

# Загальні питання промислової гідравліки і пневматики

УДК. 681.5(043.2)

С.В. Лозня, канд. техн. наук  
ТОВ «КОТРИС», Київ, Україна  
Е.П. Ясиніцький, канд. техн. наук  
І.Е. Ясиніцька  
К.М. Торхов

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ЦЕХОМ ФІЛЬТРІВ ДНІПРОВСЬКОЇ ВОДОПІДГОТОВЧОЇ СТАНЦІЇ МІСТА КИЇВА

### AUTOMATIC CONTROL FILTER DNEPROVSKOY PREPARATORY WORKSHOP STATION KIEV

Підготовка питної води — технологічно складний процес, який тим не менш необхідний для забезпечення комфортних умов сучасного життя. Для міста Києва цей процес виконується на Дніпровській та Деснянській ОВС. ТОВ «Котрис» проведено комплекс технічних робіт з автоматизації та встановлено на Дніпровській ОВС САК «ПумаФільтр». Призначення цієї системи полягає в автоматизації технологічного процесу фільтрації води у найбільш поширених типах фільтрувальних споруд, використовуваних для освітлювання та обезбарвлення води поверхневих джерел із застосуванням коагуляцій. Впровадження автоматизованої системи управління технологічним процесом (АСУ ТП) «ПумаФільтр» дозволяє повністю автоматизувати всі технологічні процеси цеху фільтрів, зокрема процес очистки фільтрів з можливістю управління як місцевого — з операторських панелей контролерів в павільйонах автоматики цеху фільтрів, так і дистанційного — з автоматизованого робочого місця оператора цеху.

Ключові слова: очистка, підготовка, швидкий фільтр, промивка, обезбарвлення, контролер, мнемосхема, пульт керування, автоматизація, коагулянт, флокулянт, панель оператора.

#### Вступ

Вода питна, призначена для споживання людиною — це вода, склад якої за органоліптичними, фізикохімічними, мікробіологічними, паразитологічними та радіаційними показниками відповідає вимогам державних стандартів та санітарного законодавства (з водопроводу — водопровідна, фасована, з бюветів, пунктів розливу, шахтних колодязів та каптажів джерел), призначена для забезпечення фізіологічних, санітарногігієнічних, побутових та господарських потреб населення, а також для виробництва продукції, яка потребує використання питної води [1,7].

Одне з найважливіших питань — це якість споживаного продукту [5]. Здавалося, споживача має цікавити тільки якість води на виході з крана. Однак необхідно відповісти і на кілька супутніх питань: якою має бути якість води у водному джерелі та при подачі її споживачеві, що відбувається з водою протягом підготовки для пиття.

Питна вода, призначена для споживання людиною, повинна відповідати таким гігієнічним вимогам: бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, мати сприятливі органоліптичні властивості та нешкідливий хімічний склад.

Відповідно до [4, 6] якість питної води визначається за сорок одним санітарнохімічним показником. Очищення води на водозабірних станціях забезпечується у фільтрах

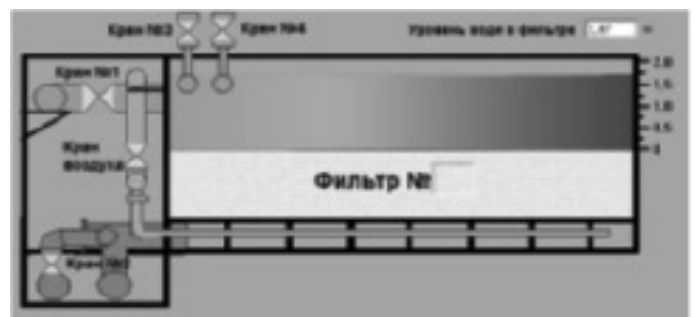


Рисунок 1 — Схема фільтра

з різною швидкістю фільтрації і з різними методами відновлення використовуваних матеріалів. Фільтри (рисунок 1) і їх комунікації розраховуються на роботу при нормальному і форсованому (частина фільтрів знаходиться у ремонті) режимах. На станціях з кількістю фільтрів до 20 передбачається можливість виключення на ремонт одного фільтра, при більшій кількості — двох фільтрів.

