

УДК 628.33

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ГОСПОДАРСЬКО-ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД У ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ

С.В. КУЛАКІВСЬКИЙ, П.Д. ХОРУЖИЙ

Інститут водних проблем і меліорації НААН

Наведено інформацію про сучасний стан очищення і використання господарсько-побутових стічних вод у сільській місцевості і дано рекомендації щодо удосконалення технологічної схеми очисної станції для підвищення ефективності її роботи.

Ключові слова: екологічна безпека, господарсько-побутові стічні води, нормативи водоочищення, біофільтри, фільтрувальні завантаження

Проблема та її актуальність. Нині практично всі поверхневі води України інтенсивно забруднюються стічними водами внаслідок того, що концентрація забруднень в них значно перевищує встановлені нормативи якості води для скидання у водойми рибогосподарського призначення. Тому охорона водних ресурсів від забруднень є одним із першочергових завдань з екологічної безпеки, оскільки при скиданні

господарсько-побутових стічних вод у водойми ступінь їхнього біологічного очищення виявляється недостатнім за БПК_{повн} та завислих речовинах (15 мг/дм³).

За роки незалежності споживання свіжої води в Україні зменшилось з 30201 млн м³ у 1990 р. до 10507 млн м³ у 2012 р., тобто у 2,9 рази, а відповідно обсяг скинутих у водойми стічних вод зменшився з 6517 млн м³ у 1990 р. до 3321 млн м³ у 2012 р., тобто у 2 рази (табл.1).

1. Основні показники очищення і скидання стічних вод в Україні (Держстат України)

Роки	Загальна кількість стічних вод, що скидаються у водні об'єкти, Q _{з.к} , млн м ³	У тому числі, млн м ³						Потужність очисних споруд млн м ³
		Нормативно очищених, Q _{н.о} , млн м ³	P ₁ , %	забруднених				
				всього Q _{з.с} млн м ³	P ₂ , %	без очищення Q _{б.о} млн м ³	P ₃ , %	
1990	6517	3318	50,9	3199	49,1	470	14,7	8131
2000	5413	2100	38,8	3313	61,2	752	22,7	7992
2010	3504	1760	50,2	1744	49,8	312	17,9	7425
2012	3321	1800	54,2	1521	45,8	292	19,2	7577

Наведені в табл. 1 значення для кожного року нормативно очищених стічних вод у% від загальної кількості стоків, що скидаються у водойми, визначали за формулою:

$$P_1 = 100 Q_{н.о} / Q_{з.к}, \% \quad (1)$$

де Q_{н.о} і Q_{з.к} – величини відповідно нормативно очищених і загальної кількості стічних вод, млн м³/рік.

Забрудненими стічними водами вважаються такі, що не відповідають встановленим нормативам щодо вмісту гранично допустимих концентрацій (ГДК) вмісту забруднюючих речовин. До цієї групи належать недостатньо очищені стічні води, а також стоки, що скидаються у водойми взагалі без очищення.

Кількість забруднених стічних вод P₂ у% від загальної кількості стоків визначали за формулою:

$$P_2 = 100 Q_{3.C} / Q_{3.K}, \% \quad (2)$$

де $Q_{3.C}$ – величина забруднених стоків, млн m^3 /рік.

Показник вмісту стоків, що скидаються без очищення, у% від кількості забруднених стічних вод визначається за формулою:

$$P_3 = 100 Q_{B.O} / Q_{3.C}, \% \quad (3)$$

де $Q_{B.O}$ – величина стоків, що скидаються без очищення, млн. m^3 /рік.

Як видно з табл. 1, нині майже 50% стічних вод, що скидаються у водойми, є забрудненими, тобто не відповідають встановленим нормативам, а в цій кількості стоків майже 20% стічних вод скидаються без будь-якого очищення. Така ситуація пояснюється тим, що потужність очисних споруд за 22 роки зменшилась на 554 млн m^3 , а самі споруди і технологічні схеми очищення стічних вод є застарілими.

Ступінь забрудненості побутових стічних вод визначається кількістю забруднюючих речовин, що вноситься однією людиною в ці води при використанні санітарно-технічних приладів, г/доб [1]: завислі речовини – 65; БПК_{повн} – 75; азот амонійних солей [8]; фосфати – 3; хлориди – 9; поверхнево-активні речовини – 2,5.

