

ГІДРАВЛІКА ТА ГІДРОТЕХНІКА

УДК 626.83:532

Ніколайчук О. М., асистент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ЧАС ВІДКРИТТЯ ДАВАЧА ПРИСКОРЮВАЧА ГІДРОАВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЯТОРА РІВНЯ З ПОДОВЖЕНИМ ГІДРАВЛІЧНИМ ЗВ'ЯЗКОМ

Визначено час відкриття давача прискорювача залежно від довжини гідравлічного зв'язку. Отримано рівняння регресії для визначення часу відкриття давача прискорювача.

Ключові слова: регулятор, давач рівня, давач прискорювач, гідравлічний зв'язок.

Під час експлуатації осушувально-зволожувальних систем досить часто на меліорованому полі рівні ґрунтових вод понижуються нижче норми осушення або підвищуються вище норми осушення. Це пояснюється тим, що не завжди можна оперативнo керувати осушувально-зволожувальною системою в ручному режимі. Тому актуальною є проблема розробки гідроавтоматичних регуляторів рівня ґрунтових вод. Такі регулятори мають наступні переваги: не потребують додаткових джерел електроенергії, дають можливість автоматизувати віддалені осушувально-зволожувальні системи, зменшують непродуктивні скиди води. Крім того, гідроавтоматичні регулятори повинні бути простими в конструктивному відношенні, і надійними в експлуатації. Розробці гідроавтоматичних регуляторів присвячено ряд праць. Це праці П.І. Коваленка, О.І. Тишенка, С.І. Нагалюка, В.Й. Пастушенка, Б.О. Баховця, О.М. Наумчука. [1-5]. Перелічені автори зробили значний внесок в розробку гідроавтоматичних регуляторів, а також заклали підґрунтя для створення більш досконалих гідроавтоматичних регуляторів рівня ґрунтових вод. Такі автоматичні регулятори РГВ регулюють скид дренажного стоку в межах норми осушення, але не враховують її оптимізацію у вегетативний період [6]. Тому існує потреба у створенні регулятора у якого відсутні перелічені недоліки. Розробка такого регулятора з подовженим гідравлічним зв'язком виконана А.В. Яциком, А.Ф. Рубаном, М.М. Хлапуком [6]. Успішне запровадження регулятора з подовженим гідравлічним потребує наявності математичної моделі для розрахунку.

Математична модель гідравлічних процесів руху води в колодязях модульної автоматизованої ОЗС розроблена в працях [7-10]. Пропускнун здатність гідроавтоматичного регулятора рівня досліджено в роботі [11]. Дослідження умов рівноваги поплавка затвора проведено в роботах [12, 13]. Реалізація розробленої математичної моделі гідравлічних процесів руху води в колодязях модульної автоматизованої ОЗС, також потребує наявності часу відкриття давача прискорювача.

Мета даної роботи – експериментально визначити час відкриття давача прискорювача залежно від довжини гідравлічного зв'язку. Час відкриття давача прискорювача t_3 – це проміжок часу від моменту спрацювання давача рівня, до моменту спрацювання давача прискорювача при відкритті регулятора.

Поставлені наступні задачі досліджень. Розробити експериментальну установку для дослідження часу відкриття давача прискорювача гідроавтоматичного регулятора рівня з подовженим гідравлічним зв'язком, виконати математичне планування експериментальних досліджень, провести експериментальні дослідження часу відкриття давача прискорювача, виконати статистичну обробку експериментальних даних.

Схема експериментальної установки приведена на рис. 1. До її складу входять наступні основні елементи: напірний бак, скляний лотік та зливна траншея. До установки вода подається по трубопроводу з напірного бака насосної станції з постійним напором по замкнутому циклу. Максимальна величина витрати води становить 500 л/с при напорі 3,5 м.

Регулювання витрати води до експериментальної установки виконується за допомогою засувок грубого та точного регулювання. Величину витрати визначено мірним трикутним водозливом, який розміщений в напірному баку. Напір на трикутному мірному водозливі контролювали за допомогою п'єзометра. Для гасіння енергії потоку в напірному баку та на вході в скляний лоток влаштовано дерев'яні решітки.

