

ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

УДК 628.312

<https://doi.org/10.31713/vt420215>

Ковальчук В. А., д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування, kvant56@ukr.net)

СПОРУДИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Молокопереробна промисловість є однією із ведучих галузей харчової промисловості України. Зменшення питомої кількості води, що використовується на молокопереробних підприємствах у розрахунку на 1 т переробленого молока, призводить до різкого зростання концентрацій забруднень стічних вод. В НУВГП розроблена, досліджена і впроваджена на ряді підприємств інноваційна технологія і споруди для попередньої і глибокої очистки стічних вод від молокопереробки. У статті наведено особливості розробки і впровадження споруд для очистки стічних вод підприємств молокопереробної промисловості із застосуванням комбінованих відстійників-флотаторів, аеротенків-відстійників підвищеної гідравлічної висоти, фільтрів з плаваючим завантаженням, які виготовляються із металу і монтуються безпосередньо на майданчику очистних споруд.

Ключові слова: молокопереробні підприємства; концентровані стічні води; технологія очистки стічних вод; відстійники-флотатори; аеротенки-відстійники; фільтри з плаваючим завантаженням.

Постановка проблеми. У залежності від призначення і виробничої потужності підприємства молокопереробної промисловості можуть працювати позмінно або цілодобово. Утворювані стічні води є висококонцентровані за вмістом завислих речовин, жирів і забруднень, окислюваних біохімічним і хімічним шляхом, мають підвищений вміст фосфатів, а в деяких випадках і нітратів. Показник рН стічних вод може коливатися у значних межах – від 4 до 11, що зумовлюється застосовуваними технологіями переробки молока та миттям обладнання.

Біологічна очистка є основним методом очистки стічних вод молокопереробних підприємств. У вітчизняній практиці з цією метою

застосовуються переважно аеротенки або біофільтри [1; 2]. Попередня очистка стічних вод при цьому здійснюється на решітках, у піскоуловлювачах, відстійних жируловлювачах, освітлювачах-перегнивачах. За кордоном [3–5] попередня підготовка стічних вод здійснюється на решітках, у піскоуловлювачах, в усереднювачах та у флотаторах, які працюють із застосуванням реагентів-нейтралізаторів, коагулянтів та флокулянтів. При скиданні очищених стічних вод у міську каналізацію обмежуються анаеробною очисткою, а при скиданні у відкриті водойми застосовують анаеробно-аеробну очистку.

Вибір технологічної схеми і споруд для очистки стічних вод конкретного молокопереробного підприємства являє собою складне технологічне і техніко-економічне завдання. У першу чергу, технологічна схема очистки стічних вод залежить від показників якості очищуваних стічних вод, необхідного ступеня очистки стічних вод та їх витрати. Надзвичайно важливим є також вплив на технологічну схему місцевих умов – розміщення очисних споруд на території підприємства або поза нею, розмірів і рельєфу майданчика під очисні споруди, геології, рівня ґрунтових вод, розмірів санітарно-захисної зони, наявності джерел енергопостачання, комунікацій тощо.

У наш час на багатьох молокопереробних підприємствах здійснюється реконструкція або будівництво нових очисних споруд, зазвичай, із використанням іноземного обладнання або технологій. Їх адаптація до вітчизняних умов потребує врахування багатьох особливостей, які стосуються складу і властивостей очищуваних стічних вод, необхідного ступеня очистки, технічного рівня очисних споруд тощо.

Зокрема, необхідно враховувати, що стічні води молокопереробних підприємств швидко закисають в анаеробних умовах. Тому тривалість перебування стічних вод в анаеробних умовах повинна бути мінімальною. Створення аеробних умов шляхом ранньої аерації стічних вод гальмує розвиток анаеробних молочнокислих мікроорганізмів і створює сприятливі умови для розвитку аеробних та факультативно аеробних мікроорганізмів, які формують біоценоз активного мулу, що піддає деструкції органічні речовини у процесі біологічної очистки стічних вод [6]. Таким чином, для запобігання розвитку у стічних водах молокопереробних підприємств молочнокислого бродіння і зменшення їх рН, необхідно до мінімуму скоротити тривалість надходження стічних вод на споруди аеробної біологічної очистки,

відмовитись від влаштування окремо розміщених усереднювачів, а при невисоких концентраціях завислих речовин – і від первинного відстоювання стічних вод. Однак, при цьому необхідно враховувати, що за відсутності первинного відстоювання і зростанні концентрацій завислих речовин в очищуваних стічних водах може погіршуватись власне їх біологічна очистка. Тому для попередньої очистки стічних вод молокопереробних підприємств доцільним може бути застосування флотації, яка не спричинятиме закисання стічних вод внаслідок їх насичення киснем повітря.

