

УДК 574.63:628.1:696.135 (043.3)

Бойчук С.Д., інженер (директор Сімферопольського виробничого підприємства водопровідно-каналізаційного господарства, м. Сімферополь),
аспірант (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА УТИЛІЗАЦІЇ ОСАДУ ВОДОПРОВІДНИХ СТАНЦІЙ НА ПРИКЛАДІ СІМФЕРОПОЛЬСЬКОЇ ОЧИСНОЇ СТАНЦІЇ

Вказані екологічні проблеми забруднення поверхневих водних джерел технологічними стоками водопровідних очисних станцій, наведено розрахунок економічної ефективності утилізації осаду Сімферопольської очисної станції.

Указаны экологические проблемы загрязнения поверхностных водных источников технологическими стоками водопроводных очистных станций, приведен расчет экономической эффективности утилизации осадка Симферопольского очистной станции.

The environmental problems of pollution of surface water, wastewater technology water treatment facilities are stated, economic efficiency of utilization of sludge sewage treatment station of Simferopol is calculated.

Питне водопостачання в Україні здійснюється як з поверхневих, так і з підземних джерел. Близько 70% усієї питної води, яка споживається в державі, забирається з поверхневих, а решта – з підземних джерел водопостачання.

У процесі очищення води тільки поверхневих джерел на водопровідних очисних спорудах щорічно утворюється близько 100 млн. м³ технологічних стічних вод, які містять близько 100 тис. тонн осаду. Скид такої кількості води у водні джерела супроводжується значними фінансовими збитками і негативно позначається на навколишньому середовищі.

Існуючі технології очищення технологічних стоків громіздкі, дорогі вимагають відведення значних територій, характеризуються невисокими екологічними показниками і не вирішують питання утилізації затриманого осаду. Споруди з обробки промивних вод і осадів практично ніде не виконують своєї основної функції. На деяких водопровідних станціях промивна вода перед скидом до водойм відстоюється впродовж кількох годин. Споруди для обробки осадів відсутні [1].

Природні води поверхневих джерел являють собою складну колоїдну систему, яка містить органічні і неорганічні речовини, а також отрутохімікати та

іони металів [2], значна частина яких вилучається із води на водопровідних очисних спорудах (ВОС) у процесі фільтрування.

Забруднення води водосховищ Криму складаються з гідрофобних і гідрофільних органічних та мінеральних колоїдних частинок, а також нерозчинних і недисоційованих форм гумусових речовин, детергентів бактерій і планктону. У воді з водосховища виявлені яйця токсокарід і ентерококи (у першій пробі), а також присутні коліфаги, що свідчить про її вірусне забруднення. У придонних шарах зростає концентрація забруднень антропогенного походження (метали, молекулярно розчинна органіка, комплексні сполуки, гідроксидні солі, отрутохімікати, гази, мікроорганізми, молюски та їх псевдофекалії).

Розглядаючи умови утворення технологічних відходів водоочисних станцій, необхідно враховувати, що за чинними будівельними нормами в технологічних схемах підготовки питної води передбачається попередня обробка води великими дозами хлору, особливо при окислюваності більше 5 мг О₂/дм³. Природні і синтетичні органічні забруднення окислюються хлором з утворенням побічних продуктів хлорування, що мають токсичні та мутагенні властивості.

Результати дослідження складу осаду промстоків водоочисної станції показали, що він складається з мінералів: монтморилоніт – 20%; гідрослюди – 21 ... 25%; хлорит – 9%; кальцит – 5%; кварц – 34%. Інші компоненти представлені у вигляді гумінових сполук, у вигляді аморфних речовин і колоїдно-го гідроксиду алюмінію [3].

З метою недопущення скиду брудних водопровідних стічних вод у водосховище, яке є джерелом питного водопостачання м. Сімферополь, було розроблено і впроваджено технологію утилізації осаду, яка включала в себе очистку промивної води ВОС, зневоднення осаду, формування керамічної суміші і виготовлення керамічної цегли (рис. 1, 2).

Утилізація осаду дозволяє практично повністю виключити забруднення природних вод завислими, органічними і токсичними речовинами у вигляді хлорорганічних сполук і важких металів.

Застосовувані в даний час методики техніко-економічного обґрунтування оптимальних технічних рішень у проектах пов'язаних з переробкою відходів водоочищення є застарілими у зв'язку зі зміною в країні економічних умов діяльності водопровідних підприємств і припиненням державного кредитування будівництва об'єктів екологічного призначення у комунальній галузі. У фінансових планах водопровідно-каналізаційних підприємств практично не передбачаються кошти на розвиток основних виробничих потужностей та об'єктів для знешкодження та утилізації відходів водоочищення.

