

Л. І. Леві

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна

ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ГІДРАВЛІЧНОГО РЕГУЛЯТОРА РІВНЯ ҐРУНТОВИХ ВОД

Анотація. Проблема керування вологозабезпеченням сільськогосподарських культур у цілому світі є надзвичайно важливою. Перетворення сільськогосподарського виробництва у високорозвинутий сектор економіки неможливе без зменшення його залежності від несприятливих природо- кліматичних умов шляхом ведення зрошувального землеробства у зонах недостатнього та нестійкого зволоження. Зрошувальне землеробство є важливою складовою виробництва продукції рослинництва, стабілізуючим фактором продовольчого та ресурсного забезпечення держави, особливо в роки з несприятливими погодними умовами. В залежності від кліматичних умов, рельєфу, глибини залягання ґрунтових вод застосовують різні види зрошення: краплинне, дощування, полив по смугам і борознам, підґрундове. На територіях з надмірним зволоженням для зменшення вологості ґрунту до необхідного для сільськогосподарських культур рівня застосовують осушувальні системи. На територіях з глибиною залягання ґрунтових вод до 1,5 ... 2 м та рівнинним рельєфом широко застосовують підґрундове зволоження. Прикладами є західна та центральна частини України. Осушені землі в Україні становлять 3.2 млн. га, майже 70% з них мають закритий дренаж, на 1,1 млн. га застосовується двостороннє регулювання водного режиму. На даний час технічний стан внутрішньогосподарських осушувальних систем потребує покращення шляхом модернізації та докорінної реконструкції. Крім того, через незадовільний технічний стан меліоративної мережі в посушливі роки не на всій площі використовуються за призначенням системи двобічної дії. Існує потреба відновлення ефективного функціонування наявних меліоративних систем на осушуваних землях, що не повною мірою забезпечується шляхом використання ручного режиму регулювання вологості ґрунту. Існуючі засоби водорегулювання потребують вдосконалення у напрямку покращення точності регулювання рівнів води, врахування впливу випадкових зовнішніх збурень, забезпечення ресурсозберігаючих режимів зрошення сільськогосподарських рослин в умовах дефіциту водних та енергетичних ресурсів, що створить умови для ефективного ведення землеробства.

Ключові слова: гідравлічний регулятор двосторонньої дії, регулюючий колодязь, електромагнітний клапан, колектор, дренажний стік, мікропроцесорний регулятор.

Вступ

Постановка проблеми. Як відомо, максимальна врожайність сільськогосподарських культур досягається при оптимальній кількості вологи, живлення, тепла, повітря і світла. При цьому необхідний для сільськогосподарських культур водний режим ґрунту створюється відповідним режимом зрошення, який встановлює норми, терміни і кількості поливів в залежності від біологічних особливостей культур, природних і господарських умов. При визначенні витрат води на зрошення враховують водоспоживання, або сумарне випаровування, що залежить від кліматичних умов, кількості теплової енергії, яка надходить на поверхню, вологості ґрунту, виду та врожайності культури.

Комплексне вирішення цих проблем можливе лише за допомогою розробки сучасних технічних засобів автоматизації та методів керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур. Таким чином, розробка методів автоматизованого керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур з врахуванням збурень є актуальним науково-практичним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні осушувально-зволожувальні системи (ОЗС) потребують комплексного підходу до автоматизації, тому існує потреба у забезпеченні автоматичними засобами всього ланцюга водорегулювання від головної водозабірної споруди до споруд на відкритій і закритій мережі. А використання однотипних уніфікованих пристроїв, значно покращить експлуата-

ційні показники, знизить витрати та підвищить ефективність регулювання водно-повітряного режиму ґрунту у цілому.

