

С.В. КУЛАКІВСЬКИЙ, аспірант
О.Ю. ПОБЕРЕЗНІЧЕНКО, аспірантка
Інститут водних проблем і меліорації НААН

КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОЧИЩЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ПТАХІВНИЧИХ КОМПЛЕКСАХ

Проаналізовано технологічну схему роботи очисних каналізаційних споруд Гаврилівського птахівничого комплексу та господарсько-побутових стічних вод с. Гаврилівка. Запропоновано шляхи інтенсифікації роботи споруд та впровадження замкненого водокористування.

Ключові слова: стічні води; біореактори; нітри-денітрифікація; доочищення стічних вод; фільтри з плаваючим завантаженням; біоставки.

Проанализирована технологическую схему работы очистных канализационных сооружений Гавриловскогоптицекомплекса и хозяйственно-бытовых сточных вод с.Гавриловка. Предложены пути интенсификации работы сооружений и внедрения замкнутого водопользования.

Ключевые слова: сточные воды; биореакторы; нитри-денитрификация; доочистка сточных вод; фильтры с плавающей загрузкой; биопруды.

Process flow scheme for sewage treatment plant "Havrylivski poultry production unit" has been analysed as well as domestic waste water in Havrylivka village. The ways to intensify facilities operation and implementation of closed-loop water consumption have been offered.

Key words: waste waters, bio-reactors, nitro-denitrification, advanced waste water treatment, float feeding filters, bio-water body.

Постановка проблеми

Стічні води м'ясопереробного виробництва птахівничих комплексів є одним з найбільш забруднених органічними сполуками, але не містять токсичних речовин і характеризуються такими основними показниками якості: хімічне споживання кисню (ХСК) до 3 тис.мгО₂/дм³; біологічне споживання кисню (БСК) до 1,5 тис.мгО₂/дм³; завислі речовини до 1 тис.мг/дм³; жири до 300 мг/дм³; рН = 6...8.

Оскільки такі підприємства, розташовані переважно в сільській місцевості, то існує можливість використовувати очищені стічні води на полях

зрошення для вирощування технічних сільськогосподарських культур, скидати їх в біоставки для вирощування риби, а осад подавати на поля [1, 2].

Формування цілей статті

Мета даної роботи полягає в дослідженні роботи очисних каналізаційний споруд Гаврилівського птахокомплексу та розробки пропозицій з інтенсифікації процесів очищення і повторного використання стічних вод.

Виклад основного матеріалу

Для глибокої біологічної очистки виробничих стічних вод м'ясопереробного виробництва, інкубаторію і господарсько-побутових стічних вод філії Гаврилівського птахокомплексу, а також господарсько-побутових стічних вод с.Гаврилівка побудовані очисні споруди продуктивністю 8000 м³/добу, принципова технологічна схема яких показана на рис.1.

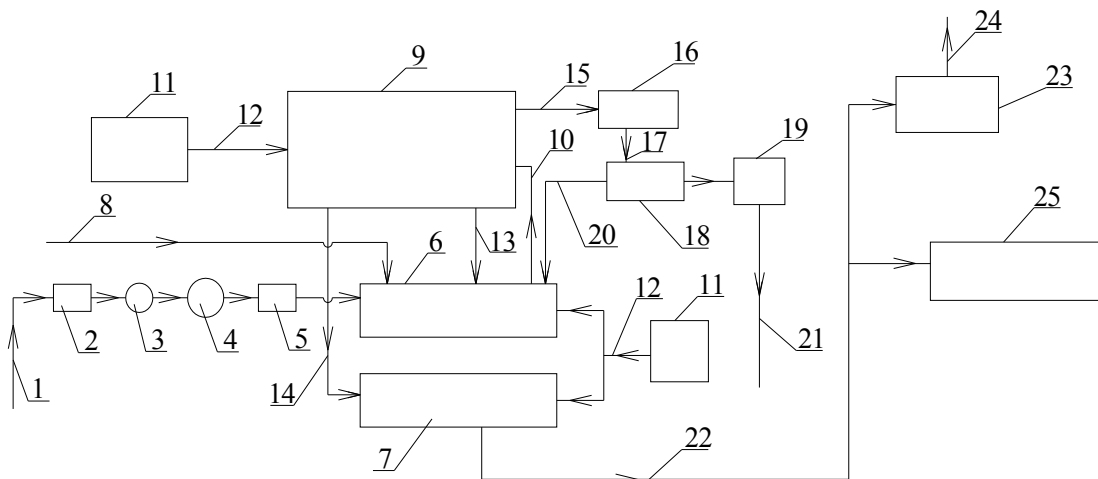


Рис. 1. Технологічна схема біологічної очистки:

1 – побутові стічні води; 2 – приймальна камера; 3 – піскоуловлювач; 4 – двоюрисні відстійники; 5 – розподільча камера; 6 – селекторний резервуар; 7 – муловий резервуар; 8 – виробничі стічні води; 9 – біореактори (БР); 10 – подача стічних вод на БР; 11 – компресор; 12 – стиснене повітря; 13 – мул; 14 – надлишковий мул; 15 – очищені стічні води; 16 – резервуар-усеренювач; 17 – вода на доочищення; 18 – фільтри доочистки; 19 – установка знезараження; 20 – промивна вода; 21 – очищена стічна вода на біоставки; 22 – подача мулу на зневоднення; 23 – станція зневоднення стічних вод на Гаврилівському птахокомплексі:мулу; 24 – зневоднений мул; 25 – мулові майданчики.

Технологія роботи споруд. Побутові стічні води після очищення на спорудах 2-5 надходять у селекторний резервуар 6, куди по трубопроводу 8 надходять виробничі стічні води від м'ясопереробного виробництва, які перед цим проходять попередню обробку на локальних очисних спорудах цехів забою і переробки птиці у складі ротаційних сітчастих фільтрів та напірного флотатора.

Селекторний резервуар призначається для усереднення стічної води по концентраціям та забезпечення рівномірності подачі води в біореактори (БР). В цей резервуар надходять також стічні води від інкубаторію, фільтрат від станції зневоднення мулу, вода після промивки фільтрів, а також мулова суміш із БР для оптимізації процесу мулоутворення та пригнічення розвитку нитчастих бактерій.

Селекторний резервуар 6 ємністю 1080 м³ складається з двох секцій розмірами 30х6х3 м кожна, обладнаний 2 міксерами та насосом продуктивністю 875 м³/год, який подає стічні води в БР і включається і виключається автоматично залежно від рівнів води в резервуарі. БР виконані у вигляді двох зблокованих залізобетонних резервуарів розмірами 81х40х6 м і об'ємом по 18000 м³. БР облаштовані аераційною решіткою із пластикових перфорованих труб, обладнаних синтетичними мембранами для забезпечення дрібнобульбашкової аерації при подачі повітря компресорами продуктивністю 7088 м³/год кожний.

БР працюють в режимі аеротенку періодичної дії з повним окисненням і використанням процесів нітрифікації і денітрифікації.

Після БР освітлена стічна вода надходить по трубопроводу 15 в резервуар-усереднювач 16 ємністю 5600 м³, в якому встановлено 5 насосів продуктивністю 82 м³/год кожний, що подають стічну воду по трубопроводу 17 на фільтри доочистки з плаваючим завантаженням 18, в яких відбувається додаткове очищення води та її знезараження розчином гіпохлориту натрію, що подається з електролізної установки в споруді 19.

Із БР надлишковий мул видаляється за допомогою насоса продуктивністю 300 м³/год по трубопроводу 14 в муловий резервуар 7 об'ємом 1080 м³, в якому встановлено міксери для перемішування водно-мулової суміші і насос, що подає мул по трубопроводу 22 на станцію зневоднення мулу 23. В резервуарах 6 і 7 встановлені аераційні системи, в які подається повітря по трубам 12 від компресора 11.

Зневоднення мулу відбувається на станції 23 за допомогою стрічкового фільтра з добавкою до мулової суміші флокулянта, що сприяє відділенню мулу від води до вологості 90...92%. Мул вивозиться на муловий майданчик площею 0,66 га, а фільтрат витратою 70 м³/добу подається насосом у селекторний резервуар 6.

Після знезараження очищена стічна вода по трубопроводу 21 подається на біологічні ставки з вищою водною рослинністю (ВВР), де відбуваються природні процеси очищення води, а також вони виконують роль буферних резервуарів в аварійних ситуаціях.

