

УДК:614.777/628.3+61/355.511.5

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ОЧИЩЕННЯ
СТІЧНИХ ВОД ВІД ВІЙСЬКОВИХ ОБ'ЄКТІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Іванько О.М.

Українська військово-медична академія

Резюме. У статті представлені загальні принципи до вибору технологічних рішень щодо очищення стічних вод від військових об'єктів.

Ключові слова: стічні води, очищення, локальні очисні споруди, військові частини.

Вступ. Системи каналізації малих населених пунктів, в тому числі військових об'єктів (військових містечок та військових частин), санаторіїв, сільських населених пунктів і т.п. характеризується значною добовою нерівномірністю надходження стоків, залповими викидами забруднюючих речовин, що обумовлено характером діяльності цих об'єктів - споживачів води, режимом роботи харчоблоків, пралень та інших служб; специфікою хімічного і біохімічного складу; низьким вмістом органічних забруднень. Для їх очищення використовуються малогабаритні локальні очисні споруди різного типу [1, 2].

Взагалі, стічні води малих населених пунктів доцільно розділити в залежності від специфічних особливостей їх складу на наступні основні групи:

1) стічні води територій з агропромисловим напрямком діяльності населення;

2) стічні води населених пунктів промислового комплексу;

3) стічні води інших об'єктів (окремо розташованих військових частин, містечок, санаторіїв, оздоровчих комплексів та ін.).

До особливостей стічних вод малих населених пунктів першої групи можна віднести підвищений вміст жирів, амонійного азоту, хлоридів і т.п.; стічні води, що формуються в населених пунктах другої групи, зазвичай характеризуються підвищеним вмістом нафтопродуктів, іонів важких металів.

Окремо розташовані військові містечки та частини, перебуваючи на великій відстані від великих міст, як правило, мають мало ефективні, морально і технічно застарілі системи очищення стічних вод і обробки осадів.

Осади стічних вод, що утворюються на цих очисних спорудах, за складом, характеру забруднень і бактеріальним обсіменінням значно відрізняються від осадів великих міст. Практично у всіх окремо розташованих військових частинах, як і в інших малих населених пунктах, випуск стічних вод здійснюється в малі річки або на рельєф місцевості. Осади стічних вод, що відносяться до II-IV класу небезпеки, складаються в безпосередній близькості від сільськогосподарських угідь або в заплаві водойм, не вивозяться і не

утілізуються. Малі річки мають низьку буферну ємність, тому потрапляння в них навіть невеликої кількості незнешкоджених стічних вод або осадів стічних вод може привести до непоправних наслідків.

Складування осадів стічних вод в безпосередній близькості від сільськогосподарських угідь створює передумови для несанкціонованого використання їх в якості добрив, що в кінцевому результаті приводить до зараження і відчуження орних ґрунтів. Разом з тим використання осадів стічних вод, опрацьованих, знешкоджених у відповідності до сучасних природоохоронних і технічних вимог, допомагає вирішити ряд питань, пов'язаних із збільшенням родючості ґрунтів, зниженням площі полігонів, зайнятих під осади стічних вод, без негативних наслідків для людини і навколишнього природного середовища.

В даний час для очищення стічних вод малих населених пунктів впроваджуються в практику та застосовуються вітчизняні і зарубіжні технології (BIOTAL, установки BRM та ін.), які засновані на механічних (проціджування, відстоювання, мікрофільтрація), біохімічних і фізико-хімічних методах очищення [1, 2, 3, 4].

У цьому зв'язку актуальною є розробка методологічних підходів до вибору технологій очищення стічних вод від військових об'єктів та оцінки ефективності очисних споруд.

Матеріалами дослідження були технологічний опис установок для очищення стічних вод від малих населених пунктів, проби стічних вод та води поверхневих водойм, матеріали річних звітів державної санітарно-епідеміологічної служби МО України.

Методи дослідження: нормативно-пошуковий, бібліометричний метод аналізу наукової інформації, метод санітарного обстеження, санітарно-хімічний, бактеріологічний, статистичний.

Результати дослідження та їх обговорення. На підставі аналізу звітів установ державної санітарно-епідеміологічної служби МО України встановлено, що на сьогодні понад 50,0% мереж та споруд водопровідно-каналізаційної системи ЗС України зношені і не відповідають сучасним вимогам, не забезпечують військові гарнізони водою в нормативній кількості та гарантованій якості. Нормативна база, що використовувалася при проектуванні та будівництві очисних каналізаційних споруд і мереж військових гарнізонів, вже не відповідає сучасним вимогам.