Для завантаження фільтрів використовують кварцовий пісок, подрібнені антрацит і керамзит, а також інші матеріали. Всі фільтруючі матеріали повинні забезпечувати технологічний процес та мати необхідну хімічну стійкість і механічну міцність.

Отже можна зробити висновок: підготовка питної води — технологічно складний процес, необхідний для

забезпечення комфортних умов сучасного життя, зокрема для міста Кисва цей процес виконується на Дніпровській та Деснянській очисних водопровідних спорудах (ОВС). Оскільки ці споруди було побудовано ще на початку другої половини минулого століття, то, вочевидь, вони не відповідають сучасним технологіям керування технологічним процесом.

### Задача та об'єкт досліджень

Один з найскладніших і найдорожчих процесів в цеху фільтрів є процес промивки фільтрів. Вона обумовлена тим, що протягом нормальної експлуатації кварцовий пісок або інші матеріали, що виконують функцію очистки води, забивається різного роду речовинами, тим самим знижуючи продуктивність, а через те, що заміна піску є недоцільною процедурою, то промивка фільтрів є обов'язковим і одним з найважливіших процесів [2].

Блок швидких фільтрів цеху очистки води складається з 42 фільтрів, площею  $85 \text{ м}^2$  з одношаровим завантаженням до 1,5 м кварцовим піском фракцією 0,7–1,6 мм. Для промивки фільтрів використовується очищена вода (рисунок 2). Існуючий регламент технологічного процесу цеху швидких фільтрів ДнВС передбачає два види очищення (промивання) забруднених фільтрів:

- водяний,
- водоповітряний.

Тривалість фільтроцикла встановлюється в годинах у залежності від низки факторів:

- режиму реагентної обробки,
- якості води, яка надходить на фільтрацію,
- сезону року,
- гідравлічного навантаження на очисні споруди.

Об'єктивний лабораторний контроль показників якості очищеної води здійснюється з періодичністю один раз на 2 доби.

З досвіду експлуатації ДнВС середня періодичність промивання фільтрів становить 40 годин. Згідно [3] мають бути не менше, ніж один раз на 2 доби. Фільтри промиваються групами по 4–8 фільтрів за одну промивку.

На Дніпровській водопровідній станції (ДВС) при побудові цеху фільтрів № 2 встановлено обладнання, для якого не було передбачено автоматичне керування виконавчими механізмами. Більш ніж за 25-річну експлуатацію вказаного вище обладнання виявилось:

- більшість засувки типу “батерфляй” у комплекті з електроприводами (гідроприводами) знаходяться у непрацездатному стані, їхня конструкція є морально застарілою. Надійність, швидкодія та інші характеристики засувки, які значною мірою впливають на безпечну експлуатацію цеху швидких фільтрів № 2, не відповідають сучасним вимогам;

- при роботі агрегатів наддуву повітря не передбачено регулювання тиску повітря, що надходить до фільтра при промивці, як наслідок — частину повітря стравлюють

у атмосферу чи подають до іншого фільтра, що значно зменшує ККД агрегатів;

- при пуску агрегатів наддуву повітря виникають великі пускові токи, що призводять до перевантаження приладів та кабелів живлення;

- існуючі гідравлічні регулятори рівня води у фільтрах мають велику похибку, низьку швидкодію та призводять до значних витрат фільтрованої води, що не може задовольнити вимоги надійності та економічної експлуатації цеху № 2;

- у цеху № 2 швидких фільтрів контроль каламутності промивної води визначається візуально, що не відповідає сучасним вимогам;

- у цеху № 2 швидких фільтрів контроль наявності алюмінію у фільтрованій воді визначається шляхом ручного відбору проб з їх подальшим лабораторним аналізом, що займає багато часу та не дає можливості автоматизувати процес промивки фільтра;

- у цеху № 2 швидких фільтрів існуюча вакуумна лінія, що забезпечує зарядку сифонів, має інжекторний принцип дії та працює постійно, що призводить до великих витрат чистої води (до  $2000 \text{ м}^3/\text{добу}$ ); більшість вакуумних запірних клапанів знаходяться у технічно непрацездатному стані, їхня конструкція є морально застарілою;

- у цеху № 2 швидких фільтрів не ведеться підрахунок витрат електроенергії, фільтрованої води кожного фільтра, промивної води.