Основними спорудами біологічного очищення стічних вод на Гаврилівському птахо комплексі є: **БР, фільтри доочистки і біологічні ставки.**

1. Біореактори

Технологічна частина проекту очищення стічних вод була розроблена за голландською технологією з використанням обладнання фірми *NijhuisWaterTechnology (NWT)*, до складу якого входять БР періодичної дії – *SBR*.

Режим роботи БР – циклічний. Один цикл (24 години) складається з 4 процесів: заповнення (12 годин); аерація-денітрифікація (8 годин); відстоювання (2 години) і зливання (2 години).

Заповнення кожного біореактора відбувається при подачі з селекторного резервуара 4000 м³ стічної води витратою 333 м³/год до наповнення на глибину 5,5 м. З початку цієї стадії здійснюється аерація стічної води, в результаті чого відбувається процес її біологічного очищення. Перемішування стічної води з мулом здійснюється за допомогою міксерів (по 4 шт. у кожному БР).

Процес аерації-денітрифікації відбувається на протязі 8 годин. На етапі аерації вміст кисню а стічній воді підтримується на рівні 2 мг/дм³. При довготривалій аерації проходить процес нітрифікації, під час якого іони амонію (NH₄⁺) окислюються до нітритів (NO₂⁻), а потім і до нітратів (NO₃⁻). Після цього здійснюють процес денітрифікації, під час якого нітрати відновлюються до молекулярного азоту, що виділяється в атмосферу. Для цього відключають подачу повітря на період 20-30 хвилин, вміст кисню знижується у стічній воді до 0,2 мг/дм³, а для попередження осідання активного мулу і його достатнього контакту зі стічною водою працюють міксери. Кількість кисню в БР контролюють автоматичні датчики, які подають сигнал на включення та відключення компресорів.

При відстоюванні в БР не подається повітря і не працюють міксери. Активний мул осідає на дно і ущільнюється, а освітлена вода залишається над мулом шаром висотою 1,2 м.

Зливання освітленої стічної води у кожному БР відбувається через 2 поплавкові поверхневі водозливи діаметром 400 мм.

Під час відстоювання і зливання стічної води відбувається видалення з БР надлишкового мулу по трубопроводу 14 в муловий резервуар 7.

Щодо роботи БР слід відзначити такі зауваження:

- необхідно виконати наукове обґрунтування послідовності і тривалості перерахованих вище технологічних процесів;
- бажано здійснювати контроль і технологічний процес видалення із стоків сполук фосфору, які надходять із господарсько-побутовими стічними водами.

2. Фільтри доочистки стічної води(рис. 2)

