

О.А. ВАСИЛЕНКО, кандидат технічних наук

О.В. ПОЛІЩУК, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

## АНАЛІЗ РОБОТИ КОМПАКТНИХ ОЧИСНИХ УСТАНОВОК ГОСПОДАРСЬКО-ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД

*Виконано теоретичний порівняльний аналіз установок очистки «мікро» об'ємів господарсько-побутових стічних вод в контексті роботи стадій усереднення і біологічної очистки в частині взаємозв'язку «біореактор-вторинний відстійник». Виявлені недоліки і переваги різних варіантів технологічних схем очистки, а також сформульовані рекомендації та застереження до застосування.*

**Ключові слова:** установки очистки «мікро» об'ємів стічних вод; усереднення стічних вод; біологічне очищення стічних вод; вторинний відстійник.

*Выполнен теоретический сравнительный анализ установок очистки «микро» объемов сточных вод в контексте работы стадий усреднения и биологической очистки в части взаимосвязи «биореактор-вторичный отстойник». Найдены недостатки и преимущества разных вариантов технологических схем очистки, а также сформулированы рекомендации и предостережения к использованию.*

**Ключевые слова:** установки очистки «микро» объемов сточных вод; усреднение сточных вод; биологическая очистка сточных вод; вторичный отстойник.

*Theoretical comparative analysis of treatment plants "micro" wastewater volumes that are represented at the market at this time was done. The analysis is performed in the context of the averaging stage and biological treatment stage of the relationship "bioreactor-secondary clarifier." Were found advantages and disadvantages of different variants of technological schemes of cleaning, as well as provide recommendations and warnings for use.*

**Keywords:** treatment plant of "micro" wastewater volumes; averaging wastewater; biological wastewater treatment; secondary clarifier.

**Постановка проблеми.** У випадку розташування житлових або нежитлових будинків чи споруд на значній віддаленості від централізованої каналізації ефективним способом вирішення питання очищення господарсько-побутових стічних вод, що утворюються на вказаних об'єктах, є побудова локальних каналізаційних очисних споруд зі скидом очищених

стічних вод в ґрунт (через дренажну систему), водойму або з використанням очищених стічних вод на технічні потреби тощо. В якості прикладів таких об'єктів можна навести наступні: дачі, заміські будинки, автозаправні станції, кемпінги, готелі, котеджі (групи котеджів), адміністративні будинки промислових підприємств тощо. Тобто дане дослідження знаходиться в сфері очищення «мікро» об'ємів стічних вод (до 10 м<sup>3</sup>/добу).

**Аналіз останніх досліджень.** Технологічна схема ефективних малих очисних споруд може складатися з наступних елементів: блок механічної очистки стічних вод, усереднювач, біореактор, вторинний відстійник, реактор доочистки, стабілізатор надлишкового активного мулу, блок зневоднення.

**Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** В даний час на ринку очисних споруд «мікро» об'ємів стічних вод існує багато різноманітних пропозицій. Зважаючи на це, є необхідність в аналізі технологічних рішень, що пропонуються, з метою пошуку найбільш ефективних очисних споруд для тих чи інших умов очистки.

**Формулювання цілей статті.** Предметом даного дослідження є такі важливі ланки технологічної схеми «мікро» очисних споруд, як: усереднення та вторинне відстоювання.

#### **Виклад основного матеріалу.**

Від ефективності усереднення залежить надійність роботи біологічної стадії очистки, оскільки очищення «мікро» об'ємів стічних вод характеризується різкими змінами витрат та концентрацій протягом доби.

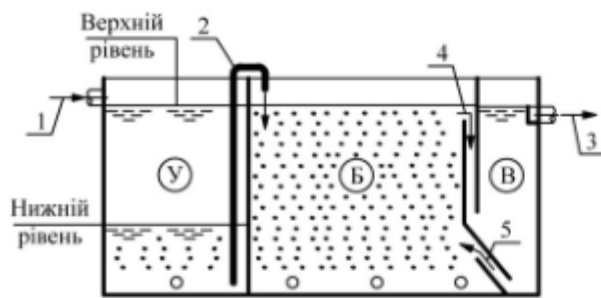
Вторинне відстоювання забезпечує збереження маси активного мулу всередині очисних споруд.

