

Задорожна А. А.

Павлюк О. І.

Ратушняк Г. С.

Коц І. В.

**Вінницький
національний
технічний
університет**

УДК 631.347

**ГІДРОПРИВІДНИЙ КЕРУЮЧИЙ
ПРИСТРІЙ ІМПУЛЬСНОГО
ЗРОШУВАЛЬНОГО АПАРАТУ**

Рассмотрена работа и приведены расчеты гидроприводного управляющего устройства оросительного аппарата для автоматического управления исполнительным органом импульсного механизма.

Work is considered and the calculations of control device of irrigatory vehicle with hydraulic drive for automatic control of impulsive mechanism an executive branch.

Одним з напрямків прискорення науково-технічного прогресу в зрошуванні є впровадження у виробництво високопродуктивних енерго- та ресурсозберігаючих дощувальних машин з високими техніко-економічними показниками. Створення таких машин потребує розробки принципово нових дощувальних апаратів, що дозволяють раціонально використовувати водоземельні ресурси, механізувати та автоматизувати водорозподілення. Повною мірою цьому відповідають імпульсні дощувальні апарати. З їхньою допомогою виконуються поливи малими нормами з невеликою інтенсивністю дощу, що дозволяє використовувати імпульсні дощувальні системи для зрошування схилів з ґрунтами низької водопроникності та виключають ерозію. З'являється можливість регулювання мікроклімату приземного шару повітря при незначній енергоємності та металоємності [1, 2].

Перспективним напрямком удосконалювання імпульсних дощувальних апаратів – використання гідроприводу для автоматичного управління виконавчим органом імпульсного механізму викиду заданого об'єму води. Імпульсні дощувальні апарати з гідроприводним пристроєм агрегатуються з гідрофікованим самохідним шасі.

На рисунку показано гідропривідний керуючий пристрій для імпульсного зрошувального апарату [3], що забезпечує в широкому діапазоні регулювання робочого режиму зрошування.

Імпульсний зрошувальний апарат з гідропривідним керуючим пристроєм включає направляючий циліндр, всередині якого розташований запірний орган – двохступінчастий трубчатий клапан 23, що змонтований в корпусі 27 апарату, який

притискається пружиною 24 поршневий механізм імпульсного викиду водних струменів, імпульсний ступінчатий клапан та гідроакумулятор.

Гідропривідний керуючий пристрій імпульсного зрошувального апарату працює так. При включенні приводного гідронасосу 18 робоча рідина під тиском поступає з напірної магістралі через зворотний клапан 12 в гідроакумулятор 6 і здійснює його зарядку. Через регульовальний дросель 13 робоча рідина надходить у підторцеву порожнину 11 імпульсного ступінчастого клапану 10 та в управляючу порожнину 26, в якій знаходяться плунжери 25, що підтискаються робочим тиском до торця великої ступені двохступінчастого трубчатого клапана 23. Робоча рідина поступає під тиском також в штокову порожнину 5, переміщуючи при цьому поршень 3 в крайнє ліве положення. Одночасно, при переміщенні поршня 3 вліво з низьконапірної провідної зрошувальної мережі 1 через зворотний клапан 28 подається порція води, що заповнює штокову порожнину 2.

При досягненні поршнем 3 крайнього лівого положення та по закінченню зарядки гідроакумулятора 6 тиск робочої рідини збільшується до величини, на яку налаштований імпульсний ступінчатий клапан 10 зусиллям притиснення його пружиною 7. Це зусилля вибирається, виходячи з величини максимального необхідного тиску робочої рідини в гідросистемі та площі поперечного перерізу першої ступені імпульсного ступінчастого клапана 10, яка притиснена герметизуючою фаскою до установочного сидла. Робоча рідина, яка надходить в замкнену порожнину, що утворена між першою та другою ступенями, починає взаємодіяти на збільшену площу другої ступені. Так як, зусилля від тиску робочої рідини набагато перевищує зусилля