Економічні розрахунки ускладнюються через відсутність, затвердженого в законодавчому порядку прогностичного тарифу на послуги водопровідно-каналізаційного підприємства, а також з причини різких коливань тарифу на

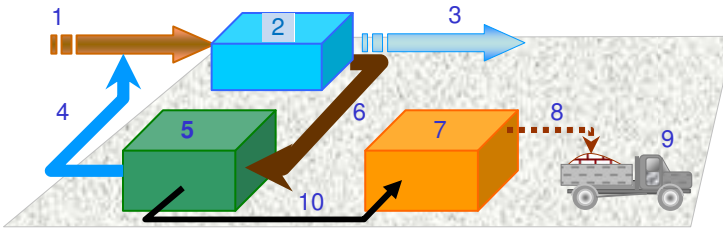


Рис. 1. Принципова технологічна схема утилізації технологічних стоків водопровідної станції

1 – вода від джерела; 2 – станція підготовки питної води; 3 – відведення питної води; 4 – надходження очищеної води технологічних стоків; 5 – комплекс обробки та утилізації технологічних стоків; 6 – переміщення технологічних стоків; 7 – цех виготовлення керамічної цегли, 8, 9 – транспортування цегли; 10 – транспортування осаду

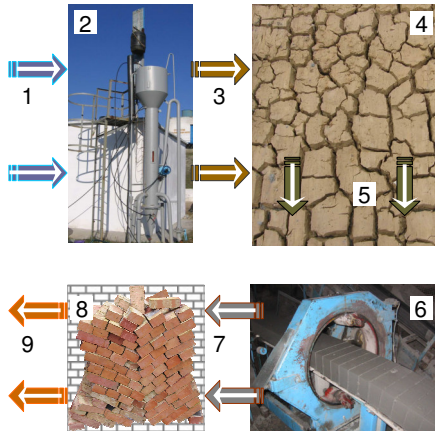


Рис. 2. Схема експериментальної технології переробки технологічних стоків водопровідної станції «Петровські скелі», м. Сімферополь

1 – надходження стоків; 2 – установка очищення стоків; 3 – відведення стоків; 4 – майданчик для осаду і приготування розчину; 5 – переміщення розчину; 6 – цех формування і випалювання цегли; 7 – переміщення цегли; 8 – складське приміщення; 9 – транспортування цегли

воду, який змінився за останній рік у 2-3-рази. Внаслідок хронічних неплатежів за відпуск споживачам воду і відсутність належної конкуренції серед постачальників електроенергії та реагентів часто спостерігається необгрунтоване гіпертрофована окремих статей річних експлуатаційних витрат. В умовах складного фінансового стану підприємств водопровідно-каналізаційного господарства значимість техніко-економічного обгрунтування (ТЕО) прийнятих

рішень при проектуванні, будівництві та експлуатації систем водопостачання та водовідведення різко зростає [4].

При виборі і порівнянні варіантів і технологій враховуються індивідуальні умови роботи окремого водоочисного об'єкта, наприклад, якість технологічних стоків водоочисних станцій, дозволяє застосувати кілька технологічних схем зневоднення та утилізації осадів, наявність вільної площі землі для підсушування осаду та їх вартість придбання та доставки реагентів. Порівняння структурних схем і технологічних показників споруд обробки рідких відходів водопідготовки представлено нами у роботі [5].

З метою об'єктивності розрахунків необхідно більш ретельно ставитися до збору та обґрунтування вихідних даних для розрахунків за питомими капітальними витратами і складовим експлуатаційних витрат.

При розрахунках повинна виключатися «фіктивна» економія реагентів та інших поточних витрат, оскільки це не дозволяє в окремі періоди року досягати необхідного технологічного ефекту. Необхідно також враховувати на перспективу ринкові умови придбання реагентів, хімічних реактивів, контрольно-виміральної і регулюючої апаратури, фактичні витрати на електроенергію, тепло і транспортні витрати.

Одним із критеріїв вибору того чи іншого технічного рішення є мінімум приведених затрат [6]. У порівнянні з методом вибору економічно вигідного варіанту по мінімуму приведених витрат певні переваги має методика, яка передбачає оцінку запропонованих технологічних рішень за: чистим дисконтованим доходом (ЧДД), індексом дохідності (ІД), внутрішньою нормою дохідності (ВНД) і періоду окупності інвестицій, вкладених у реалізацію проекту (Т). Проте її застосування можливе лише при нормальних умовах функціонування водопровідно-каналізаційних підприємств, коли між споживачами води та її постачальниками немає взаємної заборгованості. Отримані кредити не повинні використовуватися на заходи, що не беруть участь в реалізації проекту.

