

Redakcja naukowa

Adam SZULCZEWSKI

**Bezpieczeństwo państw
Europy Środkowo-Wschodniej
w kontekście zagrożeń ekologicznych**

AKADEMIA POMORSKA W SŁUPSKU
Wydział Nauk o Zarządzaniu i Bezpieczeństwie

Słupsk 2017

© Instytut Bezpieczeństwa Narodowego, 2017

Żadna część tej publikacji nie może być powielana w jakiegokolwiek formie za pomocą środków elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych bez uprzedniej pisemnej zgody właściciela praw autorskich.

Recenzenci:

dr hab. Weronika Jakubczak
dr hab. inż. Mieczysław Koziński
prof. dr Ludmila Antonova
prof. dr Andrii Degtyar
prof. dr Yuri Kuts

Korekta, skład i projekt okładki:
Studio ANATTA

ISBN 978-83-63680-67-1

Nakład: 100 egzemplarzy

Wydawnictwo:
Fundacja Pro Pomerania
Zamek Książąt Pomorskich, ul. Dominikańska 5–9, 76-200 Słupsk

Druk:
Zakład Ubezpieczeń Społecznych Warszawa

| | |
|---|-----|
| Adam Szulczewski , <i>Bezpieczeństwo ekologiczne Bałtyku</i> | 173 |
| Vilém Adamec, Petr Bergłowic, Lenka Maleřová, Jiří Pokorný, Marek Smetana, Grzegorz Diemientew, Zbigniew Olszówka, Krzysztof Rogowski, Maciej Zaorski, <i>Doświadczenia ratownictwa ekologicznego na podstawie międzynarodowego i międzynarodowego ćwiczenia p.k. „Chemia 2016”</i> | 189 |
| * * * | |
| Vladimir Anatolievich Andronov, Viktoriia Valeriivna Glukha, Evgeniy Rybka, <i>Specific Legal State Regulation of Environmental Safety in the European Union</i> | 205 |
| Svitlana Dombrowska, <i>Environmental Safety in the Context of the National Security of the State</i> | 211 |
| Stella Gornostal, <i>Investigation of the Influence of Changing the Operating Mode of the Aeration Tank on the Quality of Wastewater Treatment</i> | 221 |
| Nataliia V. Hryhorenko, <i>Features of Public Services in the Field of Civil Protection of Ukraine</i> | 233 |
| Igor Khmyrov, Roman Miroshnichenko, <i>Existing Mechanisms of Public Administration of the Environmental Safety Provision in Ukraine</i> | 239 |
| Olena I. Liashevska, Viktoriia I. Liashevska, <i>Improvement of State Regulation of Regional Development</i> | 253 |
| Alina Pomaza-Ponomarenko, <i>53rd Munich Security Conference: New Accents in Social Security Development</i> | 259 |
| Andrey Romin, <i>Modern Condition of State Regulation of Environmental Safety in Ukraine</i> | 277 |
| Svetlana Rudenko, <i>Potential of Public Administration in the Provision of Environmental Safety in Ukraine</i> | 285 |
| Oleg Semkyv, <i>Specificity of State Environmental Security in Ukraine</i> | 295 |
| Olena Starova, <i>Linguistic Representation of Environmental Issue Concept in Modern Ukrainian Online Media Outlets</i> | 303 |
| Sergey Vavrenyuk, <i>Spectrum of Problems of the Public Administration on Ensuring Environmental Safety in the State</i> | 315 |
| <i>Zakończenie</i> | 323 |

Stella GORNOSTAL

National University of Civil Protection of Ukraine

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF CHANGING THE OPERATING MODE OF THE AERATION TANK ON THE QUALITY OF WASTEWATER TREATMENT

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІНИ РЕЖИМУ РОБОТИ АЕРОТЕНКА НА ЯКІСТЬ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

ABSTRACT The state of protection of water bodies in Ukraine from pollution with insufficiently purified sewage is analyzed. Features of wastewater treatment at biological treatment facilities and the main directions for improving the purification process are considered. The method for selecting the mode of operation of the aeration system secondary sedimentation tank is proposed. The use of the proposed procedure makes it possible to obtain, at the outlet from the treatment facilities, the concentration of contaminants not exceeding the maximum permissible values.