Ефективність роботи вторинного відстійника в умовах очищення «мікро» об'ємів стічних вод значною мірою залежить від взаємозв'язку наступних технологічних операцій:

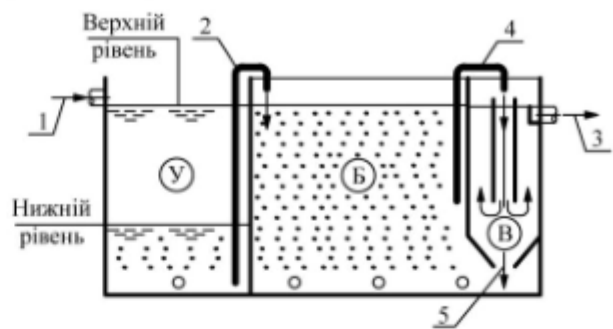
- подача мулової суміші з біореактора до вторинного відстійника;
- відведення очищеної стічної води з вторинного відстійника на стадію доочистки або до місця скиду очищених стічних вод;
- повернення циркуляційного активного мулу з вторинного відстійника в біореактор.

На рис.1 зображені варіанти вирішення питання усереднення і вторинного відстоювання, які переважно пропонуються на ринку каналізаційних очисних споруд в даний час.

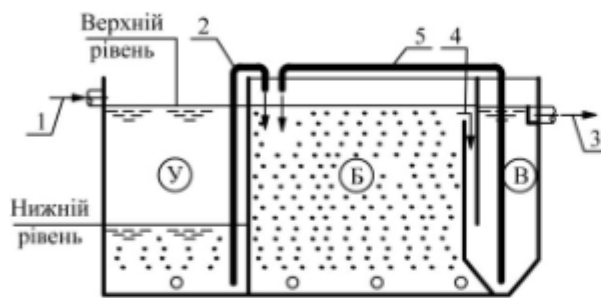
### Варіант А



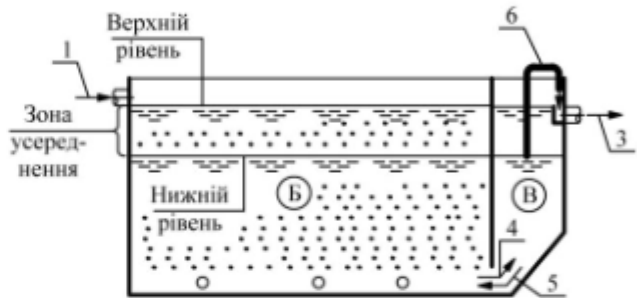
### Варіант В



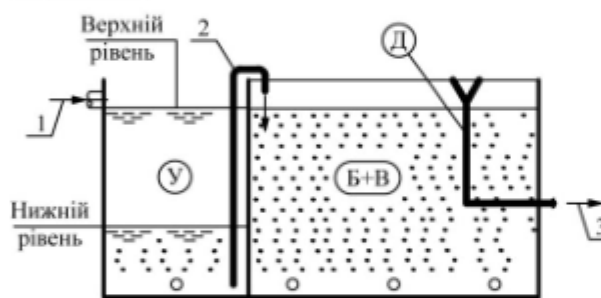
### Варіант С



### Варіант D



### Варіант Е



### Варіант F

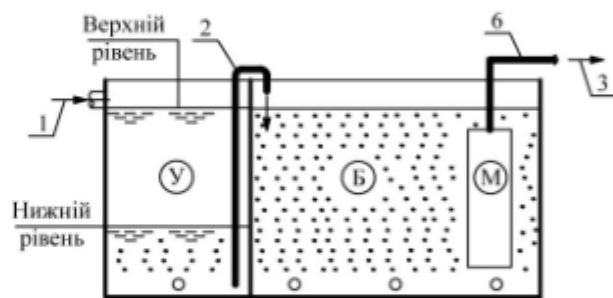


Рис. 1. Варіанти технологічних схем для очистки «мікро» об'ємів стічних вод. У – усереднювач; Б – біореактор; В – вторинний відстійник; М – мембранний модуль; Д – декантатор; 1 – забруднені стічні води; 2 – потік усереднених стічних вод; 3 – очищені стічні води; 4 – потік мулової суміші з біореактора у вторинний відстійник; 5 – потік циркуляційного активного мулу з вторинного відстійника в біореактор; 6 – примусове відведення очищеної стічної води

Зазначені технологічні схеми наведені в контексті висвітлення лише питання даного дослідження (стадії усереднення і вторинного відстоювання), тобто інші важливі стадії роботи очисних споруд такі як механічна передочистка, біологічної очистка, доочистка, знезараження, обробка осаду тощо на технологічних схемах умовно не показані.

