



## **ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ СПОРУД ДЛЯ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

### **THE MODERN FACILITIES FOR FOOD INDUSTRY WASTEWATER TREATMENT IMPLEMENTATION**

**Ковальчук В.А., д.т.н., проф.** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

**Kovalchuk V.A., Doctor of Engineering, Professor** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

У статті наведено приклади впровадження сучасних споруд, для очистки стічних вод підприємств харчової промисловості. Для очистки стічних вод застосовуються виготовлені з металу відстійники-флотатори, аеротенки-відстійники підвищеної гідравлічної висоти, фільтри з плаваючим завантаженням, які монтуються на майданчику очисних споруд.

The article presents examples of the implementation of modern edifices, what were designed in the sectoral wastewater treatment plant laboratory at the food industry enterprises. Using of settling-flotation tanks is provided to remove suspended solids and fats from wastewater. Biological treatment of wastewater, nitrification and denitrification take place in aerotanks-settlers of increased hydraulic height with superficial jet aeration. Final stage of wastewater treatment is held in filters with floating filling of expanded polystyrene. Metal wastewater treatment edifices supposed to be mounted above ground level. They are produced in the rolls shape at metalworking enterprises, transported by rail and auto transport and mounted directly on the site of wastewater treatment plant. To accelerate designing stage it has been developed a series of settling-flotation tanks with diameters of 2,4, 4,0, 6,0 and 7,2 m, and capacity from 5 to 150 m<sup>3</sup>/h. For quantities of treated wastewater up to 500 m<sup>3</sup>/day it was designed combined treatment plants by factory production, in which settling-flotation tank is combined with aerotank of the first stage, and aerotank-settler of the second stage with expanded polystyrene filter. For small food enterprises, when quantity of treated wastewater does not exceed 100 m<sup>3</sup>/day, compact wastewater treatment plants can be used, in which settling-flotation tank, aerotank-settler and filters with floating filling of final stage are arranged in one edifice. In 2017, during the construction of aerotank-settler with diameter of 14 m at dairy processing enterprise, construction of cylindrical metal tank was carried out in a way of

**welding pre-rolled metal sheets covered with anticorrosive layer directly on the site of wastewater treatment plant. Welding of metal sheets was held by using welding plant AGW-2 «Lincoln Electric» (USA) for double-sided welding of horizontal joints. Vertical joints were welded with using an automatic machine ADD-303.**

**Ключові слова:** харчова промисловість, стічні води, очисні споруди, відстійник-флотатор, аеротенк-відстійник  
 food industry, wastewater, treatment plant, settling-flotation tank, aerotank-settler.

**Вступ.** Харчова промисловість є однією з найважливіших галузей економіки України, яка в останні роки демонструє стабільно високі темпи розвитку. На понад більш ніж 22 тисячах харчових підприємств України зайнято близько 1 млн працюючих, а частка створюваної на них продукції досягає 15-21% від загального обсягу промислового виробництва країни. Однак виробництво продукції на харчових підприємствах супроводжується утворенням значної кількості твердих, рідких і газоподібних викидів і відходів, які негативно впливають на навколишнє середовище. Так, зокрема, кількість стічних вод, що утворюються на підприємствах харчової промисловості, становить приблизно 34 млн м<sup>3</sup> на рік. Харчова промисловість відрізняється утворенням висококонцентрованих стічних вод, які не містять токсичних домішок, проте, часто мають значення рН, що виходять за межі рекомендованого діапазону 6,5-8,5, можуть мати значні концентрації завислих речовин, жирів і вимагати корегування (збільшення або зменшення) вмісту біогенних елементів.

Для вирішення важливих завдань очистки стічних вод харчових підприємств сумісним наказом Мінм'ясопромпрому і Мінвузу України від 21 серпня 1981 р. у складі науково-дослідного сектору Українського інституту інженерів водного господарства була створена Галузева науково-дослідна лабораторія очистки стічних вод підприємств м'ясної і молочної промисловості. У 1986 році сумісним наказом Держагропрому і Мінвузу України лабораторія була перейменована в галузеву науково-дослідну лабораторію очистки стічних вод підприємств агропромислового комплексу (ГНДЛ ОСВ).

Основними напрямками діяльності ГНДЛ ОСВ були визначені:

- створення і впровадження високоефективних методів, технологічних процесів і споруд для очистки стічних вод підприємств агропромислового комплексу, що забезпечують охорону довкілля від забруднення, утилізацію цінних продуктів, які містяться в стічних водах, скорочення витрат на їх очистку;
- розробка рекомендацій з інтенсифікації очистки стічних вод на діючих каналізаційних очисних спорудах шляхом їх модернізації і реконструкції на сучасній науково-технічній основі.