Keywords: ecological safety, water body, biological treatment, aeration tank, sewage

ABSTRAKT Badanie wpływu zmian w trybie pracy «aerotenka» na jakość oczyszczania ścieków.

Przeprowadzona analiza skuteczności środków mających na celu ochronę wód przed zanieczyszczeniem niedostatecznie oczyszczonych ścieków. Rozważmy funkcje ścieków w biologicznych oczyszczalniach ścieków, głównych kierunków poprawy procesu czyszczenia. Jest opracowana metodyka wyboru reżimu pracy systemu aerotank wtórny osadnik. Za pomocą proponowanego sposobu pozwala na uzyskanie na wyjściu stężenia oczyszczalnie zanieczyszczenia nie przekraczając granic.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo ekologiczne, ciała wody, oczyszczalnie biologiczne, aerotenk, ścieki

ЗАХИСТ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ СПІЛЬНА ЗАДАЧА ЄВРОПЕЙСЬКИХ КРАЇН

Екологічна політика України є невід'ємною частиною європейського інтеграційного процесу¹. Українці добре розуміють, що для забезпечення якості повсякденного життя одного матеріального статку замало. Обов'язковою складовою повноцінного життя є здоров'я, яке повністю залежить від безпечного стану навколишнього середовища. Згідно з Рішенням Європейського парламенту і Ради² від 20 листопада 2013 року про Загальну програму дій Союзу з охорони навколишнього середовища до 2020 року «Жити добре в рамках обмеженості ресурсів нашої планети» наша держава зобов'язується «охороняти громадян від пов'язаних з навколишнім середовищем навантажень і ризиків для здоров'я і благополуччя». Одним з найважливіших напрямків цієї роботи є підвищення якості очищення стічних вод, що надходять на очисні споруди від населених пунктів та промислових підприємств.

В теперішній час проблема запобігання забрудненості водних об'єктів стічними водами є актуальною для більшості країн Європи³. Кількість стічних вод, що надходять на очисні споруди, постійно змінюється, до того ж непостійним є якісний склад забруднень. Це значно ускладнює роботу існуючих споруд, призводить до погіршення якості очищення та потрапляння недостатньо очищених вод в водні об'єкти. Далі ці водойми використовуються для відпочинку людей, рибальства, споживання води на інші потреби. Наявність в воді забруднюючих речовин призводить до спалаху інфекційних захворювань, погіршення здоров'я людей і тварин. Такі явища особливо притаманні великим містам, насиченим промисловістю, транспортом, будівлями різного призначення. Одним із таких міст є Харків потужне місто, яке займає лідируючі позиції в економічному житті України. Воно тривалий час не втрачає статусу одного з найбільших сучасних міст з високим рівнем розвитку промисловості. Це в свою чергу, призводить до напруження екологічної ситуації як з боку атмосферного повітря в межах міста, так і стану водойм в межах та поза межами населеного пункту.

Потрапляння органічних і мінеральних забруднень у водні об'єкти відбувається при скиданні комунальних та промислових стічних вод, що утворюються в результаті технологічних процесів виробництва, переробки продукції і в процесі життєдіяльності людей. Тому захист природного середовища від забруднення відходами промислових виробництв, стічними водами від населених пунктів та забезпечення його екологічної безпеки залишається важливою науково-технічною проблемою.

¹ Стратегія Державної екологічної політики України на період до 2020 року

² Рішення № 1386/2013/EU Європейського Парламенту та Ради від 20 листопада 2013 р. про загальну програму дій Союзу з охорони навколишнього середовища до 2020 року «Жити добре в рамках обмеженості ресурсів нашої планети»

³ Директива 2010/75/EU Європейського Парламенту та Ради від 24 листопада 2010 р. про промислові викиди (комплексне запобігання та контроль забруднення) (OJ L 334, 17.12.2010, р. 17).

