



З. С. Одноріг¹, О. Р. Василюк¹, О. І. Рубай², Д. О. Березюк¹

¹ Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

² ТОВ "Компанія "Зіко", м. Львів, Україна

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПТАХОФАБРИКИ

Стан поверхневих водойм залежить від кількісного та якісного складу стічних вод підприємств, поверхневих стоків з урбанізованих та сільськогосподарських територій. Розглянуто екологічні проблеми, які виникають внаслідок потрапляння у природні водойми недоочищених стічних вод птахівничих господарств, зокрема погіршуються органолептичні показники, відбувається механічне, хімічне та бактеріологічне забруднення водойми, порушуються процеси самоочищення та погіршення гідрохімічного режиму. Доведено необхідність модернізації застарілої технологічної лінії очищення стічних вод птахофабрики, оскільки скиди в річку Недра, як водойми рибогосподарського призначення, є об'єктом державного нагляду (контролю) шоквартально. Визначено основні джерела утворення стічних вод на птахівничому господарстві. Представлено середні значення концентрацій таких забруднювальних речовин: завислі речовини, біологічне споживання кисню, хімічне споживання кисню, загальний фосфор та амонійний азот. Зазначено недоліки в роботі існуючої технологічної лінії та обгрунтовано підбір обладнання для ефективного очищення стоків. Процес очищення відбуватиметься в кілька етапів: механічне очищення, усереднення, фізико-хімічне очищення (флотація), біологічне очищення та озонування. Доцільність застосування таких методів обгрунтовано концентраціями забруднювальних речовин у стічній воді птахофабрики, відібраними щомісяця протягом 2017 р. Якість очищеної стічної води відповідатиме розрахованим показникам гранично допустимих скидів за зазначеними вище забруднювальними речовинами.

Ключові слова: птахофабрика; стічні води; очисні споруди; гідросфера.

Вступ. Птахівничі комплекси є потужними водоспоживачами. Птахопідприємства скидають майже 50 % отриманої води, залежно від технології виробництва і регіону. Загальний об'єм скиду стічних вод в Україні від птахівничих комплексів становить 8,5 млн м³/рік (Borodai et al., 2014). Джерелом підвищеної екологічної небезпеки для водойм є птахофабрики, де для видалення посліду передбачено гідрозмив. Під час роботи типової птахофабрики з продуктивністю 400 тис курей-несучок або 6 млн курчат-бройлерів утворюється понад 500 тис. м³ стічної води за рік (Avramenko & Mykhailovska, 2011). Більшість з птахівничих комплексів України побудовано в 70-ті роки ХХ ст., тому технологічне обладнання є застарілим і потребує значних капіталовкладень, а реконструкція і технічне переобладнання очисних споруд, будівництво сховищ відходів здійснюються вкрай повільно.

Актуальність тематики. Актуальною проблемою України можна вважати забруднення природних водойм недоочищеними стічними водами птахівничих підприємств. Птахофабрики скидають стічні води із значним перевищенням концентрацій забруднювальних

речовин, зокрема це: жир, кров, миючі засоби, пух і пір'я, солі, нерозчинні мінеральні компоненти, залишки кормів. Такі стоки характеризуються високими показниками, у середньому: БСК (230 мг/л для птахофабрик яєчного напрямку і 1300 мг/л для м'ясного напрямку), завислими речовинами (420 та 2500 мг/л відповідно), азоту аміаку (15 і 170 мг/л) (Sorova & Titov, 2011).

Завислі речовини впливають на прозорість водойми, змінюючи її температуру та кут заломлення сонячного променю, швидкість утворення осаду, сприяють накопиченню патогенних мікроорганізмів на пластівцях глини та рознесенням їх течією води. За вмістом розчиненого у воді кисню можна визначити ступінь забруднення водойми легко- та важкоокиснюваними органічними речовинами. Висока концентрація органічних сполук, фосфору та азоту призводить до зменшення вмісту кисню у воді, погіршення якості річкової води та зменшення біорозмаїття іхтіофауни. Потрапивши у воду, сполуки фосфору включаються в біохімічні цикли внутрішньоводоймових процесів його колообігу і вже практично не залишають її. За умов надмірного надходження фосфору у водойми, він викликає їх евтрофіка-

Інформація про авторів:

Одноріг Зоряна Степанівна, канд. техн. наук, доцент, кафедра екології та збалансованого природокористування.