На основі проведеного аналізу існуючих технологій очищення господарсько-побутових стічних вод малих населених пунктів існують основні принципи вибору технологій:

- застосування технічних рішень і технологій, адекватних кліматичним умовам, специфіці складу стоків, виду ґрунтів;
- застосування технологій за блочно-модульним принципом, що дозволяє регулювати технологічні параметри процесу очищення і вибирати оптимальну схему відповідно до складу стоків;

- високий рівень автоматизації систем очищення з урахуванням відсутності кваліфікованого персоналу для обслуговування очисних споруд;
- якість очищених стоків повинна відповідати вимогам, що пред'являються до скидання води у відкриті водойми;
- використання маловідходних технологій очищення (безреагентних методів).

Основною проблемою при розробці технології очищення стічних вод від малих населених пунктів є специфіка хімічного і біохімічного складу. Технології різняться особливостями апаратурного оформлення (аеротенки і біофільтри різної конструкції, намивні та засипні фільтри тощо), застосуванням різних типів сорбційних, фільтруючих і мембранних матеріалів (керамзит, цеоліти, активні вугілля різних марок, органічні та неорганічні мембрани), енергоємністю, ступенем автоматизації, ефективністю очищення.

До очисних споруд малої каналізації пред'являються наступні вимоги: мінімальні витрати при будівництві та простота в експлуатації, ефективність та надійність водоочисних систем, компактність, використання місцевих будівельних матеріалів, економія дефіцитних матеріалів, надійний ефект очищення незалежно від пори року, можливість поетапного будівництва, скорочення числа технологічних одиниць споруд і устаткування і т.ін.

Аналіз експлуатації очисних споруд малої каналізації показує, що часто ефективність очищення води не відповідає представленим в проектах даним, що пояснюється необгрунтованим вибором технології очищення.

Наприклад, аналізуючи ефективність роботи локальних очисних споруд типу КУ, встановлено, що вони мають недостатній рівень очищення стічних вод через нерівномірність надходження стічних вод, навіть незначні перевантаження негативно відбиваються на їх роботі. Вони потребують облаштування додаткових піскових та мулових майданчиків, крім того, такі майданчики являють собою джерела забруднення повітря сморідними газами. Автоматизація процесів очищення на установках цього типу не передбачена тому вони потребують постійного контролю, крім того, необхідне доочищення стоків перед скиданням у водойми.

При очищенні стічних вод окремо розташованих об'єктів, в тому числі військових частин, необхідно враховувати можливість залпових викидів забруднюючих речовин. Діяльність військових підприємств з експлуатації та ремонту техніки різного призначення призводить до забруднення ґрунтів і водойм виробничими і господарсько-побутовими стічними водами, а також викидами забруднюючих речовин, які потрапляють в атмосферу з відпрацьованими газами літаків, наземного спецавтотранспорту, акумуляторних, заправочних станцій, топків котельних і осідають на поверхню ґрунту з повітряного басейну. Джерелами виробничих стічних вод на об'єктах військового призначення є споруди і будівлі технічного обслуговування техніки (авіаційно-технічні бази, склади технічного майна, автобази, депо, котельні). Джерела господарсько-побутових стічних вод – споруди для обслуговування працюючого персоналу (їдальні, лазні, душові, пральні і т.ін.). Джерелом

забруднення водою є також поверхневий стік. Формуючись за рахунок дощових та снігових талих вод, а також води при вологому прибиранні приміщень зі штучним покриттям, поверхневих стік з території акумулює різні забруднюючі речовини. До основних джерел забруднення поверхневого стоку належать територія авіаційно-технічних баз, майданчики миття техніки, приміщення служби паливно-мастильних матеріалів тощо. Поверхневий стік з цих територій містить нафтопродукти, феноли, хімічні суміші для миття літаків, мінеральні мастила. Потоки дощових і талих вод поглинають також частину димових газів котельних, шкідливих викидів авто-і авіатранспорту.

Прикладом негативного техногенного впливу авіатранспортних процесів є дослідження деяких авторів [5, 6]. В результаті даної проведеної роботи дана оцінка якості поверхневих і ґрунтових вод в зоні аеропорту Київ та авіаремонтного заводу № 410, що свідчить про низьку ефективність роботи очисних споруд та суттєвий вплив діяльності авіатранспортних засобів на поверхневі і ґрунтові зони досліджуваної зони. За результатами біотестування поверхневих і ґрунтових вод поблизу експлуатації та ремонту авіаційної техніки автори стверджують, що вода до стоку є токсичною, а в місті стоку та нижче викиду стічних вод – гостро токсичною. Тому для зменшення техногенного навантаження на поверхневі і ґрунтові води в цієї зоні потрібно забезпечити ефективне очищення стічних вод авіапідприємств [7].

