

ЕМІСІЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ВІД СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Черниш Є.Ю.^{1,6}, доц., д.т.н., Штепа В.М.^{2,6}, доц., д.т.н.,
Алексієвський Д.Г.³, доц., д.т.н., Балінтова М.^{4,6}, проф., доктор філософії,
Готьє М.^{5,6}, доц., доктор філософії,
¹Сумський державний університет, Україна
²Поліський державний університет, Білорусь
³Запорізький національний університет, Україна
⁴Технічний університет м. Кошице, м. Кошице, Словаччина
⁵Лабораторія стічних вод та забруднення навколишнього середовища
Національного інституту прикладних наук м. Ліон, Франція
⁶Міжнародний інноваційно-прикладний центр «Водна Артерія», Україна
e.chernish@ssu.edu.ua

Споживання енергії та викиди парникових газів є ключовими факторами, що впливають на загальну ефективність роботи водоочисних споруд. Так, у процесі біологічного очищення стічних вод утворюються газоподібні викиди, що містять діоксид вуглецю, закис азоту, сірководень, а також метан.

Основні джерела метану, пов'язані з установками мулової лінії, де можливо протікає анаеробного зброджування такі: первинний мулоушільнювач, буферний резервуар для зброженого осаду і резервуар для зберігання зневодненого осаду. На частку цих установок за даними Campos та ін. (2016) припадає близько 72% викидів метану на очисних спорудах, в той час як інші викиди - на біологічні реактори і можуть бути в основному пов'язані з CH_4 , розчиненим у стічних водах, що не повністю видаляється біологічною системою [1].

Закис азоту виділяється на очисних спорудах переважно в аеротенках. Аміак-окислюючі бактерії є основними виробниками N_2O , в той час як внесок гетеротрофних денітрифікуючих бактерій має значення тільки при наявності нітритів і / або кисню на аноксидній стадії. За даними Talles та ін. (2006) виробництво N_2O відбувається в основному шляхом денітрифікації нітрифікуючими бактеріями [2]. Але шлях окислення гідроксиламіна може бути основним процесом, що відповідає за емісію викидів N_2O при високих концентраціях аміаку і низьких концентраціях нітритів, коли присутня висока метаболічна активність аміак-окислюючих бактерій (при 2-3 мг O_2 / л) [3].

Щодо виділення CO_2 , його викиди пов'язані з двома основними чинниками: процесом біологічного очищення в аеротенках та споживанням електроенергії. В основному потоці очисних споруд органічний вуглець стічних вод або включається в біомасу, або окислюється до CO_2 . На муловій лінії під час експлуатації метантенків відбувається виробництво CO_2 і CH_4 в процесі анаеробного зброджування, і, нарешті, метан окислюється до CO_2 при спалюванні біогазу.

Вплив часу утримання мулу на загальні викиди CO₂ на міських очисних спорудах може бути визначено шляхом калькуляції балансу маси і енергії відповідно до методик [1] та з використанням параметрів, наведених у табл. 1.

Таблиця 1 – Параметри, які використовуються для оцінки викидів CO₂ [1]

Параметр	Значення
CO ₂ емісія від енергетичного споживання	0,391 кгCO ₂ /кВ·год
CO ₂ емісія від окиснення ХСК	0,08 кг CO ₂ /кг ХСК*
CO ₂ емісія від спалення CH ₄	3,5 кг CO ₂ /Нм ³ CH ₄ **

* з урахуванням елементного складу C_{2,43}H_{3,96}O для біодеградуючих фракцій ХСК; ** враховуючи стехіометрію та закони ідеального газу.

У дослідженні Nicks (2010) проведено моделювання виділення парникових газів за схемою представленої на рис.1.

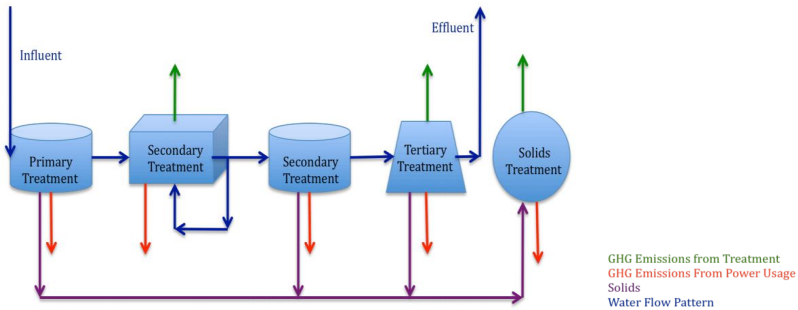
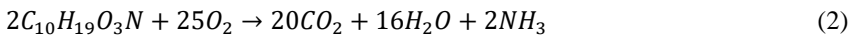


Рисунок 1 – Потокова схема роботи очисних споруд [4]

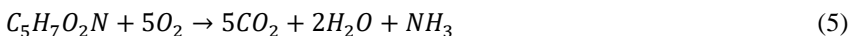
Наступні рівняння, описані Nicks (2010), демонструють взаємозв'язок між видаленням органічних речовин і кількістю вироблених викидів CO₂ [4]:

$$CO_2 = CO_2A + CO_2B \quad (1)$$



$$r_{O_2} = V \cdot r_s \cdot \left(\frac{1}{f} - 1,24 \cdot Y \right) \quad (3)$$

$$CO_2A = 1,1 \cdot r_{O_2} \quad (4)$$



$$CO_2B = 1,974 \cdot V \cdot k_d \cdot X \quad (6)$$

При цьому CO_2A – вуглекислий газ, що виділяється від біоокислення вуглецевмісних сполук в аеротенки; CO_2B – викиди в процесі ендogenousного розпаду біомаси активного мулу, з виразу (2) впливає таке співвідношення $1,1 \text{ кгCO}_2/\text{кгO}_2$; r_{O_2} – швидкість аерації/витрат повітря; r_{S} – величина БСК, що видаляється в г/добу·м³; V – об'єм стоків, м³; k_d – константа швидкості розпаду біомаси, доба⁻¹; X – біомаса активного мулу; f – поправковий коефіцієнт.