Розрахунок економічної ефективності впровадження нової технології утилізації осаду містить «Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво» (далі «Методика») [7].

Чистий дисконтований дохід ЧДД визначається за формулою:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^t \frac{P_i}{(1+d)^t} \quad (1)$$

де t – роки реалізації проекту; P_i – чистий грошовий потік у періоді t ; d – норма дисконтування (визначається відповідно до рівня банківських кредитних ставок).

Чистий грошовий потік P_i в t_i – періоді реалізації проекту є різницею між сумою приходу та відтоку грошей:

$$P_i = \Pi t_i - Q t_i, \quad (2)$$

де Π_{it} – приход грошей у цьому періоді; Q_{it} – відтік грошей у цьому періоді.

Індекс дохідності (рентабельності) є співвідношення чистого дисконтованого доходу та одноразових і капітальних витрат на використання нової технології, яка визначає дисконтовану норму прибутку:

$$ID = \frac{ЧДД}{ДВІ}, \quad (3)$$

де $ДВІ$ – дисконтна вартість інвестицій в інновації.

Внутрішня норма дохідності визначається як розрахункова ставка дисконту, при якій сумарні чисті наведені надходження дорівнюють сучасній вартості витрат на проект:

$$\sum_{t=0}^t \frac{P_i}{(1+d')^j} = 0, \quad (4)$$

де d' – внутрішня норма прибутковості (ВНД).

Рівняння (4) вирішується відносно невідомої його складової d' для визначення мінімально допустимої норми ефективності.

Термін окупності витрат визначається як період для відшкодування початкових інвестиційних коштів на основі накопичених чистих реальних грошових потоків, обумовлених реалізацією проекту, тобто відношенням сум початкових інвестицій до дисконтованих доходів.

Визначення вартості споруд очищення стоків ВОС виконували за укрупненими показниками станцій очищення в цілому або окремих споруд, складеним за паспортами типових проектів. Попередньо визначали тип і розміри споруд комплексу обробки та утилізації осадів, а також їх продуктивність, (відстійників, резервуарів промивної води, додаткового реагентного господарства і т. д.).

При розрахунках основних капітальних витрат попередньо розраховували розміри споруд, технологічного обладнання, трубопроводів і склали таблицю вихідних даних для розрахунку ефективності технології зневоднення та утилізації осаду (табл. 1).

У кошторис експлуатаційних витрат (табл. 1) включені такі основні показники:

- заробітна плата обслуговуючого персоналу з відрахуваннями на соціальне страхування;
- витрати на електроенергію;
- витрати на реагенти (якщо передбачається реагентна очищення промивних вод);
- витрати на автотранспорт;

- амортизаційні відрахування;
- відрахування на поточний ремонт;
- інші витрати.

Таблиця 1

Розрахунок капітальних і витрат на утилізацію осаду

Вид витрат	Обґрунтування	Вартість, тис. грн.
1	2	3
I. Капітальні витрати		
Резервуар для усереднення осаду	ТП 4-18-159	1104
Згущувачі осаду	ТП 901-3-173	1050
Резервуари згущеного осаду	ТП 4-18-854	210
Реагентне господарство	ТП 901-3-238.87	160
Цех утилізації		2140
<u>Всього по варіанту</u>		4529
II. Експлуатаційні витрати		
Заробітна плата персоналу і соц. страхування		72
Електроенергія		49
Реагенти		35
Автотранспортні послуги		19
Вугілля		1,4
Додаткові витрати на цегляному виробництві		1,3
Амортизаційні відрахування		35,2
Поточний ремонт та інші витрати		54
Плата за збитки природним об'єктам		12
<u>Всього по варіанту</u>		278,9

Розрахунок ЧДД виконуємо в табличній формі (табл. 2).

Індекс дохідності (рентабельності) визначаємо за формулою (3):

$$ID = \frac{569,7}{4410,7} = 0,129$$

Внутрішню норму дохідності визначаємо з формули (4):

$$\sum \frac{1,5175}{(1+d')^5} = 0$$

звідки $d' = 0,092$.

Таблиця 2

Чистий дисконтований дохід від впровадження технології утилізації техноло-
гічних стоків ВОС, тис. грн.

	Будівництво споруд утилізації осаду		Використання технології утилізації технологічних стоків ВОС					Всього
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Чистий грошовий потік, P_i	-2000	-2529	966,1	1373,3	1295,2	1317,3	1094,6	
Ставка дисконтування, d	9,0	11,3	10,0	10,8	13,2	22,0	23,8	
Чистий дисконтований дохід, ЧДД	-1834,8	-2272,2	787,4	1203,1	1144,2	1079,8	884,2	569,7

Примітка 1. Чистий грошовий потік складається з щорічних величин касової готівки, тобто різниці між сумами надходжень та відтоку грошей.

