

УДК: 628.356; 628.113; 628.543.

## JUSTIFICATION OF BIOCHEMICAL OXIDATION FROM CONTAMINATION OF OIL WASTEWATER

**O. Semenova, N. Bubliencko, T. Suleyko**

*National University of Food Technology*

**L. Reshetnyak**

*National Aviation University*

---

### Key words:

sewage,  
petroleum products,  
pinotek,  
active sludge,  
biochemical purification

---

### Article history:

Received 13.04.2019

Received in revised form

15.05.2019

Accepted 29.05.2019

---

### Corresponding author:

tata\_t2008@ukr.net

---

### ABSTRACT

The main indicators of pollution of oil-containing sewage produced at food industry enterprises are analyzed. The suitability of the waste data for the biochemical purification process has been confirmed.

The study of the process of biological oxidation of hydrocarbon sewage at the biochemical purification unit is carried out, which helps to ensure saturation of sewage with oxygen and the removal of hydrocarbon-containing contaminants from the water by active sludge due to adsorption. The basic hydrochemical and technological parameters of the purification process are determined. The possibility of partial degradation by organisms of active sludge pollution of hydrocarbon sewage is confirmed. It has been established that a silt-water mixture, saturated with oxygen in a pinot tank, requires a shorter duration of stay in aerotanks-luminaires, which results in a high efficiency of sewage treatment at a shorter time of treatment.

The hydrobiological composition of active sludge is investigated. It is confirmed that the laws of development and formation of biocenose active sludge of the experimental plant, although having features, but in general, are similar to the laws of development of hydrobionts in aerotanks. The species and quantitative composition of the active sludge involved in the purification process was analyzed. It was determined that quantitative content of active sludge is more than quantitative, which is explained by the fact that in the experimental plant prevailing forms that are catalyzed by monoxygenases, which is determined by their significant ability to oxidize hydrocarbon sewage.

The efficiency of work confirms the presence of indicator organisms that are part of the active sludge treatment plant. It is assumed that the basis of the ecosystem of active sludge involved in the purification process, both in terms of quantity and significance in the process of purification, are gram-negative, aerobic rod-shaped bacteria in the form of plasmoid-like clusters of Zoogloea.

Tests have been conducted on the intensification of the operation of the treatment plant.

---

DOI: 10.24263/2225-2916-2019-25-13

---

© О. І. Семенова, Н. О. Бублієнко, Т. Л. Сулейко, Л. Р. Решетняк, 2019

## ОБҐРУНТУВАННЯ БІОХІМІЧНОГО ОКИСНЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ ВУГЛЕВОДНЕВМІСНИХ СТІЧНИХ ВОД

О. І. Семенова, канд. техн. наук

Н. О. Бублієнко, канд. техн. наук

Т. Л. Сулейко

*Національний університет харчових технологій*

Л. Р. Решетняк, канд. техн. наук

*Національний авіаційний університет*

*У статті проведено дослідження процесу біологічного окиснення вуглеводневмісних стоків на блоці біохімічного очищення. Визначено основні гідрохімічні і технологічні показники процесу очищення. Підтверджено можливість часткової деградації організмами активного мулу забруднень вуглеводневмісних стічних вод. Досліджено гідробіологічний склад активного мулу та проведені випробування з інтенсифікації роботи очисної споруди.*

**Ключові слова:** *стічні води, нафтопродукти, пінотенк, активний мул, біохімічне очищення.*

**Постановка проблеми.** Вплив антропогенного чинника на біосферу Землі призвів до потрапляння в атмосферу, воду і ґрунт забруднюючих речовин і токсикантів, зміни хімічного складу об'єктів довкілля і, як наслідок, до деградації екосистем і глобальної екологічної кризи. Поліпшення стану навколишнього середовища потребує узгодженої взаємодії людського суспільства з природою і суттєвих екологічних знань.

Одним із небезпечних забруднювачів навколишнього середовища вважаються стічні води, оскільки вони взаємодіють з повітрям і ґрунтом, є джерелом токсичних компонентів. Складніше піддаються очищенню вуглеводневмісні стічні води, які містять нафтопродукти, що складно виділити з води.

