

УДК 631.3:621.1

**ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ  
БАШТОВИХ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ В СІЛЬСЬКОМУ  
ГОСПОДАРСТВІ**

*В. Є. Василенков, кандидат технічних наук, доцент*

*Ю. А. Шкарівський, студент магістратури*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*e-mail: [wasil14@ukr.net](mailto:wasil14@ukr.net)*

**Анотація.** *Однією з основних проблем в транспортуванні води до споживачів є розроблення надійної та вискоєфективної електрогідралічної баштової системи водопостачання.*

*Мета роботи – покращення функціонування роботи електрогідралічних баштових системи водопостачання у сільській місцевості.*

*Теоретична і експериментальна складова досліджень функціонування електрогідралічних баштових систем водопостачання здійснювалась на принциповій електричній схемі керування баштовою водонасосною установкою за рівнем води у водонапірній башті.*

*Пропонується для запобігання виходу із ладу датчиків рівня води в башті в зимовий період включити в принципову електричну схему керування баштовою водонасосною установкою електрообігрівачі датчиків, для захисту електродвигуна заглибного насоса від перевантажень і від неповнофазних режимів роботи – пристрій ФУЗ-М.*

**Ключові слова:** *електрогідралічна баштова система водопостачання, витрата води, занурювальний насос*

**Актуальність.** *Протягом багатьох років і на сьогоднішній день в сільській місцевості, а також у невеликих містах для централізованого водопостачання використовуються водонапірні башти (башти Рожновського, напірні резервуари). Система водопостачання при цьому відрізняється простотою і високою надійністю. Водонапірна вежа - споруда в системі водопостачання для регулювання напору і витрати води у водопровідній мережі, створення її запасу і вирівнювання графіка роботи насоса. Тому в умовах постійного зростання дефіциту та цін на енергоресурси все більша увага приділяється питанням розробки відповідного*

енергоефективного обладнання та технологій. для покращення функціонування роботи електрогідравлічних баштових систем водопостачання.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** При простоті конструкції і широкому поширенні башти Рожновського мають безліч недоліків:

- використання її в зимовий період вкрай важко, особливо при зменшенні водоспоживання, також вірогідні відмови датчиків рівня води [1-2];
- вихід датчиків рівня та іншої автоматики з ладу призводить до переливу води та замерзання її взимку, що може спричинити за собою руйнування [1-3];
- через велику поверхню окислення ємності з'являється іржа у воді;
- обмежений і непостійний тиск води на виході з башти, який визначається її висотою;
- робота насоса в імпульсному режимі з частими включеннями і відключеннями призводить до прискореного зносу електродвигуна і самого насоса;
- висока вартість нової вежі, її доставки, монтажних робіт і введення в експлуатацію (для нових), складність ремонту і відновлення конструкції водонапірної башти, а також її обслуговування, чистка, дезінфекція, фарбування (для наявних) [4-5].

Отже, однією з основних проблем в транспортуванні води до споживачів є розроблення надійної та високоефективної електрогідравлічної баштової системи водопостачання і є актуальною задачею.

**Мета дослідження** – покращення функціонування роботи електрогідравлічних баштових систем водопостачання у сільській місцевості, напрямки економії енергетичних ресурсів і раціональних режимів її роботи.

**Матеріали і методи дослідження** – теоретична і експериментальна складова функціонування електрогідравлічних баштових систем водопостачання здійснювалась на основі дослідження принципової електричної схеми керування баштовою водонасосною установкою.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Основними складовими електрогідравлічних баштових водонасосних установок є башти Рожновського та заглибний електронасосний агрегат. Заглибний електродвигун у моноблоці з

багатоступінчастим насосом закріплюють на водопідйомних трубах і опускають у свердловину. Труби підвішують до плити, встановленої в приміщенні. Свердловини виконують з обсадних труб діаметром 100...450 мм. Електродвигуни виконують сухими, напівсухими і заповненими маслом або водою. Найбільш поширені електродвигуни, заповнені водою. Змазують гумометалеві або пластмасові підшипники також водою. До електродвигуна підводять кабель, закріплений на водопідйомних трубах хомутами. Всмоктувальна частина має сітку для затримання великих домішок, що знаходяться у воді. Бак башти виконують звареним з листової сталі і встановлюють на цегельну, залізобетонну чи металеву опору. До бака підводять напірно-розвідний трубопровід. Кінець напірної труби доводять до верхнього рівня, а відвід води з бака відбувається через зворотний клапан біля нижнього рівня. Бак з зовнішньої і внутрішньої сторони обладнають сходами, люком, вентиляційним клапаном, датчиками рівня і водозливною трубою, що виключає перенаповнення бака водою. На водопроводі ставлять манометр і засувки.

