

Метою цієї роботи буде об'єднання цих двох методів, а саме створити МПЧ що при відомих плечових напругах буде формувати вихідну трифазну напругу заданої частоти і при цьому споживати синусоїдальний вхідний струм. Таким чином можливе формування одночасно необхідних вихідних напруг і вихідних струмів, що є доцільним для побудови системи живлення асинхронного електроприводу.

Таке керування МПЧ має наступні переваги:

- система є електромагнітно сумісною з мережею живлення, через формування синусоїдального струму.
- використання триплечевого ПЧ дає 2 канали керування (дві незалежні змінні). Чим більше каналів керування зворотними зв'язками тим стійкіша інваріантна система до зовнішніх збурень.
- одночасне формування вихідних напруг і вихідних струмів при керуванні лише вхідними (плечовими) напругами.

В ході дипломної роботи, буде досліджено головні вхідні вектори напруг, обраховано всі силові елементи, створено систему керування.

### Список використаних джерел

1. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.
2. Бахрушин В. Є. Теорія керування : навч. посіб. / В. Є. Бахрушин, Т. Ю. Огаренко. – Запоріжжя : КПУ, 2014. – 224 с.
3. Ryan M. J., Lorenz R. D., R. De Doncker Modeling of multileg sine-wave inverters: a geometric approach : technical journal. USA : IEEE Trans. Ind. Electron., № 6, 1999. pp. 1183–1191.
4. Сучасні перетворювачі частоти в системах електропривода : навч. посібник / М. В. Загірняк, Т. В. Коренькова, А. П. Калінов, А. І. Гладир, В. Г. Ковальчук. – 2-ге вид., переробл. і доповн. – Харків : Видавництво «Точка», 2017. – 206 с.
5. Жуйков В. Я., Миколаєць Д. А. Застосування геометричного підходу для трифазного силового активного фільтру : наук.-тех. журнал. Київ : Технічна електродинаміка, №5, 2018. 35–38 с.

**Дмитро КУШНІРУК**

магістрант

*Наукові керівники:*

*канд.техн.наук, доцент Павло ПОТАПСЬКИЙ*

*канд.техн.наук, доцент Олександр КОЗАК*

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

## АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕПЛИЦЬ

*Системи крапельного поливу.* Крапельний полив за малооб'ємною технологією для овочевих, квіткових і розсадних комплексів, зрошення з поворотним розчином. На сьогоднішній день жоден новий тепличний комбінат не обходиться без системи крапельного поливу. Це основа основ, що дозволяє

подавати під рослини строго дозовану кількість добрив і води в потрібний час в потрібній пропорції. Сучасне крапельне зрошення передбачає установку цілого комплексу інженерних систем і мереж, що забезпечують в автоматичному режимі рослини необхідної підгодівлею. Все технологічне обладнання працює під управлінням однієї комп'ютерної програми, за допомогою якої легко можна проводити контроль процесів поливу в реальному часі, а також переглядати архівні дані і вносити коригування [1].

Система крапельного поливу складається з декількох складових:

- приготування води (фільтрація, нагрівання, стабілізація бікарбонатів);
- приготування розчину (розчинний вузол – мозок і серце системи крапельного поливу);
- магістральний трубопровід і крапельна мережу (роздача живильного розчину рослинам);
- також до системи крапельного поливу можна віднести наступні складові:
  - система повторного використання дренажу (подача використаного розчину назад в полив);
  - приготування маточних розчинів (розчинення сухих добрив у воді).

*Приготування води для поливу і зрошення.* Сучасна технологія передбачає високі вимоги до якості поливальної води. У ній має міститися певна кількість мікро- і макроелементів, а також існують вимоги до рівня *pH* і чистоті води. Додатковим фактором є те, що вода повинна надходити до рослини витриманою температурою. Багатоступінчасті вузли фільтрації поливальної води, що складаються з піщано-гравійних і дискових фільтрів, очищають воду від механічних частинок до 130 мікрон. Також фільтри допомагають позбутися від органічних сполук, часто потрапляють у воду з відкритих водойм. Вузол забезпечений електронікою, яка в міру забруднення фільтра здійснює його автоматичну промивку. Фільтрація води в системах крапельного поливу отримала дуже широке поширення. Вона необхідна при підготовці води до поливу, для запобігання засмічення крапельниць, а також для забезпечення безперебійної та тривалої роботи інженерного обладнання. Крім цього, фільтрація використовується в системах з рециркуляцією дренажного розчину. Як відомо, дренаж перед повторним використанням повинен бути продезінфікований, але будь-яка дезінфікуюча установка, незалежно від типу, вимагає попередньої фільтрації від вмісту в дренажі суспензій [2].