Скляний лотік призначений для розміщення в ньому гідравлічних моделей, в даному випадку гідроавтоматичного регулятора рівня води з подовженим гідравлічним зв'язком. Бічні стінки, що виготовлені зі скла, дають можливість спостерігати за гідравлічними процесами, що відбуваються при моделюванні гідравлічних явищ. Лоток розділено стінкою на верхній та нижній б'єфи. Його загальна довжина становить 40 м. Поперечний переріз лотка має прямокутну форму шириною 1 м і висотою 1,7 м у верхньому та 1 м у нижньому б'єфах. Для регулювання рівня води у нижньому б'єфі в кінці лотка влаштовано клапанний

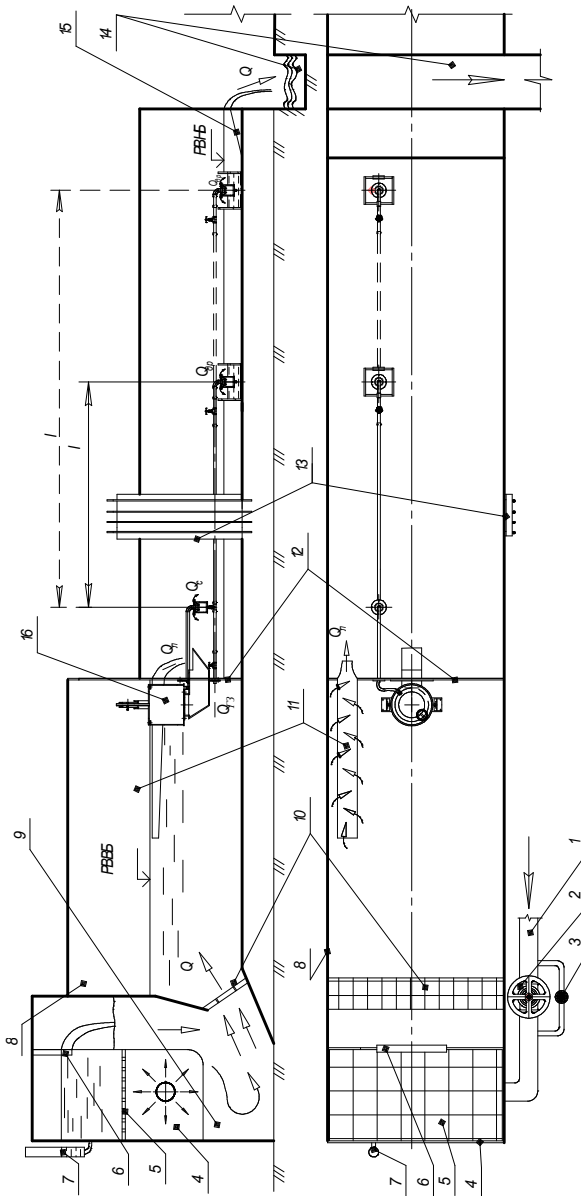


Рис. 1. Схема експериментальної установки: 1 – трубопровід для подачі води з напірною баку насосної станції; 2 – засувка для грубого регулювання витрати води; 3 – засувка для точного регулювання витрати води; 4 – напірний бак; 5 – решітка для гасіння енергії потоку; 6 – мірний трикутний водозлив; 7 – п'єзометр мірного трикутного водозливу; 8 – скляний лотік; 9 – камера для гасіння енергії потоку; 10 – решітка для гасіння енергії потоку; 11 – полігоннальний водозлив для підтримання заданого рівня води у верхньому б'єфі; 12 – перегороджувальна стінка скляного лотка; 13 – п'єзометричний щит; 14 – зливна траншея; 15 – клапанний загвор для регулювання рівня води у нижньому б'єфі; 16 – гідроавтоматичний регулятор рівня з подовженим гідравлічним зв'язком

затвор. Контроль рівня води в лотку та тиску в гідравлічному зв'язку гідроавтоматичного регулятора рівня з подовженим гідравлічним зв'язком, виконано за допомогою п'єзометричного щита. Відвід води з експериментальної установки і повернення її в приймальну ємність насосної станції здійснює зливна траншея.