Основним параметром управління в такій системі є рівень води в резервуарі, який контролюється електродними датчиками рівня чи тиск води в напірному трубопроводі, який контролюється електроконтактним манометром. При роботі баштової водонасосної установки з заглибним електронасосним агрегатом, для агрегатів потужністю 4,5кВт і більше, використовують датчики "сухого ходу". Датчик "сухого ходу" унеможливорює роботу агрегату, коли рівень води в свердловині стає нижчим рівня його закріплення на напірному трубопроводі (приблизно 1м від верхнього краю електронасосного агрегату). На рисунку 1 показана принципова електрична схема керування електрогідравлічною баштовою водонасосною установкою за допомогою станції керування типу ПЭТ. Вона дозволяє в ручному й автоматичному режимах запускати і зупиняти електронасос, захищає електродвигун від перевантажень і коротких замикань за допомогою автоматичного вимикача QF, сигналізує за допомогою сигнальних ламп про включений і відключений стан насоса. Ручне керування електронасосом здійснюють перемиканням перемикача SA в положення "P", а відключення - перемиканням

перемикача SA в положення "О". Автоматичний режим керування задають перемиканням перемикача SA в положення "А". Якщо у башті немає води, то контакти (електроди) датчика верхнього SL1 і нижнього SL2 рівня розімкнуті. Отже, контакти реле KV:1 в ланцюзі котушки магнітного пускача KM замкнуті. Магнітний пускач спрацьовує і включає електронасос M. По мірі накопичення води у башті перекриваються водою спочатку контакти SL2 нижнього рівня, а потім SL1 верхнього рівня, і реле KV через воду отримує живлення. Контактими KV:1 розривається ланцюг живлення магнітного пускача KM, і електронасос відключається. Реле KV залишається включеним через контакти KV:2, SL1 і SL2. Воно відключиться тільки тоді, коли вода розімкне не тільки верхні контакти, але і нижні. У цьому випадку контакти KV:1 у ланцюзі магнітного пускача KM викликають повторне включення електронасоса M. Відключений стан насоса визначають по зеленій лампі HL1, а включений - по червоній лампі HL2. На холодний період року вимикачем S включається електрообігрівач EK датчика, що запобігає зледеніння і вмерзання електродів датчика рівня води в лід. Реле KV вибрано постійного струму, тому що обмотка реле змінного струму при розімкнутому магнітопроводі могла б перегоріти при повільному заповненні водою верхнього проміжку датчиків рівня. Це може відбутися внаслідок того, що струм в обмотці реле змінного струму в даному випадку може наростати повільно до значення струму спрацьовування, що у кілька разів більше його номінального струму, коли магнітопровід цього реле замкнутий. Опір R2 вибирають таким, щоб при фазній напрузі мережі 220 В в колі електродних датчиків було безпечне значення напруги. Вода електропровідна і при значних значеннях напруги можливе ураження тварин та людей електричним струмом. Розглянемо електричну схему автоматизованої роботи заглибного насоса з використанням датчика рівнів у баку водонапірної башти і датчика сухого ходу в свердловині біля насоса (рис. 2.). У нормальних умовах роботи заглибний насос знаходиться у воді, контакти датчика сухого ходу SL3 замкнуті, реле KV2 ввімкнено, його замикаючі контакти KV2.1 у ланцюзі котушки магнітного пускача KM замкнуті, сигнальна лампа HL4 сигналізує

про наявність води в зоні насоса. Режим роботи схеми задається перемикачем SA1. При установці його в положення А (автоматичне) і включенні автомата QF подається напруга на електричну схему керування. Якщо рівень води в напірному баку знаходиться нижче нижнього рівня, то контакти SL1 і SL2 у схемі розімкнуті, реле KV1 знеструмлено і його контакти KV1.1 у ланцюзі котушки магнітного пускача КМ замкнуті.