З огляду на ці та інші складності в експлуатації цеху № 2 швидких фільтрів на засіданні технічної ради ВАТ «АК «Київводоканал» було прийнято рішення провести модернізацію системи автоматики цеху № 2 швидких фільтрів Дніпровської водопровідної станції.

### Вирішення проблеми

Проект модернізації системи автоматики цеху № 2 швидких фільтрів (рисунок 2) Дніпровської водопровідної станції міста Києва виконано на підставі технічного завдання. Система автоматики призначена для автоматизації технологічного процесу фільтрації води в найбільш поширених типах фільтрувальних споруд, використовуваних для освітлювання і обезбарвлення води поверхневих джерел із застосуванням коагуляцій.. Дійсним проектом передбачається:

- встановлення шафи автоматики (рисунок 3) з промисловим логічним контролером керування процесом фільтрації та процесом промивки фільтра;

- заміна засувки фільтрів типу “батерфляй” з електроприводами (гідроприводами) на сучасні засувки з електроприводами та безконтактними кінцевими вимикачами по кожному з 42 фільтрів;

- заміна гідравлічного датчика рівня води в фільтрі на сучасний електронний аналог з уніфікованим вихідним сигналом 4–20 мА;



Рисунок 2 — Загальний вид цеху швидких фільтрів

- встановлення дублюючого вакуумного насосу на кожен лінійний вакуум;
- заміна вакуумних електроклапанів (два на кожен комірці фільтра);
- встановлення датчика потоку води (один на кожен комірці фільтра);
- встановлення цехового датчика виміру витрати чистої води на промивку;
- встановлення датчиків тиску води до регулюючого крану ДУ 450 та після нього з метою визначення витрати фільтрованої води розрахунковим шляхом;
- заміна кабельно-провідникової продукції.

Впровадження автоматизованої системи управління технологічним процесом (АСУ ТП) «Пу́маФільтр» дозволяє повністю автоматизувати всі технологічні процеси цеху фільтрів з можливістю управління, як місцевого з операторських панелей контролерів в павільйонах автоматки цеху фільтрів, так і дистанційного, з автоматизованого робочого місця оператора цеху. Зокрема були реалізовані наступні функції:

- енергозабезпечення цеху швидких фільтрів і контролю споживання електроенергії;
- подачі води до фільтрів на базі системи вакуумованих сифонів;
- відведення води від фільтрів з підтримкою необхідного рівня води над завантаженням фільтрів;
- контролю якості води (мутність, вміст залишкового алюмінію);
- виведення фільтра в промивку;
- водної і водоповітряної промивки відповідно до [2];
- підготовки стислого повітря для водоповітряної промивки (рисунок 4);