СТАН ЗАХИСТУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ НЕДОСТАТНЬО ОЧИЩЕНИМИ СТІЧНИМИ ВОДАМИ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Якість води в більшості водойм України за станом хімічного і бактеріального забруднення класифікується як забруднена і брудна (IV-V клас якості). Найгостріша екологічна ситуація спостерігається в басейнах річок Дніпра, Сіверського Дінця, річках Приазов'я, окремих притоках Дністра, Західного Бугу, де якість води класифікується як дуже брудна (VI клас). Для екосистем більшості водних об'єктів України властиві елементи екологічного та метаболічного регресу.

До основних забруднюючих речовин, що потрапляють у водойми зі зворотними водами, належать органічні речовини, нафтопродукти, феноли, азот амонійний та нітратний, важкі метали, тощо. Для переважної більшості підприємств промисловості та комунального господарства концентрація забруднюючих речовин в стічних водах істотно перевищує встановлений рівень гранично допустимого скиду. Це призводить до забруднення водних об'єктів, значно ускладнює очищення води на питні потреби. Основними причинами забруднення поверхневих вод України є:

- скидання неочищених та недостатньо очищених комунально-побутових і промислових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти та через систему міської каналізації;
- надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин у процесі поверхневого стоку води з забудованих територій та сільськогосподарських угідь;
- ерозія ґрунтів на водозабірних площах.

Треба відмітити, що відносний спад виробництва по деяким галузям та виконання міськими та регіональними органами влади низки першочергових заходів організаційного та технічного характеру дещо стримує згубні для навколишнього середовища антропогенні процеси. Але в цілому це суттєво не впливає на загальний стан повітря та води в поверхневих та підземних джерелах.

Незважаючи на досить жорсткі вимоги⁴, які пред'являються до якості стічних вод, що скидаються у водоймище, а також на значне скорочення обсягів промислового виробництва, за минуле десятиліття не відбулося помітного поліпшення якості води в природних водних об'єктах. У районах скидання стічних вод триває інтенсивне забруднення і накопичення промислових забруднень, потенційно небезпечних речовин.

Порушення в режимі роботи споруд біологічного очищення призводять до потрапляння у водойму забруднень у концентраціях, які перевищують допустимі. Це призводить до погіршення екологічної обстановки в місцях скидання стічних вод. Згідно з переліком⁵, поданим міністерством екології та природних ресурсів України, зі ста об'єктів, які є джерелами найбільшого забруднення навколишнього середовища в Україні, практично в кожній області такими джерелами є підприємства житлово-комунального господарства. За даними⁶ міністерства щорічно в поверхневій водні

⁴ Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України.

⁵ Перелік 10 об'єктів, які є найбільшими забруднювачами довкілля на загальнодержавному рівні

⁶ Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2015 році

об'єкти Харківської області потрапляють оборотні води зі вмістом забруднюючих речовин, що перевищують гранично допустимі концентрації. Дані про використання води в Харківській області наведені в таблиці 1.

Таб. 1. Динаміка використання та відведення води в Харківській області,

| Показник | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--|--------------------|------|------|-------|------|-------|
| | млн.м ³ | | | | | |
| Забрано води з природних водних об'єктів, всього | 337 | 385 | 376 | 388 | 338 | 291,3 |
| Спожито свіжої води в тому числі на потреби | 287 | 333 | 334 | 341 | 309 | 247 |
| побутово-питні | 143 | 140 | 139 | 137 | 145 | 123 |
| виробничі | 104 | 152 | 154 | 166 | 128 | 118 |
| сільськогосподарські | 5 | 5 | 4 | 3,6 | 3,3 | 2,9 |
| зрошення | 3 | 3 | 3 | 3,3 | 3,8 | 3 |
| Загальне водовідведення та з нього | 303 | 332 | 333 | 347 | 303 | 292 |
| в поверхневій водній об'єкти, у тому числі | 298 | 327 | 329 | 343 | 299 | 288 |
| забруднених зворотних вод | 15 | 14 | 13 | 12,5 | 11,5 | 10,7 |
| з них нормативно очищених | 224 | 213 | 216 | 211,5 | 204 | 199 |
| Без очищення | 7 | 7 | 6,4 | 6 | 6 | 5,6 |
| Нормативно чистих без очищення | 59 | 100 | 100 | 119 | 84 | 79 |

Джерело: власне опрацювання на підставі <http://www.menr.gov.ua/ecopolit>

Аналіз даних таблиці дозволяє зробити висновки:

– Не дивлячись на незначне зниження кількості оборотних вод, що скидаються в різні водні об'єкти, відсоток недостатньо очищених зворотних вод і вод без очисток до загальної кількості вод, що скидаються, є досить високим.

