

ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

УДК 628.163

Гіроль М.М., д.т.н., професор, Бернацький М.В., к.т.н., доцент, Гіроль А.М., к.т.н., ст.викладач, Трач Ю.П., магістр (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Боярчук А.В., директор, Чорнота В.Д., головний інженер** (ДП «Козлівський спиртовий завод», с.м.т. Козлів, Тернопільської обл.)

ОЧИЩЕННЯ ВОДИ НА ДП «КОЗЛІВСЬКИЙ СПИРТОВИЙ ЗАВОД»

Наведені результати очищення артезіанської води від сірководню на ДП «Козлівський спиртовий завод». Запроектовані технологічні схеми, визначені технологічні параметри і техніко-економічні показники процесу очистки води.

Results of artesian water treatment from to the hydrogen sulfide on "Kozlovsk alcoholic factory" are considered. Technological scheme formed technological and economic indexes of processes of water treatment are projected.

На підприємствах харчової промисловості воду використовують для технологічних потреб, живлення парових котлів, для цілей охолодження та господарсько-питних потреб. Технологічна вода повинна відповідати вимогам ГОСТ 2874-82 «Вода питна», ДСанПіН 383 «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» і додатковим вимогам, обумовленим специфікою виробництва. Так, наприклад, у спиртовій і лікеро-горілчаній промисловості для виробництва сорткових горілок застосовують воду із твердістю до 0,38 мг-екв/дм³, із змістом заліза та марганцю до 0,1 мг/дм³, а для виготовлення цукрового сиропу, горілочних виробів найвищої якості, медово-цукрових сиропів, використовують тільки дистильовану воду. На виробництво 1 дм³ спирту витрачається близько 50 дм³ води.

Охолоджувальна вода не повинна давати відкладень на охолоджувальній поверхні, що утруднює теплообмін і створює додаткові гідравлічні опори потоку води. Вода не повинна містити мікроорганізмів, що викликає біологічне обростання в холодильниках і комунікаціях, повинна бути термостабільною та запобігати корозії.

Живильна вода для конденсаторів і випарювачів, що працюють під зниженим тиском, повинна відповідати питним вимогам.

На ДП «Козлівський спиртовий завод» воду використовують для технологічних потреб, живлення котлів, охолодження і господарсько-питних потреб. На завод вода подається із трьох артезіанських свердловин.

вин (№1, №2, №3) загальною продуктивністю 120 м³/годину, розміщених на території заводу. Глибина свердловин становить в середньому 30 - 36 м. Характеристика якості води у свердловинах за даними аналізів лабораторії Тернопільводоканалу наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Результати аналізу води ДП «Козлівський спиртовий завод»
від 05.06.2008р.

Показник	Од. виміру	Норма	Свердловини		
			№1	№2	№3
Кількість мікроорганізмів ЗМЧ	-	100	4	6	4
СОІІ - індекс	-	3	3	3	3
Запах при 20°С	бали	2	4	3	2
Присмак	бали	2	сірковод. 4	сірковод. 3	сірковод. 2
Каламутність	мг/дм ³	1,5	сірковод. 0,35	сірковод. 0,43	сірковод. 0,35
pH	-	6,0 - 9,0	7,2	7,3	7,05
Нітрати	мг/дм ³	45	-	-	-
Залізо	мг/дм ³	0,3	0,17	0,27	0,26
Жорсткість	моль/дм ³	7,0	8,1	7,8	11,3
Сульфати	мг/дм ³	500	5,5	3,3	20,55
Хлориди	мг/дм ³	350	47	26	63
Аміак	мг/дм ³	до 2	-	0,32	-
Окислюваність	мг/дм ³	до 4	3,84	4	3,16
Лужність	мг-екв./дм ³	не нормується	7,3	7,6	7,3
Кольоровість	градуси	20	5	10	10

Як видно із даних табл. 1, якість води у свердловинах в основному відповідає ГОСТ, окрім двох показників – запах і присмак. Додаткові аналізи води за цими показниками показали, що запах і присмак обумовлені підвищеним вмістом сірководню (H₂S), кількість якого по свердловинах № 1 і 2 в основному становить 4,3 - 6,5 мг/дм³, а у деякі періоди може досягати навіть 10 - 10,5 мг/дм³. Найменша концентрація сірководню спостерігається у свердловині №3, яка не перевищувала 1,2 - 1,4 мг/дм³.

Наявність у воді такої значної кількості сірководню надає їй різкого специфічного неприємного запаху і сприяє корозії металу та викликає прискорене заростання трубопроводів внаслідок інтенсивного розвитку сіркобактерій.

Крім того, підприємство несе додаткові витрати на бутильовану питну воду і більш часті профілактичні обслуговування технологічного обладнання.

Було встановлено, що основною причиною наявності сірководню у артезіанській воді є розпад органічних сполук, тому що на незначній відстані від заводу знаходиться пункт відгодівлі худоби, а ще раніше була закладена гноївка. Враховуючи невеликі глибини свердловин (35 - 40 м), цілком вірогідним є факт потрапляння продуктів розпаду органічних сполук до підземної води.