Умови випуску стічних вод у водойми регламентуються Правилами охорони поверхневих вод від забруднень стічними водами [2], згідно яких забороняється випуск у водойми стічних вод, які можуть бути використані в системах зворотного водопостачання або сільському господарстві для зрошення при дотриманні необхідних санітарних вимог.

У відповідності до [2] встановлено два види водокористування:

- водоймища питного та культурно-побутового призначення;
- водоймища рибогосподарського призначення;

Для кожного з цих водоймищ враховують гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднень, тобто ту максимальну концентрацію речовин, при якій не погіршуються органолептичні властивості води та промислових організмів (риб, раків, молюсків) і не допускаються токсичні речовини (табл. 2).

Віднесення водоймища до того чи іншого виду водокористування виконується органами Державного санітарного нагляду з урахуванням перспектив його використання.

**2. Вимоги до якості води водних об'єктів
у розрахунковому створі водокористування[2,3]**

Види водокористування	Категорії водокористування	Гранично допустима концентрація (ГДК), мг/дм ³		
		БПК _{повн}	збільшення завислих речовин, С _{з.р}	розчинений кисень, О ₂
Санітарно-побутове: -питне водопостачання; -культурно-побутове	I	3	0,25	4
	II	6	0,75	4
Рибогосподарське: - відтворення і збереження цінних порід риб; - інші рибогосподарські цілі	I	3	0,25	6
	II	3	0,75	6 (влітку) 4 (взимку)

Нагляд за виконанням умов скиду очищених стічних вод у водойми здійснюють санітарно-епідеміологічні станції та басейнові інспекції.

Згідно з вимогами Правил [2,3] для очищених господарсько-побутових стічних вод, встановлені такі нормативи гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин (мг/дм³):

- біохімічна потреба у кисні (БПК_{повн}) – не більше за 15;
- хімічне споживання кисню (ХСК) – не більше за 80;
- завислі речовини – не більше за 15.

Недостатній ступінь біологічного очищення стічних вод обмежує можливе використання їх для технічного водопостачання промислових підприємств та зрошення сільськогосподарських культур.

Мета роботи – на основі досліджень методів очистки господарсько-побутових стічних вод розробити рекомендації щодо удосконалення технологічної схеми очисної станції і конструкцій її споруд для підвищення ефективності процесів очищення стоків у локальних системах сільськогосподарської каналізації.

Результати досліджень. Як відомо [4,5], очисна станція повинна забезпечувати заданий ступінь очищення стічних вод при найменших затратах на її будівництво і експлуатацію, чого можна досягти при високій ефективності процесів очищення води на окремих спорудах станції.

Нині традиційною для очищення побутових стічних вод є двоступінчаста схема, що включає механічну та біологічну. Підвищені вимоги до охорони навколишнього середовища і створення умов для використання очищених стічних вод у промисловості і сільському господарстві вимагають розробки нових технологічних схем з глибокою очисткою біологічно очищених стічних вод.

Біохімічні методи очищення базуються на використанні життєдіяльності мікроорганізмів, які окиснюють органічні речовини, що знаходяться у стічних водах у вигляді тонких суспензій, колоїдів або в розчині.

Біохімічним методом можливо майже повністю звільнитися від органічних забруднень, що залишилися в стічних водах після механічного очищення, а також значно знизити вміст хвороботворних мікроорганізмів.

У системах сільськогосподарської каналізації споруди, в яких проходить біохімічне очищення, поділяються на дві групи:

I – споруди, що працюють у природних або близьких до них умовах (поля зрошення, поля фільтрації, біологічні ставки), в яких стічні води очищаються досить повільно за рахунок запасу кисню в ґрунті та воді;

II – споруди, в яких очищення стічних вод відбувається в штучно створених умовах (біофільтри, аеротенки) значно інтенсивніше завдяки підтриманню штучним шляхом життєдіяльності необхідних мікроорганізмів.

За традиційною технологією очищення господарсько-побутових стічних вод до технологічної схеми входять споруди: механічного очищення, біохімічного очищення та фізико-хімічного доочищення (рис. 1).