У роботах [1 – 3] запропоноване використання гідрорегуляторів закритої мережі для регулювання рівня води у відкритих каналах

Всі гідрорегулятори мають засоби налаштування, які дають змогу легко змінювати уставки регульованих рівнів за допомогою зміни положення поплавків, що дає змогу здійснювати оперативне регулювання рівня ґрунтових вод (РГВ), а також задавати регульовані рівні у відкритих каналах. Встановлення гідрорегуляторів у регульовальні колодязі здійснюється за допомогою кронштейнів або розтяжок і не потребує їх переобладнання, а монтаж у коробчасті затвори шлюзів-регуляторів технологічно нескладний і може бути виконаний у експлуатаційній установі [1 – 3].

Слід зазначити, що застосування гідравлічної автоматизації на ОЗС дозволяє підвищити якість будівництва і технічний рівень експлуатації меліоративних систем.

Конструктивно гідрорегулятори мають невелику кількість елементів, що поліпшує їх надійність, а також при їх виготовленні використовується мінімальна кількість металевих деталей. Крім того, всі вони обладнані однаковими уніфікованими запірними органами, що дає можливість зменшити затрати на їх виготовлення та експлуатацію. У міжвегетаційний період або при потребі очистки гідротехнічних споруд гідрорегулятори демонтуються і зберігаються у складських приміщеннях [1 – 3].

Враховуючи, що ОЗС з підґрунтовым зволоженням є дуже інерційними, а перехідний процес у них може тривати декілька діб, вище названі фактори не дозволяють забезпечити потрібну точність та оперативність керування. Крім того, крім опадів, існують і інші метеорологічні збурення, які впливають на вологість ґрунту, наприклад, температура та вологість повітря. Для підвищення точності та оперативності керування необхідно вдосконалити конструкцію існуючих гідрорегуляторів, забезпечивши зміну уставки РГВ не тільки у ручному, а й в автоматичному та дистанційному режимах; розробити структуру автоматизованої системи керування вологозабезпеченістю, де б усі її елементи були з'єднані у єдину інформаційну систему; забезпечити автоматичний розрахунок завдання РГВ, враховуючи різноманітні метеорологічні збурення та їх прогноз; розробити інтерфейс взаємодії оператора із системою керування.

Таким чином, актуальною проблемою є розробка нових методів керування вологозабезпеченістю, які здатні забезпечити необхідну точність та оперативність керування на всіх фазах розвитку сільськогосподарських культур з врахуванням дії змінних збурень з одночасною економією водних та енергетичних ресурсів.

Формулювання мети статті. Метою статті є розробка методів керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур на ОЗС з підґрунтовым зволоженням для підвищення ефективності функціонування цих систем та забезпечення отримання гарантованих врожаїв сільськогосподарських культур з одночасною економією водних та енергетичних ресурсів.

Для досягнення поставленої мети планується вирішити задачу удосконалення структури гідравлічного регулятора вологості кореневого шару ґрунту двосторонньої дії за допомогою мікропроцесорного модуля.

Об'єктом дослідження є процеси автоматизованого керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур на ОЗС з підґрунтовым зволоженням.

Предметом дослідження є методи та системи автоматизованого керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур при підґрунтовому зволоженні з врахуванням діючих збурень.

Основна частина

Як було показано у попередньому розділі, існуючі гідрорегулятори мають ряд недоліків, тому нами запропоновано удосконалену конструкцію гідравлічного регулятора двосторонньої дії, наведено на рис. 1, де:

- 1 – регулюючий колодязь;
- 2 – колектор;
- 3 – запірний орган;
- 4 – давач рівня води;
- 5 – труба;
- 6, 7 – електромагнітні клапани;
- 8 – фільтр;
- 9, 10 – еластичні клиновидні камери;

- 11, 12 – електромагнітні клапани;
- 13, 14 – ежектори;
- 15, 16 – електромагнітні клапани;
- 17 – електромагнітний клапан для зв'язку з атмосферою;
- 18 – мікропроцесорний регулятор;
- 19 – давач кількості опадів;
- 20 – давач температури повітря;
- 21 – давач вологості повітря;
- 22 – давач швидкості вітру.

