

АДАПТИВНА СИСТЕМА ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ

А. П. ЛЕВЧУК, асистент
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
e-mail: artunion2@mail.ru

Анотація. *Приведено обґрунтування технологічно-конструктивної будови і опис адаптивної системи електролізного знезараження та очищення води з використанням адаптивного джерела живлення електролізних процесів для використання в сучасних умовах прояву біонебезпечних агентів. Ефективність роботи системи розрахована на можливість дії надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, в якості альтернативи існуючим системам знезараження у водопостачанні.*

Ключові слова: *знезараження води, очищення води, біонебезпечний агент, гіпохлорит натрію, джерело живлення, електроліз, імпульсний струм*

Розробка новітніх та надійних автоматичних систем знезараження та очищення води є актуальною. Покращення існуючих систем потребує кардинально нового підходу до побудови технологічно-конструктивної структури з урахування появи нових біонебезпечних агентів та небезпечних речовин. До того ж потрібно враховувати, що на надійність системи може впливати прояв дії збурень вхідних концентрацій речовин: технологічного характеру, надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру. Тому, система повинна гарантовано виконувати свою функцію і в таких умовах, що вимагає розробки надійної системи знезараження та очищення води за зміни підходу до технології очищення. Сучасні системи очищення відомих базових аналогів проводять очищення води у послідовному режимі її оброблення. На відміну від цього, у запропонованій системі змінено технологічний підхід шляхом використання технології багатоконтурної рециркуляційної обробки з акцентованими підконтурами в комплексному та комбінованому режимі. В порівнянні з рішеннями аналогів нова система буде своєчасно реагувати на біонебезпечні агенти та прояви небезпечних концентрацій речовин за збурення у джерелі водопостачання та не допускати невідповідної якості води на виході з системи.

Мета досліджень – обґрунтування технологічно-конструктивної будови адаптивної системи електролізного знезараження води із використанням адаптивного підходу до технології в цілому та адаптивного джерела живлення імпульсного струму навантаження.

Матеріали та методика досліджень. Базовий об'єкт дослідження – технологічно-конструктивна будова адаптивної системи електролізного знезараження води.

Предметом дослідження є адаптивні технологічні процеси з використанням адаптивного джерела живлення електролізних вузлів, вплив цих процесів на енергоефективність та роботу системи в цілому.

Метою нової системи є недопущення «проскоку» біонебезпечних агентів та надлишкових небезпечних концентрацій речовин до споживачів та гарантування якості води за широким спектром показників. Для цього пропонується нова технологічно-конструктивна система електролізного знезараження та очищення води, яка буде базуватися на принципах адаптивної, постійної, загальної рециркуляції з блоками прямої заміщувальної дії як загалом, так і в окремій багатоконтурності. До того ж можливий взаємний вплив окремих підконтурів.

Таке комплексне рішення буде побудовано із загального рециркуляційного контуру та самостійних адаптивних підконтурів акцентованої дії – адаптивна система очищення води (АСОВ).

Обґрунтування необхідності використання рециркуляційних підконтурів очевидне, воно пов'язане з якістю обробки води тощо, яка максимально ефективно досягається в спеціалізованих системах. В якості підконтурів можуть бути використані контур знезараження води від біонебезпечних агентів, підконтур корекції pH та ін.

Поставлена мета вирішується удосконаленням технологічно-конструктивної будови системи знезараження та очищення води внаслідок зміни принципу послідовності та комбінацій технологічного впливу відповідно до поставленої мети. Головний принцип якого полягає у тому, що у випадку, коли якість обробки води не досягнута, то проходить повернення всього об'єму на повторну обробку поки якість не буде достатньою. Це стосується як загального рециркуляційного контуру системи, так і підконтурів.

Для гарантування процесу знезараження біонебезпечних агентів та зменшення витрат електроенергії в технологічно-конструктивній будові нової системи очищення води будемо використовувати удосконалені адаптивні джерела живлення електролізних процесів, обґрунтування застосування яких доведено багатьма дослідженнями [1–3]. В цих працях відсутнє дослідження безпосереднього деструктивного впливу імпульсного електролізу на біонебезпечні агенти, але ми впевнено можемо передбачити ефективність дії імпульсних режимів на деструкцію біонебезпечних агентів через загально відомі факти посиленого впливу змінного струму на людину та живі організми [4]. Враховуючи названі переваги імпульсного струму навантаження в запропонованій технологічно-конструктивній будові системі електролізного знезараження та очищення води велику роль буде відігравати адаптивне джерело живлення імпульсного струму навантаження з відповідною зміною форми струму. Адаптивне джерело наділяє систему не тільки енергоефективністю та посиленням деструктивним впливом на біонебезпечні агенти, також воно додатково корегує зміни параметрів системи за зміни pH та впливає на інші параметри води.