Таким чином, в сучасних умовах водоюми, які знаходяться в зоні впливу військових частин та підприємств, перебувають під інтенсивним техногенним впливом, який супроводжується зміною гідрогеологічного, гідрохімічного і гідробіологічного режимів.

Для кожної групи стічних вод можливий вибір економічно і технологічно оптимальних очисних споруд, що поєднують фізико-хімічні і біологічні методи.

Основною стадією очищення господарсько-побутових стічних вод є біологічне очищення. Для більш повного протікання процесів біодеструкції домішок стічних вод за обраними лімітуючим показниками повинен відповідати вимогам, представленим в табл. 1.

Ефективність роботи очисних споруд буде залежати від обґрунтованого вибору умов проведення процесу біологічної очистки: анаеробних, аеробних, послідовної анаеробної і аеробної очистки, розділення основного апарату на анаеробні і аеробні зони, а також вибору конструкцій аеротенків, біореакторів або біофільтрів.

При підвищеному вмісті жирів або нафтопродуктів, при співвідношенні БПК/ХПК менше 0,4 в технології необхідно передбачити стадію попередньої фізико-хімічної очистки води від цих домішок.

При низькій концентрації органічних домішок у стічних водах малої каналізації пропонується використовувати аеротенки, що працюють в режимі продовженої аерації (метод повного окислення). Процес характеризується значно більшою тривалістю перебування стічних вод в аеротенках і повним поверненням мулу в зону аерації [2]. При цьому приріст активного мулу стримується кількістю органічних забруднень стічних вод, що дозволяє проводити процес практично без видалення надлишкового мулу або проводити

Його видалення періодично. Очищення супроводжується глибокою нітрифікацією води і мінералізацією мулу. Мінералізований мул легко відстоюється і не загниває.

Таблиця 1

Хімічний склад стічних вод, які поступають на біологічні очисні споруди (за основними лімітуючими показниками)

№ п/п	Найменування показника	Значення показника, мг/л
1	Зважені речовини	100-200
2	Сухий залишок	300-500
3	ХПК	200-400
4	БПК повн	120 - 250
5	Нафтопродукти	не більше 12-15
6	СПАВ (заг.)	не більше 5
7	Фосфати	не більше 10
8	Іон амонію	не більше 40
9	Жири	не більше 40
10	Хлориди	120,0
11	Залізо загальне	2,0-4,5
12	Мідь (II)	0,03-0,04
13	Хром (III)	0,1-0,2
14	Хром (VI)	не більше 0,05
15	Цинк (II)	0,05-0,1
16	Нікель	0,1

Таким чином, використання аеротенків продовженої аерації дозволяє розробити досить просту схему очищення стічних вод, що складається зі стадій механічного очищення води від крупно зважених забруднень, аерації її з активним мулом і вторинного відстоювання, що забезпечує високу ефективність і стабільність роботи при нерівномірному надходженні стічних вод.

При очищенні стічних вод окремо розташованих об'єктів необхідно враховувати можливість залпових викидів забруднюючих речовин. Висока чутливість мікрофлори активного мулу до залпових скидів забруднюючих речовин значно ускладнюють роботу аеротенках. Вирішити цю проблему дозволяє метод іммобілізації мікроорганізмів на поверхні інертного носія. В цьому випадку очищення відбувається в результаті сорбції забруднень на поверхні іммобілізованого мулу і біоокислення сорбованих домішок. Іммобілізація дозволяє підтримувати високу концентрацію мікроорганізмів в одиниці об'єму очисних споруд, проводити більш глибоку очистку стічних вод за рахунок комплексного вилучення забруднень, видаляти домішки, які важко окислюються за рахунок їх сорбції, забезпечувати високу ефективність очищення стічних вод. Іммобілізована мікрофлора менш чутлива до речовин, які інгібують процес біохімічної очистки.

Аналіз ефективності роботи установок малої каналізації, багаторічні експериментальні та дослідно-промислові дослідження з оптимізації біологічної очистки стічних вод дозволили встановити, що для очищення

стічних вод окремо розташованих об'єктів найбільш доцільне використання технологій, реалізованих за так званою «анаеробно-аноксидно-оксидною (АА/О) схемою». Схема АА/О передбачає дефосфотацію і денітрифікацію [8].

Використання анаеробно-аноксидних-оксидної схеми забезпечує очищення води від сполук фосфору, що особливо актуально у зв'язку зі збільшенням їх частки в господарсько-побутових стічних водах. Дефосфотація стічної води в процесі біологічного очищення полягає в поглинанні його активним мулом. Активний мул в традиційних аеротенках зазвичай містить 0,012-0,018 г/л сполук фосфору в перерахунку на фосфор, в той час як наявність анаеробних зон дозволяє підвищити його зміст до 0,03-0,04 г/л [9].