**Технологія очистки стічних вод харчової промисловості.** За час існування лабораторією розроблено, досліджено у лабораторних, напіввиробничих, виробничих умовах і впроваджено на більш ніж 30 підприємствах харчової промисловості ряд принципово нових ефективних споруд і технологій очистки стічних вод. Виконання такого великого об'єму робіт потребувало застосування ефективних технологій очистки, сучасних методів проектування і будівництва очисних споруд і, головне, узгодженої роботи технологів, проектувальників і будівельників.

В основу застосованих очисних споруд була покладена розроблена в ГНДЛ ОСВ комплексна технологія фізико-хімічної і біологічної очистки стічних вод підприємств харчової промисловості. При її розробці дотримувались наступних передумов:

- відмова від застосування будь-яких реагентів (крім випадку необхідності збільшення в стічних водах вмісту біогенних елементів або нейтралізації);
- застосування для вилучення із висококонцентрованих стічних вод завислих речовин і жирів відстійників-флотаторів конструкції ГНДЛ ОСВ;
- застосування для біологічної очистки стічних вод аеротенків-відстійників підвищеної гідравлічної висоти із поверхневою струминною аерацією конструкції ГНДЛ ОСВ;
- при необхідності скиду очищених стічних вод у відкриті водойми застосування двоступінчастої біологічної очистки з доочисткою на фільтрах із завантаженням із спіненого полістиролу;
- будівництво очисних споруд із металу і розміщення їх вище рівня землі (крім насосних станцій і технологічних резервуарів);
- при можливості комбінування між собою окремих споруд.

Відстійник-флотатор конструкції ГНДЛ ОСВ являє собою флотаційну камеру вертикального типу, у якій стічні води спочатку піддаються короткотривалому освітленню у спеціальній зоні відстоювання, а потім напірній флотації з рециркуляцією робочої рідини [1]. Це дозволяє: - збільшити загальну ефективність вилучення зависі за рахунок попереднього короткотривалого осадження найбільш крупних частинок, які погано флотуються; - забезпечити найбільш ефективний контакт твердої фази із бульбашками повітря під час сумісного висхідного руху у флотаційній камері; - спростити процес видалення шламів та осадів за рахунок влаштування конічного дна і відносно малої площі круглих у плані відстійників-флотаторів.

У ході виробничої експлуатації було встановлено, що ефективність відстійників-флотаторів навіть дещо перевищує ефективність очистки стічних вод підприємств харчової промисловості у флотаційних камерах різних фірм, які працюють із застосуванням реагентів. Так, зокрема, при попередній очистці у відстійниках-флотаторах стічних м'ясокомбінатів ефективність вилучення завислих речовин і жирів становить відповідно 35,5-

85,8 і 65,6-87,8 %, а при очистці стічних вод забійних цехів птахофабрик - 76,8-95,7 і 76,8-93,0 %. Середні залишкові концентрації завислих речовин і жирів при цьому становлять відповідно 246 і 74 мг/л. Одночасно із видаленням жирів і завислих речовин флотоційна очистка забезпечувала зниження ХПК стічних вод (збовтані проби) в середньому на 57,8 %, БПК<sub>5</sub> - в середньому на 52,8 %, БПК<sub>повн</sub> - в середньому на 53,3 %, що збільшувало ефективність їх наступної очистки в аеротенках.

Аеротенк-відстійник підвищеної гідравлічної висоти із поверхневою струминною аерацією конструкції ГНДЛ ОСВ являє собою багатфункціональну споруду для біологічної очистки, нітрифікації, денітрифікації і розділення мулової суміші [2, 3]. За рахунок підвищеної гідравлічної висоти проточної частини вторинного відстійника (6-10 м) аеротенк працює з підвищеними дозами активного мулу (5-7 г/дм<sup>3</sup>). Формування аеробної (у верхній частині) і аноксидної (у нижній частині) зон забезпечує окислювальну потужність за амонійним азотом до 100 г/(м<sup>3</sup>.добу). Застосування струминної аерації дозволяє збільшити окислювальну потужність до 6,8 кг БПК<sub>повн</sub>/(м<sup>3</sup>.добу).