Рисунок 3 — Шафа засобів автоматизації

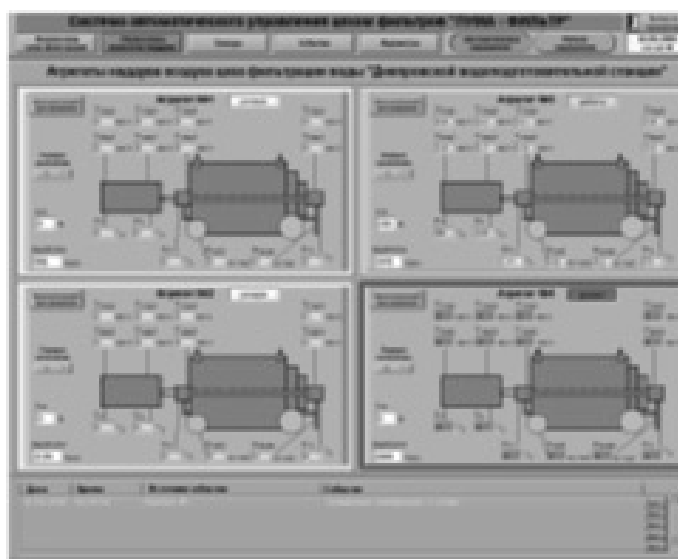


Рисунок 4 — Мнемосхема системи підготовки стислого повітря

- частотного регулювання електроприводних насосів і компресорів;
- підготовки чистої води для водної промивки;
- контролю стану фільтрів і фільтрату;
- диспетчерського управління цехом швидких фільтрів;
- збору і зберігання даних про хід технологічних процесів.

Також АСУ ТП «Пу́маФільтр» забезпечує виконання наступних функцій:

- інформаційно-вимірювальну;
- технологічний захист від аварій;
- автоматичне безперервно-дискретне регулювання;
- програмно-логічне управління;
- автоматизоване дистанційне і місцеве керування;
- ручне управління;
- перевірку і внутрішню діагностику.

Автоматизація всіх технологічних процесів і виконання вказаних вище функцій досягається за рахунок



Рисунок 5 — Робоче місце оператора

впровадження сучасного надійного устаткування на основі мікропроцесорних технологій та відповідного програмного забезпечення.

До складу АСУ ТП «ПумаФільтр» входить автоматизоване робоче місце (АРМ) (рисунок 5) оператора блока швидких фільтрів з реалізацією наступних основних функцій:

- забезпечення збору, попередньої обробки і збереження в локальній архівній базі даних реального часу технологічної і електричної інформації про роботу фільтрів, агрегатів наддуву повітря, КТП, насосних агрегатів і іншого технологічного устаткування блока швидких фільтрів з можливістю подальшого перегляду (виведення друком) ретроспективної інформації;

- розрахунок робочих параметрів електричного устаткування і питомої витрати електроенергії;

- візуалізація ходу технологічного процесу блока швидких фільтрів — індикація на АРМ стану об'єктів управління (засувок на трубопроводах фільтрів, агрегатів наддуву повітря, насосах промивної води, показників якості води (рівня каламутності, вмісту залишкового алюмінію), величини напрацювання кожного з фільтрів, об'єму фільтрованої води по кожному фільтру, об'єму спожитої електроенергії по блоку фільтрів у чисельному вигляді, у вигляді трендів, протоколу подій (рисунок 6);

- дистанційне керування устаткуванням блока швидких фільтрів;

- облік споживання енергоресурсів основним технологічним устаткуванням блока швидких фільтрів (агрегатів наддуву повітря, насосів промивної води);

- автоматична генерація, збереження в історії і друк аварійних і попереджувальних повідомлень по блоку швидких фільтрів у разі порушень технологічного режиму або електричних параметрів устаткування, досягненні гранично допустимих значень показниками якості води;

- автоматичне формування протоколу подій і добової відомості про роботу блока швидких фільтрів (протокол стану фільтрів) за запитом оператора;

- формування файлу «паспортизація швидких фільтрів» (інформація про зміну конструкції фільтра, його індивідуальні особливості, завантаження фільтра, дренаж і т. ін.);



Рисунок 6 — Мнемосхема технологічного процесу

- передача технологічної інформації на АРМ диспетчера диспетчерського пункту управління станції водопідготовки по каналу Ethernet по інтерфейсу OPC.

Встановлення електроприводної запірної арматури і інтегрованої підсистеми контролю якості води дозволяє реалізувати в АСУ ТП «ПумаФільтр» наступні варіанти автоматичного виведення фільтрів в промивку залежно від:

- зменшення напору води у вихідному колекторі фільтра;

- зниження показників якості фільтрованої води;

- перевищення часу напрацювання фільтра;

- комбінований варіант.

Автоматизація процесу фільтрації води з використанням водоповітряного способу промивки швидких фільтрів, призводить до значної економії матеріальних ресурсів.