Примітка 2. Ставку дисконтування (d) визначали відповідно до рівня банківських кредитних ставок НБУ по [8].

Внутрішня норма дохідності становить 9,2%, що вище ставки рефінансування НБУ, яка в 2010 році становила 8,5%, що говорить про відносну стійкість капіталовкладень, тим більше, що в цьому розрахунку не враховується екологічний економічний дохід.

Термін окупності витрат T (років) визначається як період для відшкодування інвестиційних коштів на основі накопичених чистих реальних грошових потоків, обумовлених реалізацією проекту, тобто відношенням сум початкових інвестицій до дисконтованих доходів:

$$T = \frac{4529}{569,7} = 7,9$$

При розрахунку економічної ефективності впровадження технології утилізації осаду ВОС необхідно враховувати і екологічний ефект від попередження вимушених скидів брудни вод.

Збитки (грн.) від санкціонованих наднормативних вимушених скидів стічних вод (крім скидів з водних транспортних засобів) визначаються за формулою [9]:

$$Z_{св} = V \cdot T \cdot (C_{\phi} - C_{\partial}) \sum_{i=1}^m (0,003 \cdot A_i \cdot n) \cdot K \cdot 10^{-3} \quad (5)$$

де V – інтенсивність скидання зворотних вод, м³/год; T – тривалість наднор-

мативного скиду, год.; C_f – середня фактична концентрація забруднюючих речовин, г/м³; C_o – дозволена до скидання концентрація забруднюючих речовин, г/м³; A_i – показник відносної небезпеки речовини, визначається співвідношенням 1/ГДК, де ГДК – гранично допустима концентрація цієї; n – величина неоподаткованого мінімуму доходів громадян; K – коефіцієнт, що враховує категорію водного об'єкту.

Визначення збитків від санкціонованих наднормативних вимушених скидів стічних вод у р. Салгир виконували з розрахунку за 1 рік (гривень):

– по завислих речовинах:

$$Z_{св} = 57 \cdot 24 \cdot 365 \cdot (200 - 15) \cdot 0,003 \cdot 0,1 \cdot 17 \cdot 1,4 \cdot 10^{-3} = 660;$$

– по органічних речовинах:

$$Z_{св} = 57 \cdot 24 \cdot 365 \cdot (32,9 - 15) \cdot 0,003 \cdot 0,3 \cdot 17 \cdot 1,4 \cdot 10^{-3} = 192;$$

– по важких металах:

$$Z_{св} = 57 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 11 \cdot 0,003 \cdot 1000 \cdot 17 \cdot 1,4 \cdot 10^{-3} = 392165;$$

– по інших речовинах неорганічного походження:

$$Z_{св} = 57 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 29,2 \cdot 0,003 \cdot 100 \cdot 17 \cdot 1,4 \cdot 10^{-3} = 104102 \text{ грн.}$$

З розрахунку за рік збитки від можливого скидання наднормативних стічних вод ВОС у р. Салгир складе 497,119 тис. гривень.

1. Загальнодержавна програма «Питна вода» України на 2006-2020 роки», № 2455-1У. Закон України від 03.03.2005. 2. Кульський Л.А., Левченко Т.М., Петрова М.В. Химия и микробиология воды. – 2-е изд. перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1987. – 175 с. 3. Бойчук С.Д., Мякишев В.А., Котовская Е.Е. Метод раннего выявления тенденций загрязнения источников питьевой воды и предупреждение угрозы здоровью населения // Вода і водоочисні технології. – №4.– 2004. – С. 19-23. 4. Говорова Ж.М. Обработка промывных вод и осадков водоочистных станций // Обзорная информация. Выпуск 1. – М.: 2001. 5. Бойчук С.Д. Совершенствование технологии обработки и утилизации осадков станции подготовки питьевой воды. – Симферополь: Национальная академия природоохранного и курортного строительства, 2006. 6. Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий. / под ред. И.А. Назарова. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1977. – 288 с. 7. Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво. Затверджена спільним наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції України та Мінфіну України від 25 вересня 2001 р. № 218/446. 8. Вісник Національного банку України. Щомісячний науково-практичний журнал Національного банку України за 2004-2010 роки. 9. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів. Затверджено Міністерством охорони навколишнього природного середовища України., наказ № 389 від 20.07.2009р.

Рецензент: проф., д.т.н. Гіроль М.М. (НУВГП)