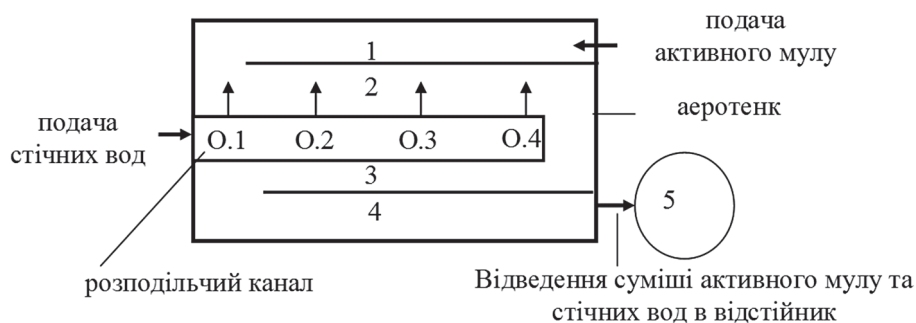
– Рівень загрози погіршення екологічної ситуації, пов'язаний з потраплянням недостатньо очищених і неочищених стічних вод у водні об'єкти, на жаль, знижується не суттєво.

Завдання підвищення ефективності очищення стічних вод та зменшення кількості вод, які потрапляють в водойми без очищення, залишається актуальним. Перед науковцями постає складна, але невідкладна задача, запропонувати заходи, які забезпечать необхідний ступінь очищення стічних вод та допоможуть знизити їх негативний вплив на водні об'єкти. Одним зі шляхів його розв'язання є удосконалення існуючих та створення нових, екологічно безпечних технологічних процесів і обладнання. Вони забезпечать раціональне використання водних ресурсів та дотримання нормативів гранично допустимих скидів, дозволять мінімізувати вплив техногенного забруднення на навколишнє середовище і людину.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД. ШЛЯХИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ

Метою роботи є дослідження впливу аерації по секціях аеротенка на якість очищення стічних вод. Об'єктом дослідження є споруди біологічного очищення стічних вод, що включають в себе аеротенк і вторинний відстійник. Якість очищення стічних вод на спорудах біологічної очистки визначає якість води в водоймах, які використовуються для культурно-побутового і рибогосподарського призначення. Ефективність очищення від органічних забруднень і зважених речовин, а значить і екологічна безпека водойм в значній мірі залежить від того, як організовані масообміни і гідравлічні процеси в аераційних спорудах аеротенках, які є функціональною ланкою технологічної схеми аеробного біологічного очищення. Принципова схема системи «аеротенк-вторинний відстійник» наведена на рисунку 1.

Рис. 1. Схема секції аеротенка



1 – перший коридор, 2 – другий коридор, 3 – третій коридор, 4 – четвертий коридор, 5 – вторинний відстійник, O.1, O.2, O.3, O.4 – випускні отвори на розподільчому каналі

Джерело: Власне опрацювання

В перший коридор аеротенка (регенератор) зосереджено подається активний мул від мулової насосної станції. Подача освітлених стічних вод після механічного очищення в секцію аеротенка відбувається в другій коридор розосереджено по довжині коридору через чотири випускних вікна (O.1, O.2, O.3 та O.4). Далі суміш активного мулу і освітленої рідини повільно рухається по коридорах аеротенка. На всьому шляху руху в суміш постійно подається стиснене повітря від компресорної станції. Час перебування активного мулу і освітленої стічної рідини в аеротенках складає приблизно 6–8 годин і залежить від витрати стічних вод, що надходять на очищення в аеротенк. В кінці четвертого коридору суміш надходить в відповідний канал і самопливом рухається по трубопроводах на розподільні чаші вторинних відстійників. В відстійниках очищена вода відділяється від активного мулу, який повертається в регенератор аеротенку.