Результати досліджень. В результаті попередніх дослідів та накопиченого досвіду розроблена концептуальна технологічна схема АСОВ з використанням електролізних процесів впливу та адаптивного джерела живлення імпульсного струму навантаження, яка зображена на рис. 1.

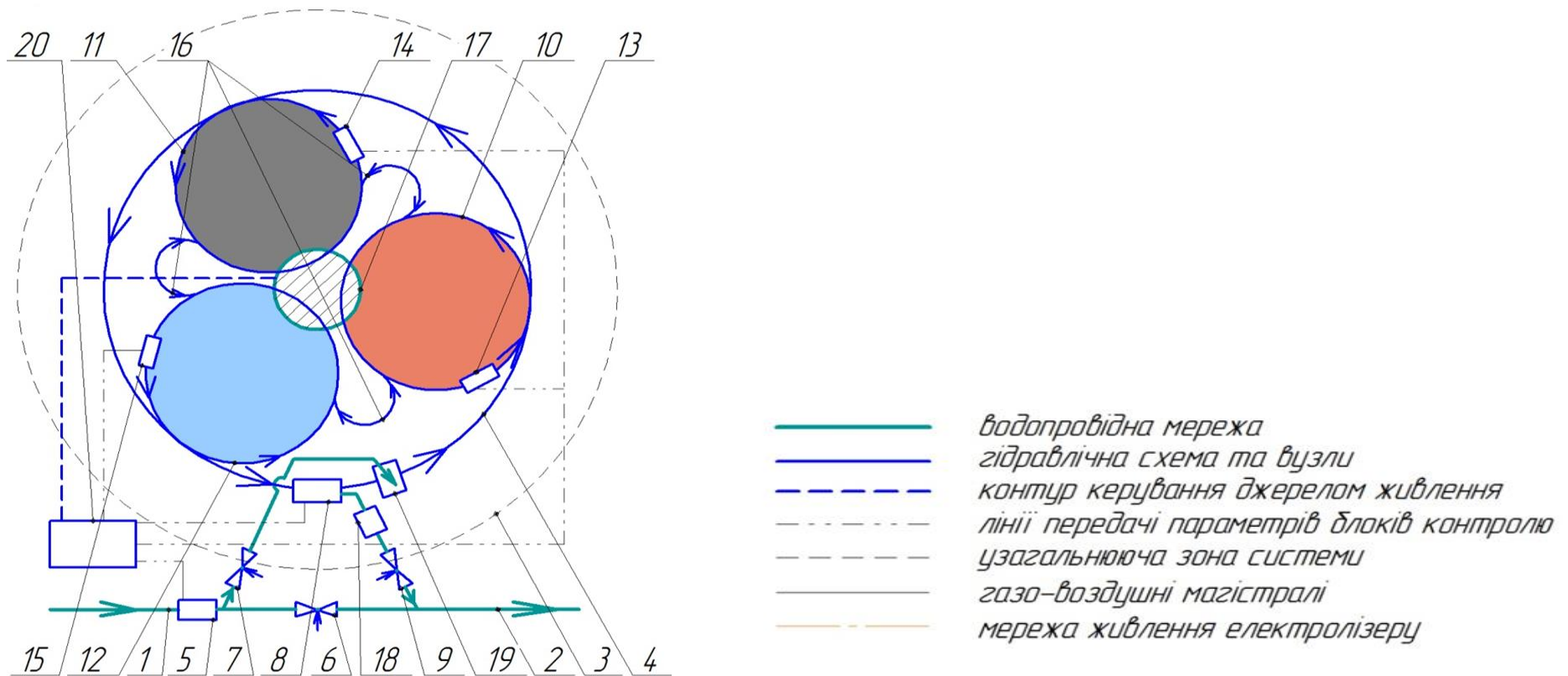


Рис. 1 Технологічна схема загальної будови АСОВ:

1 – вхідний патрубок від джерела водопостачання; 2 – вихідний патрубок АСОВ до водоспоживача; 3 – система АСОВ; 4 – загальний рециркуляційний контур АСОВ; 5 – перший блок контролю параметрів та складу водного розчину; 6 – відсікаючий вентиль водопровідної мережі; 7 – вентиль подачі води на АСОВ; 8 – вихідний калібруючий блок контролю параметрів та складу водного розчину; 9 – вентиль перенаправлення води до водоспоживача; 10 – підконтур адаптивного знезараження води; 11 – підконтур коагуляційного очищення; 12 – підконтур рН-коррекції та фільтрації; 13, 14, 15 – датчики та блоки окремих підконтурів контролю параметрів та складу водного розчину; 16 – контури взаємовпливу між підконтурами; 17 – адаптивне джерело живлення; 18 – блок узгодження подачі води водоспоживачу; 19 – блок узгодження подачі водного розчину в АСОВ; 20 – блок інтелектуального керування.

Робота АСОВ проходить таким чином: водний розчин від джерела водопостачання проходить патрубком 1 до першого блоку контролю параметрів та складу водного розчину 5. До складу блоку входять вузли контролю: витрати, тиску, температури, pH , En та лічильник фотонів на базі технології роботи спектр-аналізатора, що викликає широку оцінку якості та складу водного розчину. Ці данні подаються в блок інтелектуального керування 20, який аналізує їх на відповідність до технологічних вимог та вимог водоспоживача, визначає домінуючий забруднювач та оптимальну технологію знезараження. За умови їх відповідності до вимог водоспоживача вода безперешкодно проходить до патрубка 2 водоспоживача. В більшості випадків оцінка якості призводить до автоматичного перекидання вентиля 6 прямого доступу водного потоку до водоспоживача та перенаправлення її через вентиль 7 в АСОВ 3. Прямий потоковий аналіз параметрів та показників складу водного розчину формує автоматичне (інтелектуальне) прийняття рішення про те, яку технологічну послідовність обробки водного розчину використовувати. Необхідність інтелектуального керування та його принципи висвітлені в джерелі [5], де визначено які рециркуляційні підконтури впливу 10, 11, 12 використовувати, в якому режимі та які можливо оминати для енергоефективності, яку форму струму та інші параметри використати адаптивним джерелом живлення. Коли якість та параметри робочого розчину досягають вимог водоспоживача, що оцінюється блоком контролю параметрів та складу водного розчину 8, відкривається вентиль 9 і вода потрапляє до водоспоживача. Якщо водний розчин не відповідає вимогам, то він перенаправляється знову на загальний рециркуляційний контур АСОВ 4.

Вирішення загальної розробки та опис АСОВ є складною та затратною задачею, тому в своїй роботі розглянемо та розробимо один з підконтурів – адаптивну систему знезараження води (АСЗВ). Цей підконтур можна виділити в окрему самостійну систему, до того ж він може буди як з фільтром, так і без.

В залежності від технологічної будови АСЗВ може самостійно використовуватися у якості системи доочищення води, системи гарантованого, прямого знезараження біонебезпечних агентів, автономної системи напруцювання та накопичування дезинфектанту (гіпохлориту натрію), системи знезараження та очищення води для басейнів тощо.

Принципова функціонально-технологічна та загальна гідравлічна схема АСЗВ представлена на рис. 2.

Функціонує АСЗВ таким чином: оцінивши водний розчин на якість перенаправляємо його в АСЗВ 29, вода потрапляє в блок узгодження подачі 8 з якого подається в пристрій узгодження розчинення $NaCl$ 11, в який його дозовано подає прийомно-дозуюча ємність 10. Не до кінця розчинену суміш відсмоктує перший інжектор 12, який направляє суміш з основним потоком в гідроциклон 13, з якого якісно розчинена суміш подається в другий інжектор, а нерозчинена суміш знову повертається в пристрій узгодження розчинення. Далі головний потік води з розчиненою сумішшю $NaCl$ подається в електролізер 14, де проходить електрохімічне