Для біологічної очистки стічних вод молокопереробних підприємств доцільно застосовувати аеротенки-змішувачі, які при великій тривалості аерації стічних вод будуть виконувати також і функції усереднювачів.

В основу запропонованих очисних споруд була покладена розроблена в НУВГП комплексна технологія фізико-хімічної і біологічної очистки стічних вод підприємств молочної промисловості. При її розробці дотримувались наступних засадничих 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 НУВГП;
- застосування для біологічної очистки стічних вод аеротенків-відстійників підвищеної гідравлічної висоти із поверхневою струминною аерацією конструкції НУВГП;
- 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.

Для попереднього очищення стічних вод молокопереробних підприємств запропоновано технологію, що передбачає видалення великих відходів на решітках, піску та інших великих мінеральних домішок у піскоуловлювачах, колоїдних та розчинених органічних домішок - в аеротенках-відстійниках із струминною аерацією [7]. Для глибокої очистки стічних вод за основу може бути взята технологічна схема очистки, розрахована на скидання стічних вод у міські каналізації. Однак у ній повинна бути застосована двоступінчаста повна бі-

ологічна очистка і глибока доочистка стічних вод на фільтрах з плаваючим пінополістирольним завантаженням. При підвищеному вмісті в стічних водах завислих речовин у технологічну схему може бути включена попередня напірна флоатація.

Метою роботи є аналіз результатів практичного застосування розроблених споруд і технологій для очистки стічних вод молокопереробних підприємств, що дозволить уточнити параметри і на основі їх аналізу підвищити ефективність застосування цих споруд і технологій на діючих і проєктованих очисних спорудах.

Результати досліджень. Виробничі дослідження виконували на очисних спорудах Шосткінського міськмолкомбінату (підприємство 1) та Золотоніського маслоробного заводу (підприємство 2), ЗАТ «Бахмачконсервмолоко», ДП «Ружин-Молоко», Оржицького молокозаводу, Трускавецького міськмолзаводу, Білоцерківського сирцеху, побудованих за розробленою в НУВГП технологією.

Очисні споруди Шосткінського міськмолкомбінату (рис. 1) включають насосну станцію подачі стічних вод, решітку та горизонтальний пісковловлювач, що розміщені в приміщенні насосної станції, а також два паралельно працюючі аеротенки-відстійники із струминною аерацією та регенерацією активного мулу. Очищені стічні води скидаються у міську каналізацію.



Рис. 1. Очисні споруди Шосткінського міськмолкомбінату

Очисні споруди Шосткінського міськмолкомбінату, що експлуа-

туються з 2003 року, є прикладом успішного застосування технологічного прийому, що поєднує процеси усереднення та біологічної очистки стічних вод. Дворічне спостереження за роботою аеротенків-відстійників показало (рис. 2), що протягом першого року значення рН очищуваних стічних вод, яке вимірюється в насосній станції, коливалося в досить широких межах – від 2,24 до 12,46. На виході з першого аеротенка-відстійника воно вже знаходилося в межах 6,8–8,06 (в середньому 7,47), а на виході з другого аеротенка-відстійника – 6,94–7,94 (в середньому 7,50). Наступного року значення рН очищуваних стічних вод, змінювалися в дещо більш вузькому діапазоні - від 4,80 до 11,55. При цьому на виході з першого аеротенка-відстійника значення рН становили 7,30–8,06 (в середньому 7,77), а на виході з другого аеротенка-відстійника – 7,35–7,61 (в середньому 7,47).

Як видно з рисунка 1, аеротенки-відстійники виготовлені з металу і тому піддаються впливу температури навколишнього повітря, особливо в зимовий час. Захоплення та диспергування холодного повітря в муловій суміші в зимовий час, безсумнівно, викликає зниження її температури, що призводить до зменшення швидкості окислення забруднень. З іншого боку, аеробні процеси, що відбуваються в зоні аерації при очищенні висококонцентрованих стічних вод молокопереробних підприємств, призводять до виділення тепла і, як наслідок, збільшення температури мулової суміші.