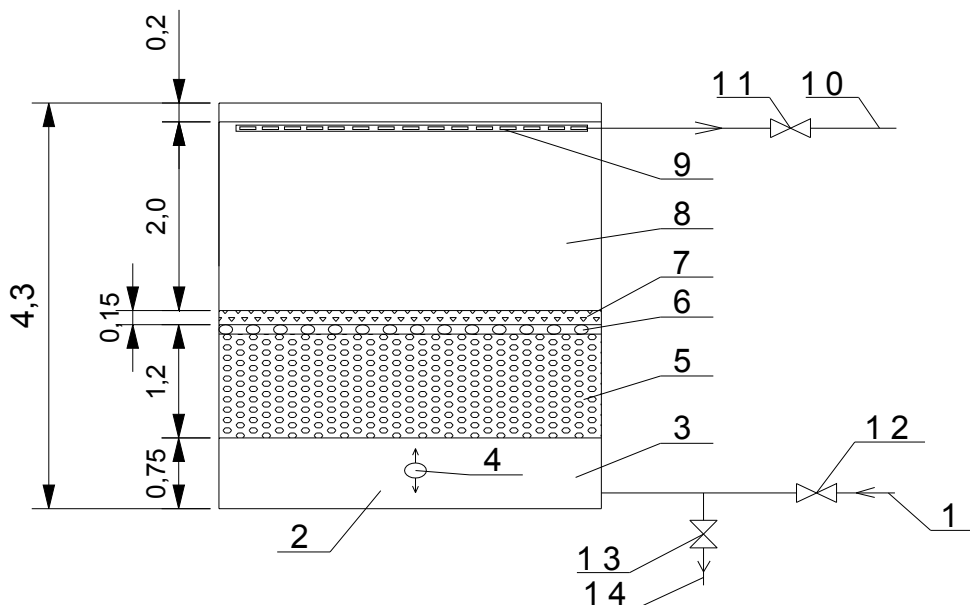


Рис 2. Схематична конструкція фільтра для доочистки стічної води (розміри в м):
1 – подача води насосами з резервуара – усереднювача; 2 – корпус фільтра;
3 – під фільтровий простір; 4 – активний мул; 5 – плаваюче фільтрувальне завантаження; 6 – металева сітка; 7 – щебеневе завантаження; 8 – шар води на фільтрі; 9 – водозбірна система із щілинних труб $d=250$ мм; 10 – відведення очищеної води на установку знезараження; 11 – 13 – засувки; 14 – відведення промивної води в селекторний резервуар

Фільтри для доочистки стічної води виконані у вигляді п'яти зблокованих залізобетонних резервуарів розмірами $2,5 \times 7,3 \times 5,3$ м, які завантажені плаваючим пінополістирольним завантаженням 5 товщиною 1,2 м з діаметром гранул 2...6 мм. Це завантаження утримується від спливання металеву сіткою 6, яка привантажується зверху шаром щебеню товщиною 0,15 м. вода фільтрується знизу догори і збирається системою із щілинних труб 9 та відводиться на установку знезараження самопливом по трубі 10. При промивці фільтра відкривають засувку 13, закривають засувку 12 і шар води на фільтрі 8 рухається в зворотному напрямку вимиває забруднення, які виносяться з водою по трубі 14 в селекторний резервуар.

Аналіз такої конструкції фільтра і технології його роботи виявив такі недоліки:

- конструкція фільтра потребує удосконалення, оскільки для розміщення промивної води потрібна велика висота, що збільшує вартість споруди;

- слід модернізувати конструкцію системи, що утримує плаваюче завантаження, оскільки при спорожненні об'єму 8 сили спливання можуть зруйнувати металеву сітку 6;

– не використовується належним чином підфільтровий простір 3, оскільки основна очистка стічної води відбувається не внаслідок прилипання забруднень до гранул завантаження досить великих розмірів (2...6 мм), а в результаті стисненого осідання активного мулу в підфільтровому просторі і фільтрування води через наливний шар в нижній частині фільтрувального завантаження.

Для доочистки води авторами запропонована конструкція фільтра, схема якої показана на рис. 3.

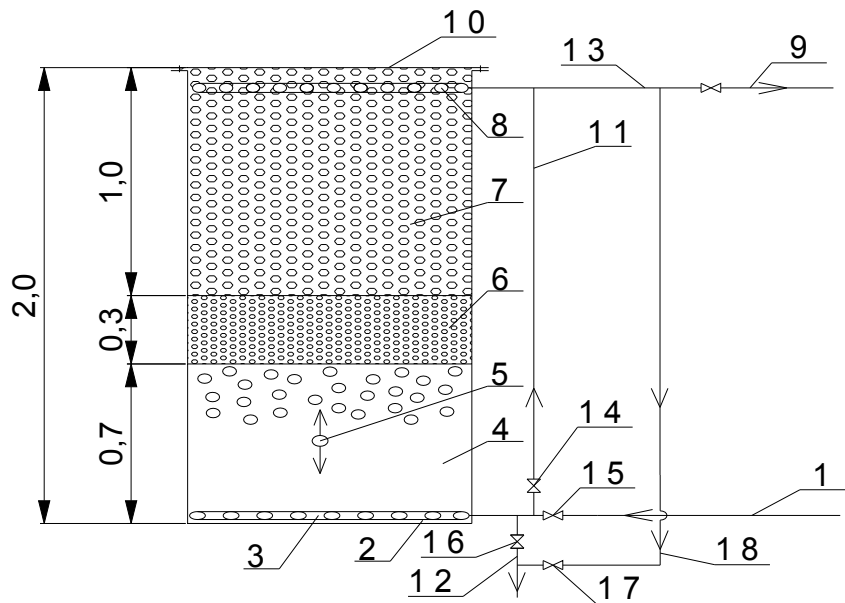


Рис.3. Схема напірного фільтра з пінополістирольним завантаженням для доочистки стічних вод (розміри в м):