Таблиця 1

**Особливості технологічних схем  
для очистки «мікро» об'ємів стічних вод**

Варіант схеми, згідно рис.1					
A	B	C	D	E	F
Назва технології					
Різновид класичної технології очистки стічних вод				SBR-технологія	MBR-технологія
Місце розташування усереднювача					
Перед стадією біоочистки	Перед стадією біоочистки	Перед стадією біоочистки	Зона усереднення Між верхнім і нижнім рівнем у всіх реакторах очисних споруд (див. Рис.1)	Перед стадією біоочистки	Перед стадією біоочистки
Спосіб подачі мулової суміші з біореактора до вторинного відстійника					
Самоплинний	Напірний	Самоплинний	Самоплинний	Подача не передбачається (вторинне відстоювання та біологічне очищення Реалізуються по чергово в одному і тому ж об'ємі)	Вторинний відстійник відсутній (розділення мулової суміші здійснюється за допомогою мембрани)
Спосіб відведення очищеної стічної води з вторинного відстійника на стадію доочистки або до місця скиду очищених стічних вод					
Самоплинний	Самоплинний	Самоплинний	Напірний	Примусовий (декантатором або насосом)	Примусовий через мембрану

A	B	C	D	E	F
Спосіб повернення циркуляційного активного мулу з вторинного відстійника в біореактор					
Елементи даної схеми притаманні типовим проектам часів СРСР; Зазначений на схемі взаємозв'язок «біореактор-вторинний відстійник» використовується в установці <b>IMTEX</b> (Україна) [1]	Самоплинний	Самоплинний	Напірний	Самоплинний	Повернення не передбачається (вторинне відстоювання та біологічне очищення реалізуються по чергово в одному і тому ж об'ємі)
<p>(Topol Water (Чехія) [2];</p> <p><b>Ubas</b> (Национальный экологический проект (Росія) [3]; <b>Биопроектор</b> (Полімер механіка (Україна) [4])</p> <p><b>BioBox</b> (Аквантіс (Україна) [5]; <b>BioCWT</b> (Albion Group (Чеська Республіка) [6])</p>	Самоплинний	Напірний	Самоплинний	Повернення не передбачається (вторинне відстоювання та біологічне очищення реалізуються по чергово в одному і тому ж об'ємі)	Внаслідок використання мембрани для розділення мулової суміші, активний мул завжди залишається в біореакторі
<p><b>Asio</b> (Чеська Республіка) [7]</p> <p><b>WehoPuts</b> (Uronor Infra Ltd (Фінляндія)) [8]</p> <p><b>MBR</b> (Evas Oy (Фінляндія) [9])</p>	Самоплинний	Напірний	Самоплинний	Повернення не передбачається (вторинне відстоювання та біологічне очищення реалізуються по чергово в одному і тому ж об'ємі)	Внаслідок використання мембрани для розділення мулової суміші, активний мул завжди залишається в біореакторі

## Аналіз місця розташування усереднювача

Переваги	Недоліки	Рекомендації та застереження до застосування
Усереднювач розташовується перед стадією біоочистки (рис.1 варіанти А-С, Е, F)		
1. Забезпечення постійної робочої глибини біореактору і вторинного відстійника, що знаходяться після усереднювача, дає можливість більш стабільної роботи біологічної стадії очистки і можливість виготовлювати установки порівняно меншої висоти.	1. Збільшення (порівняно з варіантом D) ймовірності засмічення головного ерліфту*, оскільки він працює на неочищеній стічній воді. 2. Зниження ефективності використання об'єму очисних споруд (у порівнянні з варіантом D).	Підвищення надійності роботи даної схеми можна досягти використанням резервного головного ерліфту і аварійної сигналізації виходу з ладу головного ерліфту*
Зона усереднення розташована між верхнім і нижнім рівнем у всіх реакторах (рис.1 варіант D)		
1. Зниження (порівняно з варіантами А-С, Е, F) ймовірності засмічення головного ерліфту*, оскільки він працює на очищеній стічній воді. 2. Збільшення робочої глибини біореактору при надходженні залпових витрат стічних вод, що покращує насичення мулової суміші розчиненим киснем. 3. Ефективне використання об'єму очисних споруд (порівняно з варіантами А-С, Е, F (рис. 1)).	1. Можливість порушення стану спокою у вторинному відстійнику завдяки знаходженням в ньому ерліфту (чи насосу) для відкачки очищеної води; 2. Необхідність виготовлення порівняно високих установок, оскільки зона усереднення розташовується в верхній частині.	Каналізаційні установки збільшеної глибини програють в умовах монтажу в складних гідрогеологічних умовах.