Основними факторами, що впливають на вибір оптимального режиму роботи аеротенків, є гідродинамічна схема течії потоку, ефективність насичення рідкого

середовища киснем з повітря, що подається системами аерації, якість і кількість активного мулу, що подається в аеротенк. Традиційні технології біологічного очищення стічних вод мають ряд недоліків, і для великих очисних споруд донині важливим практичним завданням залишається дотримання нормативу гранично допустимого скидання, значення якого весь час посилюється. Очищення стічних вод часто проводиться в недостатньому ступені. Це призводить до потрапляння у водойму великої кількості забруднюючих речовин, що погіршують екологічну ситуацію в регіонах. Очисні споруди в усіх регіонах України мають значний фізичний знос і потребують суттєвого оновлення, удосконалення технологічного процесу, заміни устаткування.

В міських стічних водах містяться дрібнодисперсні і розчинені органічні речовини, видалення яких викликає найбільше всього утруднень. Фізико-хімічні методи їх вилучення і деструкції досить дороги і малозастосовні при великих витратах стічних вод. Тому найрезультативнішим на сьогоднішній день залишається метод біологічного очищення. Його використання забезпечує деструкцію складних органічних забруднень, що відбувається без додавання реагентів в звичайних фізико-хімічних умовах та з мінімальними витратами енергії. Метод біологічного очищення екологічно безпечний, тому що вуглець органічних сполук в результаті деструкції окислюється до вуглекислоти і води, азот до нітритів і нітратів, а живі клітини аеробних бактерій не тільки нешкідливі, але можуть бути корисними навколишньому середовищу.

Біологічне очищення стічних вод здійснюється в спорудах з прикріпленою (біофільтри), вільноплаваючою (аеротенки) та зі змішаною (аеротенки з насадками, біотенки) мікрофлорою. Вони набули поширення завдяки своїй універсальності і ефективності. Однак в останні роки фахівці приходять до висновку, що класичні модифікації аеротенків (змішувачі, витискувачі, з окремою регенерацією активного мулу, двоступеневі аеротенки) хоча і дозволяють досягати необхідної ступінь очищення, але технічні можливості їх практично вичерпані. Традиційні аеротенки при всіх їх позитивних якостях мають ряд суттєвих недоліків:

- нерівномірне по довжині навантаження на активний мул;
- дефіцит розчиненого кисню в початкових найбільш навантажених зонах споруди;
- надлишок кисню в кінцевих зонах споруди.

При цьому невинувато збільшуються безповоротні втрати кисню, який скидається з очищеною водою. Жорсткі умови експлуатації, обумовлені постійною зміною кількості та якості стічних вод, що надходять на очищення, при недосконалості технологічного режиму призводять до систематичних порушень умов роботи аеротенків. Це, в свою чергу, призводить до потрапляння недостатньо очищених стічних вод в водойму.

Аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду показує, що з усіх можливих шляхів створення технологічно керованих процесів біохімічного очищення стічних вод реалізована лише невелика частина. Науковці різних країн приділяють багато уваги питанням якісного очищення стічних вод⁷ та розглядають різні шляхи зменшення

⁷ Starkl M, Strenström T A, Roma E, Phansalkar M, Srinivasan R K. *Evaluation of sanitation and wastewater treatment technologies: case studies from India*. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development 3, p.1–11. 2013.

кількості забруднень⁸, що потрапляють в водойми. Відомі спроби управління роботою аеротенків пов'язані з регулюванням окремих елементів технологічного процесу і, як правило, відрізняються незадовільним інженерним виконанням. Подальший розвиток може йти по шляху вдосконалення технологічного процесу^{9,10} в існуючих спорудах або радикальної зміни конструкції¹¹. Складність внесення конструктивних змін пов'язана з великими розмірами споруд та необхідністю значних фінансових витрат. Впровадження сучасних методів управління роботою споруд дозволяє з мінімальними витратами підвищити ефективність їх роботи.