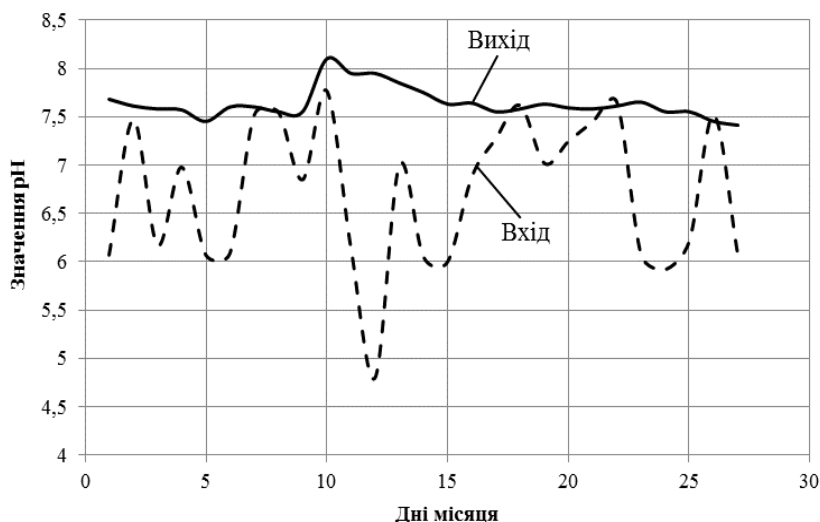


Рис. 2. Зміна значень рН неочищених і очищених стічних вод Шосткінського міськмолкомбінату

Визначення температури стічних вод протягом року експлуатації очисних споруд показало наступне. Середня температура стічних вод, що надходять в насосну станцію очисних споруд Шосткінського міськмолкомбінату становила 25,4° С (межі коливань 20,5–37° С). Середня температура мулової суміші в аеротенку-відстійнику № 1 склала 26,8° С (20–32° С), а в регенераторі того ж аеротенка – 26,6° С (20–32,5° С). Середня температура мулової суміші в аеротенку-відстійнику № 2 становила 25,2° С (18–32,5° С), а в регенераторі того ж аеротенка – 25,1° С (18–32,5° С). У зв'язку з цим можна зробити висновок про те, що при використанні металевих аеротенків-відстійників з поверхневою струминною аерацією не відбувається суттєве зниження температури мулової суміші і вони можуть безперешкодно експлуатуватися в зимовий час.

Незважаючи на коливання концентрацій забруднень, температури та рН очищуваних стічних вод робота аеротенків Шосткінського міськмолкомбінату була стабільною і забезпечувала досягнення необхідних концентрацій забруднень в очищених стічних водах (таблиця).

Аналіз залежності ефективності очистки від навантаження на активний мул показує, що у діапазоні навантажень від 80 до 1450 мг ХПК/(г·добу) ефективність біологічної очистки стічних вод Шосткінського міськмолкомбінату за ХПК знаходиться у межах 90–98%.

У ході спостережень концентрація активного мулу в зонах аерації знаходилась у межах 2,85–5,7 г/дм³, а регенераторах – 2,6–7,4 г/дм³. Середнє значення мулового індексу було дещо підвищеним і становило 150–243 см³/г, що, однак, при підвищеній висоті зони муловідокремлення не призвело до перевищення допустимих концентрацій завислих речовин при скиданні очищених стічних вод у міську каналізацію. Значення окисної здатності аеротенків знаходилося в межах 407–2276 мг БПК_{повн}/(м³·добу). Приріст активного мулу в процесі біологічної очистки становив 0,88–1,63 г на 1 г знятої БПК_{повн}.

Таблиця

Результати очистки стічних вод молокопереробних підприємств

Показники	Значення показників для підприємств*			
	1 д.о.	1 п.о.	2 д.о.	2 п.о.
рН	<u>4,18-6,37</u> 5,56	<u>7,12-7,74</u> 7,38	<u>4,71-7,37</u> 6,31	<u>7,43-7,85</u> 7,70

