

## **ВИЗНАЧЕННЯ БІОТИЧНОГО ІНДЕКСУ МУЛУ (SBI) ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД В АЕРОТЕНКАХ**

ТКАЧЕНКО С. О., ЮРЧЕНКО В. О.

*Харківський національний університет міського господарства*

*імені О. М. Бекетова*

*tkachenkosvetlana98@gmail.com*

Ключовою ланкою надзвичайно складного процесу перетворення забруднених, екологічно небезпечних й токсичних рідких відходів – промислових або побутових стічних вод в чисту, екологічно безпечну, біологічно повноцінну воду є біологічна очистка, яка на більшості очисних споруд в Україні здійснюється при обробці стічних вод активним мулом в аеротенках [1].

Життєдіяльність активного мулу в установках біологічного очищення стічних вод забезпечує сорбцію і окисну деструкцію забруднюючих речовин та ефективне відділення очищеної рідини від біомаси [2]. Технологічний контроль процесу біологічної очистки здійснюється з допомогою кількісного гідрохімічного та фізико-хімічного моніторингу якості стічних вод за вмістом хімічного забруднення, а також тільки якісного описового мікроскопічного аналізу мулу на вміст індикаторних мікроорганізмів (гідробіологічний контроль). Існує потреба в простому та доступному інструменті для кількісної оцінки якості активного мулу, який разом із тестом на седиментацію мулу та візуальним оглядом мулу й стічних вод дозволить технологу ефективно контролювати очисну споруду.

За даними науково-технічних публікацій, європейські фахівці в області біологічної очистки стічних вод спираються на визначення біотичного індексу активного мулу, розробленого Мадоні [3, 5–6]. Основою такого підходу є добре описаний кількісний зв'язок між ефективністю очищення стічних вод і різними групами мікрофауни активного мулу. Аналіз мікрофауни як індикатора роботи активного мулу, ідентифікація домінантної групи (ключової групи) дозволяє діагностувати конкретний стан функціональності очисної споруди [7].

Метою дослідження було визначення біотичного індексу активного мулу (SBI) діючих споруд біологічної очистки в Україні та аналіз взаємозв'язку цього

показника з рядом експлуатаційних характеристик мулу та процесу очищення стічних вод.

Об'єктом дослідження був активний мул з аеротенку міських очисних споруд м. Харкова. Спостереженні виконували протягом 5 місяців. Визначення SBI виконували за [8], мулового індексу, сухого залишку та концентрації  $H_2S$  – за методиками, рекомендованими нормативними документами України. Визначення індексу нитчастих виконували за рекомендаціями Д. Ейкельбума [2], автора найпоширеніших робіт щодо нитчастих мікроорганізмів. Статистичний аналіз було виконано в програмному продукті Microsoft Excel.

Показники якості активного мулу на деяких етапах в динаміці спостережень представлені в табл. 1. Як видно, на початку спостережень відбувалось дуже інтенсивне спухання активного мулу і мул мав надзвичайно високий муловий індекс та максимальний індекс нитчастих. При цьому в активному мулі спостерігалась бідність видового складу найпростіших та їх чисельності. SBI активного мулу мав значення 3,5, що відповідає класу IV – III, який, за визначеннями Мадоні, забезпечує погану або недостатню біологічну очистку.

Таблиця 1 – Показники якості активного мулу в динаміці спостережень

Показники	Дати відбору проб			
	08.07	24.10	27.11	08.12
SBI і клас SBI	3,5 / IV – III	6 / II	7 / II	7,7 / II – I
Муловий індекс	650	500	180	130
Індекс нитчатих	5	3	2	0–1

В подальшому спухання активного мулу було подолано, SBI мулу зріс і наприкінці спостережень мав значення 7,7 (клас II – I), що відповідає, за Мадоні, якості добре колонізований та стабільний мул. В цей період і інші показники свідчили про високу якість активного мулу – муловий індекс – 130, а індекс нитчастості досяг практично 0. Різні методи оцінки якості мулу кількісно характеризували його практично одноголосно.