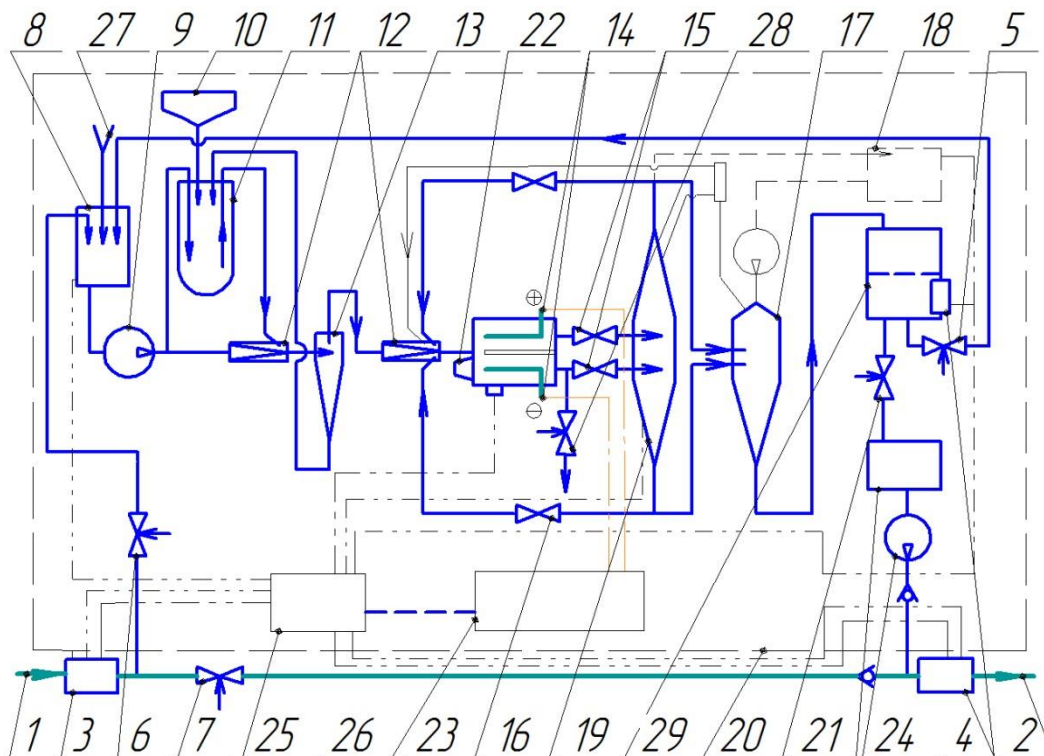


Рис. 2. Функціонально-технологічна схема АСЗВ:

1 – вхідний патрубок від джерела водопостачання; 2 – вихідний патрубок до водоспоживача; 3 – перший блок контролю параметрів та складу водного розчину; 4 – вихідні блоки взаємної калібровки, контролю параметрів та складу водного розчину; 5 – вентиль перенаправлення водного розчину на внутрішній контур рециркуляції підконтур знезараження; 6 – вентиль подачі води в АСЗВ; 7 – відсікаючий вентиль водопровідної мережі; 8 – блок узгодження подачі водного розчину в АСЗВ; 9 – робочий насос АСЗВ; 10 – прийомно-дозуюча ємність для $NaCl$ чи інших речовин; 11 – пристрій узгодження розчинення $NaCl$; 12 – інжектори; 13 – гідроциклон; 14 – електролізер з електродами; 15 – вентиля балансу аналіту та каталіту; 16 – гідциклонна група інтенсифікації отримання дезинфіканту; 17 – група реакційного знезараження; 18 – вузол накопичення та дозування дезинфіканту; 19 – фільтр; 20 – вентиль перенаправлення води до водоспоживача; 21 – блок узгодження подачі водного розчину водоспоживачу; 22 – ультразвуковий блок; 23 – вентиля корегування балансу фракцій та щільності; 24 – напірний насос подачі води водоспоживачу; 25 – блок інтелектуального керування; 26 – адаптивне джерело живлення; 27 – вузол «ручного» заповнення АСЗВ; 28 – вентиль зливного технологічного патрубку; 29 – система АСЗВ.