Залежно від величини рН, крім розчинного H_2S , у воді можуть бути присутні іони HS^- і S^{2-} . Співвідношення форм сірководню при різних рН води приведено в табл. 2

Таблиця 2

Форма сірководню	Значення рН									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Вміст, %									
H_2S	99,8	98,8	78,3	43,9	7,3	0,8	0,09	-	-	
HS^-	0,2	1,2	21,7	56,1	92,7	99,2	99,01	99	91	
S^{2-}	-	-	-	-	-	-	-	1	9	

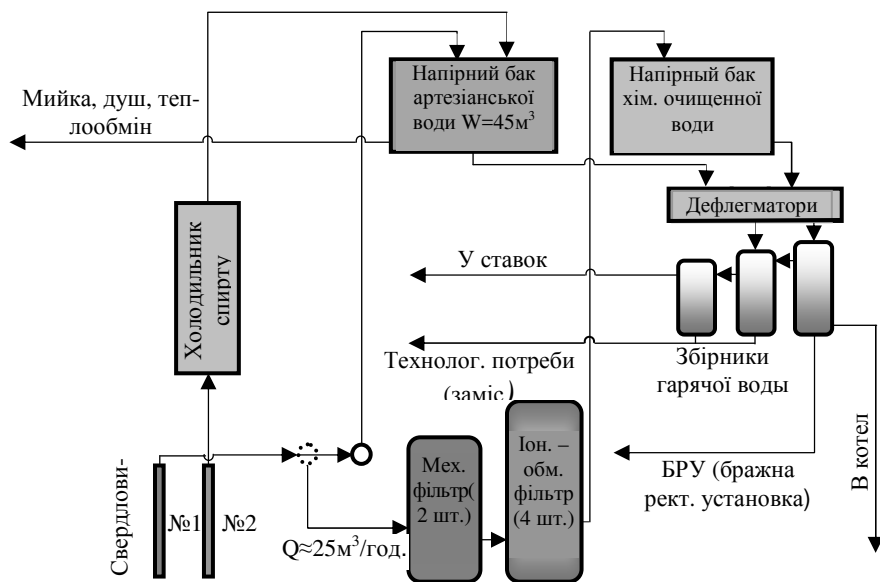
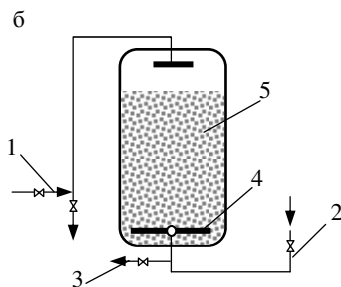


Рис. 1. Спрощена технологічна схема водоспоживання на ДП «Козлівський спиртовий завод»

Існуюча технологічна схема водоспоживання не передбачає ніяких заходів стосовно зменшення у воді концентрації сірководню та інших домішок.

Вода із свердловини № 1 (приблизно 60% дебіту свердловини витратою 25 - 28 м³/год.) поступає на напірний фільтр із засипкою з кварцового піску (крупність зерен 0,8 - 2 мм). У підготовці води на станції передбачена почергова робота двох швидких фільтрів у безреагентному режимі. Напірні фільтри представляють собою циліндричний корпус з привареними до нього верхнім та нижнім сферичними днищами. Діаметр фільтра становить 1,5 м, що забезпечує площу фільтрування 1,77 м². Всередині корпусу фільтра знаходиться дренаж (рис. 2), фільтрувальна засипка із кварцового піску висотою 1 м і трубчаста система для розподілу фільтруючої і збору промивної води. Фільтр обладнано манометрами для вимірювання тиску води до і після фільтрування та вантузом для випуску повітря.



1 – подача води на очистку; 2 – подача води на промивку; 3 – випуск чистої води; 4 – дренаж; 5 – піщана засипка

Рис. 2. Зовнішній вигляд напірних фільтрів з засипкою із кварцового піску (а) і схема його роботи (б)

Враховуючи, що на фільтр поступає вода з витратою 25 - 28 м³/год., швидкість фільтрування становить 14,1 - 15,8 м/год., що значно перевищує вимоги СНіП 2.04.02 - 84 «Водоснабження. Наружные сети и сооружения» до таких споруд, згідно якого швидкість фільтрування повинна становити 6 - 8 м/год., а загальна площа фільтрування – не менше 3,9 м² проти реальних 1,77 м², коли фільтри працюють почергово.

Крім того, однією із причин незадовільної роботи механічних фільтрів є неправильний режим їх регенерації:

- регенерація проводилась без урахування тривалості фільтроциклу, нерідко між регенераційний період тривав тиждень, або навіть більше;
- інтенсивність промивки становила 3-4 дм³/с-м², що у 3 - 4 рази менше від вимог СНіП 2.04.02-82; така інтенсивність не могла забезпечити регенерацію фільтруючої засипки, тим самим забезпечуючи розвиток у її

товщі сіркобактерій;

Вказані недоліки призвели до погіршення роботи іонообмінних фільтрів – необхідно було *періодично* вивантажувати і ретельно відмивати катіоніт від біологічних забруднень.