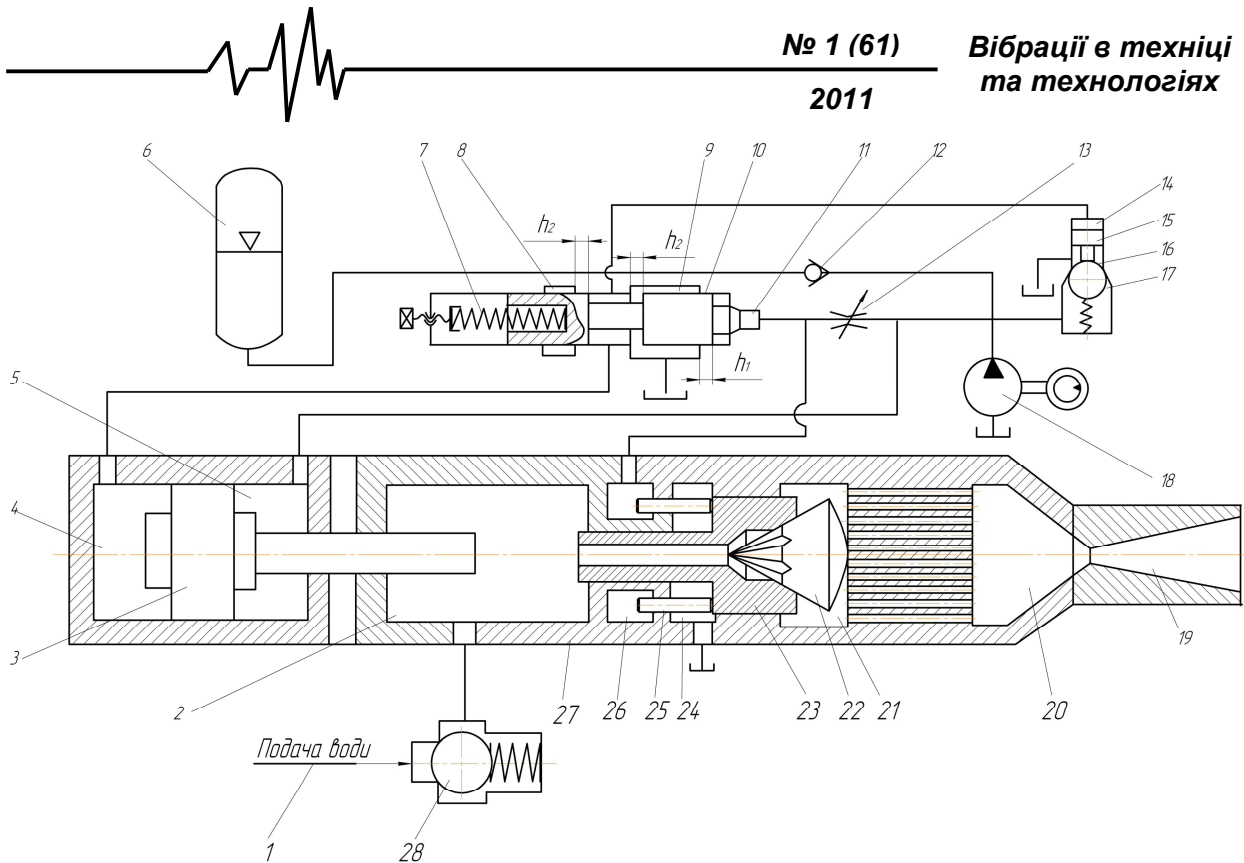
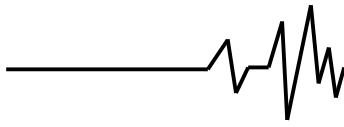


Рис. 1. Гідропривідний керуючий пристрій імпульсного дощувального апарату

пружины 7, то імпульсний ступінчастий клапан 10 різко переміщується вліво, проходить перекриття h_1 та здійснює при цьому відкриття зв'язку зливної кільцевої розточки 9 із підторцевою порожниною 11. Тиск робочої рідини у всіх порожнинах та гідролініях, що взаємопов'язані з нею, починає падати до зливного. Одночасно імпульсний ступінчастий клапан 10, переміщуючись та пройшовши перекриття h_2 , закриває зв'язок поршневої порожнини 4 зі зливною кільцевою розточкою 9 та відкриває зв'язок її з кільцевою розточкою 8, постійно зв'язаною з гідроаккумулятором 6. Робоча рідина з гідроаккумулятора 6 надходить по каналу в поршневу порожнину 4 та починає переміщувати поршень 3. В цей же час робоча рідина, що надійшла від гідроаккумулятора 6 по допоміжному каналу в порожнину 14, діючи на поршень 15 блокуючого пристрою, його штоком відтискає порожнину 17 від сідла, створюючи зазор. Цей зазор з'єднує найкоротшим шляхом напірну магістраль та всі сполучені з нею гідролінії та порожнини з порожниною 16, постійно зв'язаною зі зливом. По мірі переміщення поршня 3 імпульсного механізму викиду робоча рідина із штокової порожнини 5 видаляється на злив, а шток, який входить в робочу порожнину, переміщується, стискаючи воду, що там знаходиться. Так як в керуючих порожнинах 16 тиск робочої рідини скинуто до зливного, то плунжери 25 вже не притискають двохступінчастий трубчатий клапан 23 до

конічного сідла 22. При цьому зростаючий тиск води в робочій порожнині, діючи на площу поперечного перерізу клапану, що визначається різницею площ між площею меншої ступені його та діаметром кільцевої проточки на конічному сідлі, переміщує його вліво. В утворений зазор спрямовується під високим напором вода, яка знаходиться в робочій порожнині 2, та виштовхується звідти штоком поршня 3, що переміщується і на який в даний час діє тиск робочої рідини, яка викидається з гідроаккумулятора 6. Вода, що попала в порожнину 21 по випрямному каналі, попадає в направляючу порожнину 20, а далі через змінне сопло 19 викидається на зрошувальну поверхню. Тиск в гідросистемі падає до величини зливного, при якому закривається імпульсний ступінчастий клапан 10. При його переміщенні в сторону закриття здійснюється відсічення поршневої порожнини 4 від гідроаккумулятора 6 та з'єднання її зі зливною кільцевою розточкою 9. Блокувальний пристрій також закривається, і кулька 17 відсікає напірну магістраль 1 та інші гідролінії та порожнини від порожнини 16, яка постійно зв'язана зі зливом. Після того, як імпульсний ступінчастий клапан 10 сяде на установочне сідло, зростаючий тиск робочої рідини, що надходить в керуючу порожнину 26, діючи на плунжери 25 буде притискати трубчатий клапан 23 до конічного сідла, в викид води з робочої порожнини припиниться.