На сьогоднішній момент реалізована лише невелика частина можливих рішень, здатних якісно поліпшити роботу споруд. Тому актуальним залишається завдання вдосконалення існуючих і створення нових, екологічно безпечних технологічних процесів, здатних забезпечити раціональне використання водних ресурсів та дотримання нормативів гранично допустимих скидів.

Напрями вдосконалення процесів очищення

Сучасними напрямками розвитку керованих процесів біохімічної очищення стічних вод, які отримали поширення в даний час, є управління:

- якістю середовища¹², що надходить на очищення;
- системою подачі стічних вод¹³;
- технологічним процесом очищення.

Велика увага приділяється підвищенню ефективності діючих споруд шляхом визначення оптимального навантаження на активний мул і раціонального розподілу стічних вод по довжині аеротенку з подальшою оптимізацією роботи споруд. Актуальною є розробка технологічних методів управління системою подачі суміші для забезпечення максимальної ефективності аеробного біологічного очищення стічних вод.

Особливістю аеротенка, принципова схема якого наведена на рис. 1, є наявність на розподільчому каналі 4-х випускних вікон (О.1, О.2, О.3, О.4), через які в секцію аеротенка подається стічна вода. Це дозволяє варіювати подачу стічних вод, відкриваючи або закриваючи впускні вікна на каналі. Для розрахунку різних варіантів пропонується використовувати результати математичного моделювання¹⁴ процесу біологічної

⁸ Tilly E, Lüthi C, Morel A, Zurbrügg C, Schertenleib F. *Compendium of sanitation systems and technologies*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (EAWAG), Dübendorf, Switzerland. 2008.

⁹ Ghorbani M., Eskicioglu C. *Application of the International Water Association activated sludge models to describe aerobic sludge digestion*. Environmental Technology. 32(16). P. 1923–1938. 2011.

¹⁰ Juang D. F., Chiou L. J. *Microbial population structures in activated sludge before and after the application of synthetic polymer* Int. J. Environ. Sci. Tech. V. 4, № 1. P. 119–125. 2007.

¹¹ Patziger M., Kainz H., Hunze M., Józsa J. *Analysing sludge balance in activated sludge systems with a novel mass transport model*. Water Science and Technology. IWA Publishing, London, UK. 57(9). P. 1413–1419. 2008.

¹² Pat. № 7517454, US, IC C02F 3/00, US Classification 210/620 210/483 210/767 *Method for treating wastewater containing active sludge*. Inventors Hu; Yen-Jung Chen; Hsi-Yu Hwang; Wen-Chun. Attorney. Law Firm Bliss McGlynn, P.C. № 11/879,874; Filed July 19, 2007. Published April. 14, 2009.

¹³ Pat. 7527735, US, IC C02F 3/00, US Classification 210/605 *System for treating wastewater*. Inventors Brase, Крэйр С., Attorney. Law Firm Kinney & Lange, P.A. № 11/507,124. Filed August 21, 2006 Published May 5, 2009.

¹⁴ Горносталя С.А., Петухова О.А., Айрапетян Т.С. Исследование влияния аэрации на показатели

очистки в системі споруд «аеротенк вторинний відстійник». Запропонована модель процесу очищення дозволяє вивчити і проаналізувати вплив різних чинників¹⁵ на перебіг процесу біологічного очищення. Для використання результатів розрахунку пропонується методика вибору режиму роботи споруд біологічного очищення стічних вод.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИБОРУ РОБОТИ СИСТЕМИ АЕРОТЕНК – ВТОРИННИЙ ВІДСТІЙНИК

При роботі споруд біологічного очищення постійно змінюються такі параметри як витрата стічних вод, що надходять на очищення, та концентрація забруднень в стічних водах. При цьому на виході зі споруд необхідно отримувати певне, строго регламентоване нормативними документами значення концентрації забруднень. Ефективне застосування аеротенків проміжного типу з регенератором, з метою отримання на виході зі споруд біологічного очищення показників якості води по органічним забрудненням не вище гранично допустимих концентрацій, залежить від правильного вибору режиму їх роботи при конкретних умовах експлуатації.

Вибір технологічного режиму роботи аеротенків здійснюється після того, як проведено попередній аналіз наступних питань:

- лабораторних даних результатів очищення на виході зі споруд;
- конструктивних, об'ємно-планувальних та комунікаційних особливостей споруд.