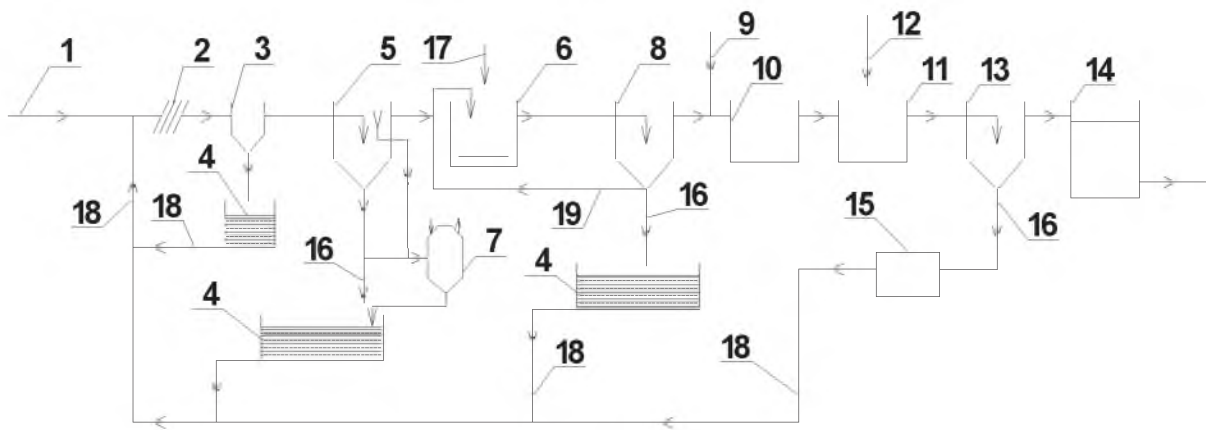


Рис. 1. Загальна технологічна схема очищення господарсько-побутових стічних вод:

1 - подача вихідної стічної води; 2 – решітки; 3 – пісковловлювач; 4 – мулові майданчики; 5 – первинний відстійник; 6 – біофільтр або аеротенк; 7 – метантенк; 8 – вторинний відстійник; 9 – подача хлору; 10 – контактний резервуар; 11 – місткість для коагуляції; 12 – подача реагентів; 13 – відстійник; 14 – піщаний фільтр; 15 – згущувач осаду; 16 – скидання осаду; 17 – подача повітря; 18 – відведення відстояної води; 19 – відведення надлишкового активного мулу в аеротенк.

Видалення грубодисперсних домішок з очищеної води здійснюється в решітках 4, пісковловлювачі 3 та відстійнику 5. Завдяки силам гравітації випадають в осад частинки, що важчі за воду. Осаджений осад періодично відкачують у метантенки 7 для зброджування або випускають на мулові майданчики 4.

Біологічне очищення води відбувається в біологічних спорудах (біофільтрах або аеротенках), де спеціальні мікроорганізми-деструктори споживають з води органічні речовини та повітря 17, тобто очищають її. Біомасу гідробіонтів, що наростає під час очищення води, відокремлюють у вторинних відстійниках 8 і скидають на мулові майданчики 4.

Після біологічного очищення воду обробляють гіпохлоритом натрію 9 у контактних резервуарах 10 упродовж 20-30 хв.

З метою забезпечення надійного доочищення води застосовують обробку її коагулянтном 12 у місткості 11, відстоювання 13 та фільтрування крізь пісок 14.

Утворений осад згущують на центрифугах, фільтрах або вакуум-фільтрах 15 і скидають на звалищах.

Недоліком розглянутої технологічної схеми очищення господарсько-побутових стічних вод є невелика ефективність очищення стічної рідини на спорудах, складність експлуатації споруд, великі їх розміри та значна будівельна вартість.

Для удосконалення технології очищення господарсько-побутових стічних вод в локальних системах сільськогосподарської каналізації запропоновано здійснити заміну технологічних процесів відстоювання води у відстійниках на висхідне її фільтрування через плаваюче фільтрувальне завантаження, а також замінити важке завантаження в біофільтрах на більш ефективне тонковолокнисте завантаження з капронових ниток.