Далі весь цикл повторюється в автоматичному режимі. Змінюючи величину налаштування тиску спрацювання імпульсного ступінчастого клапану 10, регулюючи переріз дроселя 19 та продуктивність привідного гідронасосу 18, можна в широких межах варіювати тривалість імпульсного викиду струменя води, частоту проходження імпульсів, дальність, інтенсивність та потрібний об'єм викиду.

Розглянемо деякі особливості розрахунку гідроприводу імпульсного дощувального апарату. Для складання диференціального рівняння розгону об'єму води, що викидається, масу води, що викидається за один імпульс, будемо вважати зосередженою, тобто $m_g = \rho F x$, де ρ – густина води; F – площа поперечного перерізу штока поршня 3, що входить в робочу порожнину з водою 2; x – величина переміщення штока поршня 3. Припустимо також, що гідроаккумулятор 6 розряджається по лінійному закону, тобто $P_0 = cx$, де $P_0 = p_0 F$ – сила початкової дії на масу води, що викидається; p_0 – тиск в гідроаккумуляторі 6 до початку розрядки; c – коефіцієнт, що враховує розрядку гідроаккумулятора 6. Нехай гідравлічні опори в гідросистемі пропорційні квадрату швидкості переміщення штока поршня 3, тобто $R_r = \mu v^2$, де μ – коефіцієнт опору; v – швидкість переміщення штока поршня. Масою поршня зі штоком 3 знехтуємо.

З врахуванням прийнятих припущень диференціальне рівняння розгону об'єму води, що викидається, можна представити як

$$\rho F x \frac{d^2 x}{dt^2} = P_0 - cx - \mu \left(\frac{dx}{dt} \right)^2. \quad (1)$$

Це рівняння перетворюємо до виду

$$\rho F x \frac{d^2 x}{dt^2} + \mu \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + cx - P_0 = 0. \quad (2)$$

$$\rho F x \left(\frac{d^2 x}{dt^2} \right) + \mu \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + cx - P = 0,$$

замінімо в ньому $z = \frac{dx}{dt}$, $\frac{d^2 x}{dt^2} = z \frac{dz}{dx}$ і запишемо

$$\rho F x z \frac{dz}{dx} + \mu z^2 + cx - P = 0. \quad (3)$$

Це рівняння є окремим випадком рівняння Абеля [1]:

$$\frac{dx}{dt} = (\rho F x)^{-\mu/\rho F} \sqrt{2 \int f(x) dx + C_1}, \quad (4)$$

звідки

$$t = \int dx / (\rho F x)^{-\mu/\rho F} \sqrt{2 \int f(x) dx + C_1}, \quad (5)$$

де

$$f(x) dx = - \int (cx - P_0) \cdot (\rho F x)^{2\mu/\rho F - 1} dx.$$

Підстановкою значень вихідних величин в рівняння (4) і (5) визначається швидкість та тривалість викидання води. Відповідним підбором швидкості та тривалості викиду води забезпечується оптимальна дальність польоту струменя, розміри крапель та інтенсивність зрошування поверхні.

Висновки

1. Запроновано конструктивне виконання гідропривідного керуючого пристрою для імпульсного зрошувального апарату, який надає можливість в широкому діапазоні регулювати параметри зрошування, з метою забезпечення максимальної ефективності його застосування. Подібне устаткування може використовуватися автономно на самохідних гідрофікованих шасі.

2. В результаті теоретичного аналізу робочого процесу досліджуваного гідропривідного керуючого пристрою для імпульсного зрошувального апарату виведені запропоновані функціональні залежності, що зв'язують між собою основні параметри імпульсного зрошувального апарату, які придатні для практичних розрахунків при попередній оцінці і виборі їхніх раціональних параметрів на стадії ескізного проектування.

Література

1. Шехихачев Ю.А. Оптимизация параметров дождевального аппарата для полива плодовых насаждений на горных склонах. // Ю.А. Шехихачев, Л.М. Хажметов, А.Х. Жеруков Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2005. № 9. – С. 14–16.

2. Ратушняк Г.С. Конструирование и расчет технологических параметров импульсных дождевальных аппаратов // Г.С., Ратушняк, И.В. Коц. / Сб.: Вопросы мелиорации и сельского строительства на Дальнем Востоке. – Уссурийск, изд. Приморского СХИ, 1984. – С. 56–58.

3. А.с. 1159516 СРСР. Импульсный дождевальный аппарат / А.Ф. Пономарчук, Г.С. Ратушняк, И.В. Коц. – Бюл. №21. – 1985. – 34 с.

4. Камке Эрих. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. – М.: Наука, 1976. – 576 с.