В закордонних наукових публікаціях щодо SBI дуже часто визначали кореляцію між SBI та технологічними показниками активного мулу й показниками складу стічних вод. Результати розрахунку коефіцієнта кореляції SBI в дослідженому нами аеротенці з деякими параметрами очистки приведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Визначення кореляції SBI з деякими показниками стану активного мулу й показниками складу стічних вод

	SBI	H <sub>2</sub> S, мг/л	SI, мг/л	Індекс нитчастих, мг/л
SBI	1	-0,791	-0,721	-0,981
H <sub>2</sub> S (вхід)	-0,791	1	0,672	0,821
Муловий індекс	-0,721	0,672	1	0,838
Індекс нитчастих	-0,981	0,821	0,838	1

Як видно з даних табл. 2, серед показників якості активного мулу, SBI достовірно негативно корелював з муловим індексом ( $r=-0,721$ ) та індексом нитчастих ( $r=-0,981$ ). Отже, під час спухання активного мулу (через інтенсивний ріст нитчастих бактерій) спостерігається негативний вплив на мікробіоценоз активного мулу (а, саме, мікрофауну). Виявлена також достовірна кореляція між SBI та забрудненням стічних вод – концентрацією H<sub>2</sub>S на вході в очисні споруди ( $r=-0,791$ ). Концентрація H<sub>2</sub>S на вході в очисні споруди достовірно корелювала з муловим індексом ( $r=0,672$ ) і індексом нитчастих ( $r=0,821$ ). Це зумовлено тим, що в досліджуваній очисній споруді нитчасте спухання було викликано масовим розвитком сірчаної бактерії, для якої сірководень є субстратом для енергетичного обміну. А, отже, збільшення вмісту цієї речовини в стічних водах може викликати спухання мулу.

Отже, в результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що біотичний індекс мулу SBI демонструє взаємозв'язок з ключовими показниками, що характеризують якість активного мулу та є зручним інструментом для технологічного контролю процесу біологічного очищення стічних вод та прогнозу його результативності.

### Література

1. Dymaczewski, Z. (Ed.) A Sewage Treatment Plant Operator's Guide; PZITS Poznań: Poznań, Poland, 2011; ISBN 978-83-89696-38-X.
2. Eikelboom, D. H. Process Control of Activated Sludge Plants by Microscopic Investigation / D. H. Eikelboom. - London: IWA Publishing, 2000. - 163 p. - Corpus ID: 90987765. – ISBN-13: 978-1780406831, ISBN-10: 1780406835
3. Karczmarczyk, A.; Kowalik, W. Combination of Microscopic Tests of the Activated Sludge and Effluent Quality for More Efficient On-Site Treatment. Water 2022, 14, 489. <https://doi.org/10.3390/w14030489>
4. Бабко Р., Кузьміна Т., Дуда С., Добровольська А., Лагуд Г. Оптимізація методу підрахунку організмів в активному мулі. Water Supply and Wastewater Removal. Designing, construction,

operation and monitoring: Proceedings of the I International Scientific – Technical Conference. Lviv, 4–6 November 2015. Lviv, 2015. P. 55–56.

5. Ostoich, M.; Serena, F.; Zacchello, C.; Falletti, L.; Zambon, M.; Tomiato, L. Discharge Quality from Municipal Wastewater Treatment Plants and the Sludge Biotic Index for Activated Sludge: Integrative Assessment. *Water Pract. Technol.* 2017, 12, 857–870.

6. Drzewicki A., Kulikowska D. Limitation of Sludge Biotic Index application for control of a wastewater treatment plant working with shock organic and ammonium loadings. *European Journal of Protistology*, 2011, **47**, 287–294.

7. Madoni, P. A Sludge Biotic Index (SBI) for the Evaluation of the Biological Performance of Activated Sludge Plants Based on the Microfauna Analysis. *Water Res.* 1994, 28, 67–75.

## **ANALYSIS OF POLLUTION CONTROL EQUIPMENT FOR THE DUST REMOVAL FROM FEED MILLS**

TOKAR I. O., LEVASHOVA Y. S., MELNIKOVA O. G.

*O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kkarkiv*  
*mikhoksana82@gmail.com*

In the production of animal feed, factories mostly use only natural ingredients, which by their nature do not harm either the production or its employees. It seems that the preparation and processing stages of raw materials cannot be harmful, but then there is the issue of waste, most often small parts of raw materials and dust, which, without the necessary protective equipment, in large or even small quantities can be harmful to those working indoors, causing irritation of the mucous membrane or, in the worst case, lung disease, and dust emissions can be explosive under certain conditions. Dust and gas cleaning units or gas cleaning units are equipment for dust protection. The plants are the complex of structures designed to remove, transport and capture pollutants from the gas and dust stream discharged from the equipment. They include: cyclones, aspiration and pneumatic transport. Cyclones and fabric filters are most effective in feed production [1].

Cyclones for grain dust collection of the TsOL, TsN-15, SCN-40, TsN-11, VZP, TsR TsRk, OTI, 4BTSh and LIOT types [2].

The TsOL cyclone is designed specifically for cleaning air masses in agricultural industries, at elevators, feed mills, grain dryers, and granaries. Cyclones of the TsN-15 type are one of the most versatile units The SCN-40 cyclone consists of all types of universal cyclones in different countries and partially in Ukraine. This unit operates in