Поставлена задача вирішується шляхом введення в технологічну схему очищення стічної рідини контактено-прояснювальних фільтрів (КПФ) 1-го і 2-го ступенів з легким плаваючим фільтрувальним завантаженням та біофільтра (БФ) з волокнистим завантаженням, що забезпечує збільшення швидкості руху води в спорудах, підвищення ефективності процесів видалення домішок з води та зменшення вартості цих споруд.

Ця технологія пояснюється кресленням (рис. 2), на якому зображено її загальний схематичний вигляд. Вихідна вода після механічного очищення по трубопроводу 1 через аератор 2 надходить у повітровіддільник 3, де відбувається виділення з неї газів, що запобігає виникненню підфільтрової пухирцевої кольматації в КПФ 1-го ступеня 4, в якому в підфільтровому просторі 5 здійснюється стиснене осідання крупних завислих часток під дією сил тяжіння і затримання дрібних частинок у плаваючому фільтрувальному завантаженні 6. КПФ зверху герметично перекриті кришками 16 з вантузами 7 і оснащені водозбірно-розподільними системами 8 для збирання профільтрованої води. БФ оснащено аератором 10 для розприскування води на дрібні краплі, колосниковими решітками 13, між якими закріплено тонковолокнисте завантаження 12, дренажною системою збирання обробленої води 15. Очисні споруди оснащені трубопроводами 9 для відведення проясненої води, 17 – для подачі промивної води, 18 – для відведення осаду при промивці фільтрів, 19 – подачі розчину гіпохлориту натрію для знезараження води в контактному резервуарі 20 та 21 для відведення очищеної води у водойму.

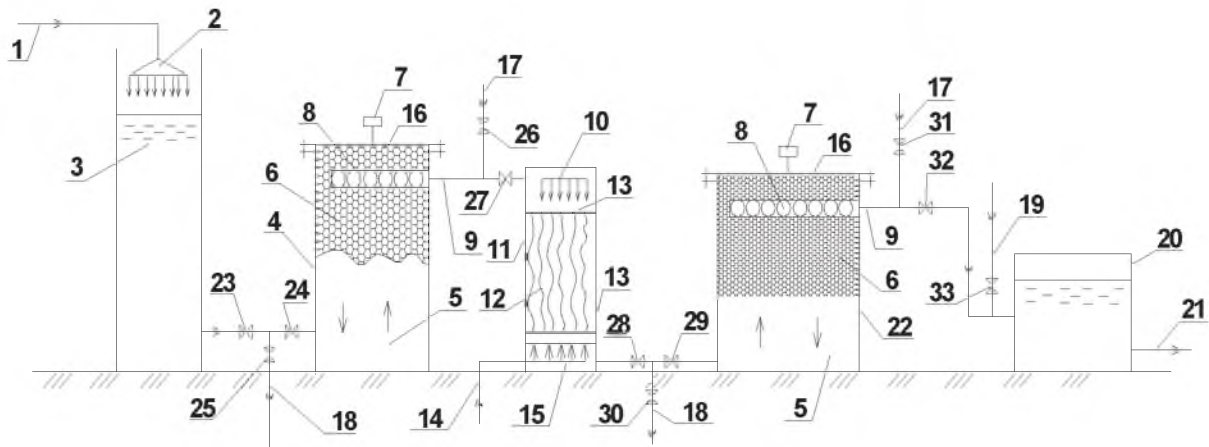


Рис.2. Технологічна схема станції біологічного очищення господарсько-побутових стічних вод:

1 – подача вихідної води; 2 – аератор; 3 – повітровіддільник; 4 – КПФ 1-го ступеня; 5 – підфільтровий простір; 6 – плаваюче фільтрувальне завантаження; 7 – вантуз; 8 – водозбірно-розподільні системи; 9 – трубопровід відведення проясненої води; 10 – аератор; 11 – біофільтр; 12 – тонковолокнисте завантаження; 13 – колосникові решітки; 14 – повітропровід; 15 – дренажна система; 16 – кришки КПФ; 17 – трубопровід подачі промивної води; 18 – трубопровід відведення осаду; 19 – трубопровід подачі гіпохлориту натрію; 20 – резервуар очищеної води; 21 – трубопровід випуску очищеної води; 22 – КПФ 2-го ступеня; 23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33 – засувки.