Отримані результати надають змогу прийняти рішення про необхідність внесення змін в технологічний регламент роботи аеротенку. Для того щоб врахувати особливості перебігу процесу біологічного очищення на різних його стадіях, запропоновано процес очищення в аеротенках розбити на окремі складові. Такий розподіл дозволяє:

- контролювати стан очищення стічних вод на різних його етапах в аеротенках і на виході з споруд біологічного очищення;
- використовувати в якості контролюючих параметрів показники якості та витрату стічних вод, що надходять на очищення; показники якості та витрату активного мулу;
- приймати обґрунтоване рішення про зміну режиму подачі стічних вод або повітря в споруди.

сточных вод и активного ила на выходе из аэротенка. Motrol. Comission of motorization and energetics in agriculture. Vol.17, № 6. P.77–84. 2015.

¹⁵ Горносталь С.А., Петухова Е.А., Айрапетян Т.С. Сравнение результатов расчета, полученных для разных вариантов подачи сточных вод в аэротенк. Науковий вісник будівництва. ХНУБА. №2(84). С.303–307. 2016.

ПОСЛІДОВНІСТЬ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

1. Визначають характеристики стічних вод (концентрація забруднень в стічних водах, що надходять на очищення, їх витрата), активного мулу (доза мулу та його витрата).
2. Отримані дані вводять в комп'ютерну програму, яка моделює процес біологічного очищення. Додатково в програмі є можливість змінювати параметри подачі повітря. Розрахунок параметрів проводиться для різних варіантів подачі стічних вод в аеротенк: через чотири, одно, два або три вікна на розподільчому каналі.
3. Фіксують значення концентрації забруднень на виході з аеротенку, концентрації складових активного мулу, визначається час знаходження суміші стічних вод і активного мулу в аеротенку.
4. Отримані значення концентрацій для всіх варіантів порівнюються з нормативними величинами.
5. Приймають рішення про вибір варіанту подачі стічних вод в аеротенк для розглянутих умов.
6. Визначають ефективність очищення за органічними забрудненнями.

Запропонований порядок дозволяє обирати режим очищення стічних вод, при якому на виході зі споруд будуть отримані значення концентрації забруднень не вище гранично допустимих значень, доза мулу відповідає нормативній. Остаточне рішення щодо вибору технологічного режиму роботи аеротенку залишається за технологом підприємства. При цьому фахівець буде володіти вичерпною інформацією про характер протікання процесів в аеротенках на різних етапах очищення, в різних коридорах; про процес біологічного очищення в цілому при різних варіантах його перебігу.

ВИСНОВОК

Потрапляння стічних вод в водойми без очищення або з недостатнім ступенем очищення становить серйозну загрозу для населення, призводить до погіршення екологічної ситуації та виникнення небезпеки для здоров'я людей і тварин. В останні роки в Україні спостерігається поступове зниження кількості стічних вод, що скидаються у водні об'єкти. Однак відсоток недостатньо очищених вод і вод без очистки до загальної кількості стоків, що скидаються залишається досить високим.

Вчені різних країн прикладають багато зусиль для розробки заходів, які унеможливають потрапляння неочищених та недостатньо очищених стічних вод в водні об'єкти. Це дозволяє нормалізувати стан водних екосистем та створити умови для їх подальшого сталого функціонування, надає можливість повноцінного використання водних об'єктів для рибогосподарської діяльності, рекреації та туризму.

Одним зі шляхів розв'язання задачі є використання математичного моделювання для відтворення процесів, що відбуваються в спорудах при очищенні стічних вод. Воно допомагає дослідити процеси очищення та запропонувати заходи, що допоможуть дотримуватись нормативів гранично допустимих скидів. Це надає

змогу мінімізувати вплив техногенного забруднення на навколишнє середовище і людину.