На кожному підприємстві харчової промисловості в результаті миття обладнання, автомобільних цистерн, потрапляння технічних масел у воду, утворюються нафтовмісні стічні води. Також потужним джерелом таких стоків на харчових підприємствах є, зазвичай, розвинуте автомобільне господарство, яке призначене для перевезення тваринної та рослинної сировини, допоміжних матеріалів і кінцевих продуктів.

Для очищення цієї категорії стоків використовують в основному механічні та фізико-хімічні способи [1; 9]. Оскільки нафтопродукти в стічних водах перебувають у розчиненому вигляді або емульгованому стані, це не дає змоги повною мірою вирішити проблему видалення таких забруднень із них. Тому, з метою забезпечення виконання вимог стандарту за якістю води, необхідно використовувати біохімічне очищення, адже в таких стоках містяться легкі фракції нафти, зокрема бензин, гас, дизельне паливо, уайт-спірит, лігроїн тощо [3].

Для очищення вуглеводневмісних стічних вод використовують комбіновані установки, що виконують функції аеротенка та вторинного відстійника, аероакселератора, оксидатора, реактиватора, в яких у різних комбінаціях поєднуються процеси аеробного біохімічного окиснення, біокоагуляції, відстоювання тощо [4; 7].

Біохімічне окиснення забруднень вуглеводневмісних стічних вод залежить від здатності їх піддаватись окисненню.

**Мета дослідження:** визначення ефективності роботи блоку біохімічного очищення на основі визначення організмів активного мулу.

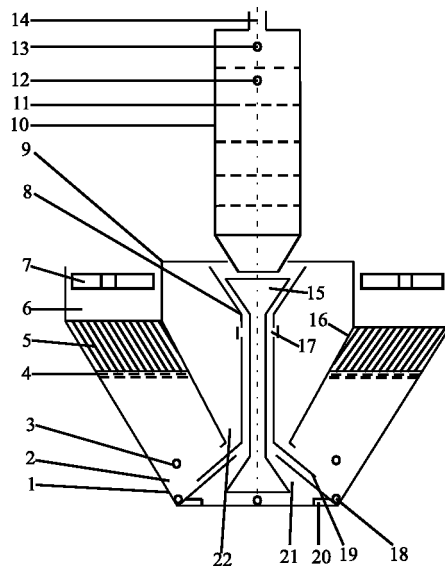
**Матеріали і методи.** Досліди проводились на лабораторній установці — блоці біохімічного очищення. Процес відбувався в безперервному режимі. Для підтримання постійної концентрації активного мулу в очисних спорудах здійснювали його рециркуляцію.

Для визначення основних гідрохімічних і технологічних показників процесу очищення були використані стандартні методики [5]. Так, визначали показники забрудненості за ХСК і БСК<sub>5</sub>; концентрації нафтопродуктів, завислих речовин, азоту амонійних солей, нітратів, нітритів; рН; ефективність очищення, яка визначається як співвідношення кількості вилучених забруднювальних речовин до початкової їх концентрації за ХСК.

**Результати досліджень.** У процесі дослідження були визначені основні показники забрудненості нафтовмісних стічних вод, які показали, що стоки придатні для біохімічного очищення, а саме: концентрація нафтопродуктів — 80 мг/дм<sup>3</sup>, БСК<sub>5</sub> — 130 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, ХСК — 300 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, завислі речовини — 125 мг/дм<sup>3</sup>, рН 6,9, азот амонійних солей — 36 мг/дм<sup>3</sup>, нітрити — 0,30 мг/дм<sup>3</sup>, нітрати — 0,25 мг/дм<sup>3</sup>.

Згідно з результатами проведених аналізів співвідношення БСК<sub>5</sub>/ХСК становить 0,43, що свідчить про можливість часткової деструкції організмами активного мулу забруднень вуглеводневмісних стічних вод.

Процес аеробного очищення вуглеводневмісних стічних вод здійснювали на лабораторній установці — блоці біохімічного очищення, який складається з пінотенка й аеротенка-освітлювача (рис. 1).



