

**ЕНЕРГЕТИКА СТИЧНИХ ВОД МІСТА ВІННИЦІ**

Г. О. Дензанов, О. В. Ковальчук, О. М. Павлик

*Розглянуто сучасні екологічно чисті методи очищення стічних вод, витратні коефіцієнти та шляхи зниження енергетичних витрат на процеси переробки стічних вод, а також новітні технології одержання енергії при утилізації побічних продуктів.*

*Рассмотрено современные экологически чистые методы очистки сточных вод, расходные коэффициенты и пути снижения энергетических затрат на процессы переработки сточных вод, а также новейшие технологии получения энергии утилизацией побочных продуктов.*

*Modern environmentally clean methods of cleaning of waters of flows, coefficients of expenses and ways of cutting of power costs are on the processes of processing of waters of flows and also the newest technologies of receipt of energy during utilization of by-products are considered.*

**Вступ**

Центральні очисні споруди каналізації призначені для повного очищення суміші господарсько – побутових і виробничих стічних вод м. Вінниці в проектній кількості 150 тис.м<sup>3</sup> стічних вод на добу.

Водовідведення з промислового та житлового комплексів міста Вінниці забезпечується централізованою міською комунальною каналізацією – ОСК ОКВП ВКГ "Вінницяводоканал" (очисні споруди каналізації обласного комунального виробничого підприємства водопровідно-каналізаційного господарства). Виробничі потужності ОСК м. Вінниці дають змогу прийняти 150 тис. м<sup>3</sup> стічних вод на добу з повним біохімічним очищенням. Однак, починаючи з 2000 року, кількість стоків, що надходить на ОСК почала зменшуватися з 140 до 98 тис. м<sup>3</sup> на добу у 2006 році, з одночасним зростанням концентрації забруднюючих речовин. У 2007 році прихід стічних вод (V) в середньому становив 87,5 тис. м<sup>3</sup>/добу (3,65 тис. м<sup>3</sup>/год). Охолодження цієї кількості води, наприклад, на 5<sup>0</sup>С (при більшому охолодженні може бути порушення біологічної технології очищення стічної води), за допомогою теплових насосів дасть змогу нагріти на 50<sup>0</sup>С 3,2 млн. м<sup>3</sup> води за рік, затративши при цьому 1 млн кВт·год електроенергії [1, 2]. Ще більше можна регенерувати теплоти і енергії використовуючи сучасні технології очищення стічних вод.

**Основна частина**

Очисні споруди каналізації міста Вінниці використовують для очищення стоків загальноприйнятий в даний час традиційний біологічний метод, що максимально наближений до природного очищення побутових і виробничих стічних вод. Сутність біологічного очищення стічних вод полягає в діяльності специфічного комплексу мікроорганізмів – активного мулу (АМ) – складного біоценозу, що природно виникає і формується залежно від складу стічних вод та відповідного технологічного режиму очищення. Процес очищення здійснює складне угруповання мікроорганізмів – бактерій, простих, ряду вищих організмів – в умовах аеробіозу, тобто при наявності у воді, що очищається розчиненого кисню. Забруднення стічних вод є для мікроорганізмів джерелом живлення, при використанні якого вони отримують все необхідне для їх життєдіяльності – енергію і компоненти для обміну (відновлення речовин клітин, що розпадаються, приросту біомаси). Вилучаючи з води поживні речовини забруднення, мікроорганізми очищають від них стічну воду, але одночасно вносять у воду нові речовини – продукти обміну, що при цьому виділяються в зовнішнє середовище.

Розрізняють аеробне та анаеробне біологічне очищення стічних вод [3]. При аеробному методі очищення стічних вод 50 % ХСК (хімічного споживання кисню, мг/дм<sup>3</sup>) витрачається на утворення діоксиду вуглецю СО<sub>2</sub> та 50 % – на накопичення біомаси активного мулу. При анаеробному методі – 80-90 % ХСК перетворюється на біогаз і лише 3-5 % припадає на утворення АМ.

В даний час використовується традиційне аеробне біологічне очищення стоків м. Вінниці, що в середньому за 2007 рік супроводжувалось зниженням ХСК(С<sub>ХСК</sub>) з 474 до 60 мг/дм<sup>3</sup>. Це, в перерахунку на погодинне споживання кисню, відповідно становить:  $G_{ХСК} \cdot O_2 = C_{ХСК} \cdot V = 1511$  кг кисню або 7555 кг повітря, що відповідає 6 тис.м<sup>3</sup>. При роботі 2-х – 3-х компресорів (продуктивність кожного 18 тис. м<sup>3</sup>/год.) витрата повітря складає близько 40 тис. м<sup>3</sup>/год., що більше від

теоретично необхідного повітря для ХСК в  $40/6=6,7$  рази. В енергетичному відношенні витрата енергії на зниження ХСК при роботі одночасно 2-3 компресорів становить близько 1000 кВт·год., що складає  $1000/1511=0,662$  кВт·год/кг. З іншого боку, сьогодні відомі сучасні системи очищення побутових і виробничих стічних вод, при яких витрата енергії складає 0,1-0,2 кВт/кг БСК[4].