\* – під терміном «головний ерліфт» мається на увазі ерліфт, який перекачує стічну воду з усереднювача в біореактор (варіанти А-С, Е, F (рис.1)) та з вторинного відстійника до місця скиду стічних вод (варіант D (рис. 1))

Таблиця 3

## Аналіз місця взаємозв'язку «біореактор-вторинний відстійник»

Переваги	Недоліки	Рекомендації та застереження до застосування
1	2	3
<b>Варіант схеми А</b>		
1. Відсутність у своєму складі пристроїв для перекачування мулової суміші, циркуляційного активного мулу, очищеної води. 2. Гарні гідродинамічні умови відстоювання мулової суміші у вторинному відстійнику. 3. Наявність зони дегазації перед входом мулової суміші у вторинний відстійник.	1. Слабка керованість процесом очистки.	Необхідно проведення експериментальних досліджень
<b>Варіант схеми В</b>		
-	1. Швидкості стічних вод на виході з центральної труби можуть погіршувати гідродинамічний процес відстоювання.	Необхідно проведення експериментальних досліджень
<b>Варіант схеми С</b>		
1. Наявність зони дегазації перед входом мулової суміші у вторинний відстійник.	1. Розташування ерліфту (або насосу) циркуляційного активного мулу в нижній частині вторинного відстійника може призвести до небажаних збурень у відстійнику, що може бути причиною погіршення ефективності відстоювання.	Необхідно проведення експериментальних досліджень

1	2	3
<b>Варіант схеми D</b>		
-	<p>1. Розташування ерліфту (або насосу) відкачки очищених стічних вод в верхній частині вторинного відстійника може призвести до небажаних збурень у відстійнику, що може бути причиною погіршення ефективності відстоювання.</p> <p>2. Через щілину між біореактором і вторинним відстійником можливе потрапляння бульбашок повітря у відстійник, що може бути причиною погіршення ефективності відстоювання.</p>	Необхідно проведення експериментальних досліджень
<b>Варіант схеми E</b>		
<p>1. Відсутність необхідності у технологічних прис-тосуваннях подачі мулової суміші у вторинний відстійник та відведення циркуляційного активного мулу назад в біореактор.</p> <p>2. Сприятливі гідродинамічні умови процесу відстоювання мулової суміші і відведення очищеної стічної води (здійснюється декантатором).</p>	<p>1. Потреба у надійній автоматиці, що підвищує вартість установки.</p>	Необхідна комплектація надійною автоматикою.
<b>Варіант схеми F</b>		
<p>1. Збільшення ефективності та надійності (обумовлюється відсутністю виносу мікроорганізмів; незалежністю роботи споруд від осаджуваності АМ і т.д.).</p> <p>2. Зменшення необхідного об'єму біореактору (в біореакторах з мембранним модулем концентрація АМ може бути в декілька разів вища, ніж в біореакторі з вторинним відстійником, що обумовлює потребу у менших об'ємах).</p> <p>3. Менші об'єми надлишкового АМ.</p> <p>4. Зручність автоматизації процесу;</p> <p>5. Забезпечення високої мікробіологічної безпеки очищених СВ.</p>	<p>1. Висока вартість мембран.</p> <p>2. Швидке засмічення пор поверхні мембрани, що призводить до необхідності часто її регенерувати і як наслідок до збільшення експлуатаційних витрат на придбання реагентів.</p>	Даний варіант має безумовну перевагу при високих вимогах до компактності очисних споруд і якості очистки стічних вод, наприклад на морських судах.



## **Висновки**

Аналіз місця розташування усереднювача в технологічній схемі очистки стічних вод показав, що у варіантах схем А-С, Е, F (рис.1) слабким місцем є головний ерліфт (через порівняно високу ймовірність його засмічення). Цей недолік у зазначених схемах можна нівелювати застосуванням таких заходів, як захист головного ерліфту від засмічення, використання резервного головного ерліфту та аварійної сигналізації виходу з ладу головного ерліфту. В той же час, схема D не має вищезазначеного недоліку, але очисна споруда, що працює за такою схемою характеризується більшою робочою глибиною, що є несприятливим фактором при монтажі в складних гідрогеологічних умовах.

Аналізуючи взаємозв'язок «біореактор-вторинний відстійник» в умовах економічної ситуації, що склалась в даний час в Україні, можна зробити висновок, що все ж таки використання дорогих варіантів Е та F можна вважати перспективним. В той же час, використання класичного підходу, при якому використовується біореактор і вторинний відстійник (варіанти А-D), є найбільш реальним і привабливим з точки зору капіталовкладень. Саме тому для більш коректного порівняння зв'язок «біореактор-вторинний відстійник» варіантів А-D1) необхідне проведення експериментальних досліджень, що і є предметом наших подальших досліджень.

## **Список літератури**

1. Таварткіладзе І.М., Нечипор О.М. Водовідведення. Системи малої каналізації. – К.: КНУБА, 2010. – 210 с.
2. <http://www.topolwater.com/>
3. <http://www.ubas.ru/>
4. <http://bioprocessor.ua/>
5. <http://biobox.ua/>
6. <http://www.biocwt.com.ua/>
7. <http://www.asio.cz/>
8. <http://www.wehoputs.com/>
9. <http://www.evac.com/>

Стаття надійшла до редакції 26.02.2014