Позитивний ефект впровадження САУ досягається через оптимізацію процесів промивки фільтрів за рахунок їх автоматизації. Промивка фільтрів виробляється за станом води на виході фільтра, завершення промивки станом (мутності) води стічного колектора цеху. Повністю виключений із виробничого процесу візуальний контроль якості (прозорості) води;

- моніторингу наявності домішок у воді;

- автоматизованого управління засувками і клапанами кожного фільтра, автоматизованого управління допоміжним обладнанням (агрегатами наддуву повітря, промивальними насосами) згідно заданих алгоритмів, що виключає необхідність ручного керування, підвищує надійність і безаварійність роботи цеху в цілому за рахунок виключення можливих помилок обслуговуючого персоналу;

- моніторингу технічного стану допоміжного обладнання (агрегатів наддуву повітря) за параметрами

вібрації, температури, тиску, споживаної електричної потужності та ін.;

- висновку інформації про технологічні процеси цеху на АРМ оператора. АРМ відображає на моніторі оперативну інформацію, виконує її архівування, зберігання і подальший перегляд (висновок на друк).

Крім того, в результаті збільшення фільтроцикла з 40 до 48 годин термін корисної роботи кожного фільтра збільшується на 20%.

## Висновки

Крім прямого економічного ефекту впровадження системи автоматичного управління цехом швидких фільтрів «ПумаФільтр» на Дніпровській водопровідній станції дозволила отримати значні соціальні та технологічні ефекти:

- підвищення якості питної води для населення відповідно до Постанови Верховної Ради України № 123/97 ВР від 27.02.1997 «Про національну програму екологічного оздоровлення басейну Дніпра і поліпшення якості питної води»;

- зменшення витрати чистої води на технологічні потреби цеху, зменшення кількості стічних вод при проведенні процесу промивки фільтрів, ліквідація витоків;

- економія електроенергії за рахунок збільшення ефективності технологічного процесу цеху швидких фільтрів;

- безперервний екологічний моніторинг якості чистої води на виході цеху;

- підвищення рівня промислової безпеки і безаварійності роботи устаткування цеху фільтрів, у т.ч. допоміжного устаткування, автоматичне попередження розвитку аварійних ситуацій;

- проведення аналізу зміни технологічних параметрів і прогнозування оптимальних режимів роботи устаткування;

- адаптивність до можливих змін технологічного процесу і алгоритмів управління, скорочення витрат часу на орієнтацію персоналу в режимній і оперативній обстановці, своєчасне виявлення неполадок і відхилень;

- проведення оперативного контролю і ухвалення управлінських рішень на основі аналізу об'єктивної інформації про стан технологічного процесу;

- запобігання помилковим діям обслуговуючого персоналу шляхом своєчасної сигналізації і блокування помилкових команд управління;

- поліпшення культури праці обслуговуючого персоналу.

## Література

1. Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» від 10.01.2002. — Офіційний вісник України 2002 р., № 6, стор. 1, стаття 223, код акту 21400/2002.

2. № 2918ІІІ СНіП 2.04.0284 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. — М.: Стройиздат, 1985. — 136 с.

3. Правила технічної експлуатації систем водопостачання каналізації населених пунктів України. — Офіційний вісник України, 2008 р., № 70, стор. 227, стаття 2376, код акту 44378/2008

4. ДСанПіН 2.2.417110. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Затверджені наказом МОЗ України від 12.05.2010 № 400, зареєстровано в Мін'юсти України наказом від 01.07.2010 за № 452/17747. — Офіційний вісник України 2010 р., № 51, стор. 99, стаття 1717, код акту 51857/2010.

5. Закон України «Про Загальнодержавну програму «Питна вода України на 2006—2020 роки» від 03.03.2005 № 2455IV. — Голос України, № 69.

6. Guidelines for Drinking water Quality. Third edition. — Geneva: WorldHealth Organization, 2004. — Vol. 1: Recommendations (Керівні настанови із забезпечення якості питної води ВООЗ).

7. МВ 10.10.2.107100 Санітарнопаразитологічне дослідження води питної. — К.: Міністерство охорони здоров'я України, 2000.