Email: odnorigor@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3011-4845>

Василюк Олеся Русланівна, магістрант, кафедра екології та збалансованого природокористування. Email: olesya9.v@gmail.com

Рубай Ольга Іванівна, канд. техн. наук, керівник відділу екологічної інженерії. Email: o.rubay@ziko.com.ua;

<https://orcid.org/0000-0002-7310-8288>

Березюк Дарія Олександрівна, канд. хім. наук, доцент, кафедра екології та збалансованого природокористування.

Email: daraberezuk@gmail.com

Цитування за ДСТУ: Одноріг З. С., Василюк О. Р., Рубай О. І., Березюк Д. О. Модернізація технологічної лінії очищення стічних вод птахофабрики. Науковий вісник НЛТУ України. 2019, т. 29, № 3. С. 95–98.

Citation APA: Odnorih, Z. S., Vasyliuk, O. R., Rubai, O. I., & Beresiuk, D. O. (2019). Modernization of the technological line of poultry farm wastewater treatment. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(3), 95–98. <https://doi.org/10.15421/40290320>

цію. Швидко розвиваються планктонні водорості у приповерхневому шарі водойми та утворюється дефіцит кисню у придонному шарі, що сприяє відновленню розчиненого заліза, марганцю, амонійного азоту та сірководню. Тому під час масової загибелі синьо-зелених водоростей починають накопичуватися біотоксини, спричиняючи загибель гідробіонтів та погіршення якості води тощо (Savluchynskaia & Horbatiuk, 2014). Наявність азоту в різних формах (нітрати, нітроти, аміак, вільний азот) є індикатором розпаду органічних речовин у забрудненій стічній воді (Komropany, 2019).

Як наслідок, погіршуються органолептичні показники води (запах, кольоровість, прозорість), відбувається механічне, хімічне та бактеріологічне забруднення водойми, порушуються процеси самоочищення та погіршення гідрохімічного режиму, надходження у водойми токсичних речовин спричиняють загибель гідрофауни. Зворотні води птахофабрик спричиняють особливе занепокоєння, тому що в зоні їх скиду у природну водойму формується водний баланс, який є основою життя всього живого в цьому регіоні.

Тому для запобігання негативному впливу на стан навколишнього середовища, зокрема впливу на водні об'єкти, необхідно впроваджувати сучасні технології очищення стічних вод та осадів стічних вод птахофабрик, дотримуватись всіх санітарних та ветеринарних вимог згідно з нормативно-правовим регулюванням.

Метою роботи є аналіз роботи технологічної лінії стічних вод типової птахофабрики із клітковим методом утримання птиці, основними видами діяльності якої є: розведення птиці; вирощування зернових культур; забій та оброблення птиці; виготовлення яєчного порошку; оптова та роздрібна торгівля товарами. Обсяг вирощування птиці становить 1200 тис. голів, випуск яєць – близько 200 млн/рік. Основними виробничими цехами та підрозділами є забійний цех та цех кліткової несучки (виробництво курячих яєць). На основі аналізу існуючого стану очисних споруд необхідно фахово підібрати комплекс обладнання для ефективного доочищення стоків.

Методи дослідження: аналітичний та лабораторний.

Результати дослідження та їх обговорення. Джерелом водопостачання птахофабрики є існуючий колодязь на території підприємства, який знаходиться неподалік забійного цеху. Воду з колодязя використовують для забезпечення виробничих та господарсько-побутових потреб, що відповідає вимогам питної води згідно з ДСТУ ISO 2200:2007 (пункт С1.11. Вода).

Джерелами утворення стічних вод є:

- *основні виробничі приміщення:* пташники (основними джерелами забруднення є технологічні системи видалення, підготовки й утилізації калу та стічних вод, надлишки води, що надходять у системи поїння птахів, технологічна вода, що накопичується у процесі миття приміщень і устаткування), цех кормоприготування, цехи для сортування й упакування яєць, цех прийому птиці, цех забою птахів і потрошіння, приміщення водяного охолодження, приміщення для миття тари (воду використовують на оброблення тушок, а також під час миття перелічених виробничих приміщень та обладнання);
- *допоміжні* (механічні майстерні, гаражі, їдальня, душові, вбиральні тощо);
- *стоки, що утворюються під час миття транспорту.*

Споживання птахами кількості води залежить від різних чинників, основними з яких є показники темпе-

ратури і відносної вологості навколишнього середовища, але середні показники споживання води 100 шт. курчат-бройлерів становлять:

- у перший тиждень життя – 2,8 л води на добу;
- у другий тиждень – 7,5 л на добу;
- у третій тиждень – 10,8 л води на добу;
- до півтора місяця – до 20 л на добу (Tyukaeva, 2016).