1 – подача вихідної води; 2 – корпус фільтра; 3 – дренажно-розподільча система; 4 – підфільтровий простір; 5 – активний мул; 6 – наливний шар; 7 – плаваюче фільтрувальне завантаження; 8 – ковпачковий дренаж; 9 – відведення очищеної води; 10 – кришка; 11 – подача води на промивку; 12 – скидання промивної води; 13 – 17 – засувки; 18 – скидання першого фільтрату

Конструктивно-технологічні особливості запропонованої конструкції фільтра полягають в тому, що основний процес очищення води відбувається у підфільтровому просторі 4 в якому проходить стиснене осідання завислих речовин з активного мулу 5 при висхідному русі води. Частина завислих речовин випадає в осад під дією сил тяжіння, частина притискується гідродинамічним потоком рідини до нижньої поверхні плаваючого завантаження 7, утворюючи наливний шар 6 з активного мулу 5, при фільтруванні через який відбувається освітлення стічної води.

Пінополістирольне фільтрувальне завантаження висотою 0,8...1 м з діаметрами гранул 1...3 мм створює сприятливі умови для зарядки фільтра, при якій в підфільтровому просторі накопичується необхідна мінімальна питома брудомісткість G_{min} , кг/м²(мінімальна кількість активного мулу, кг, що

припадає на 1 м² площі фільтра), що забезпечує при розрахунковій швидкості фільтрування води необхідну ефективність її освітлення. Швидкість фільтрування води приймають $V_{\text{ф}} = 10 \dots 12$ м/год. Фільтрування закінчується, коли втрати напору на фільтрі досягають $h_{\text{ф}} = 1$ м, а питома брудомісткість – величини G_{max} . Фільтр промивають вихідною водою при подачі її по трубах: 1-11-12. При цьому засувки 15, 14 і 16 відкривають, а засувки 13 і 17 закривають. Промивку здійснюють для зниження питомої брудомісткості фільтра з G_{max} до G_{min} . Після цього закривають засувки 14 і 16 і відкривають на 10 хвилин засувку 17 для скидання першого фільтрату, потім її закривають і відкривають засувку 13 для відведення освітленої стічної води.

Така конструкція фільтра і режим його роботи забезпечують високу ефективність освітлення води (до 90-95%) при значно менших капітальних і експлуатаційних витратах.

3. Біоставки (рис.4)

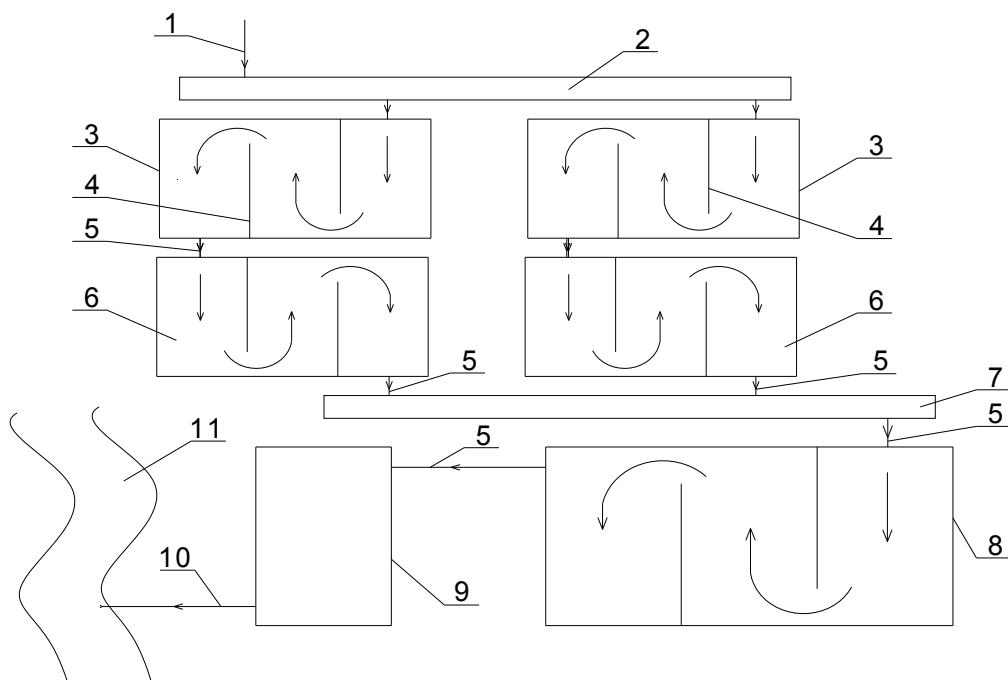


Рис.4. Схема біологічних ставків:

1 – скидання стічних вод від очисних споруд; 2 – приймальний канал; 3 – ставок 1-го ступеня; 4 – перегородки; 5 – перепускні труби; 6 – ставок 2-го ступеня; 7 – розподільчий канал; 8 – ставок 3-го ступеня; 9 – скидний ставок; 10 – скидний трубопровід; 11 – річка

Біологічні ставки призначені для доочищення стічних вод до показників ГДК, а також виконують роль буферних резервуарів, які у аварійному випадку перешкоджають скиданню у річку стічних вод зі значним вмістом забруднюючих речовин. Загальна площа водного дзеркала біоставків складає 6,08 га, а загальний об'єм 79 тис.м³. Ставки 1-го ступеню 3 розділені залізобетонними перегородками 4 на 3 коридори, не мають вищої водної

рослинності (ВВР) і призначені для затримання завислих речовин та виконують роль горизонтальних відстійників коридорного типу. Ставки 2-го і 3-го ступенів розділені земляними дамбами на коридори і функціонують за принципом біоплато, засаджені ВВР з комишу, очерету, рогози, за рахунок яких відбувається видалення з води біогенних забруднень – азоту і фосфору. Із ставка 3-го ступеня вода через шандори переливного колодязя надходить в скидний ставок, звідки по скидному колектору надходить в природні водойми.

По роботі біоставків слід зазначити таке:

– після фільтрів доочистки з плаваючим завантаженням стічна вода направляєтся для доочищення в горизонтальні відстійники (ставки 1-го ступеню) загальною площею водного дзеркала $F=2,88$ га і об'ємом води $W=44,6$ тис.м³ при глибині води $H=1,55$ м. Все це свідчить про низьку ефективність як очищення води на існуючих пінополістирольних фільтрах, так і вкладення коштів в споруди для доочищення стічних вод після БР;

– споруди “біоплато” з ВВР є ефективними спорудами для видалення зі ставків біогенних речовин (азоту і фосфору). Але враховуючи складність їх роботи в зимовий період, більш доцільним слід вважати оптимізацію роботи основних водоочисних споруд та використання очищених стічних вод для технічного водопостачання і зрошення сільгоспкультур.

Висновки

1. Аналіз технологічної роботи очисних каналізаційних споруд Гаврилівського птахокомплексу показав, що основні споруди біологічної очистки стічних вод (БР і фільтри доочистки) працюють не достатньо ефективно, що призводить до необхідності додаткової очистки стоків після цих споруд в горизонтальних відстійниках при значних питомих капіталовкладеннях в ці споруди.

2. Для оптимізації роботи БР слід виконати наукове обґрунтування послідовності і тривалості всіх операцій анаеробно-аеробних процесів біологічної очистки води в цих спорудах.

3. Запропонована авторами конструкція модернізованого напірного фільтра з пінополістирольним завантаженням (рис. 3) дозволить підвищити ефективність доочищення стічних вод при значному зменшенні питомих капітальних і експлуатаційних витрат.

4. Оскільки стічні води м'ясопереробного виробництва не містять токсичних речовин, то після біологічного очищення та знезараження очищені води і осад можна використовувати у сільськогосподарському виробництві.

Список літератури

1. Яковлев С.В., Прозоров И.В., Иванов Е.Н., Губий И.Г. Рациональное использование водных ресурсов: учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 1991. – 400 с.
2. Хоружий П.Д., Хомуцька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. – К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
3. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. Учебник для вузов. – М.: АСВ, 2002 – 704 с.
4. Мишуков Б.Г., Соловьева Е.А. Удаление азота и фосфора на очисних сооружениях городской канализации. – Приложение к журналу “Вода и экология”. – С.-П., 2004 – 73 с.
5. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод: Навчальний посібник. – Рівне, 2003. – 616 с.
6. Василенко О.А., Поліщук О.В. Балансова схема динаміки концентрацій основних забруднюючих речовин в процесі очищення стічних вод від сполук азоту і фосфору // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: науково-техн. зб.– Вил. 14. – К.: КНУБА, 2010. – С. 109-115.
Wastewater treatment. Biological and chemical processes / M. Henze, P. Harremoës, la Cour Jansen, E.