перетворення речовин та виділення газів. В залежності від дезинфікантів, які потрібно отримати та їх комбінацій проходить балансування пропорцій аналіту та каталіту вентилями 15. Після чого розчин потрапляє в групу інтенсифікації утворення дезинфектанту 16, де за рахунок гідро-динамічного впливу проходить додаткове розділення на фракції за щільністю та проходить інтенсифікація реакцій окиснення речовин утворювачів дезинфектантів газовими сумішами потоку. Для гарантованого дезинфікуючого ефекту, який потребує часу реакції знезараження, розчин подається в групу реакційного знезараження 17, після чого розчин подається на

фільтр 19, якщо цього потребують вимоги водоспоживача. Окрема модифікація системи АСЗВ може комплектуватися чи акцентовано бути зроблена з вузлом накопичення та дозування дезинфектанту 18 (гіпохлориту натрію). Після фільтру, якщо блок контролю параметрів води 4 отримав параметри необхідної якості, водний розчин подається в блок узгодження подачі водоспоживачу 21, з якого напірним насосом 24 відбувається перенаправлення водного розчину вихідним патрубком до водоспоживача 2.

Запропонована система АСОВ та АСЗВ є новаторською з гарантованим ефектом роботи. Особливістю роботи АСЗВ є безпечність технологічного процесу та ефективність. Технологічний процес передбачає прямий комплексний незаражуючий вплив на весь потік водного розчину: зміною тисків, ультразвуковим впливом, імпульсним струмом навантаження, акцентованим окисненням речовини відповідним газом та інтенсифікована обробка дезинфектантом. Використання імпульсного струму навантаження зменшує базові дози дезинфектанту, що є важливим чинником зменшення концентрацій хлоридів. При цьому відсутнє виділення небезпечних газових сумішей в повітря робочої зони, вони безпосередньо інжектуються повторно в технологічний рецикл системи, що додатково інтенсифікує процес деструкційного впливу та як окремий процес покращення ефективності отримання дезинфектанту. На виході з системи маємо незаражений водний розчин, який відповідає ДСТУ 2874-82 «Вода питна» та ДСанПіН 2.2.4-171-10., при чому можливі індивідуальні налаштування відповідно до потреб водокористувача.

Висновки

1. Проведені експериментальні та аналітичні дослідження прототипів [5, 6] та моделювання процесів дозволили обґрунтувати технологічну схему АСОВ. Запропонована система АСОВ є комплексним рішенням, яке гарантує якісні показники водного розчину відповідно до різноманітних потреб водоспоживачів. Запропонований перехід від систем послідовної дії на прямий заміщаючий, який базується на використанні в системі загального рециркуляційного контура та самостійних адаптивних підконтурів акцентованої дії. Це гарантує надійність роботи системи не зважаючи на різноманітні збурення вхідних параметрів водного розчину.

2. Запропонована система АСЗВ може існувати як самостійне технологічне рішення, так і в якості підконтуру АСОВ. Технологічна будова АСЗВ дозволяє вирішувати широке коло питань з дезинфекції та деструкції біонебезпечних агентів і речовин.

3. Запропоновані системи потребують розробки складної інтелектуальної системи аналізу вхідних параметрів та керування технологічними процесами, що є перспективною задачею з широким спектром застосування і в інших технологічних областях.

4. Використання прямого впливу імпульсного струму до всього потоку водного розчину в рециркуляційному режимі гарантує зменшення нормативних норм до дозування дезинфектанту. Енергоефективність в таких складних системах відіграє визначальну роль, що робить роботу з

покращення енергоефективності ще більш актуальною. Подальші дослідження будуть націлені на розробку діючого зразка АСЗВ та проведення його досліджень в різноманітних технологічних режимах та з різними показниками вхідного водного розчину.