Отож, у комфортних температурних умовах (від 15°C до 21°C) одна доросла птиця в середньому споживає 190÷200 мл води в день. У разі зростання температури до 30 °C, витрата води збільшується приблизно в 3 рази – в середньому до 582 мл щодня (Kopytin & Slobodeniuk, 2011). Внаслідок діяльності такої типової птахофабрики утворюється до 300 м³ стічних вод на добу. Відведення виробничих та господарсько-побутових стічних вод здійснюється у річку Недра, яка протікає недалеко. У цю ж річку відводяться поверхневі стоки з покрівлі та ділянок забудови.

Птахофабрики зазвичай мають власні очисні споруди. Технологічна схема очищення стічних вод складається з каналізаційно-насосної станції, флотатора, аеротенка та мулової ями. Стічна вода з виробництва надходить у каналізаційно-насосну станцію, де відбувається змішування з господарсько-побутовими стоками. Із каналізаційно-насосної станції усереднені стоки надходять у флотатор, де б мало відбуватись фізико-хімічне очищення. Проте нині ємність флотатора використовують як відстійник-освітлювач. З флотатора стоки направляються в аеротенк на біологічне очищення. Надлишок активного мулу з аеротенка надходить у мулову яму. Згодом мулові ями формуються у мулові майданчики, які накопичуються на території. Очищена стічна вода з аеротенка скидається в "озеро доочищення", а звідти вода самопливом потрапляє в річку Недра.

Стоки птахофабрики є об'єктом державного нагляду (контролю), який здійснюється Державною екологічною інспекцією та обласною філією Держпродспоживслужби. Існує також внутрішній контроль з боку штатних екологів та внутрішньої лабораторії, яка перевіряє стан води на очисних спорудах. Аналітичний аналіз показників якості стічної води здійснюється за такими встановленими методиками для акредитованих лабораторій з контролю якості води: завислі речовини – гравіметричне визначення КНД 211.1.4.040-95; БСК – КНД 211.1.4.024-95; ХСК – КНД 211.1.4.021-95; загальний фосфор – фотометричне визначення РНД 09-05-2002; азот амонійний – фотометричне визначення із реактивом Неслера, КНД 211.1.4.030-95. У табл. 1 наведено середні значення концентрацій деяких забруднювальних речовин у стічній воді птахофабрики, відібрані щомісяця впродовж 2017 р.

Річку використовують на господарські потреби та рибицтво. Спостереження за екологічним станом водних об'єктів Київської обл. за гідробіологічними показниками у 2017 р. проводили на річках Десна, Рось, Тетерів, Ірпінь, Трубіж, Недра, Київському та Канівському водосховищах. Відбір проб здійснювали в 14-ти пунктах, 25 створах, на 37 вертикалях. Визначали хронічну токсичність вод (біотестування) на тест-об'єкті – *Ceriodaphnia affinis*. Найбільш забрудненою річкою серед тих, на яких проводилось біотестування вод у 2017 р., була р. Недра (токсичність встановлено у 33 % проб). За сукупністю гідробіологічних показників стан якості вод р. Недра відповідав 3-му класу – помірно забруднені води (Horhan, 2017).

Табл. 1. Характеристика стічних вод птахофабрики (за 2017 р.)

№ з/п	Показник, мг/дм ³	Вміст у стічній воді до очищення	ГДС	ГДК для господарсько-питного водопостачання	ГДК для рибогосподарських цілей
1	Завислі речовини	1500	15	–	15,0
2	БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	3500÷4000	15	>4,0	2,0
3	ХСК, мг О ₂ /дм ³	4500÷5000	80	15,0	20,0
4	Загальний фосфор	20÷780	–	0,0001*	–
5	Азот амонійний	150÷180	15	2,0	0,5

Примітка: * – згідно з Проектом Наказу МОЗ України "Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення" 2017 року.

