

SMART-МОНІТОРИНГ У ВИРОБНИЦТВІ СТИСНУТОГО ПОВІТРЯ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ

¹Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація

Сьогодні SMART-моніторинг швидко розвивається завдяки поєднанню цифрових технологій, автоматизації та аналітики. Основні елементи включають хмарні платформи, інтернет речей (IoT), великі дані (Big Data) та машинне навчання. Ці технології забезпечують ефективне управління, діагностику та прогнозування в енергетичних системах.

Ключові слова: SMART-моніторинг, інтернет речей, двосторонній обмін даних, персоналізовані рішення, стиснуте повітря, компресор.

Abstract

Today, SMART monitoring is rapidly evolving due to the combination of digital technologies, automation, and analytics. The key elements include cloud platforms, the Internet of Things (IoT), Big Data, and machine learning. These technologies enable efficient management, diagnostics, and forecasting in energy systems.

Key words: SMART monitoring, Internet of Things (IoT), bidirectional data exchange, personalized solutions, compressed air, compressor.

Вступ

SMART -моніторинг — це використання передових технологій для моніторингу, управління та оптимізації різних систем в реальному часі. В контексті енергетичних систем смарт-моніторинг поєднує цифрові інструменти, автоматизацію та аналітику даних для забезпечення більш ефективного, надійного та сталого управління енергетичними ресурсами, такими як виробництво стиснутого повітря. Це інтеграція таких технологій, як Інтернет речей (IoT), хмарні платформи, великі дані та машинне навчання для збору та аналізу великих обсягів даних від сенсорів та пристроїв, розміщених у системі.

Основною метою смарт-моніторингу є забезпечення безперервного нагляду за використанням енергії, в тому числі і стиснутого повітря, що дозволяє виявляти неефективність, потенційні збої та можливості для оптимізації. Збір та аналіз даних в реальному часі дають змогу швидко приймати рішення, знижувати час простою і забезпечувати кращий розподіл ресурсів. [1].

Метою статті є аналіз сучасного SMART-моніторингу в енергетичних системах, зокрема у контексті використання Інтернету речей (IoT), для підвищення ефективності управління енергоспоживанням, автоматизації енергетичних потоків, інтеграції відновлюваних джерел енергії та надання персоналізованих рішень для кінцевих споживачів, а саме для інтеграції виробництва стиснутого повітря у технологічному процесі обробки деревини.

Об'єктом дослідження є технології та платформи SMART-моніторингу.

Предметом дослідження є основні компоненти та функції SMART-моніторингу.

Основна частина

Загальна характеристика сучасного SMART-моніторингу має ряд реалізованих технологій та платформ. Інтернет речей (IoT) у контексті енергетичних систем, зокрема в розумних мережах (Smart Grids), відіграє важливу роль завдяки використанню інтелектуальних датчиків та пристроїв, які забезпечують двосторонній обмін даними в реальному часі. Так датчики стану встановлені на компресорах, трубопроводах, ресиверах та іншому обладнанні можуть моніторити різні параметри енергетичних систем, такі як напруга, струм, температура, частота, тиск, вологість, витрати повітря та рівень енерговитрат, забезпечуючи безперервний потік даних. Це дозволяє оперативно виявляти аномалії, технічні несправності, перевантаження в системі, мінімізувати втрати енергії та здійснювати ефективне управління ресурсами [1]. Розумні лічильники здатні вимірювати споживання енергії в реальному часі, а також передавати дані постачальнику енергії або в систему управління для аналізу та коригування навантажень. Датчики тиску, витрати повітря, температури та вологості через інтелектуальні шлюзи та контролери передають до SMART -моніторингу з MES (системами управління виробництвом) або ERP (системами управління ресурсами підприємства) [2].

Завдяки двосторонньому обміну даними IoT-пристрої не лише збирають дані, а й можуть взаємодіяти з іншими компонентами системи. Наприклад, на основі отриманих даних від розумних лічильників або датчиків, енергосистема може автоматично коригувати енергоспоживання або перенаправляти енергію в мережу, що дозволяє ефективно керувати навантаженнями. В частині виробництва стиснутого повітря, після аналізу даних з датчиків, система може автоматично запускати або зупиняти відповідне компресорне обладнання, відкривати або закривати клапана на ресиверах. У разі зміни умов (наприклад, зниження попиту, аварія в мережі, аварійний витік повітря) системи можуть зворотно подавати сигнали до пристроїв користувачів (наприклад, для коригування роботи електроприладів або споживачів стиснутого повітря).[3] Моніторинг і керування в реальному часі, компанії можуть здійснювати моніторинг в реальному часі, отримуючи дані не тільки про загальний стан мереж, а й про її окремі компоненти, такі як компресори, осушувачі, ресивери тощо. Керування в реальному часі дозволяє швидко реагувати на зміни попиту, оптимізувати розподіл енергії і забезпечити баланс між виробництвом та споживанням.[4]

Автоматизація і оптимізація енергетичних потоків здійснюється за допомогою IoT, можна автоматично налаштовувати роботу енергетичних систем на основі отриманих даних. Наприклад, за допомогою штучного інтелекту (ШІ) і аналітики великих даних зібрані дані можуть бути оброблені для прогнозування потреб, виявлення потенційних проблем і оптимізації енергетичних потоків. IoT дозволяє впроваджувати механізми керування попитом, які дозволяють змінювати споживання енергії в залежності від змін у мережі або ринкових умовах. [5]