Глибоке очищення від фосфат-іонів може бути досягнута тільки із застосуванням сорбційних або реагентних методів. В якості реагентів можуть бути використані оксид кальцію, вапняк, сульфат алюмінію, які здатні утворювати з фосфат-іонами важкорозчинні сполуки (фосфати кальцію, алюмінію та ін.) [9].

Результати дослідження господарсько-побутових стічних вод за бактеріологічними показниками свідчать про їх високу епідеміологічну небезпеку, тому при розробці технологій очищення стічних вод малих населених пунктів особлива увага повинна приділятися питанням знезараження стічної води. В малогабаритних установках в даний час для знезараження широко використовуються УФО (ультрафіолетове випромінювання). Найбільший ефект досягається за рахунок комбінації різних методів - хлорування + УФО, УФО + озонування, перекис водню + УФО. Відомо, що використання УФО в поєднанні з окислювачем дозволяє не лише проводити глибоке знезараження води, але і її доочищення від органічних домішок. Правильний вибір методу та оптимальних технологічних параметрів процесу, що залежать від вихідного складу стічних вод, дозволять забезпечити необхідну якість очищених вод за бактеріологічними показниками.

Висновок:

Таким чином, в залежності від обсягу і складу стічних вод, вимог до очищення можливий вибір обґрунтованої технології. Комплексний підхід до вибору технології очищення стічних вод від військових об'єктів має складатися з таких основних етапів:

- 1) збір і накопичення інформації про склад господарсько-побутових стічних вод;
- 2) виявлення лімітуючих показників, що обмежують використання того чи іншого методу очищення (показники ХПК, БПК, співвідношення БПК/ХПК, наявність іонів важких металів, нафтопродуктів, ПАР та ін);
- 3) класифікація стічних вод відповідно до обраних лімітуючих показників;
- 4) створення переліку можливих технологій очищення стічних вод.

Технології та установки доцільно класифікувати з урахуванням особливостей складу стічних вод, ефективності очищення, техніко-економічних критеріїв вибору технології.

Література:

1. Разумовский Э. С. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов / Э. С. Разумовский, Г.Л. Медрин, В.А. Казарян – М.: Стройиздат, – 1978. – 208 с.
2. Разумовский Э. С. Очистка сточных вод малых населенных пунктов / Э. С. Разумовский, Р. Ш. Непаридзе // Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. – № 2. – 26 с.
3. Афанасьева Ф.А. Очистка хозяйственно-бытовых сточных вод на компактных установках / Ф.А. Афанасьева, А. П. Иванов, А. Е. Ловцов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – № 11. – С. 34-39.
4. Герасимов Г. Н. Мембранный биологический реактор BRM® (опыт обработки промышленных и городских сточных вод) / Г.Н. Герасимов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2004. – № 4, Ч. I. – С. 43-47.
5. Франчук Г.М. Методика оцінки хімічного забруднення атмосферного повітря на основі аналізу атмосферних опадів в зоні аеропорту / Г.М.Франчук, Л.С. Кіпніс, С.М.Маджд // Авіа. К.: НАУ, – 2003. – С. 134-138.
6. Протеерейский А.С., Загурская Л.А. и др.. Охрана окружающей среды в условиях применения гражданской авиации: Учебное пособие/ А.С.Протеерейский, Л.А.Загурская и др. – К.: КИИГА, – 1983. – 84 с.
7. Маджд С.М. Екологічна оцінка якості поверхневих і ґрунтових вод у районі ремонту та експлуатації авіаційної техніки / С.М.Маджд, Г.М.Франчук, М.М.Тимошенко // Екологічна безпека та природокористування. – 2012. – Вип. 9. – С. 116-122.
8. Разумовский Э. С. Очистные сооружения «Биодиск» для малых населенных мест / Э. С. Разумовский, Э.И. Рукин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – № 2 (часть 2). – 27 с.
9. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: Акварос, – 2003. – 512 с.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВОЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Іванько О.М.

Резюме. В статье представлены общие принципы выбора технологических решений по очистке сточных вод от военных объектов.

Ключевые слова: сточные воды, очистка, локальные очистные сооружения, воинская часть.

BACKGROUND OF TECHNOLOGICAL SOLUTIONS WASTEWATER FROM MILITARY OBJECTS IN MODERN CONDITIONS

O.Ivanko

Summary. The paper presents the general principles for the selection of technology solutions for waste water treatment of military objectives.

Key words: wastewater treatment, local treatment facilities, the military unit.