Основним промисловим об'єктом, який здійснює скид стічних вод у річку Недра, є птахофабрика. Тому можна зробити висновок, що основною причиною порушення гідрохімічного та гідробіологічного режиму, погіршення процесів самоочищення природної водойми, є надходження недостатньо очищених стічних вод із підприємства. Окрім цього, підприємство змушене сплачувати екологічні штрафи за завдані збитки.

Тому для вирішення цієї проблеми і задля ефективної роботи технологічної лінії очищення стічних вод птахофабрики пропонуємо таке технологічне обладнання, із впровадженням якого буде забезпечене очищення води відповідної якості:

- решітка механізована барабанна роторна РМБ Р (механічне очищення), яка забезпечить ефективне очищення від завислих домішок;
- усереднювач (усереднення);
- флотатор (фізико-хімічне очищення);
- дегідратор (оброблення осаду стічних вод);
- біологічне доочищення до рівня гранично допустимого скиду в річку рибогосподарського призначення;
- озонування сприятиме надійному знезараженню зворотних вод.

Згідно із запропонованою модернізованою технологічною схемою очисних споруд, стічні води від забійного цеху будуть направлятися на існуючий жироловлювач, де відбувається відділення основної маси жиру. З жироловлювача стоки від забійного цеху подаються через барабанну решітку в усереднювач. Стічні води надходять всередину фільтруючого перфорованого барабана решітки РМБ Р. Очищені стічні води, що пройшли через фільтруючу поверхню барабана, відводяться з установки через вертикальний патрубок, розташований в нижній частині решітки, а затримані домішки горизонтально направляються в зону вивантаження. Для очищення фільтруючого полотна передбачено промивку барабана гарячою або холодною водою з форсунок, а також щітковий очищувач барабана.

Однією з головних умов забезпечення стабільної роботи технологічної лінії очисних споруд є сталість якіс-

них і кількісних характеристик стічних вод. Відведення стічних вод із птахоферми може бути рівномірним, нерівномірним або залповим. У періоди залпових скидів можливі збої в роботі очисних споруд. Тому в запропонованій технологічній схемі передбачено усереднення стічних вод в усереднювачі – залізобетонна ємність. Для запобігання осадження завислих речовин на дні споруди передбачено систему перемішування (мішалки). Об'єм усереднювача становить 130 м³.

З усереднювача стічні води насосом подаються у флотаційну установку. Флотатор виготовляють з корозійностійкої сталі AISI 304 або 316 і призначений для роботи у середовищі із рН = 6,5–8,5. Для підвищення ефективності очищення стічних вод перед флотаційними установками передбачено дозування реагентів, полімерних коагулянтів і флокулянтів, застосування яких буде сприяти формуванню пластівцеподібної структури забруднень.

Далі стічну воду подають на доочищення у біореактор. Під час експлуатації очисних споруд вважається, що БПК_{повн} = 1,5БПК₅. Завдяки поєднанню анаеробних і аеробних процесів в установці біологічного очищення ступінь очищення стічних вод сягатиме 97÷98 %. Стічні води перед скиданням у водойму необхідно піддавати знезараженню озонатором як одним із перспективних методів оброблення води.

Внаслідок освітлення стічних вод будуть утворюватися такі види осадів: осади з барабанної решітки, флотошлам з флотатора, надлишковий активний мул з очисних споруд біореактора. Флотошлам з флотатора змішується з надлишковим мулом, який надходить з біореактора і направляється для зневоднення осаду на нутч-фільтр. Зневоднені в такий спосіб осади накопичуються на мулових майданчиках і періодично вивозяться на утилізацію. Якість стічної води за основними показниками після запровадження модернізованої технологічної лінії очищення наведено в табл. 2.

Табл. 2. Ефективність очищення стічних вод птахофабрики

Показник, мг/дм ³	Вхід на очисні споруди	Після механічного очищення	Після флотації	Після біологічного очищення	ГДС
Завислі речовини,	1500	121,4	15	15	15
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	3500÷4000	1756,7	646,8	15	15
ХСК, мгО ₂ /дм ³	4500÷5000	3867,8	1253,2	80	80
Загальний фосфор	20÷780	595	46	2	-
Азот амонійний	150÷180	127	24	0,5±3	0,5

Як видно з результатів розрахунків, представлених у табл. 2, якість очищеної води відповідає необхідним критеріям за всіма показниками. Отже, реалізація запропонованої модернізації технологічної лінії очищення стічних вод на птахофабриці дасть реальний економічний і екологічний ефект.