Для проведення експериментальних досліджень виконано математичне планування експерименту. Експериментальні дослідження проводили згідно матриці плану експерименту (в статті матрицю плану експерименту не наведено). Для виключення систематичних похибок досліді проводили у випадковій послідовності. Порядок проведення дослідів вибраний по таблиці випадкових чисел. Для зменшення впливу випадкових похибок на результати досліджень, виконано трьохкратне повторення дослідів.

Основним фактором, що впливає на час відкриття давача прискорювача t_3 , є довжина гідрозв'язку L_{23} , яка обумовлена розмірами лабораторії і становила 20, 30, 40, 50 м. План експерименту та результати статистичної обробки даних наведено в таблиця.

Таблиця

Експериментальні дані та результати статистичної обробки при визначенні часу відкриття давача прискорювача

Довжина гідравлічного зв'язку L_{23} , м	Час відкриття давача прискорювача $t_{3,ij}$, с			$t_{3, i}$, с	s_i^2 , с
	$t_{3, i1}$	$t_{3, i2}$	$t_{3, i3}$		
20	10	8	10	9,3	1,33
30	11	10	12	11,0	1,00
40	13	14	13	13,3	0,33
50	17	15	16	16,0	1,00

Примітка: кількість повторних дослідів $m=3$; кількість проведених дослідів $N=12$; рівень значимості $p=0,05$; дисперсія відтворюваності експерименту $s_B^2=0,917$ с; кількість степенів вільності дисперсії відтворюваності $f=8$; дисперсія адекватності $s_A^2=0,919$ с; кількість степенів вільності дисперсії адекватності $f=8$; розрахункове значення критерію Фішера $F=1,02$; табличне значення критерію Фішера $F=3,5$; квантиль розподілу Стьюдента $t=2,31$; двосторонній інтервал довіри $\Delta t_3 = \pm 1,3$ с.

Дослідні точки апроксимовані кривою та підібрано її рівняння регресії, яке виражено поліномом другого степеня,

$$t_3 = 0,0025L_{23}^2 + 0,048L_{23} + 7,3500. \quad (1)$$

Розсіювання дослідних значень t_3 відносно значень отриманих по рівнянню (1), характеризує дисперсія адекватності $s_A^2 = 0,919$ с.

Величина двостороннього інтервалу довіри, характеризує межі, в яких знаходиться дійсне значення часу відкриття давача прискорювача, для кожної довжини гідрозв'язку L_{23} , при рівні значимості $p=0,05$,

$$\Delta t_3 = \pm 1,3 \text{ с.} \quad (2)$$

Значення часу відкриття давача прискорювача рекомендовано визначати за залежністю

$$t_3 = 0,0025L_{23}^2 + 0,048L_{23} + 7,3500 \pm \Delta t_3. \quad (3)$$

На графіку (рис. 2) нанесено отримані експериментальні значення часу відкриття давача прискорювача t_3 , залежно від довжини гідравлічного зв'язку L_{23} .

На рис. 2 видно, що збільшення довжини гідравлічного зв'язку L_{23} веде до збільшення часу відкриття давача прискорювача t_3 . Це можна пояснити тим, що при збільшенні довжини гідравлічного зв'язку L_{23} , збільшуються втрати напору по довжині, внаслідок чого зменшується витрати води, що тече через гідравлічний зв'язок. Витрата води, що

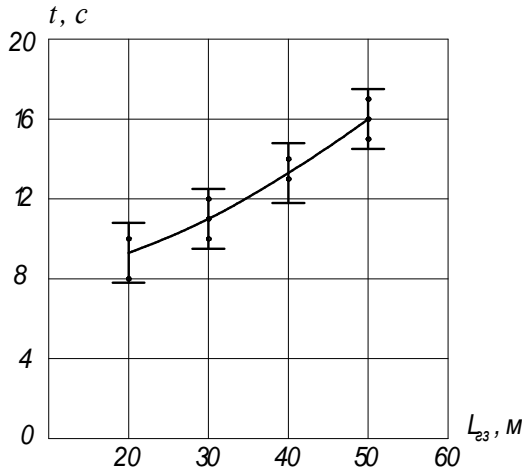


Рис. 2. Графік залежності часу відкриття давача прискорювача t_3 від довжини гідравлічного зв'язку L_{23}

витікає із давача прискорювача, також зменшується, і для того, щоб поплавок давача прискорювача понизився і відкрив випускний патрубк, необхідний більший проміжок часу.