**Нові рішення при проектуванні очисних споруд.** Швидке будівництво очисних споруд на підприємствах харчової промисловості у значній мірі зумовлене ефективною співпрацею ГНДЛ ОСВ, проектувальників і будівельників. На основі договору про творчу співдружність проектування розглядуваних очисних споруд здійснюється ТОВ фірмою «Лантан» (м. Рівне). Слід відзначити, що за період з 1981 року до нинішнього часу ТОВ фірма «Лантан» успішно перейшла на комп'ютерне проектування, пройшла ліцензування, а її співробітники отримали індивідуальні сертифікати та успішно засвоїли методи розрахунку та проектування металевих конструкцій. Для пришвидшення проектування фірмою був розроблений типоряд відстійників-флотаторів діаметрами 2,4, 4,0, 6,0 і 7,2 м продуктивністю від 5 до 150 м<sup>3</sup>/год, які пройшли виробничу перевірку у складі діючих очисних споруд. При витратах очищуваних стічних вод до 500 м<sup>3</sup>/добу розроблені комбіновані очисні споруди заводського виготовлення у яких відстійник-флотатор комбінується з аеротенком першого ступеня, а аеротенк-відстійник другого ступеня із фільтром з пінополістирольним завантаженням (рис. 1). Для малих харчових підприємств, коли витрата очищуваних стічних вод не перевищує 100 м<sup>3</sup>/добу, розроблені компактні очисні споруд, в яких в одній споруді влаштовані відстійник-флотатор, аеротенк-відстійник і фільтр доочистки з плаваючим завантаженням (рис. 2). Застосування компактних очисних споруд дозволяє розмістити їх на мінімальних площах, максимально скоротити довжину комунікацій між окремими спорудами, зберегти тепло стічних вод для підтримки оптимального температурного режиму, скоротити терміни будівництва.



Рис. 1. Очисні споруди Тарасовецької птахофабрики



Рис. 2. Очисні споруди підприємства «Брусилівські ковбаси»

Особливості будівництва очисних споруд.

Будівництво більшості із впроваджених у виробництво очисних споруд підприємств харчової промисловості було здійснене фірмою ТОВ «Екорембуд ЛТД» (м. Рівне). Перші металеві очисні споруди монтувалися фірмою Екорембуд із металевих рулонів, які виготовлялися на металообробних підприємствах, перевозилися залізницею і автотранспортом і монтувалися вже безпосередньо на майдачику очисних споруд (рис. 3).

Вони влаштовуються у вигляді циліндричних і циліндроконічних металевих резервуарів, розміщених вище рівня землі. Це дозволяє значно скоротити терміни будівництва у порівнянні з варіантом зведення очисних споруд із залізобетону, підвищити якість металоконструкцій, оскільки зварювання металевих аркушів у рулони здійснюється на заводах в автоматичному чи напівавтоматичному режимах із застосуванням сучасних методів контролю якості зварних швів. Сучасні полімерні покриття дозволяють запобігти корозії металу. Будівництво ємностей вище рівня землі дозволяє скоротити до мінімуму об'єми земляних робіт, площі котлованів, оскільки їх основою є піщана подушка. У сейсмічних районах і при просідаючих ґрунтах влаштовуються кільцеві або фундаменти з паль.



Рис. 3. Монтаж очисних споруд забійного цеху ТОВ «Драчинецьке-1»

У 2017 році при будівництві аеротенка-відстійника діаметром 14 м на молокопереробному підприємстві (рис. 4) фірма Екорембуд застосувала нову технологію – будівництво циліндричної металевої ємності здійснювалося шляхом зварювання попередньо вальцьованих металевих листів із нанесеним антикорозійним покриттям безпосередньо на майданчику очисних споруд.

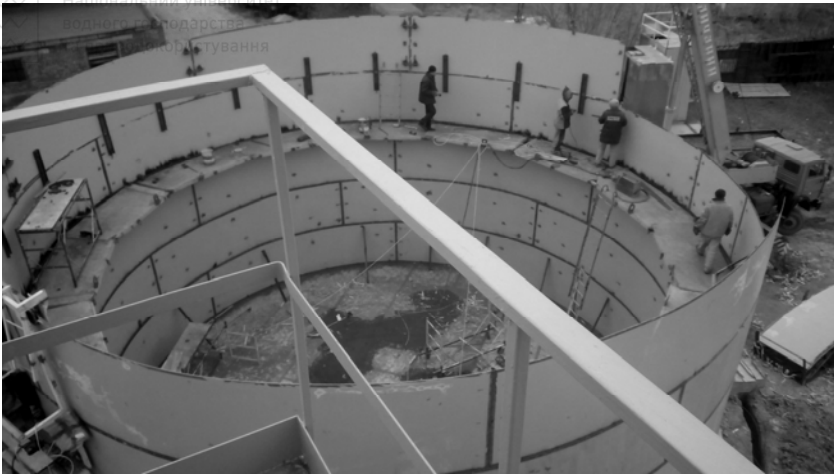


Рис. 4. Монтаж аеротенка-відстійника на Золотоніському маслоробному комбінаті

Зварювання металевих листів при цьому здійснювалося за допомогою зварювальної установки AGW-2 «Lincoln Electric» (США) для двостороннього зварювання горизонтальних швів. Її застосування дозволяє приблизно у 20 разів підвищити продуктивність зварювальних робіт, порівняно із ручним дуговим зварюванням, та на 40% скоротити час зварювання. Процес зварювання проводиться під шаром флюсу з використанням дроту з суцільним перетином. Застосовувалися зварювальні матеріали як іноземного, та вітчизняного виробництва. Вертикальні стики зварювалися за допомогою автомату АДД-303. Крім цього застосування такої технології будівництва дозволило здійснювати будівництво із застосуванням автомобільного, а не гусеничного крану вантажопідйомністю 30 т.