**Рис. 1.** — Схема блоку біохімічного очищення: 1 — корпус; 2 — зона завислого шару; 3 — випускання циркулюючого активного мулу; 4 — сітка-електрод; 5 — ламінаризатор; 6 — захисна зона; 7 — збірні лотки, вихід очищеної води; 8 — перегородка; 9 — перекриття; 10 — корпус пінотенка; 11 — тарілки; 12 — випускання циркулюючого активного мулу; 13 — впускання стічної води; 14 — випускання повітря; 15 — напрямна колонка; 16 — перегородка; 17 — переливні вікна із шиберами; 18 — система випускання; 19 — «зуб»; 20 — аератори; 21 — зона аерації; 22 — зона дегазації

Пінотенк використовується для насичення стічної води киснем і вилучення вуглеводневмісних забруднень із води активним мулом за рахунок адсорбції. Проведено вимірювання концентрації кисню, розчиненого в муло-водяній суміші, на різних рівнях висоти пінотенка, а також концентрації забруднень за БСК<sub>5</sub> у відстояних пробах, відібраних на тих же рівнях. Результати вимірювань наведені на рис. 2.

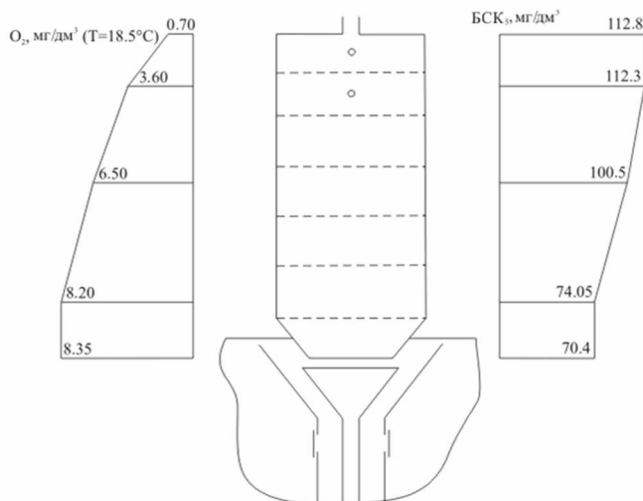


Рис. 2. Розподіл концентрацій O<sub>2</sub> и БСК<sub>5</sub> по висоті пінотенка

Результати свідчать про те, що муло-водяна суміш, яка виходить із пінотенка в аеротенк-освітлювач, практично насичена киснем, а забруднення за БСК<sub>5</sub> у стічній воді частково переміщені з рідкої фази на пластівці мулу, який надходить ерліфтом із зони завислого шару аеротенк-освітлювача в пінотенк. Без сумніву, частина забруднень, що знаходиться в розчиненій фазі і легко окиснюється, використовуються мулом як поживні речовини.

Муло-водяна суміш, насичена киснем у пінотенку, потребує меншої тривалості перебування в аеротенку-освітлювачі, за рахунок чого досягається висока ефективність очищення стічної води при меншому часі її обробки. Завислий шар в аеротенку-освітлювачі є не лише зоною розділення муло-водяної суміші, а й реактором окиснення.

Зона розміщення ламінаризаторів (над завислим шаром) забезпечує, з одного боку, підвищення ефективності освітлення очищеної води, а з іншого — стабілізує роботу установки при динамічних порушеннях, у чому і полягає їх головне призначення.

Повне біохімічне окиснення органічних сполук, їх мінералізація з утворенням неорганічних речовин досягається в результаті цілого ряду послідовних реакцій — біохімічних перетворень чи трансформацій. Хімічний і композиційний склад нафти визначають особливості метаболізму утилізації їх організмами активного мулу. Швидкість деградації вуглеводнів нафти оцінюється тільки з огляду на можливості складноорганізованих біоспільнот, а не окремих видів організмів [2; 10].

У різних типах очисних споруд створюються різні фізико-хімічні умови, в результаті чого в них розвиваються різні групи організмів. За період випро-

бувань процесу біохімічного очищення вуглеводневмісних стічних вод на лабораторній установці було визначено біоценоз активного мулу, включаючи індикатори — найпростіші і безхребетні.

У результаті аналізу індикаторних форм гідробіонтів встановлено, що закономірності розвитку і формування біоценозу активного мулу, хоч і мають особливості, але загалом подібні до закономірностей розвитку гідробіонтів в аеротенках.