продовження таблиці

Завислі речовини, мг/дм ³	<u>248-867</u> 493	<u>194-345</u> 257	<u>145-158</u> 586	<u>2-49</u> 16
ХПК, мг/дм ³	<u>910-6664</u> 4116	<u>45-739</u> 231	<u>696-7330</u> 2424	<u>27-108</u> 76
БПК ₂₀ , мг/дм ³	<u>760-4508</u> 3547	<u>12.5-613</u> 58	<u>453-5505</u> 1787	<u>118.5-246</u> 164
Азот амонійний, мг/дм ³	<u>5,8-8,8</u> 7,2	<u>0-0,87</u> 0,48	<u>0,5-45</u> 8,2	<u>0,4-13,2</u> 4,7
Нітрати (N), мг/дм ³	-	-	-	<u>0,73-23,3</u> 11,8
Фосфати, мг/дм ³	<u>49-295</u> 210	<u>0-61,3</u> 21,9	<u>25,4-62</u> 45,9	<u>19,4-56,3</u> 41,7

*д.о. – до очистки; п.о. – після очистки

При використанні для біологічної очистки стічних вод аеротенків підвищеної гідравлічної висоти з поверхневою струминною аерацією має бути забезпечене ефективне перемішування мулової суміші для запобігання осадженню активного мулу на дно аеротенків-відстійників. Внаслідок теоретичних досліджень на основі дисипації енергії нами було встановлено, що при питомій потужності системи струминної аерації більше 8 Вт/м³, осадження активного мулу буде неможливим [8]. Експериментальну перевірку зроблених висновків було проведено в аеротенках-відстійниках Шосткінського міськмолкомбінату шляхом вимірювання швидкостей потоку по висоті аеротенка-відстійника. Вимірювалася поздовжня складова усередненої швидкості потоку за допомогою безконтактної мікровертушки, що працює в комплексі з міліамперметром. В результаті вимірювання швидкостей потоку на відстані 0,5 м від зовнішньої стінки споруди та на середині радіусу зони аерації було встановлено зменшення швидкості потоку по висоті аеротенка від 1,2 до 0,2 м/с (рис. 3), що достатньо для підтримання активного мулу у зваженому стані.

Аеротенки-відстійники підвищеної гідравлічної висоти із поверхневою струминною аерацією конструкції НУВГП являють собою багатофункціональні споруди для біологічної очистки, нітрифікації, денітрифікації і розділення мулової суміші [9]. За рахунок підвищеної гідравлічної висоти проточної частини вторинного відстійника (6–10 м) аеротенки працюють з підвищеними дозами активного мулу (5–7 г/дм³). Формування аеробної (у верхній частині) і аноксидної (у ни-

жній частині) зон забезпечує окислювальну потужність за амонійним азотом до $100 \text{ г}/(\text{м}^3 \cdot \text{добу})$. Застосування струминної аерації дозволяє збільшити окислювальну потужність аеротенків до $6,8 \text{ кг БПК}_{\text{повн}}/(\text{м}^3 \cdot \text{добу})$.

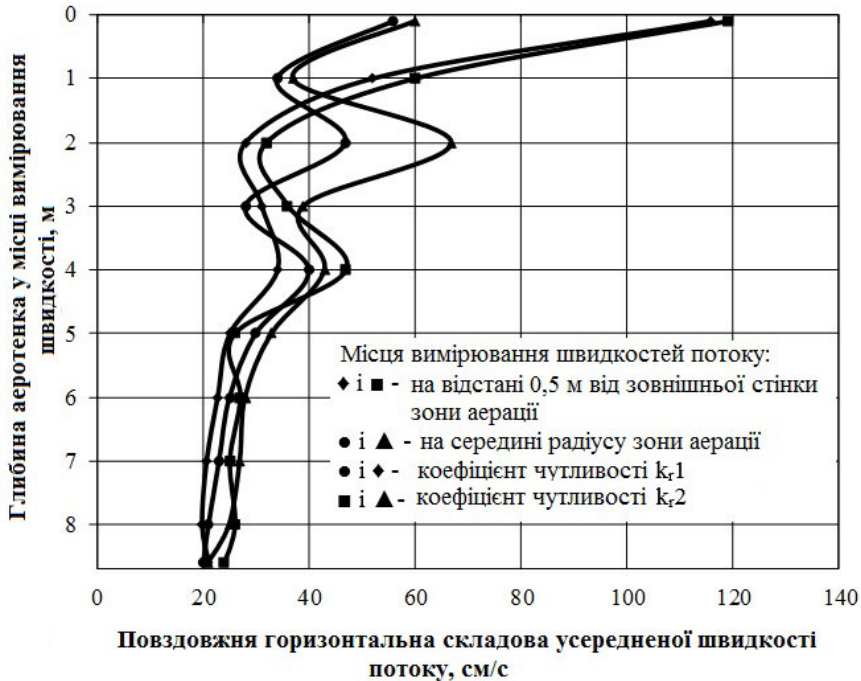


Рис. 3. Залежність повздовжньої горизонтальної складової усередненої швидкості потоку від глибини аеротенка