Піщано-гравійні фільтри (будь-якої продуктивності) очищають воду від домішок і суспензій, з якими не можуть впоратися сітчасті або пластинчасті фільтри. Пристрій виконаний на нержавіючій рамі, як незалежний модуль і легко інтегрується, як в існуючі системи, так і в нові проекти. Для зручності використання промивка фільтра здійснюється в автоматичному режимі. Додаткове очищення води забезпечує фільтр тонкого очищення (130 мікрон). Надійні і практичні пластинчасті фільтри забезпечують механічну очистку розчинів від фракцій понад 130 мкм. Фільтруючі елементи легко промиваються і мають практично необмежений термін служби. Пристрій може поставлятися,



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд вузла фільтрації поливального розчину

як з насосом, який виконує функцію подачі води з накопичувальної ємності в розчинний вузол, так і без нього. На рис. 1. показано зовнішній вигляд вузла фільтрації поливального розчину.

*Вузли стабілізації рН (підкислення).* Найпоширеніша проблема на тепличних підприємствах – це високий рівень бікарбонатів у воді. Їх основний негативний ефект полягає в тому що вони нейтралізують містяться в поливальному розчині кислоти і ускладнюють тим самим засвоюваність поживних елементів коренем рослини [3].

Для цього існує спеціально автоматизований пристрій, що дозволяє нейтралізувати бікарбонати на етапі підготовки води до поливу розсади. На рис. 2 показано зовнішній вигляд вузла стабілізації [3].

Практично кожен агроном стикався з проблемою зміни  $pH$  в процесі поливу, з ситуацією, коли розчинний вузол готує розчин відповідно до завдання кислотності, а під крапельницю приходять розчин з рівнем  $pH$  вище заданого на 0,5-1,0. Така проблема виникає через із-за вмісту у воді бікарбонатів. Їх негативний ефект полягає в нейтралізації кислоти під час руху по трубах, від чого й виникає зміна  $pH$  з-під крапельниці.

Однією з вітчизняних розробок є спеціальний пристрій, призначений для попередньої стабілізації  $pH$ . Завдання цього пристрою полягає в зменшенні кількості бікарбонатів за рахунок подачі в воду кислоти. Відмінність від розчинного вузла полягає в тому, що пристрій встановлюється до бака запасу води. Таким чином, в баку

запасу води починаються процеси іонообміну і бікарбонати, нейтралізуючи додану кислоту, зменшуються в кількості. І в той момент, коли вузол починає качати воду з бака, вона вже є придатною для поливу, і зміна  $pH$  в ній відбуватися не буде. Стабілізатор  $pH$  обладнаний контролером, який повністю стежить за процесом. Подвійний контроль  $pH$  знижує ймовірність помилки. Широка функціональність контролера вітчизняної розробки дозволила закласти в



Рисунок 2 – Зовнішній вигляд вузла стабілізації рН

програму можливість управляти фільтрацією з автоматичною промивкою, а також процесом приготування гарячої води за заданим графіком. Це перетворює стабілізатор  $pH$  в повністю закінчений пристрій, який може виконувати весь цикл підготовки води до поливу, і дозволяє інтегруватися як в існуючі системи крапельного поливу, так і в нові.

### Список використаних джерел

1. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник / Барало О. В., Самойленко П. Г., Гранат С. Є., Ковальов В. О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
2. Сучасні теплиці і парники [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mexalib.com/read/486014>.
3. Оснащення тепличних конструкцій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://parnikiteplicy.ua/ustrojstvo/avtomatizaciya.html>.
4. Автоматизація теплиць, квіткових господарств і оранжерей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://poltraf.ua/publications/otrasli\\_promyshlennosti/avtomatizatsiya\\_teplics\\_oranzherей/](http://poltraf.ua/publications/otrasli_promyshlennosti/avtomatizatsiya_teplics_oranzherей/) 60 БР.44.03.04.139.2017.

**Олександр ЛАЙТЕР**

магістрант

*Науковий керівник:*

*канд. фіз-мат. наук, доцент Ірина СЕМЕНИШИНА*

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

## ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ВИТРАТОМІРІВ ДЛЯ ОБЛІКУ ЕНЕРГОНОСІЇВ

Дослідимо три типи ультразвукових витратомірів. Перший витратомір з алгоритмами обробки сигналу методом найменших квадратів на основі консенсусу випадкової вибірки й медіанного відхилення. Ці методи мають більшу точність порівняно з традиційним методом найменших квадратів, зокрема за наявності інтерференційних шумів. Другий витратомір – ультразвуковий. Використовує алгоритм перехресної кореляції, програмовану користувачем вентильну матрицю та вбудований мікропроцесор для підвищення ефективності роботи, який має високу точність, надійність і широкий діапазон застосування. Третій витратомір зі зменшеним діаметром труби для вимірювання малих витрат.

Із розвитком соціальної економіки вимірювання та облік енергоносіїв, таких як вода, газ і нафта, мають велике значення для повсякденного життя людей. На атомних електростанціях точне вимірювання потоку живильної води значно підвищить ефективність атомних електростанцій, що важливо під час транспортування газу та нафти на великі відстані. На багатьох підприємствах у технологічних процесах потрібен контроль та облік витрат рідини з досить