Проблему високих концентрацій відновлених сполук сірки в міських стічних водах є досить актуальною, адже не тільки погіршуються умови біодеградації основних забруднюючих компонентів, але й відбувається порушення умов експлуатації водовідвідних систем. Заходи щодо запобігання негативних впливів на процес водоочищення підвищених концентрацій сірководню умовно розділяють на методи боротьби в каналізаційних колекторах і безпосередньо на очисних спорудах [5].

Важливим напрямом контролю ефективності роботи міських систем водоочищення є культивування мікроорганізмів з активного мулу водоочисних споруд, щоб краще охарактеризувати їх популяцію і присутність в екологічній системі стадії біологічного очищення (табл. 2).

Таблиця 2 – Розподіл мікробної популяції згідно даних із [4]

Частка в популяції	Тип
50,4%	Betaproteobacteria
36,8%	Alphaproteobacteria
5,6%	Gammaproteobacteria
2,0%	Epsilonproteobacteria
4,0%	Firmicutes

Співвідношення мікробних груп впливає на якісний і кількісний вихід парникових газів і на ефективність процесу окислення органічних забруднюючих речовин стічних вод.

Варто зазначити, що для реалізації високоефективної системи підтримки прийняття рішень у процесі біологічного очищення стічних вод необхідно розробити інтегрований комплекс автоматизованого контролю основних показників якості стічних вод на різних етапах обробки їх на очисних спорудах і експрес оцінки життєздатності активного мулу біологічної стадії очищення як ключового елемента, що впливає на ступінь очищення стічних вод. Крім того, необхідно враховувати технологічні параметри роботи обладнання, зокрема аеротенків. У зв'язку з цим одним із завдань подальших досліджень є оптимізація контролю якості роботи активного мулу, що також пов'язано з викидами парникових газів і проблематикою зміни клімату.

Перелік посилань

1. Campos J.L., Valenzuela-Heredia D., Pedrouso A., Val del Río A., Belmonte M., Mosquera-Corral A. Greenhouse Gases Emissions from Wastewater

Treatment Plants: Minimization, Treatment, and Prevention. Journal of Chemistry, 2016 <https://doi.org/10.1155/2016/3796352>

2. Tallec G., Garnier J., Billen G., Gousailles M. Nitrous oxide emissions from secondary activated sludge in nitrifying conditions of urban wastewater treatment plants: effect of oxygenation level, Water Research, vol. 40, no. 15, pp. 2972–2980, 2006.

3. Wunderlin P., Mohn J., Joss A., Emmenegger L., Siegrist H. Mechanisms of N₂O production in biological wastewater treatment under nitrifying and denitrifying conditions, Water Research, 2012, vol. 46, no. 4, pp. 1027–1037.

4. Hicks A. Modeling Greenhouse Gas Emissions from Conventional Wastewater Treatment Plants in South Carolina, 2010. All Theses. 989 p. https://tigerprints.clemson.edu/all_theses/989

5. Вильсон Е.В. Исследования в области удаления восстановленных соединений серы из сточных вод. Интернет-журнал «Науковедение». 2013. №3. Режим доступа: <http://naukovedenie.ru>

ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ШЛЯХОМ ПЕРЕРОБКИ ВІДВАЛЬНИХ ДОМЕННИХ ШЛАКІВ В ВИРОБНИЦТВІ ШЛАКОЛУЖНИХ В'ЯЖУЧИХ

*Шаєро Д.О., здобувач першого рівня вищої освіти,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна
uskalmikova@gmail.com*

Утилізація відвальних доменних шлаків (ВДШ) розширює сировинну базу виробництва будівельних матеріалів, в тому числі шлаколужних в'язучих (ШЛВ), які отримують затвором меленого гранульованого шлаку розчинами сполук лужних металів або шляхом спільного помелу шлаку з малогроскопічними лужними компонентами. До сих пір наукових даних, що стосуються використання відвальних доменних шлаків у виробництві ШЛВ мало. З огляду на дефіцит гранульованих шлаків, з метою економії останніх можливо реалізувати у виробництві ШЛВ ті шлаки, які в даний час не використовуються в цементній промисловості. Доцільність утилізації відвальних доменних шлаків у виробництві ШЛВ може бути доведена при дослідженні хімічних і мінералогічних властивостей шлаків і отриманих зразків ШЛВ.

Наукові дані по обґрунтуванню утилізації відвальних доменних шлаків у виробництві ШЛВ обмежені. Відомі роботи В.Д. Глухівського по розробці і визначенню властивостей ШЛВ. Однак В.Д. Глухівським обґрунтовано застосування у виробництві ШЛВ тільки гранульованих, а не відвальних шлаків. Висока активність ШЛВ дозволила залучити в сферу будівельного виробництва широко поширені речовини - побічні продукти промисловості, які