Для малих молокопереробних підприємств, коли витрата очищуваних стічних вод не перевищує $300 \text{ м}^3/\text{добу}$, розроблені компактні очисні споруди, в яких в одній ємності влаштовані відстійник-флотатор і аеротенк першого ступеня, а в іншій аеротенк-відстійник другого ступеня і фільтр доочистки з плаваючим завантаженням. 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. Прикладом таких очисних споруд є очисні споруди ДП «Ружин-Молоко» (рис. 4).



Рис. 4. Очисні споруди ДП «Ружин-Молоко»

Для зменшення концентрацій завислих речовин у стічних водах перед їх подачею в аеротенки доцільно застосовувати флотацію. Нами було виконано дослідження безреагентного флотаційного очищення стічних вод Золотоніського маслозаводу у відстійнику-флотаторі діаметром 7,2 м. Як показали отримані результати, ефективність флотаційного очищення стічних вод становила 10,9–67,8% за ХПК (у середньому 30,8%). Середні концентрації завислих речовин в очищених стічних водах становили 213 мг/дм³. Враховуючи, що застосування реагентної флотації значно ускладнює технологічну схему очищення стічних вод, вимагає влаштування реагентного господарства та погіршує якість утворюваного осаду і флотошламу, можна зробити висновок про доцільність застосування безреагентної флотації при очищенні стічних вод молокопереробних підприємств.

Очисні споруди Золотоніського маслозаводу були введені в експлуатацію на початку 2020 року (рис. 5). До складу очисних споруд входять приймальна камера, відстійник-флотатор діаметром 7,2 м, два аеротенки-відстійники підвищеної гідравлічної висоти з поверхневою струминною аерацією робочою висотою 8 м і діаметром 14 м. Для зневоднення надлишкового активного мулу застосовані центрифуги. Надлишковий активний мул подається перед відстійником-флотатором. Це дозволяє підвищити загальну ефективність очистки за рахунок здійснення у відстійнику-флотаторі процесу флотаційної біокоагуляції – біосорбції забруднень надлишковим активним

мулом із подальшим його флотаційним відділенням від стічних вод. Використання такого технологічного прийому дозволяє також здійснити флотаційне ущільнення надлишкового активного мулу, що значно зменшує загальну кількість утворюваних осадів.



Рис. 5. Очисні споруди Золотоніського маслозаводу

Перші металеві очисні споруди молокопереробних підприємств монтувалися із металевих рулонів, які виготовлялися на металообробних підприємствах, перевозилися залізницею та автотранспортом і монтувалися вже безпосередньо на майданчику очисних споруд. При будівництві аеротенків-відстійників на очисних спорудах Золотоніського маслозаводу була застосована нова технологія, що передбачала будівництво циліндричної частини металевих ємностей шляхом напівавтоматичного зварювання попередньо вальцьованих металевих листів із нанесеним антикорозійним покриттям безпосередньо на майданчику очисних споруд.

Слід відзначити що наприкінці 2021 року був розпочатий монтаж експериментальних аеротенків-відстійників Оржицького молокозаводу, виготовлених із листового поліпропілену.

Висновки. Стічні води молокопереробної промисловості характеризуються високим вмістом органічних забруднень і у більшості випадків мають реакцію близьку до слабкокислої. Внаслідок скорочення використання води при переробці молока концентрації забруднень стічних вод мають тенденцію до зростання. Стічні води рекомендується направляти безпосередньо в аеротенки-змішувачі, що забезпечує їх одночасну біологічну очистку, усереднення та нейтралізацію. При високих концентраціях завислих речовин стічні води

доцільно піддавати попередній очистці напірною флоатацією. Ефективність безреагентної флоатаційної очистки стічних вод маслозаводу за ХПК становить 10,9–67,8%, а залишкова концентрація завислих речовин не перевищує 210 мг/дм³. Застосування поверхневої струминної аерації забезпечує високу окислювальну потужність аеротенків і підтримання активного мулу у зваженому стані. При навантаженні на мул 80–1450 мг ХПК/(г.добу) ефективність біологічної очистки стічних вод міськмолзаводу знаходиться в межах 90–98%.