Для використання результатів моделювання запропонована методика вибору режиму роботи споруд біологічного очищення стічних вод. Наведений порядок дозволяє обирати режим очищення стічних вод, при якому на виході зі споруд будуть отримані значення концентрації забруднень не вище гранично допустимих значень. Рішення про вибір режиму роботи споруд очищення за фахівцем підприємства. В цьому йому допоможить вичерпна інформація про особливості процесу очищення на різних етапах протікання процесу. Запропонована методика дозволяє з мінімальними витратами фінансових та трудових ресурсів покращити екологічний стан водойм, в які скидаються очищені стічні води.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Стратегія Державної екологічної політики України на період до 2020 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>. (доступ: 05.05.2017).
2. <http://www.menr.gov.ua/ecopolit> (доступ: 15.05.2017).
3. Директива 2010/75/EU Європейського Парламенту та Ради від 24 листопада 2010 р. про промислові викиди (комплексне запобігання та контроль забруднення) (ОJ L 334, 17.12.2010, р. 17). Режим доступу: <http://old.minjust.gov.ua/45875> (доступ: 05.05.2017).
4. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України. Затверджені наказом Держбуду України 19.02.2002 N 37 (z0402-02) <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0403-02>. (доступ: 15.05.2017).
5. Перелік 10 об'єктів, які є найбільшими забруднювачами довкілля на загальнодержавному рівні <http://www.menr.gov.ua/index.php/control/control4>. (доступ: 15.05.2017).
6. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2015 році http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2015-rotsi/harkiv_2015.pdf. (доступ: 15.05.2017).
7. Starkl M, Strenström TA, Roma E, Phansalkar M, Srinivasan RK *Evaluation of sanitation and wastewater treatment technologies: case studies from India*. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development 3, 2013a, 1–11. http://www.indiawaterportal.org/sites/indiawaterportal.org/files/Evaluation%20of%20sanitation%20and%20wastewater%20treatment%20technologies_Case%20studies%20from%20India_%20Paper%20presented%20at%20National%20Sanitation%20Conference.pdf. (доступ: 10.05.2017).
8. Tilly E, Lüthi C, Morel A, Zurbrügg C, Schertenleib F. *Compendium of sanitation systems and technologies*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (EAWAG), Dübendorf, Switzerland 2008
9. M.Ghorbani, C. Eskicioglu. *Application of the International Water Association activated sludge models to describe aerobic sludge digestion*. Environmental Technology. V. 32(16). P. 1923–1938. 2011.
10. Juang D. F., Chiou L. J. *Microbial population structures in activated sludge before and after the application of synthetic polymer*. Int. J. Environ. Sci. Tech. V. 4, №1. P. 119–125. 2007.

11. Patziger M., Kainz H., Hunze M., Józsa J. *Analysing sludge balance in activated sludge systems with a novel mass transport model*. Water Science and Technology. IWA Publishing, London, UK. 57(9). P. 1413–1419. 2008.
12. Pat. № 7517454, US, IC C02F 3/00, US Classification 210/620 210/483 210/767 *Method for treating wastewater containing active sludge* / Inventors Hu; Yen-Jung Chen; Hsi-Yu Hwang; Wen-Chun. Attorney/Law Firm Bliss McGlynn, P.C. – № 11/879,874; Filed July 19, 2007; Published April 14, 2009.
13. Pat. 7527735, US, IC C02F 3/00, US Classification 210/605 *System for treating wastewater* / Inventors Brase, Крэйг С., Attorney/Law Firm Kinney & Lange, P.A. – № 11/507,124, Filed August 21, 2006 Published May 5, 2009.
14. Горноста́ль С.А., Петухова О.А., Айрапетян Т.С. Исследование влияния аэрации на показатели сточных вод и активного ила на выходе из аэротенка. Motrol. Comission of motorization and energetics in agriculture. Vol.17, № 6. P.77–84. 2015. http://www.pan-ol.lublin.pl/wydawnictwa/Motrol17_6/Motrol17_6_2015.pdf (доступ: 15.05.2017).
15. Горноста́ль С.А., Петухова Е.А., Айрапетян Т.С. Сравнение результатов расчета, полученных для разных вариантов подачи сточных вод в аэротенк. Науковий вісник будівництва. ХНУБА. №2(84). С.303–307. 2016. <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Articles/gornostal/3.pdf> (доступ: 19.05.2017).