## References

1. Zakon Ukrainy «Pro pitnu vodu ta pitne vodopostachannja» vid 10.01.2002 — Oficijnij visnik Ukrainy 2002, № 6, stor. 1, statija 223, kod aktu 21400/2002.

2. № 2918ІІІ SNiP 2.04.0284 Vodopostachannja. Zovnishni merezhi ta sporudi — M.: Stroyizdat, 1985. — 136 s.

3. Pravila tehnicnoi ekspluatatsii system vodopostachannjai kanalizacii naselenih punktiv Ukrainy. — Oficijny visnik Ukrainy, 2008 r., № 70, stor. 227, statija 2376, kod aktu 44378/2008.

4. DSanPiN 2.2.417110 «Gigienichni vimogi do vodi pitnoi, priznachenoi dljaspozhyvannja ljudinoju». Zatverdzeni nakazom MOZ Ukrainy vid 12.05.2010 № 400, zareestrovano v Min'justi Ukrainy nakazom vid 01.07.2010 za № 452/17747. — Oficijnij visnik Ukrainy 2010 r., № 51, stor. 99, statija 1717, kod aktu 51857/2010.

5. Zakon Ukrainy «Pro Zagal'noderzhavnu programu «Pytna voda Ukrainy na 2006—2020 roky» vid 03.03.2005 № 2455IV. — Golos Ukrainy, № 69.

6. Guidelines for Drinking water Quality. Third edition. — Geneva: WorldHealth Organization, 2004. — Vol. 1: Recommendations (Kerivni nastanovy iz zabezpechennya yakosti pytnoi vode VOOZ).

7. MV 10.10.2.107100 Sanitarnoparazitologichne doslidzhennya vody pytnoi. — K.: Ministerstvo ohorony zdorovia Ukrainy, 2000.

*Надійшла 23.09.2014 року*

УДК. 681.5(043.2)

UDC. 681.5(043.2)

## Система автоматического управления цехом фильтров Днепровской водоподготовительной станции г. Киева

С.В. Лозня, Э.П. Ясиницкий,  
И.Э. Ясиницкая, К.М. Торхов

Подготовка питьевой воды — это технологически сложный процесс, который тем не менее необходим для обеспечения комфортных условий современной жизни. Для города Киева он выполняется на Днепровской и Деснянской ОВС. ООО «Котрис» проведен комплекс технических работ по автоматизации и установлена на Днепровской ОВД САК «ПумаФильтр».

Назначение этой системы заключается в автоматизации технологического процесса фильтрации воды в наиболее распространенных типах фильтровальных сооружений, используемых для осветления и обесцвечивания воды поверхностных источников с применением коагулянтов.

Внедрение автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) «ПумаФильтр» позволяет полностью автоматизировать все технологические процессы цеха фильтров, в частности, процесс очистки фильтров с возможностью управления как местного — с операторских панелей контроллеров в павильонах автоматики цеха фильтров, так и дистанционного — с автоматизированного рабочего места оператора цеха.

*Ключевые слова:* очистка, подготовка, быстрый фильтр, промывка, обесцвечивание, контроллер, мнемосхема, пульт управления, автоматизация, коагулянт, флокулянт, панель оператора.

## Automatic control filter Dneprovskoy preparatory workshop station Kiev

S.V. Loznya, E.P. Yasinitskiy,  
I.E. Yasinitska, K.M. Torkhov

Potable water is a technologically complex process that nevertheless required to provide modern comfort life. For city Kyiv this process is performed on Dneprovskoy and Desnyanskoy ATS. ООО “Kotrys” conducted complex technical work on automation and to set Dneprovskoy ATS ACS “Pumafilter”.

The purpose of this system is to automate the process of filtering water in the most common types of filter structures used for lighting and discoloration of water surface sources using coagulation.

Implementation of an automated process control system (APCS) “PumaFilter” allows you to fully automate all processes of plant filters, including filter cleaning process, with the ability to control how local with operator panels in Hall automation controllers shop filters and remote on the automated operator station shop.

*Keywords:* cleaning, preparation, quick filter, flushing, discoloration, controller, mimic panel, control panel, automation, coagulant, flocculant, Operator Panels.