1. Очистка сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности / С. М. Шифрин, Г. В. Иванов, Б. Г. Мишуков, Ю. А. Феофанов. М. : Лег. и пищ. промышленность, 1981. 272 с. **2.** Ковальчук В. А. Состав і властивості стічних вод підприємств молокопереробної промисловості. *Вісник НУВГП* : зб. наук. праць. Рівне, 2012. Вип. 1(57). С. 59–66. **3.** Baisali Sarkar, P. P. Chakrabarti, A. Vijaykumar, Vijay Kale. Wastewater treatment in dairy industries – possibility of reuse. *Desalination*. 2006. 195, 141–152. **4.** Carawan R., Chambers R., Zall R., Wilkowski R. Water and wastewater management of food processing. Spinoff on dairy processing water and wastewater management. Extension special report № AM18b. The north California agricultural extension service, 1979. **5.** Dąbrowski W. Okreslenie zmian ctenzenia zanieczyszczen w profilu oczyszczalni sciekow mleczarskich na przykladzie S.M. Mlekovita w Wysokiem Mazowieckiem. *Inżynieria Ekologiczna*. 2011. 24, 236–242, (in Polish). **6.** Guseva L. Biocenosis of microorganisms in the two-stage highly concentrated dairy industry wastewater treatment. *Increasing the efficiency of water supply and sewerage systems in populated areas and industrial enterprises* : theses of the scientific and practical conference. NIIWE. Rivne, 1988. 90–91. (in Russian). **7.** Ковальчук В. А., Самелюк В. І., Ковальчук О. В. Біотехнологія очистки стічних вод підприємств харчової промисловості. *Коммунальное хозяйство городов* : науч.-техн. сб. К. : Техніка, 2010. Вип. 93. С. 182–187. **8.** Ковальчук В. А. До питання про можливість осадження активного мулу в зоні аерації аеротенків-відстійників підвищеної гідравлічної висоти. *Вісник НУВГП* : зб. наук. праць. Рівне, 2009. Вип. 1(45). С. 116–121. **9.** Ковальчук В. А. Процеси нітрифікації-денітрифікації в аеротенках-відстійниках підвищеної гідравлічної висоти. *Науковий вісник будівництва*. Харків : ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. Вип. 63. С. 393–400.

REFERENCES:

1. Ochistka stochnyih vod predpriyatij myasnoy i molochnoy promyishlennosti / S. M. Shifrin, G. V. Ivanov, B. G. Mishukov, Yu. A. Feofanov. M. : Leg. i pisch. promyishlennost, 1981. 272 s. **2.** Kovalchuk V. A. Sklad i vlastyvosti stichnykh

vod pidpriemstv molokopererobnoi promyslovosti. *Visnyk NUVHP* : zb. nauk. prats. Rivne, 2012. Vyp. 1(57). S. 59–66. **3.** Baisali Sarkar, P. P. Chakrabarti, A. Vijaykumar, Vijay Kale. Wastewater treatment in dairy industries – possibility of reuse. *Desalination*. 2006. 195, 141–152. **4.** Carawan R., Chambers R., Zall R., Wilkowski R. Water and wastewater management of food processing. Spinoff on dairy processing water and wastewater management. Extension special report № AM18b. The north California agricultural extension service, 1979. **5.** Dąbrowski W. Okreslenie zmian ctenzenia zanieczyszczen w profilu oczyszczalni sciekow mleczarskich na przykladzie S.M. Mlekovita w Wysokiem Mazowieckiem. *Inzynieria Ekologiczna*. 2011. 24, 236–242, (in Polish). **6.** Guseva L. Biocenosis of microorganisms in the two-stage highly concentrated dairy industry wastewater treatment. *Increasing the efficiency of water supply and sewerage systems in populated areas and industrial enterprises* : theses of the scientific and practical conference. NIIWE. Rivne, 1988. 90–91. (in Russian). **7.** Kovalchuk V. A., Sameliuk V. I., Kovalchuk O. V. Biotekhnolohiia ochystky stichnykh vod pidpriemstv kharchovoi promyslovosti. *Kommunalnoe hozyaystvo gorodov* : nauch.-tehn. sb. K. : Tekhnika, 2010. Vyp. 93. S. 182–187. **8.** Kovalchuk V. A. Do pytannia pro mozhlyvist osadzhennia aktyvnoho mulu v zoni aeratsii aerotenkiv-vidstiinykiv pidvyshchenoi hidravlichnoi vysoty. *Visnyk NUVHP* : zb. nauk. prats. Rivne, 2009. Vyp. 1(45). S. 116–121. **9.** Kovalchuk V. A. Protsesty nityfikatsii-denitryfikatsii v aerotenkakh-vidstiinykakh pidvyshchenoi hidravlichnoi vysoty. *Naukovyi visnyk budivnytstva*. Kharkiv : KhDTUBA, KhOTV ABU, 2011. Vyp. 63. S. 393–400.