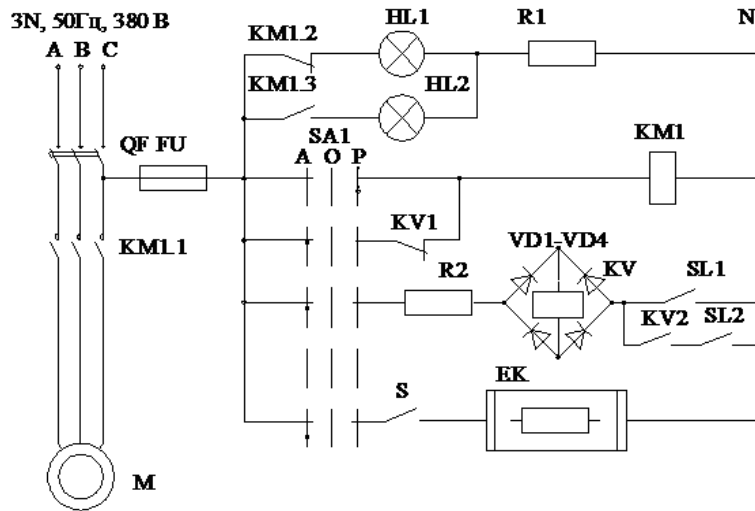


Рис. 1. Принципова електрична схема керування електрогідравлічною баштовою водонасосною установкою по рівню води в башті (станція керування ПЕТ) і електрообігрівачем ЕК

У цьому випадку магнітний пускач ввімкнеться і ввімкне електродвигун насоса, одночасно з цим згасне сигнальна лампа HL1 і загориться HL2. Насос буде подавати воду в напірний бак. Рівень води в баку буде підніматися. Коли вода заповнить проміжок простору між електродом нижнього рівня і корпусом датчика, підключеним до нульового заземленого проводу, контакти SL2 замкнуться, але реле KV1 не включиться, тому що його контакти KV1.2, включені послідовно з контактами SL2, розімкнуті. Коли вода досягне електрода верхнього рівня датчика, контакти SL1 замкнуться, реле KV1 включиться і, розімкнувши свої контакти KV1.1 у ланцюзі котушки магнітного пускача КМ, відключить останній, замкнувши замикаючі контакти KV1.2, стане на самопідживлення через нижні контакти датчика SL2. Електродвигун насоса відключиться, згасне сигнальна лампа HL2 і загориться

HL1. Повторне включення електродвигуна насоса відбудеться при зниженні рівня води до положення, коли розімкнуться контакти SL2 і реле KV1 знеструмиться. У випадку аварійного зниження рівня води в зоні заглибного насоса нижче припустимого положення, коли вода вийде з проміжку датчика сухого ходу і струм між електродом датчика сухого ходу і корпусом датчика (напірного трубопроводу) припиниться, що відповідає в електричній схемі розмиканню контактів датчика сухого ходу SL3, реле KV2 знеструмиться і розімкне контакти KV2.1 у ланцюзі котушки магнітного пускача КМ, що відключить електродвигун заглибного насоса. Лампа HL4 згасне, а HL5 загориться, сигналізуючи про аварійне зниження рівня води в свердловині чи в колодязі.

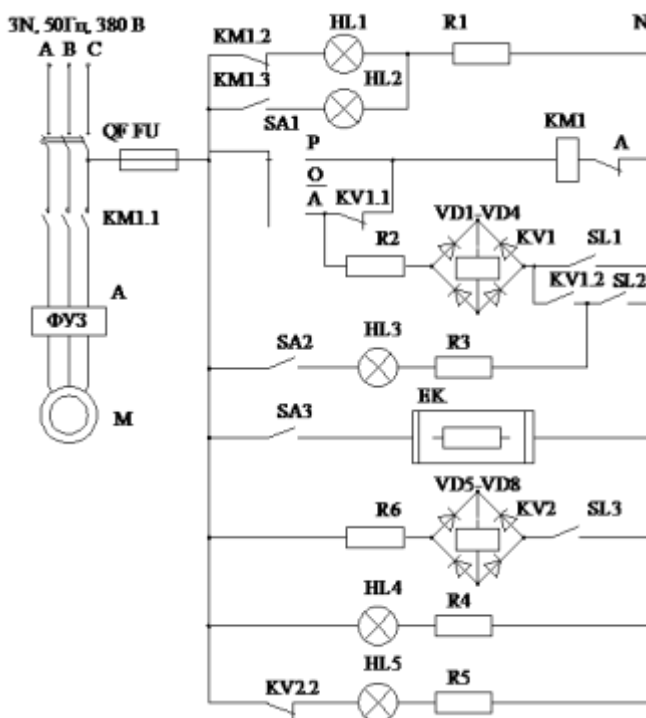


Рис.. 2. Принципова електрична схема автоматизації заглибного насоса завикористанням датчика рівнів у баку водонапірної башти і датчика сухого ходу в свердловині біля насоса SL3 і пристрою ФУЗ-М

Для захисту електродвигуна заглибного насоса від перевантажень використаний пристрій ФУЗ-М, що більш надійно захищає електродвигун заглибного насоса як від перевантажень, так і від неповнофазних режимів роботи.