Причинами підвищеного споживання електроенергії при біологічному очищенні стічних вод у м. Вінниці можуть бути: якість біоценозу, підвищений вміст органічних та мінеральних складових у стічних водах, якість аерації, температура, рН, еН субстрату, навантаження на активний мул інші чинники.

Зниження впливу несприятливих факторів та інтенсифікацію процесів біологічного очищення стічних вод можна досягнути використанням комбінованого методу очищення [5]. У замкнених анаеробних системах органічні сполуки розкладаються та зазнають перетворень без кисню. Загальне значення ХСК залишається сталим в системі протягом всього часу очищення. Однак, значення ХСК у стічній воді з органічними сполуками, що перетворюються на біогаз, завдяки метановому бродінню, знижується за рахунок видалення з води ХСК-метану. У комбінованому методі, вихідні стічні води спочатку подають в анаеробний реактор, де відбувається перетворення 70-80 % органічних забруднень та вилучення 80-90 % завислих речовин. У сучасних анаеробних реакторах формується висока концентрація біомаси: до 30-50 г/дм<sup>3</sup>, за рахунок чого їх потужність досягає 15-20 кг ХСК/м<sup>3</sup> добу. Біогаз, що утворюється, містить близько 70 % метану (вихід складає 0,3-0,4 м<sup>3</sup> з кг ХСК) та 30 % CO<sub>2</sub>. Газ, після подальшого очищення від слідів сірководню, може бути використаний в котельних для регенерації теплоти. Приріст мінералізованого активного мулу складає близько 5 % від ХСК. Одержаний при цьому мул є цінним органічним біодобривом.

Після анаеробного очищення стічні води рекомендується обробляти в аеробному реакторі. Ефект очищення на цьому етапі по БСК та завислим речовинам складає 10-15 мг/дм<sup>3</sup>.

Комбінований метод очищення стічних вод забезпечує зниження енергетичних витрат до 0,1 кВт/кг БСК. При цьому, в перерахунку на потужність очисних споруд м. Вінниці, появляється можливість отримувати до 500 м<sup>3</sup>/год біогазу. З врахуванням ККД сучасних теплових електростанцій (30-35 %), з такої кількості біогазу можна одержувати за годину 2 тис. кВт·год. електроенергії та 300 м<sup>3</sup> гарячої води (підвищення температури на 50°C). Тобто, за рік можна одержувати 18 млн кВт·год. електроенергії, 2,4 млн. м<sup>3</sup> гарячої води та заощадити відповідно 8,4 млн кВт·год. електроенергії.

### Висновки

- У результаті детального аналізу біологічного очищення стічних вод виявлено, що одним із можливих шляхів покращання енергетичних показників очищення виробничих та побутових стоків міста Вінниці є оптимізація концентраційних умов проведення реакцій. Це можна досягнути впровадженням комбінованої схеми очищення стічних вод, що передбачає спочатку проведення анаеробного очищення з наступною обробкою в аеробному реакторі.

### Використана література

1. Рей Д. Тепловые насосы. / Рей Д., Макмайл Д. – М.: Энергоатомиздат, 1982.
2. Шведы обогреют Винницу сточными водами.  
Режим доступу [http://www.politsovet.info/news/07\\_Декабрь\\_2007](http://www.politsovet.info/news/07_Декабрь_2007)
3. Карелин Г. А. Очистка сточных вод в аэротенках / Г. А. Карелин и др. – М.: Стройиздат, 1978. – 222 с.
4. Якушко С. І. Біохімічна деструкція органічних відходів. Установка для проведення процесу в інтенсивному режимі. – Хімічна промисловість України, 2007. – №4. – С.47-53.
5. Колесников В. П. Современное развитие технологических процессов очистки сточных вод в комбинированных сооружениях. / В. П. Колесников, Е. В Вильсон. – Ростов на Дону: «Узд. «Юг», 2005. – 212 с.

**Дензанов Генадій Олександрович** – к.т.н., доцент кафедри хімії Вінницького державного педагогічного університету

**Ковальчук Олександр Васильович** – к.т.н., доцент, зав. кафедри хімії Вінницького державного педагогічного університету

**Павлик Олена Миколаївна** – к.х.н., старший викладач кафедри хімії Вінницького державного педагогічного університету