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

DAIRY PROCESSING WASTEWATER TREATMENT STRUCTURES

The dairy industry is one of the leading in the food industry of Ukraine. However, in the production of dairy products, a large amount of highly concentrated wastewater is formed. Wastewater from the dairy industry is characterized by high concentrations of organic contaminants, elevated concentrations of suspended solids and phosphates. Concentrations of contaminants and pH values vary significantly during the day. Due to the reduced use of water during dairy processing, the concentration of wastewater contaminants has recently increased significantly. All these circumstances require the use of new efficient technologies for dairy enterprises wastewater

treatment. In the NUWEE a new effective technology for dairy industry wastewater treatment was developed and tested under production conditions. The technology provides removal of large solid particles from dairy processing wastewater on screens, sand and other large mineral particles – on sand traps. For wastewater equalization and leveling the pH value, preventing the wastewater souring, they are fed directly into the aeration tank-mixer with a jet aeration system. Separation of the sludge mixture is carried out in a secondary settling tank, built directly into the aeration tank. On the F/M ratio from 80 to 1450 mg COD/d per g MLVSS the efficiency of biological treatment by COD is in the range of 90–98%. The oxidizing power of aeration tanks for BOD₂₀ was in the range of 407–2276 mg/(m³ day). At elevated concentrations of suspended solids in raw wastewater, pressure flotation should be used before biological treatment. The efficiency of Zolotonosha butter factory wastewater reagentless flotation treatment by COD was 10.9–67.8% (average 30.8%), and the residual concentration of suspended solids did not exceed 210 mg/dm³. If it is necessary to discharge treated wastewater into surface water, two-step biological treatment and post-treatment of wastewater on filters with floating polystyrene loading should be used.

Keywords: dairy processing enterprises; concentrated wastewater; wastewater treatment technology; settlers-flotators, aeration tanks-settlers, floating load filters.

Ковальчук В. А., д.т.н., профессор (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Молокоперерабатывающая промышленность является одной из лидирующих отраслей пищевой промышленности в Украине. Однако, производство молочных продуктов приводит к образованию большого количества концентрированных сточных вод. Сточные воды молокоперерабатывающей промышленности характеризуются высокими концентрациями органических загрязнений, взвешенных веществ и фосфатов. Концентрации загрязнений и pH сильно изменяются в течение суток. Уменьшение использования

воды в производстве обуславливает значительное увеличение концентраций загрязнений сточных вод. Все эти обстоятельства требуют использования новых эффективных технологий для очистки сточных вод. В НУВХП разработана и проверена в производственных условиях новая эффективная технология очистки сточных вод молокоперерабатывающих предприятий. Технология предусматривает удаление крупных отбросов на решетках, песка и других минеральных примесей – в песколовках. Усреднение и биологическая очистка сточных вод осуществляется непосредственно в аэротенках-смесителях со втрусной аерацией. Разделение иловой смеси производится во вторичных отстойниках, сблокированных с аэротенками. При нагрузках на активный ил по ХПК в пределах 407–2276 мг/(г.сут) эффективность биологической очистки составляет 90–98%. Окислительная мощность аэротенков по БПК_{полн} находится в пределах 407–2276 мг/(м³·сут). При повышенных концентрациях взвешенных веществ в неочищенных сточных водах перед биологической очисткой целесообразно использовать напорную флотацию. В случае необходимости сброса очищенных сточных вод в естественные водоемы необходимо использовать двухступенчатую биологическую очистку и доочистку сточных вод на фильтрах с плавающей пенополистирольной загрузкой.

Ключевые слова: молокоперерабатывающие предприятия; концентрированные сточные воды; технология очистки сточных вод; отстойники-флотаторы; аэротенки-отстойники; фильтры с плавающей загрузкой.