Вимикачем SA2 можна включати сигнальну лампу HL3 для контролю рівня води в напірному баці. Якщо лампа HL3 не горить, то насос не включається, або він включений, але не подає воду, бо подача насоса менша витрати споживачів у цей час.

**Висновки і перспективи.** На основі дослідження принципів електричних схем по функціонуванню електрогідравлічних баштових систем водопостачання обґрунтовані режимні функції насосних станцій при їх автоматичному управлінні, а саме, пропонується для запобігання виходу із ладу датчиків рівня води в башті включити в принципову електричну схему керування електрообігрівачі датчиків, для захисту електродвигуна заглибного насоса від перевантажень і від неповнофазних режимів роботи – пристрій ФУЗ-М.

#### **Список використаних джерел**

1. Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривід / В. Дідур, О. Савченко, С. Пастушенко, С. Мовчан. - Запоріжжя.: вид-во Прем'єр, 2005.– 461 с.
2. Мельников, С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С. В. Мельникову – М.: Колос, 1979. – 353 с.
3. Фоменков А. П. Электропривод сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий / А. П. Фоменков. – М.: Колос, 1984.– 283 с.
4. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води / А. К. Запольський. – К.: Вища школа, 2005.– 671 с.
5. Найманов А. Я. Водоснабжение / А. Я. Найманов, С. Б. Никиша. – Донецк: Норд-прес., 2004.– 649 с.

#### **References**

1. Didur, V., Savchenko, O., Pastushenko, S., Movchan. S. (2005). Hidravlika, silskohospodarske vodopostachannia ta hidropnevmoпривід [Hydraulics, agricultural water supply and hydropneumatic devices]. Zaporizhzhia.: vyd-vo Prem'ier, 461
2. Melnykov, S. V. (1979). Mekhanyzatsyia y avtomatyzatsyia zhyvotnovodcheskykh ferm [Mechanization and automation of livestock farms]. Moscow: Kolos, 353.
3. Fomenkov, A. P. (1984). Elektroпривод selskokhoziaistvennykh mashyn, ahrehatov y potochnykh lynyi [Electric drive of agricultural machines, aggregates and flow lines]. Moscow: Kolos, 283.
4. Zapolskyi, A. K. (2005). Vodopostachannia, vodovidvedennia ta yakist vody [Water supply, drainage and water quality]. Kyiv: Vyshcha shkola, 671.
5. Naimanov, A.I, Nykysha S. B. (2004). Vodosnabzhenye [Water supply].

Donetsk: Nord-pres, 649

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИХ БАШЕННЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*В. Е. Василенков, Ю. А. Шкаривский*

**Аннотация.** *Одной из основных проблем в транспортировке воды к потребителям является разработка надежной и высокоэффективной электрогидравлической башенной системы водоснабжения. Цель работы - улучшение функционирования работы электрогидравлических башенных системы водоснабжения в сельской местности. Теоретическая и экспериментальная составляющая исследований функционирования электрогидравлических башенных систем водоснабжения осуществлялась на принципиальной электрической схеме управления башенной насосной установкой по уровню воды в водонапорной башне. Предлагается для предотвращения выхода из строя датчиков уровня воды в башне в зимний период включить в принципиальную электрическую схему управления башенной насосной установкой электрообогреватели датчиков, для защиты электродвигателя погружного насоса от перегрузок и от неполнофазных режимов работы - устройство ФУЗ-М.*

**Ключевые слова:** *электрогидравлическая башенная система водоснабжения, расход воды, погружной насос*

## RESEARCH OF THE FUNCTIONING OF ELECTROHYDRAULIC TOWER SYSTEMS OF WATER SUPPLY IN AGRICULTURE

*V. Vasilenkov, Yu. Shkarivsky*

**Abstract.** One of the main problems in the transportation of water to consumers is the development of a reliable and highly efficient electric hydraulic tower water supply system.

The purpose of the work is to improve the functioning of the electric hydraulic tower water supply systems in rural areas. The theoretical and experimental component of research on the operation of electro-hydraulic tower water supply systems was carried out on a circuit diagram for controlling a tower pumping unit based on the water level in a water tower. It is proposed to prevent the water level sensors in the tower from failing in the winter period to include electric heaters of sensors in the electrical circuit control of the tower pump installation; the dry running sensor is used to protect the submersible pump electric motor against overloads and from incomplete phase modes of operation - the ФУЗ-М device.

**Keywords:** *electro-hydraulic tower water supply system, water consumption, submersible pump*