SMART-моніторинг має наступні основні функції: Моніторинг стану обладнання та параметрів енергосистеми в реальному часі. Автоматична діагностика несправностей і попередження про потенційні збої. Оптимізація генерації, розподілу та споживання енергії. Інтеграція відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та управління ними.[6]

SMART-моніторинг широко застосовується в різних рівнях енергетики. В Централізованих енергосистемах: Широкомасштабний моніторинг через WAMS та WAMPAC. В Децентралізованих системи (мікромережі): Моніторинг локальних систем, інтеграція ВДЕ та управління попитом. [7] Значно менше має використання на найнижчому рівні - Домашніх користувачах.

Враховуючи, що основною метою застосування SMART-моніторингу, як і в цілому роботи всієї енергетичної галузі, є забезпечення електроенергією кінцевого користувача, доцільно поставити акцент на енергетичну ефективність саме для кінцевого користувача. Так на сьогодні недостатньо рішень для кінцевих споживачів, бракує деталізації для домашніх та комерційних споживачів. Доєднання до

SMART-моніторингу енергетичної системи розумних пристроїв з систем споживання енергії, наприклад системи виробництва стиснутого повітря в технологічному процесі обробки деревини забезпечить оптимальну синхронізацію між виробничими потребами та технічними можливостями системи.

Розробка інтерфейсів для користувачів (мобільні додатки або веб-платформи), які надають персоналізовані рекомендації щодо енергозбереження через узгодження роботи компресорної системи із загальними виробничими процесами. Персоналізовані рішення дозволять кінцевим споживачам знижувати витрати на електроенергію та будуть сприяти підвищенню енергетичної ефективності.

Включити інтеграцію з розумними пристроями, такими як розумні термостати або зарядні станції для електромобілів, для автоматизації процесів оптимізації енергоспоживання. Інтеграція з розумними пристроями спрощує участь користувачів у енергетичних ринках, наприклад, через продажі енергії, отриманої з ВДЕ.

Саме персоналізовані рішення для побутових споживачів і, в більшій мірі, для комерційних, за для зменшення витрат, інтеграція з розумними пристроями (smart home) підвищить залученість споживачів і допоможе популяризувати енергоефективність.

Висновки

Проаналізовано основні технології та платформи SMART-моніторингу електроенергетичних систем, що забезпечують ефективне, гнучке та екологічне управління енергетичними потоками. Незважаючи на значний прогрес, існують виклики, пов'язані з недостатнім рівнем персоналізації рішень для кінцевих споживачів. Зокрема, домашні та комерційні користувачі потребують більш зручних та інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів, а також інтеграції з розумними пристроями для підвищення енергетичної ефективності. Акцент на потребах кінцевих промислових споживачів, розвиток інтегрованих рішень та впровадження сучасних технологій дозволять досягти нового рівня ефективності, надійності та стійкості енергетичних систем у виробництві стиснутого повітря в технологічному процесі обробки деревини, забезпечуючи значні екологічні та економічні переваги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Штучний інтелект в енергетиці: аналіт. доповідь / Суходоля О. М. – К.: НІСД, 2022. – 49 с. – <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.09>
2. "Smart Manufacturing Systems: MES and ERP Integration Approaches": John D. Smith, 2020
3. Г. А. Бондаренко, та Г. В. Кирик, Компресорні станції. Суми, Україна: Сумський державний університет, 2016.
4. "Energy Management Using IoT in Smart Grid Systems» Ravi Sharma, Pawan Singh, International Journal of Smart Grid, 2021.
5. "Optimization Techniques in Smart Grids: A Survey" Автори: Liang Xiao, Jianhua He: IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2014.
6. "Smart Monitoring and Control Systems in Energy Grids" Ahmed Zidan, Haris Fath IEEE Transactions on Smart Grid, 2020.
7. . Кириленко, О., Стогній, Б., Денисюк, С. і Сопель, М. 2024. SMART-МОНІТОРИНГ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ. ТЕХНІЧНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА. 5 (Сер 2024), 048. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2024.05.048>.

Фурса Андрій Полікарпович – інженер з охорони праці ТОВ «BARLINEK», аспірант 2-го року навчання, факультет електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: andriyfursa12@gmail.com.

Мошноріз Микола Миколайович – канд. техн. наук, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Науковий керівник: **Мошноріз Микола Миколайович** – канд. техн. наук, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Andriy Polikarpovych Fursa - occupational safety engineer of "BARLINEK" LLC, 2nd year postgraduate student, Faculty of Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, e-mail: andriyfursa12@gmail.com.

Moshnoriz Mykola Mykolayovich - Cand. tech Sciences, associate professor of the department of electromechanical systems of automation in industry and transport, Vinnytsia National Technical University, e-mail : moshnoriz@vntu.edu.ua.

Scientific supervisor: Moshnoriz Mykola Mykolayovich - Cand. tech Sciences, Associate Professor of the Department of Electromechanical Automation Systems in Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa