

### Список використаних джерел

1. Технології та обладнання для використання поновлюваних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві: посібник за ред. Кравчук В. І., Дубровіна В. О. Серія: Сільськогосподарська техніка – XXI, 2010. – 180 с.
2. Мельникова О. В., Праховник А. А., Даг Арне Хойстад, Іншкеков Є. М. Дешко В. І., Конеченков А.Є. Енергозбереження: Посібник з раціонального використання ресурсів та енергії. – Київ : Видавництво «КВІЦ», 2004. – 104 с.
3. Основи енергозбереження: навчальний посібник. Укладачі: Манжара В. М., Шаман А. В. викладачі Глухівського коледжу СНАУ.
4. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / М. Л. Ковалко, С. П. Денисюк; Відпов. ред. А. К. Шидповський. – Київ: УЕЗ, 1998. – 506 с.
5. Енергозбереження та енергоменеджмент: Навчальний посібник / Бакалін Ю. І. – 3-є вид., перероб. і доп. – Харків : БУРУН і К, 2006. – 320 с. : іл.

**Владислав ПАСЯК**

магістрант

*Наукові керівники:*

*канд.техн.наук, доцент Павло ПОТАПСЬКИЙ*

*асистент Микола ВУСАТИЙ*

*ЗВО «Подільський державний університет»*

*м. Кам'янець-Подільський*

## ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

При виробництві електричної енергії, її транспортуванні на великі відстані і розподілі між об'єктами нині застосовується здебільшого змінний струм. Ця обставина пов'язана з декількома чинниками. Основний з них – це простота трансформації змінної напруги за допомогою трансформаторів відносно простої конструкції і з високим ККД. Інший чинник – це те, що двигуни, які працюють на змінній напрузі досить прості по своїй конструкції, а це означає, надійніші при використанні.

Швидкий розвиток силової напівпровідникової техніки і стрімкий ріст джерел поновлюваної енергії в структурі електропостачання повністю змінили технологію і підхід до високовольтної передачі енергії на постійному струмі. У зв'язку з чим, актуальним стає питання аналізу перспектив застосування постійного струму в різних галузях енергетики.

У рамках аналізу, що проводиться, були розглянуті перспективи застосування постійного струму: в промисловості, в автономних системах електропостачання і у високовольтних мережах.

Основними споживачами електроенергії на виробництві є асинхронні трифазні електродвигуни, що є практично лінійним реактивно-активним навантаженням, причому реактивність носить індуктивний характер. Враховуючи цю обставину в електромережах підприємств є присутніми

пристрої компенсації реактивної потужності (батареї статичних конденсаторів і синхронні компенсатори). Нині безпосереднє підключення трифазних електродвигунів до промислової мережі все ширше заміщається підключенням їх через частотний перетворювач.

Частотний перетворювач будується за двоступінчатою схемою. Перший ступінь є перетворювач змінної напруги в постійне. На другій мірі постійна напруга перетвориться в змінне (зазвичай трифазне) необхідної частоти і амплітуди за допомогою інвертора. Перетворювач промислової трифазної напруги в постійне є навантаженням, нелінійного характеру, причому параметри цих нелінійностей змінюються в часі. При широкому застосуванні частотних перетворювачів для живлення електродвигунів різного устаткування виникають проблеми, пов'язані з сильним спотворенням частотного складу живлячої напруги. Ці спотворення набагато важче піддаються компенсації, чим звичні проблеми підвищення коефіцієнта потужності. Перевантаження генеруючого устаткування і ліній електропередач гармоніками високої кратності не менш небезпечно, чим перевантаження реактивною потужністю, а методи боротьби з такими явищами набагато більш енергозатратні.

Тому перспективним напрямом в електропостачанні асинхронного приводу є перехід на постійну напругу. В цьому випадку відпадає необхідність в інверторному колі і зникає проблема спотворення форми напруги. Це робить систему електропостачання більше за просту. Резервування в мережі постійного струму технічно простіше і дешевше, ніж резервування в мережах змінного струму за рахунок можливості застосування накопичувачів енергії для ліквідації перерв енергопостачання.

Говорячи про мобільні автономні системи, мабуть, варто відмітити велику перспективу використання постійного струму в системах, які містять хімічні акумулятори.

Основні характеристики нинішніх мобільних комплексів постійно змінюються і оновлюються, збільшуючи кількість завдань, що дозволяються ними, таким чином, відбувається злиття функцій за рахунок зменшення числа об'єктів, які складають комплекс. Ці тенденції в розвитку мобільних систем ведуть до необхідності значного збільшення потужності систем автономного електропостачання (САЕП), а також зменшення питомих показників габаритів, росту ККД, збільшення надійності САЕП.

Важливо відмітити, що повне виконання вимог пред'являються, до САЕП мобільних комплексів, що розробляються нині, при збереженні звичайних підходів до їх створення майже не реально.

Найважливішою частиною побудови САЕП є повна організація в загальну групу усіх джерел електроенергії, а також накопичуючих і створюючих вихідну напругу акумуляторів в єдину мережу за допомогою кола постійного струму. Ця конструкція дозволяє найпростіше і ефективно здійснити розподіл енергії між тими, що входять до складу САЕП пристроями, враховуючи, що будь-яке з них у своєму складі напівпровідниковий перетворювач напруги .

В умовах швидкого розвитку промислового виробничого комплексу вимоги до схем електропостачання зводяться до збільшення пропускної спроможності ліній електропередач. Через це, росте навантаження на лінії електропередач, які живлять промислові райони. При постійному збільшенні використання енергії у світі все більша її частина береться з джерел, які знаходяться на дуже великому відстань від місця її споживання. Можна зробити висновок, що усе більш значущою стає проблема транспортування енергії на великі відстані.

Для транспортування енергії на далекі відстані можна розглянути високовольтні лінії електропередачі постійного струму, оскільки вони матимуть меншу вартість чим ЛЕП змінного струму. Пов'язано це з тим, що на ЛЕП постійного струму відсутні компенсатори реактивної потужності, застосовуються легші опори, потрібно меншу кількість дротів, ізоляторів, лінійної арматури. На відстані 500–1200 км вартість ЛЕП постійного струму (разом з перетворюючою підстанцією) близька до вартості ЛЕП змінного струму, але вже на відстані 2000 км вартість ЛЕП постійного струму нижче, ніж вартість ЛЕП змінного струму.

Говорячи про кабельні лінії, то в них перевага постійного струму проявляється на далеких відстанях (близько декількох десятків кілометрів), що пов'язано зі зменшеними втратами електроенергії і меншими вимогами до ізоляції.

Підводячи підсумок цій статті можна зробити деякі висновки.

Нині стає економічно вигіднішою структура внутрішньо цехового електропостачання, що складається з централізованого потужного перетворювача трифазного струму в постійний, внутрішньо цехової електромережі постійного струму і індивідуальних перетворювачів постійного струму в змінний. Індивідуальні перетворювачі набагато простіші і дешевші за повнокомплектні частотні перетворювачі. Централізований випрямляч матиме високий ККД.

При використанні постійного струму в автономній системі електропостачання є можливість жити імпульсні блоки живлення безпосередньо від акумуляторних батарей, минувши такий чутливий прилад як інвертор. В результаті виключається проблема при включенні кожного наступного приладу з імпульсним джерелом живлення. Ця вагома перевага оскільки при розрахунку потужності інвертора доводиться враховувати пускові струми, а це призводить до завищення потужності перетворювача і недовикористання його потужності в процесі експлуатації, що негативно позначається на ККД інвертора.

Високовольтні ЛЕП постійного струму також мають широкі перспективи, особливо в країнах, де існують значні відстані між місцями споживання і виробництва електроенергії (більше 1000 км). До таких країн відносяться, наприклад Бразилія, Індія, Китай, тощо. Кабельні ЛЕП постійного струму вигідно застосовувати для подолання водних перешкод, пов'язано це з тим, що

при однаковій вартості кабелів на постійному струмі можна передавати в три рази велику потужність.

### Список використаних джерел

1. Преобразователи частоты серии 8200 Vector. Руководство по эксплуатации / Lenze. – 92 с.
2. Преобразователь частоты векторный ПЧВХХ. Руководство по эксплуатации / ОВЕН. – 72 с.
3. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод / Schneider Electric, Одесса, 2007. – 39 с.
4. Сенько В.І., Трубіцин К.В., Чибеліс В.І. / Інвертори і перетворювачі частоти : навч. посіб. — Київ : Видавництво Ліра-К, 2020. — 300 с.

**Владислав ПЕТРИЧКА**

здобувач

*Наукові керівники:*

*канд.техн.наук, доцент Олександр КОЗАК*

*канд.техн.наук, професор Людмила МИХАЙЛОВА*

*ЗВО «Подільський державний університет»*

*м. Кам'янець-Подільський*

## КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Сучасні автоматизовані системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) доцільно проектувати й впроваджувати як інтегровані системи обліку енергоресурсів (включаючи газ, тепло тощо). Основним нормативним документом є «Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку».

Структури АСКОЕ призначені для вирішення таких завдань:

- комплексний автоматизований комерційний і технічний облік електроенергії й енергоносіїв на підприємстві, його інфраструктурах за чинними тарифними системами за всіма параметрами енергообліку (для електроенергії – за споживанням енергії та потужності) з метою забезпечення зовнішніх і внутрішніх розрахунків за енергоресурси й забезпечення їх раціональних витрат;
- контроль енергоспоживання за всіма енергоносіями, місцями і структурами обліку в заданих часових інтервалах (3÷10, 30 хвилин, доба, декада, місяць, квартал, рік) щодо заданих лімітів, режимних і технологічних обмежень потужності, витрат, тиску й температури з метою економії енергоресурсів і забезпечення енергопостачання;
- фіксація відхилень контрольованих величин енергообліку та їхня оцінка в абсолютних і відносних одиницях з метою полегшення аналізу енергоспоживання;
- сигналізація відхилень контрольованих величин понад допустимий діапазон значень з метою прийняття оперативних рішень;