Висновки. Здійснено аналіз роботи технологічної лінії очищення стоків птахофабрики та результати ана-

лізу проб стічної води на вміст забруднювальних речовин. За результатами виконаних досліджень пропонуємо модернізувати очисні споруди птахофабрики способом додаткового обладнання: барабанної решітки РМБ Р, нутч-фільтра, установки біологічного очищення та озонатора.

Перелік використаних джерел

- Avramenko, S. Kh., & Mykhailovska, O. V. (2011). Rekomendatsii shchodo zmenshennia navantazhennia na miski ochysni sporudy m. Dniprodzerzhynska na prykladi Orilskoi ptakhofermy. *Khimichni tekhnologii. Biotekhnologii. Ekologhiia*, 2(63), 316–321. [In Ukrainian].
- Borodai, V. P., Tertychna, O. V., Keivan, M. P., Bryhas, O. P., et al. (2014). Ekologichna otsinka stanu dovkillia v zonakh vyrobnytstva produktsii ptakhivnytstva. *Ekologhiia*, 4(137), 22–25. [In Ukrainian].
- Horhan, O. L. (2017). *Ekologichnyi pasport Kyivskoi oblasti*, 18 p. [In Ukrainian].
- Komponenty. (2019). *Zahalni ta sumarni pokaznyky vmistu pryrodnykh ta antropohennykh komponentiv, shcho zastosovuiutsia v prohramakh sposterezhennia za zabrudnenniam*. Retrieved from: <http://eco.com.ua/content/>. [In Ukrainian].
- Kopytin, A. M., & Slobodeniuk, I. P. (2011). *Sil'ske pytne vodopostachannia v Ukraini*. Kyiv, 180 p. [In Ukrainian].
- Savluchynskaia, M. A., & Horbatiuk, L. A. (2014). *Postuplenye, myhratsyia y transformatsyia fosfora v vodnykh ekosystemakh*. Kyiv, 153 p. [In Russian].
- Sopova, M. S., & Titov, A. A. (2011). Stichni vody ptakhofabryk u skladi vodnoho balansu silskohospodarchykh kompleksiv. *Naukovyi visnyk budivnytstva, KhNUBA*, 66, 354–357. [In Ukrainian].
- Tyukaeva, V. (2016). Kakoi vodoi poit broilerov. Retrieved from: <https://7dach.ru/VeraTyukaeva/kakoy-vodoy-poit-broylerov-73971.html>. [In Russian].

Z. S. Odnorih¹, O. R. Vasyliuk¹, O. I. Rubai², D. O. Beresiuk¹

¹ Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

² Ziko LLC, Lviv, Ukraine

MODERNIZATION OF THE TECHNOLOGICAL LINE OF POULTRY FARM WASTEWATER TREATMENT

The state of surface reservoirs depends on the quantitative and qualitative composition of wastewater of enterprises, surface runoff from the urbanized and agricultural areas. One of the sources of increasing ecological danger for reservoirs is the poultry farms, which treatment facilities were built in the last century. Therefore, they are unable to properly clean waste water in accordance with modern sanitation requirements. The ecological issues arising as a result of entering into the natural reservoirs of under-treated waste water of poultry farms have been considered. In particular, organoleptic parameters are getting worse, mechanical, chemical and bacteriological contamination of the reservoir occurs, the processes of self-purification and deterioration of the hydrochemical regime are violated. The necessity of modernization of the obsolete technological line of poultry wastewater treatment has been proved, since discharges into the River Nedra, as a reservoir of fishery management, are subject to the state supervision (control) on a quarterly basis. The main sources of wastewater formation in the poultry industry and the average indicators of consumption of chicken broilers have been determined. The average values of concentrations of such pollutants presented are as follows: suspended matter, biological oxygen consumption, chemical oxygen consumption, total phosphorus and ammonium nitrogen. The disadvantages of the technological line have been indicated, and the selection of equipment for effective wastewater treatment has been substantiated. The purification process will take place in several stages: mechanical purification, averaging, physical and chemical purification (flotation), biological purification and ozonation. The feasibility of using such methods has been justified by the concentrations of pollutants in poultry wastewater, selected monthly during 2017. The quality of treated wastewater will meet the calculated values of maximum allowable discharges for the above-mentioned pollutants.

Keywords: poultry farm; wastewater; treatment plant; hydrosphere.