Реалізація розробленої математичної моделі гідравлічних процесів руху води в колодязях модульної автоматизованої ОЗС, також потребує наявності часу закриття давача прискорювача, який буде визначено в подальших дослідженнях.

1. Коваленко П. І. Модульний принцип автоматизації осушувально-зволожувальних систем при їх реконструкції / П. І. Коваленко, О. І. Тищенко, С. І. Нагалюк // Водне господарство України. – 2007. – № 2. – С. 44-48.
2. Тыщенко А. И. Гидравлическая автоматизация осушительно-увлажнительных систем / А. И. Тыщенко, А. Ф. Рубан // Гидротехника и мелиорация. – 1987. – № 7. – С. 52-56.
3. Тищенко О. І. Удосконалення осушувальних систем та поліпшення стану меліорованих земель / О. І. Тищенко, М. В. Яцик // Водне господарство України. – 2005. – № 1-2. – С. 21-26.
4. Наумчук О. М. Моделювання роботи гідрорегуляторів на проточній регулюючій мережі осушувально-зволожувальних систем / О. М. Наумчук // Вісник НУВГП. – Рівне, 2005. – Вип. 2(30). – С. 49-55.
5. Пастушенко В. Й. Серія гідравлічних регуляторів для регулюючої мережі осушувально-зволожувальних систем / В. Й. Пастушенко, О. М. Наумчук // Вісник УДАВГ. – Рівне, 1998. – Вип. 1, Част. 2. – С. 66-69.
6. Яцьк А. В. Экологически надежная осушительно-увлажнительная система / А. В. Яцьк, А. Ф. Рубан, Н. Н. Хлапук // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – № 5. – С. 33-35.
7. Хлапук М. М. Моделювання гідравлічних процесів у гідроавтоматизованій модульній осушувально-зволожувальній системі / М. М. Хлапук, О. М. Ніколайчук // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво: зб. наук. праць. – Рівне, 2005. – Вип. 30. – С. 142-152.
8. Ніколайчук О. М. Математична модель динамічних процесів руху води в блоці модульної автоматизованої осушувально-зволожувальної системи / О. М. Ніколайчук // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування: зб. наук. праць. – Рівне, 2007. – Вип. 2 (38). – С. 178-185.
9. Ніколайчук О. М. Математична модель динаміки зміни рівнів води в колодязях осушувально-зволожувальної системи при регулюванні норми осушення / О. М. Ніколайчук // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування: зб. наук. праць. – Рівне, 2007. – Вип. 3 (39), Ч 2. – С. 109-117.
10. Хлапук М. М. Математична модель роботи модуля автоматизованої осушувально-зволожувальної системи / М. М. Хлапук, О. М. Ніколайчук, О. І. Тищенко, С. І. Нагалюк // Меліорація і водне господарство: міжвідомчий тематич. наук. зб. – К., 2007. – Вип. 95. – С. 235–245.
11. Ніколайчук О. М. Дослідження пропускної здатності гідроавтоматичного регулятора рівня / О. М. Ніколайчук // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування: зб. наук. праць. – Рівне, 2007. – Вип. 4(40), Ч. 2. – С. 101-109.
12. Хлапук М. М. Дослідження

рівноваги сил що діють на поплавок затвора гідроавтоматичного регулятора рівня АРУ-200Ц / М. М. Хлапук, О. М. Ніколайчук, О. В. Безусяк // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування: зб. наук. праць. – Рівне, 2008. – Вип. 2(42). – С. 202-210. **13.** Ніколайчук О. М. Дослідження рівноваги сил, що діють на відкритий поплавок затвора гідроавтоматичного регулятора рівня АРУ-200Ц / О. М. Ніколайчук // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування: зб. наук. праць. – Рівне, 2009. – Вип. 3(47), ч. 1. – С. 407-413.

Рецензент: д.т.н., професор Хлапук М. М. (НУВГП)