основі чотирьох компресорів, один з яких контролюється частотним перетворювачем, та без використання ресиверів за системою кільцевих трубопроводів, жоден із запропонованих методів не забезпечить необхідної ефективності.

З метою досягнення цілі було вирішено зосередитися на оптимізації системи керування виробництвом стиснутого повітря. Проте, система стикається з інерційністю через читання тиску та розходу повітря безпосередньо за компресорами, що робить її залежною від параметрів трубопроводів та геометрії підключення споживачів. [3] Для подолання цієї інерційності планується встановити кілька приладів вимірювання тиску на різних ділянках та розробити алгоритми роботи на основі їх даних для оптимізації виробництва стиснутого повітря в мультисистемній установці.

Формулювання цілей статті

Метою статті є аналіз особливостей застосування методів та засобів підвищення рівня енергетичної ефективності у технологічному процесі обробки деревини.

Виклад основного матеріалу

Серед усіх енергоносіїв саме модернізація системи стисненого повітря найефективніше дозволяє отримати економічні вигоди на будь-якому підприємстві. Більшість заходів з енергозбереження не вимагають значних капіталовкладень. Дослідження показали, що протягом 10 років експлуатації компресора витрати на енергію відчутно перевищують початкові вкладення. Так, витрати на технічне обслуговування становлять 7% від сумарних витрат, але це необхідно для досягнення максимальної ефективності будь-якого компресора. На типовому промисловому підприємстві до 10% від сумарних витрат на електроенергію припадає на стиснене повітря, а на деяких виробництвах цей показник ще вищий [4].

Найбільш ефективні методи підвищення енергоефективності включають оптимізацію загальної структури системи (схеми постачання повітря), використання приводів зі змінною швидкістю, використання вискоелективних електродвигунів, утилізацію тепла, скорочення витоків у системах стисненого повітря, використання холодного зовнішнього повітря для живлення компресора, оптимізацію тиску у системі та створення запасу стисненого повітря поблизу споживачів, де рівень споживання значно варіюється, а також оптимізацію системи керування [5].

Усунення витоків стисненого повітря та/або встановлення сучасних енергоефективних електродвигунів з меншою потужністю є одними з перших та найпростіших методів, які застосовуються у системах стисненого повітря. Це особливо актуально для підприємств з застарілим обладнанням, що залишилося ще з радянського періоду [3]. Для виявлення витоків часто використовується ультразвуковий детектор, який допомагає максимально точно визначити місце та розмір нещільностей у системі.

Зниження робочого тиску системи є ще одним способом скорочення витоків. Це може призвести до зменшення витрат стисненого повітря, оскільки обсяг втрат залежить від перепаду тиску в місцях витoku. При належному обслуговуванні втрати стисненого повітря не повинні перевищувати 5% від загального обсягу компресора.

Також варто враховувати використання холодного зовнішнього повітря для живлення компресора, оскільки це може допомогти зменшити витрати енергії на підігрів повітря та підвищення тиску.

Якщо неможливо забезпечити компресорну установку зовнішнім повітрям через розташування, слід покращити вентиляцію. Оцінки показують, що такі заходи застосовуються в половині випадків. Організація подачі холодного зовнішнього повітря не потребує значних технологічних витрат[3].

Для підприємств з сучасним обладнанням ключовими стають методи проектування систем подачі повітря. У стандартному виконанні такі системи передбачають центральну компресорну станцію та мережі повітропроводів, що складаються з центрального колектора, цехових колекторів та місцевих розгалужень у формі "деревоподібної схеми". На великих підприємствах, таких як хімічні, металургійні або деревообробні, об'єкти системи можуть бути розташовані на великих майданчиках, що часто призводить до недостатнього забезпечення стисненим повітрям периферійних споживачів через велику довжину трубопроводів. Це може призводити до збоїв і пошкоджень трубопроводів у зимовий період та підвищених капітальних витрат. Для усунення цих проблем можуть бути встановлені додаткові компресорні станції або закільцьований центральний колектор, що дозволить рівномірніше подавати повітря до всіх споживачів [4].

Встановлення приводів зі змінною швидкістю на компресорах стає особливо важливим там, де потреби в стислому повітрі значно коливаються. Такі приводи дозволяють ефективно регулювати обертання компресора в залежності від зміни потреб, що забезпечує високу енергоефективність.

Оптимізація системи керування також має велике значення, оскільки це робить систему більш гнучкою та дозволяє контролювати більше параметрів, таких як тиск у ресивері або витрата повітря.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Були розглянуті найбільш поширені методи та засоби для підвищення енергетичної ефективності електротехнічного комплексу, який використовується у виробництві стиснутого повітря для обробки деревини. Ці методи можуть бути застосовані у різних комбінаціях і при сполученні можуть забезпечити позитивний результат. Це дозволить оцінити рівень ефективності роботи системи та запропонувати заходи для покращення енергоспоживання. [6] Для досягнення цієї мети передбачається виконання наступних завдань: аналіз існуючих методів оперативного контролю енерговикористання та моніторингу результатів впровадження заходів з енергоефективності; встановлення базового рівня енергоспоживання в системі стисненого повітря на основі багатофакторного регресійного аналізу, який необхідний для встановлення базової лінії енергоспоживання в системі стисненого повітря; розробка системи моніторингу ефективності впровадження заходів з енергоефективності в системі стисненого повітря.

Література

1. Попович М.П. Підвищення рівня енергоефективності системи постачання стисненого повітря. І науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів). 36. наукових праць ІЕЕ, КПП імені Ігоря Сікорського. Київ: ІЕЕ, 2018. 387 с.
2. Smaeil Mousavi, Sami Kara, and Bernard Kornfeld. Energy Efficiency of Compressed Air Systems, in Proc. 21 st CIRP Conference on Life Cycle Engineering, 2014, pp. 313-318.
3. Бондаренко Г. А., Кирик Г. В. Компресорні станції. Суми, Україна: Сумський державний університет, 2016.
4. Jianjun Xu, and Yupeng Tang The Automatic Control System of Air Compressor for Saving Energy, in Proc. 3 rd International Conference on Computer and Electrical Engineering, 2012, vol. 53, pp. 382-386.
5. Кокошко Р. В., Кріль О. В., Кріль Б. А. Дослідження структури головного регулятора мультикомпресорної установки для одержання стисненого повітря. Національний університет «Львівська політехніка», XX Міжнародна науково-технічна конференція «ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи», 18-19 травня 2021 року, КПП ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна Секція 10.
6. Фурса А. П., Мошноріз М. М. Методи та засоби підвищення рівня безпеки праці при роботі електротехнічного комплексу у технологічному процесі обробки деревини. Матеріали конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2023)». Секція "Електроенергетика та електромеханіка". 22 червня 2023 року, Вінницький національний технічний університет, <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2023/paper/view/17497>.

References

1. Popovych M.P. Increasing the level of energy efficiency of the compressed air supply system. 1st scientific and technical conference of IEE master's students (based on the results of dissertation research of master's students). Coll. of Scientific Works of IEE, Igor Sikorskyi KPI. Kyiv: IEE, 2018. 387 p.
2. Smaeil Mousavi, Sami Kara, and Bernard Kornfeld. Energy Efficiency of Compressed Air Systems, in Proc. 21 st CIRP Conference on Life Cycle Engineering, 2014, pp. 313-318.
3. Bondarenko G. A. and Kyryk G. V. Compressor stations. Sumy, Ukraine: Sumy State University, 2016.
4. Jianjun Xu, and Yupeng Tang. The Automatic Control System of Air Compressor for Saving Energy, in Proc. 3 rd International Conference on Computer and Electrical Engineering, 2012, vol. 53, pp. 382-386.
5. Kokoshko R. V., Kryl O. V., Kryl B. A. Study of the structure of the main regulator of the multicompressor unit for obtaining compressed air. Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine XX International Scientific and Technical Conference "DEVICE BUILDING: Status and Prospects", May 18-19, 2021, KPI named after Igor Sikorskyi, Kyiv, Ukraine Section 10.
6. Fursa A. P., Moshnoriz M. M. Methods and measures of increase the level of labor safety during the work of the electrical complex in the technological process of wood processing. Materials of the conference "Youth in science: research, problems, prospects (MN-2023)". Section "Electric power engineering and electromechanics". June 22, 2023, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2023/paper/view/17497>.