Виготовлення окремих елементів очисних споруд діаметром до 2,4 м здійснюється на виробничій базі фірми Екорембуд з наступним транспортуванням до місця монтажу автотранспортом.

Завдяки тісній співпраці ГНДЛ ОСВ із проектувальниками і будівельниками були збудовані, зокрема, очисні споруди Чернігівського м'ясокомбінату «Ритм» і Білоцерківського м'ясокомбінату «Поліс», Ніжинського і Новгород-Сіверського м'ясокомбінатів, м'ясожирового комплексу у м. Макіївка, споруди глибокої очистки стічних вод м'ясопереробного підприємства в с. Мархалівка Київської області, м'ясопереробного заводу «Колос» Чернівецької області, ДП «М'ясопереробний комплекс «Росана» у м. Рогатин Івано-Франківської області, м'ясопереробного комплексу ТОВ «Антонівський м'ясокомбінат» Київської області, цеху із забою свиней в с. Переяславське Київської області, цеху із забою невеликих тварин та птиці ТОВ «Драчинецьке-1» у с. Шипинці

Чернівецької області, підприємства по переробці тваринної продукції в с.м.т. Брусилів Житомирської області, міні-забійного пункту свиней та виготовлення м'ясопродуктів у м. Жмеринка, м'ясопереробного цеху у с. Велика Димерка Київської області, птахофабрики ТОВ „Рубі Роз Агрікол КО ЛТД” в с. Морозівка Київської області, забійного цеху птахофабрики «Оріль-Лідер» у м. Дніпродзержинськ, «Тарасовецької птахофабрики» Чернівецької області, забійного цеху птахофабрики у с. Просяне Харківської області. Були збудовані також очисні споруди ВАТ «Шосткінський міськмолкомбінат», Золотоніського маслоробного комбінату, ЗАТ «Бахмачконсервмолоко», заводу по виробництву яблуневого соку в с. Мамаївці Чернівецької області та деякі інші. Нині здійснюється будівництво аеротенка другого ступеню на Золотоніському маслоробному комбінаті та розпочато будівництво очисних споруд фабрики із забою індиків в с. Руда Хмельницької області.

**Висновки.** Розроблені очисні споруди харчових підприємств, які виготовляються із металу в заводських умовах і потім лише монтуються на місці встановлення, забезпечують необхідний ступінь очистки стічних вод, скорочення термінів проектування, зменшення вартості і тривалості будівництва. Впровадження таких очисних споруд на більш ніж тридцять підприємств харчової промисловості підтвердило їх високу ефективність і економічність.

1. Ковальчук В.А. Відстійник-флотатор для попередньої очистки стічних вод м'ясопереробних підприємств / Ковальчук В.А. // «Ринок інсталяцій», № 9, 2009. – С. 20-21.

2. Ковальчук В.А. Біологічна очистка стічних вод в аеротенках-відстійниках зі струминною аерацією / Ковальчук В.А., Ковальчук О.В. // «Ринок інсталяцій», № 5, 2010. – С. 11-13.

3. Ковальчук В.А. Високопродуктивні біоокислювачі в системах очистки стічних вод підприємств м'ясної та молочної промисловості / Ковальчук В.А. // Науковий вісник будівництва. – Вип. 60. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. – С. 247-251.

1. Kovalchuk V.A. Vidstiinyk-flotator dlia poperednoi ochystky stichnykh vod miasopererobnykh pidpriemstv / Kovalchuk V.A. // «Rynok instaliatsii», № 9, 2009. – С. 20-21.

2. Kovalchuk V.A. Biolohichna ochystka stichnykh vod v aerotenkakh-vidstiinykakh zi strumynnoiu aeratsiieiu / Kovalchuk V.A., Kovalchuk O.V. // «Rynok instaliatsii», № 5, 2010. – С. 11-13.

3. Kovalchuk V.A. Vysokoproduktyvni biookysliuvachi v systemakh ochystky stichnykh vod pidpriemstv miasnoi ta molochnoi promyslovosti / Kovalchuk V.A. // Naukovyi visnyk budivnytstva. – Vyp. 60. – Kharkiv: KhDTUBA, KhOTV ABU, 2010. – С. 247-251.