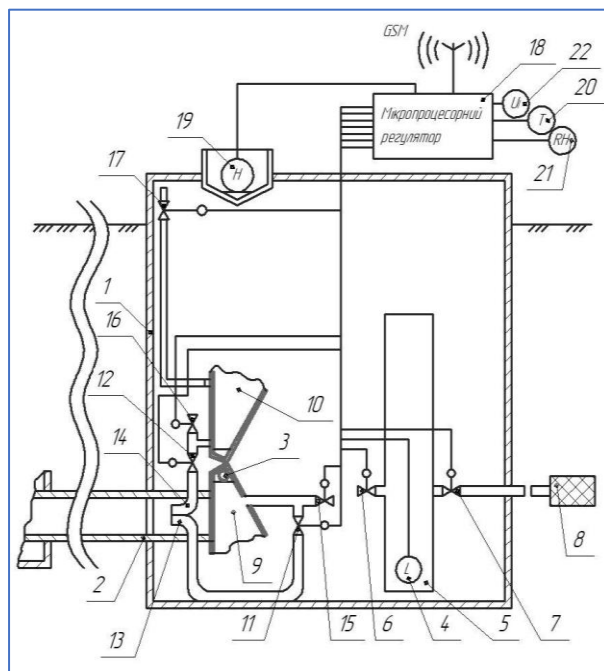


Рис. 1. Удосконалена конструкція гідравлічного регулятора двосторонньої дії

В залежності від виду вирощуваних на керованому меліоративному модулі сільськогосподарських культур, схеми зволоження, часу вегетації та погодних умов гідравлічний регулятор може працювати в різних режимах [4 – 6].

Регулювання рівня ґрунтових вод (РГВ) на модулі може здійснюватися або шляхом затримки дренажного стоку в початкові періоди вегетації чи в післядощові періоди, або шляхом подачі води на зволоження з каналу через колектор 2.

Мікропроцесорний регулятор 18 підтримує заданий РГВ шляхом керування станом запірного органу 3.

В режимі затримки дренажного стоку мікропроцесорний регулятор відкриває електромагнітний клапан (ЕК) ЕК7 і закриває ЕК6. Якщо рівень в трубі 5 за показами датчика 4 нижчий заданого, то мікропроцесорний регулятор закриває ЕК11 та ЕК12 і відкриває ЕК15. ЕК16 і ЕК17. При цьому вода з колодязя через ЕК15 і ЕК16 надходить в камери 9 і 10, внаслідок чого запірний орган перекриває отвір колектора і проходить затримка дренажного стоку. Якщо рівень в трубі 5 вищий заданого, то мікропроцесорний регулятор закриває ЕК15 і ЕК16 та відкриває ЕК11, ЕК12, ЕК17. Вода через ЕК11 і ЕК12 починає зливатись з камер 9 і 10. При витіканні води

з камери 10 виникає різниця зовнішнього тиску води в колодязі та внутрішнього в камері 10, що створює зусилля, яке починає відкривати запірний орган. При проходженні води з колодязя через колектор 2 в трубах 13 і 14 виникає ефект ежекції, що прискорює злив води з камер 9 і 10, зменшуючи інерційність відкриття запірного органу.

Через заданий час, який визначається об'ємом камери 10, мікропроцесорний регулятор закриває ЕК17 і в обох камерах за рахунок ежекції підтримується розрідження, що забезпечує надійне відкриття запірного органу в цьому режимі.

При роботі регулятора в режимі водоподачі від каналу мікропроцесорний регулятор закриває ЕК7, відкриває ЕК6, забезпечуючи регулювання рівня в колодязі за показами датчика рівня 4.

В процесі регулювання рівня, якщо його значення нижче заданого, то мікропроцесорний регулятор відкриває ЕК15, ЕК16, ЕК17 та закриває ЕК11 і

ЕК12. При цьому запірний орган відкритий. Якщо рівень в колодязі вище заданого, то мікропроцесорний регулятор відкриває ЕК11, ЕК17 та закриває ЕК12, ЕК15, ЕК16, закриваючи тим самим запірний орган.

Висновки

Удосконалено структуру гідравлічного регулятора вологості кореневого шару ґрунту двосторонньої дії. Для цього до складу гідравлічного регулятора введено:

додаткові електромагнітні клапани;
давачі рівня води, кількості опадів, температури та відносної вологості повітря, швидкості вітру;
мікропроцесорний блок керування, обладнаний безпроводним інтерфейсом зв'язку.

Це дозволило підвищити швидкість роботи та опрацювання інформації, точність керування вологістю кореневого шару ґрунту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Матус С.К. Удосконалення водорегулювання на автоматизованих осушувально-зволожувальних системах з урахуванням рельєфної диференціації території: дис. канд. техн. наук: 06.01.02 / С.К. Матус – Рівне, 2013. – 208 с.
2. Наумчук О.М. Удосконалення процесів водорегулювання на осушувально-зволожувальних системах засобами гідравлічної автоматизації: дис. канд. техн. наук: 06.01.02 / О.М. Наумчук – Рівне, 2007. – 218 с.
3. Пастушенко В.Й. Автоматизована система керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур при крапельному зволоженні / В.Й. Пастушенко, А.М. Стеценко // Автоматизовані системи управління та прилади автоматики. – Харків, ХНУРЕ, 2009. – Випуск 147. – С. 46 – 52.
4. Пастушенко В.Й. Автоматизовані системи керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур при підґрунтового та крапельного зрошенні та їх технічна реалізація // В.Й. Пастушенко, А.М. Стеценко // XVI Міжнародна конференція з автоматичного управління «Автоматика-2009». Тези доповідей. – Чернівці, 22 – 25 вересня 2009. – С. 202 – 204.
5. Пастушенко В.Й. Програмне та технічне забезпечення автоматизованої системи керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур на меліоративних системах двосторонньої дії. / В.Й. Пастушенко, А.М. Стеценко // XVII Міжнародна конференція з автоматичного управління «Автоматика-2010». Тези доповідей. Том 1. – Харків, 27 – 29 вересня 2010. – С. 264 – 267.
6. Пастушенко В.Й. Автоматизація процесу керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур при підґрунтового зволоженні на меліоративних системах двосторонньої дії / В.Й. Пастушенко, А.М. Стеценко // XVIII Міжнародна конференція з автоматичного управління «Автоматика-2011». Матеріали конференції. – 28 – 30 вересня 2011 року, Львів. – С. 107 – 108.

Received (Надійшла) 10.07.2022

Accepted for publication (Прийнята до друку) 31.08.2022

Technical implementation of the hydraulic regulator groundwater level

L. Lievi

Abstract. The problem of moisture management of crops around the world is extremely important. The transformation of agricultural production into a highly developed sector of the economy is impossible without reducing its dependence on adverse climatic conditions by conducting irrigated agriculture in areas of insufficient and unstable moisture. Irrigated agriculture is an important component of crop production, a stabilizing factor in food and resource security of the state, especially in years with adverse weather conditions. Depending on climatic conditions, relief, depth of groundwater, different types of irrigation are used: drip irrigation, sprinkling, irrigation in strips and furrows, subsoil. In areas with excessive moisture, drainage systems are used to reduce soil moisture to the level required for crops. In areas with a depth of groundwater up to 1.5 ... 2 m and flat terrain, groundwater moisture is widely used. Examples are the western and central parts of Ukraine. Drained lands in Ukraine make up 3.2 million hectares, almost 70% of them have closed drainage, and 1.1 million hectares have bilateral water regulation. At present, the technical condition of in-house drainage systems needs to be improved through modernization and radical reconstruction. In addition, due to the unsatisfactory technical condition of the reclamation network in dry years, not the entire area is used for the purpose of the bilateral system. There is a need to restore the effective functioning of existing reclamation systems on drained lands, which is not fully provided by using a manual mode of soil moisture regulation. Existing water regulation tools need to be improved in order to improve the accuracy of water level regulation, take into account the impact of accidental external disturbances, provide resource-saving irrigation regimes for agricultural plants in conditions of shortage of water and energy resources, which will create conditions for efficient agriculture.

Keywords: hydraulic double-acting regulator, regulating well, solenoid valve, collector, drainage drain, microprocessor regulator.