В активному мулі аеротенків переважаючою групою організмів є бактерії. За видовим складом практично не встановлено різниці, але за кількісним — активний мул споруд з очищення стоків харчової промисловості багатший. Цей факт пояснюється тим, що в дослідній установці переважали форми, які каталізуються монооксигеназами, чим і обумовлюється їх значна здатність до окиснення вуглеводневмісних стічних вод. Також визначені найпростіші, інфузорії, зооглеї, гриби, черви та коловертки.

**Висновки.** Результати досліджень свідчать про інтенсифікацію процесу біохімічного очищення вуглеводневмісних стічних вод, за рахунок апаратурного оформлення, зокрема наявності пінотенка. В останньому за рахунок насичення стоків великою кількістю кисню активний мул виявляє здатність до окиснення вуглеводнів і до додаткової сорбції нафтопродуктів у пінних шарах і на пластівцях активного мулу. Ефективність роботи підтверджується наявністю в активному мулі найпростіших *Aspidisca*, *Zoogloea*, інфузорій *Vorticella convallaria*, *Opercularia*, які є індикаторами якісно працюючого мулу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бондар О. А. Технологічні аспекти процесів очищення стічних вод промислових підприємств, що містять нафтопродукти та поверхнево-активні речовини / Бондар О. А., Нікітін Г. О., Шевченко Л. Ю., Шевченко О. Ю. // Харчова промисловість. — 2007. — № 5. — С. 53—55.
2. Выделение и изучение прикладных свойств микроорганизмов нефтедеструкторов / Бакулин М. К., Кучеренко А. С., Алпашкин Р. И. и др. // Сборник материалов Всероссийской науч.-техн. конф. «Наука — производство — технологии — экология». — Киров, 2003. — Т. 3. — С. 78—79.
3. Канский А. Б. К вопросу о повышении эффективности очистки воды от масел и нефтепродуктов в производственных водоемах / А. Б. Канский // Промышленная энергетика. — 2009. — № 1. — С. 19—21.
4. Куприенко П. И. Все об очистке сточных вод / Куприенко П. И. // Водоподготовка. — 2005. — № 2 — С. 29—37.
5. Муравьев А. Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами / Муравьев А. Г. — СПб.: Кримас, 2004. — 248 с.
6. Пат. 75309 Україна, МПК C02F 11/02 (2006.01). Аеротенк-прояснювач / Семенова О. І., Ткаченко Т. Л., Бублиєнко Н. О., Шилофост Т. О.; власник Національний університет харчових технологій. — № у 2012 06205; заявл. 23.05.2012; опубл. 26.11.2012, Бюл. № 22.
7. Семенова О. І. Очищення стічних вод, що містять нафтопродукти / Семенова О. І., Бублиєнко Н. О., Ткаченко Т. Л., Говоруха Т. О. // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2012. — № 42. — С. 53—60.
8. Семёнова Е. И. Биохимическая очистка нефтесодержащих сточных вод / Семёнова Е. И., Бублиенко Н. А., Шилофост Т. А., Бублиенко А. В. // Химия и технология воды. — 2013. — Т.35, № 4. — С. 331—340.
9. Халилова Х. Х. Способ очистки воды от нефтяных загрязнений / Халилова Х. Х., Мамедов М. К. // Химия и технология воды, 2008. — Т. 30. — № 3 — С. 339—344.

10. *Semenova O.* Process parameters investigation of biochemical oxidation of wastewater oil processing products unit / *Semenova O., Bubliko N., Smirnova J., Shylofost T.* // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2014. — Т. 20, № 1. — С. 34—37.

## ОБОСНОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ УГЛЕВОДОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

**Е. И. Семёнова, Н. А. Бублиенко, Т. Л. Сулейко**

*Национальный университет пищевых технологий*

**Л. Р. Решетняк**

*Национальный авиационный университет*

*Проведено исследование процесса биологического окисления углеводосодержащих стоков в блоке биохимической очистки. Определены основные гидрохимические и технологические показатели процесса очистки. Подтверждена возможность частичной деструкции загрязнений анализируемых сточных вод организмами активного ила. Исследован гидробиологический состав активного ила и проведены испытания по интенсификации работы очистного сооружения.*

**Ключевые слова:** *сточные воды, нефтепродукты, пинотенк, активный ил, биохимическая очистка.*