Очисна станція працює так: вихідна стічна вода після механічного очищення по трубопроводу 1 надходить через аератор 2 у повітровіддільник 3, дрібні краплі падають униз, а вуглекислий газ видаляється з води, що забезпечує надійну роботу КПФ, в якому крупні завислі речовини випадають в осад під дією сил тяжіння при висхідному русі води у стисненому шарі завислого осаду в підфільтровому просторі 5 та при фільтруванні через плаваюче завантаження 6. Попередньо прояснена вода через водозбірну систему 8 по трубопроводу 9 та через аератор 10 надходить на БФ 11. Іммобілізовані на волокнистому завантаженні 12 аеробні мікроорганізми при наявності повітря, що надходять по трубопроводу 14 від компресора, здійснюють біохімічне очищення органічних речовин, а попередньо очищена вода через дренажну систему 15 надходить у КПФ 2-го ступеня 22 для остаточного її прояснення при висхідному русі у підфільтровому просторі 5 і плаваючому фільтрувальному завантаженні 6.

Прояснена вода через систему 8 по трубопроводу 9 надходить в контактний резервуар 20, в який по трубопроводу 19 подають розрахункову дозу розчину гіпохлориту натрію для знезараження води. Очищену і знезаражену воду випускають у водойму по трубопроводу 21.

Для промивки КПФ подають воду по трубопроводу 17, а промивну воду з осадом скидають по трубопроводу 17. Під час промивки КПФ 1-го ступеня відкривають засувки 24, 25 і 26 та закривають засувки 23 і 27. Під час промивки КПФ 2-го ступеня відкривають засувки 29, 30 і 31 та закривають засувки 28 і 32.

Після промивки фільтрів засувки 25, 26, 30 і 31 закривають, а всі інші засувки повинні бути відкритими.

Перевага запропонованої технології полягає у забезпеченні високої ефективності очищення господарсько-побутових стічних вод, надійної роботи та зменшення вартості очисної станції.

Висновки. Встановлено, що за роки незалежності в Україні загальний обсяг стічних вод, що скидаються у природні водойми, зменшився у 2 рази, але майже половина з цих вод не відповідають нормативним вимогам, а в цій кількості стоків майже 20% скидають без будь-якого очищення. Потужність очисних споруд зменшилась, а сама технологія очищення стоків морально застаріла, оскільки складна в експлуатації, має невелику ефективність процесів очистки та велику питому вартість.

Для удосконалення технології очищення господарсько-побутових стічних вод в локальних системах сільгоспканалізації запропоновано замінити процеси відстоювання води у відстійниках на висхідне фільтрування у плаваючому фільтрувальному завантаженні, а замість важкого фільтрувального завантаження в біофільтрах використовувати тонковолокнисте завантаження з капронових ниток.

1. *СНиП 2.04.03-85*. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: ЦИТП Госстроя СССР. – 1986. – 72 с.

2. *Правила* охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами. – Утверждены 21.01.91. Гос.Ком. по охране природы СССР. – М., 1991. – 34 с.

3. *Правила* охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами. Затв. Постановою Кабміну України від 25.03.1999, № 303. – 36 с.

4. *Водовідведення та очистка стічних вод міста. Курсове і дипломне проектування. Приклади та розрахунки* / О.А. Василенко, С.М. Епоян, Г.М. Смірнова [та ін.] // навчальний посібник. – Київ – Харків, КНУБА, ХНУБА, 2012. – 572 с.

5. *Запольський А.К.* Водопостачання, водовідведення та якість води / А.К. Запольський // Підручник. – К.: Вища школа, 2005 – 671 с.

6. *Гвоздяк П.И.* Научное обоснование, разработка и внедрение в практику новых биотехнологий очистки воды / П.И. Гвоздяк, Л.И. Глоба // Химия и технология воды. – 1998, № 1. – С. 61–67.

Приведена інформація о нинішньому стані очистки и використання господарсько-бытовых сточных вод в сельской местности и даны рекомендації для удосконалення технологічної схеми очистної станції и підвищення ефективності ее роботи.

The information on the current state of treatment and use of domestic wastewater in rural areas and the recommendations on improving the technological scheme of a treatment plant and increasing its operating efficiency are given.