Список літератури

1. Гончаров Ф. И. Влияние формы импульсного тока на энергоэффективность получения коагулянта путем анодного растворения железа в зависимости от начального pH раствора. / Ф. И. Гончаров, А. П. Левчук // Инновации в сельском хозяйстве. – 2014. – №4(9). – С. 53–57.
2. Гончаров Ф. І. Обґрунтування заходів та засобів підвищення ефективності та енергоефективності вирішення питань біобезпеки водозабезпечення. / Ф. І. Гончаров, А. П. Левчук // Відновлювальна енергетика, новітні автоматизовані електротехнології в біотехнічних системах АПК: тези допов. міжнар. наук.-техн. конф. 16-17 жовтня 2014 р. – К.: НУБіП України, 2014. – С. 67–69.
3. Левчук А. П. Обґрунтування енергоефективного способу живлення електротехнологічних систем очищення водних розчинів / А. П. Левчук // Науковий вісник НУБіП України. – 2014. – №194, ч. 3. – С. 280–290.
4. Ажибаев К. А. Физиологические и патофизиологические механизмы поражения организма электрическим током / К. А. Ажибаев –Фрунзе: Изд-во «Илим», 1978. – 267 с.
5. Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм: монографія / [В. П. Лисенко, В. М. Решетюк, В. М. Штепа та ін.]. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2014. – 336 с.
6. Гончаров Ф. І. Обґрунтування енергоефективного способу управління джерелом живлення електролізних систем очищення водних розчинів / Ф. І. Гончаров, А. П. Левчук // Науковий вісник НУБіП України. – 2015. – №209. - Ч. 1. – С. 235–239.
7. Патент 78396 UA, МКП F04 D15/00. Автоматична насосна станція./ Левчук А. П. , - № а200504962; заявл. 25.05.2005; опубл. 15.03.2007, Бюл. №3, 2007 р.

References

1. Goncharov F. I., Levchuk A. P. (2014). Vliyanie formi impulsnogo toka na energoefektivnost polucheniya koagulyanta putem anodnogo rastvoreniya jileza v zavisimosti ot nachalnogo pH rastvora [Impact form current pulse on producing energy by coagulant anodic dissolution of iron depending on the initial pH of the solution]. Innovations in agriculture, 4(9), 53–57.
2. Goncharov F. I., Levchuk A. P. (2014). Justification events and means to enhance the efficiency and biosafety issues of water supply. 2014 Annual International Conference of the NUBiP Ukraine 16-17 october Renewable energy, advanced automated electrical technologies in biotechnological systems AIC. Kiev (Ukraine), 67–69.
3. Levchuk A. P. (2014). Obgruntovanie energoefektivnogo sposobu jivlenya elektrotehnologicheskikh system ochizhenia vodnich rozchiniv [Rationale for energy efficient way power system electrotechnology clean water solutions]. Science News NUBiP Ukraine, 194(3), 280–290.
4. Ajibaev K. A. (1978). Fiziologicheskie i patofiziologicheskie mehanizmi porajenya organizma elektricheskim tokom [Physiological and pathophysiological mechanisms organism lesion electrocution]. Ilim, 267.

5. Lisenko V. P., Reshetuk V. M., Shtepa V. M. and ets. (2014). Systemi shtuchnogo intelektu: nechitka logika, neyrony mereji, nechitky neyrony mereji, genetychniy algoritm: monografia [Artificial intelligence: fuzzy logic, neural networks, fuzzy neural networks, genetic algorithm: Monograph]. Kiev, Ukraine: Publishing center NUBiP Ukraine, 336.

6. Goncharov F. I., Levchuk A. P. (2015). Obgruntovanie energoefektivnogo sposobu upravlinia djirelom jivlenya elektroliznich system ochichenia vodnich rozchiniv [Rationale energy efficiency a method of controlling the power supply of the electrolysis system clean of the water solutions]. Science News NUBiP Ukraine, 209(1), 235–239

7. Levchuk, A. P. (2007). Automatic pumping station. Patent of Ukraine. F04D15/00. № 78396; declared 25.05.2005; published 15.03.2007, №3.

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ

А. П. Левчук

Аннотация. *Приведено обоснование технологично-конструктивного устройства и описание адаптивной системы электролизного обеззараживания и очистки воды с использованием адаптивного источника питания электролизных процессов для использования в современных условиях проявления бионебезопасных агентов. Эффективность работы системы рассчитана на возможность действия в чрезвычайных ситуациях техногенного и природного характера в качестве альтернативы существующим системам обеззараживания в водоснабжении.*

Ключевые слова: *обеззараживание воды, очистка воды, биоопасный агент, гипохлорит натрия, источник питания, электролиз, импульсный ток*

ADAPTIVE SYSTEM OF WATER DISINFECTANTS

A. Levchuk

Annotation. *Powered rationale technologically-constructive device and description of adaptive system of electrode disinfection and purification of water with using adaptive the source power electrolysis processes for using in modern terms manifestations biounsafе agent. Efficiency work designed system ability actions emergency situations of technogenic and natural character, as alternatives of existing systems disinfection a water supply.*

Keywords: *disinfection water, cleaning water, biounsafе agent, sodium hypochlorite, power source, electrolysis, pulse current*