

УДК 6.31.3.001.1 (082)

## ЗАСТОСУВАННЯ СИЛ ГРАВІТАЦІЇ ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ

*О.С.Шкатов, кандидат технічних наук, доцент*

*О.А.Горбенко, кандидат технічних наук, доцент*

*М.М.Огієнко, інженер*

*Миколаївський державний аграрний університет.*

*Викладено короткий аналіз існуючих водопідійомників, які використовуються в сільському господарстві, і на прикладі роботи створеної системи гравітаційного водопідійомника досліджено можливість процесу підвищення існуючого напору за допомогою сил гравітації.*

*Изложен краткий анализ существующих водоподъемников, используемых в сельском хозяйстве, и на примере работы созданной системы гравитационного водоподъемника исследована возможность выполнения процесса повышения располагаемого напора с помощью сил гравитации.*

Розширення способів і методів водопостачання висуває все більш високі вимоги до надійності і екологічної чистоти створюваного тиску у водопровідній мережі для споживачів води всіх рівнів. При цьому переважна кількість існуючих проектів і технічних рішень механізації підйому води для водопостачання у водопідійомниках передбачає використання енергетичних потужностей.

Задачею статті є розгляд енергетичного забезпечення процесів підвищення напору у водопідійомнику для систем водоподачі за допомогою гравітації у вигляді ваги стовпа рідини напору. У дослідженнях використано сукупність дії трьох законів: основного закону гідростатики, закону з газодинаміки Бойля-Маріотта і закону сполучених посудин. Результати досліджень позитивні і вельми перспективні для апробації отримання високих напорів як дешевих джерел екологічно чистої енергії (електрика).

Для сільськогосподарського водопостачання це виконується за допомогою відповідних засобів механізації підйому води [1, 2, 3]. Так, у водоструминних установках і струменевих апаратах застосовують відцентрові насоси; у ерліфтах, де використовується різниця густини води і водо-повітряної суміші, відповідно потужність комп-

ресора; у стрічкових і шнурових водопідійомниках — електродвигуни для швидкого переміщення стрічки або шнура; у гідравлічних таранах за рахунок енергії гідравлічного удару та інші.

Аналіз останніх досягнень у вказаній області показує, що перераховані і інші технічні рішення для підйому води у водопідійомниках, як правило, мають низькі ККД і при експлуатації не завжди технологічні при рішенні питань підвищення напору у водопровідній мережі [2] і утримання його на необхідному для споживача рівні.

Взаємодія вказаних трьох законів дозволяє при використанні одного джерела напору ( $H_{\text{визн}}$ ), який маємо, забезпечити отримання необхідних умов для багаторазового підйому конкретного об'єму води на задану для споживача висоту. У цьому плані представляється цікавим дослідження відносно нескладної моделі [4], яка дозволяє в першому наближенні оцінити взаємозв'язок вказаних явищ і умов. Для цього розглядається подача води по трубопроводу з нижньої транзитної місткості у розміщену вище, що знаходиться на відносній висоті  $H_{\text{визн}}$ , яка долається гідростатичним тиском  $P = H_{\text{визн}}$ .

Оскільки стислість води підкоряється закону Гука, отже, тиск  $P$ , що витрачається на просування води в трубі, можна розглядати як послідовну статичну його дію на безліч перетинів елементарної товщини  $\Delta\delta$  потоку в трубі з заміною місця його прикладання в центрі перетинів у вигляді зосередженої сили [3]. Тобто досліджується випадок циліндричного вигину вхідного тонкого елемента стовпа води в трубі  $T$  як пластини під впливом тиску  $P_{(x,t)}$ . При цьому в початковій стадії величина  $P_{(x,t)}$  змінюється в часі  $t$  за лінійним законом, тобто  $P_{(x,t)} = P_{0(x)}t$   $0 < t < t_0$ , де — швидкість зростання величини тиску  $H_{\text{визн}} = \gamma h$ ;  $\gamma$  — питома об'ємна вага води напору, що маємо. Оскільки нас цікавить період часу протягом якого максимальне прогинання  $W_{(x,t)}$  матиме значення  $t_0$ , тобто відстань зіткнення з наступним шаром, то можна обмежитися стадією навантаження  $0 < t < t_0$ .

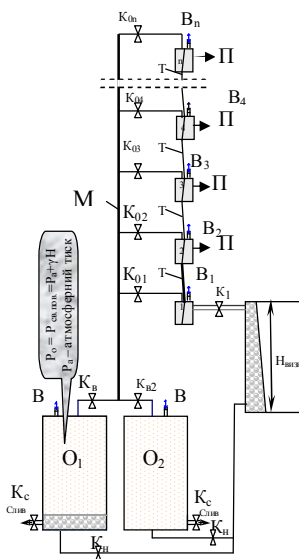


Рис.1. Схема гравітаційного водопідйомника

В зв'язку з цим заслуговує особливої уваги спосіб необхідно-го підвищення для водопровідної розподільної мережі напору ( $H$ ) шляхом прямого багаторазового використання сил гравітації у вигляді ваги стовпа води від природного або штучного напору, що мається ( $H_{\text{визн}}$ ). При цьому природний визначений тиск може бути одержаний в результаті перепадів висоти стовпа води у водопадах, річках, при витоку надлишку води із ставів і водосховищ, а штучний тиск, від будь-якої водопровідної мережі, в якій його не вистачає для задоволення вимог споживача.

Також теоретичним обґрунтуванням можливості застосування даного нетрадиційного способу підвищення напору у водопідйомниках є використання в сукупності в одному процесі основного закону гідростатики  $P_A = P_0 + \gamma h$ , закону Бойля-Маріотта з газодинаміки  $PV = \text{const}$  і закону сполучених посудин з рідиною. Саме застосування в сукупності цих трьох законів зумовило отримання позитивного результату в експериментальних дослідженнях

процесу підвищення напору з використанням гравітаційної сили у вигляді ваги стовпа води при напорі, що мається ( $H_{\text{визн}}$ ).

Дослідження були виконані з ініціативної тематики на кафедрі механізації і електрифікації СГВ факультету механізації сільського господарства МДАУ за період 2004-2006 рр. на експериментальній установці “Система гравітаційного водопідйомника”, до складу якої входить: бак, що має визначений напір —  $H_{\text{визн}}$ ; базові місткості —  $O_1$  і  $O_2$  (компресор); транзитні місткості — 1, 2, 3, 4... $n$ ; магістраль стислого повітря —  $M$ ; напірні трубопроводи —  $T$ ; крани для води і стислого повітря  $K_{O1}...K_{On}$ ,  $K_n$ ,  $K_{B1}$  і  $K_{B2}$ ,  $K_{C1}$ ; клапани герметизації і розгерметизації —  $B$ ; джерело визначеного напору.

При проведенні експериментальних досліджень на установці виконувалися конкретні операції в наступному порядку. Спочатку через кран  $K_1$  заповнювали водою транзитну місткість 1 і герметизували її за допомогою клапана  $B_1$ . Одночасно з цим базову місткість (наприклад  $O_1$ ) герметизували і заповнювали водою через кран  $K_{H1}$ , створюючи при цьому в ній тиск стислого повітря  $P_0 = P_{\text{атм}} + \gamma h$ , де  $\gamma$  — питома об’ємна вага води, а  $h$  — висота стовпа води визначеного напору —  $H$ . Потім крізь  $кв_1$  стисле повітря з місткості  $O_1$  поступає в магістраль  $M$  і далі через клапан  $кo_1$  в транзитну ємність 1, з якої вода витіснялася стислим повітрям по трубопроводу  $T$  в транзитну ємність 2 і заповнювала її, а далі відбувалося повторення циклу витиснення води для місткості транзитної 2, тобто після її заповнення водою вона також герметизувалася тільки вже за допомогою клапана  $B_2$ .

Процес заповнення і витиснення води з наступних за рахунком транзитних місткостей здійснювався аналогічно. При цьому кожна транзитна місткість системи гравітаційного водопідйомника, починаючи з 2-ої, забезпечувала на конкретному рівні її підйому величину напору води  $H = \gamma h$ .

З метою забезпечення постійності і безперервності подачі стислого повітря в магістраль  $M$  системи гравітаційного водопідйомника передбачалося послідовне і синхронне включення двох базових місткостей  $O_1$  і  $O_2$ , а також двох перших транзитних місткостей 1.

Для проведення експериментальних досліджень були прийняті об'єми транзитних місткостей рівних  $1 \text{ дм}^3$ , розташованих по висоті на величину  $H_{\text{визн}} = 0,5 \text{ м}$ , а вибір об'ємів для базових місткостей прийнятий з умов надійного забезпечення стислим повітрям системи для проведення експериментальних досліджень (з урахуванням закону Бойля-Маріотта  $PV = \text{const}$ ). При проведенні на установці експериментів досліджувався вплив зміни швидкості руху води в трубопроводі між транзитними місткостями на величину витрати  $Q$ . Встановлено, що оптимальній витраті води в трубопроводі відповідає швидкість її  $\sum_{i=1}^n h_i$  руху  $2,2 \text{ м/с}$ , а час подачі початкового об'єму води на максимальну висоту даної системи дорівнює  $31 \text{ сек}$ . Дослідження показали, що з урахуванням всіх місцевих втрат системи і втрат по довжині трубопроводу  $h_e$  коефіцієнт корисної дії системи гравітаційного водопідйомника орієнтовно виявився рівним  $98,5\%$ .

#### Висновки.

Результати проведених досліджень показали, що процес багаторазового напору можна реалізувати не тільки у водопідйомниках з метою водопостачання, але, на наш погляд, ще перспективніше його використовувати для отримання джерел дешевої екологічно чистої енергії шляхом створення високонапірних гідроелектростанцій широкого діапазону потужностей і типуажу установок подібно розглянутій.

Також установки можуть знайти широке застосування в сільському господарстві, що має величезну територію для свого розміщення і, як ніяка інша галузь, потребує автономного самостійного енергетичного забезпечення. Зрозуміло, що впровадження установок такого типу вимагає повної автоматизації управління процесом підвищення гравітаційного напору, що виключає присутність людини. Проте, сучасні досягнення науки і техніки, поза сумнівом, дозволяють створювати оснащені на високому технічному рівні системи управління, зокрема, і для розглянутої системи гравітаційного водопідйомника. А це в свою чергу дає можливість багато разів використовувати один і той же перепад напору в одному і

тому ж місці потоку будь-якої річки (або стоку води). Тобто в сучасних ГЕС працює визначений перепад (як напір) тільки один раз, а в гравітаційному водопідйомнику цей напір застосовується багато разів, збільшуючи тим самим його величину в стільки ж разів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Дідур В.А., Савченко О.Д., Пастушенко С.І., Мовчан С.І. Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривод. – Запоріжжя; 2005, – 464 с.
2. Исаев А.П. и др. Гидравлика и гидромеханизация сельскохозяйственных процессов. – М.: Агропромиздат, 1990, – 420 с.
3. Чугаев Р.Р. Гидравлика. – М.: Энергия, 1982, 460 с.
4. Махненко В.И., Шкатов А.С. и др. Эффективность импульсного нагружения для правки тонкостенных сварных конструкций электрогидроимпульсным методом //Автоматическая сварка. – 1980. – №5(306). – С.8-12