Отже, враховуючи, що основною причиною невідповідності якості води вимогам ГОСТ 2874-82 і ДСанПіН 383 є підвищений вміст сірководню, було визначено дві основні задачі поліпшення якості води, а саме – зниження концентрації сірководню до нормативних значень у циклі іонообмінного пом'якшення води і у технологічному циклі виготовлення спирту (рис. 1)

Відомо, що одним із найпростіших методів вилучення сірководню із води є аерація (відбувається часткове окислення сірководню киснем повітря по рівнянню 1), причому до найбільш довершених дегазаторів є вакуумно-ежекційний апарат.



При дослідженні цього технологічного методу змінювали питомі витрати повітря у межах 10 - 20 м³/м³. Визначення залишкової концентрації сірководню проводили після не менш як 30-ти хвилинного контакту повітря з водою. Отримані результати показані на рис. 3, із якого видно, що ефективність вилучення сірководню не перевищує 26%, а його залишкова концентрація становить 3,4 мг/дм³ проти початкової 4,6 мг/дм³.

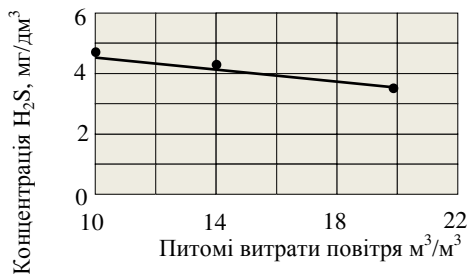


Рис. 3. Графік залежності залишкової концентрації сірководню у воді від питомих витрат повітря при аерації

Таку невисоку ефективність можна пояснити наступним чином: сірководневі сполуки у воді залежно від рН можуть складатися із вільного сірководню (H₂S), гідросульфідного іону (HS⁻) і сульфідного іону (S⁻²). При рН води ≤ 5 всі сульфідні сполуки у воді присутні у вигляді вільного сірководню, який легко вилучається аерацією. У нашому ж випадку, при рН води = 7,2, наявність вільного сірководню

складає не більше 50%. Тому збільшення ефективності вилучення сірководню із води можливе лише при попередньому підкисленні вихідної води, що потребує витрат кислоти, додаткового обладнання з наступним корегуванням рН води.

Враховуючи низьку ефективність аерації було прийнято рішення про використання окислювачів, які мають широке використання при очищенні води.

Відомо, що найбільш широке використання у практиці водо підготовки мають такі окислювачі: озон, перманганат калію, хлор.

Озон є найбільш сильним із усіх відомих час окислювачів. Проте використання озону супроводжується утворенням токсичних речовин: формальдегіду, бензальдегіду, кетонів та ін., які створюють негативний вплив на здоров'я людини. Крім того, озонування є досить дорогим способом обробки води.

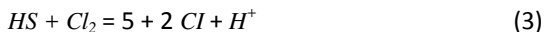
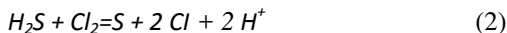
Перманганат калію є менш сильним окислювачем, ніж озон. Так само, як і останній, він не вступає в реакції заміщення. До недоліків перманганату калію варто віднести його порівняно високу вартість, а також небезпеку появи залишкових концентрацій, оскільки марганець нормується в питній воді на рівні досить малих величин.

Хлор – найбільш дешевий і розповсюджений із вказаних вище окислювачів, але значно слабкіший них. Рідкий хлор становить небезпеку для обслуговуючого персоналу внаслідок своєї токсичності і вибухонебезпечності. У зв'язку з цим ведуться пошуки методів і реагентів, виключаючи використання небезпечного рідкого хлору. Одним із таких окислювачів є гіпохлорит натрію. Він найменш токсичний і дефіцитний, досить дешевий у порівнянні з іншими реагентами. Проведені в Україні дослідження показали, що концентрація токсичних органічних сполук на 15 - 36% менше при використанні гіпохлориту натрію. Крім того, значно зменшується (у 2,5 - 8,6 раз) корозійна активність води, а це означає, що можна збільшити термін експлуатації трубопроводів із сталевих труб.

Отже, використання гіпохлориту натрію дає можливість підвищити культуру виробництва, екологічну безпеку, надійність і економічність.

Ці фактори обумовили використання гіпохлориту натрію для зменшення концентрації сірководню у воді. Для досліджень використовували гіпохлорит натрію виробництва ОАО «ДнепрАЗОТ» м. Дніпродзержинськ із вмістом активного хлору 15 - 18 г/дм³.

Гіпохлорит натрію подавався безпосередньо у трубопроводи за допомогою дозаторів продуктивністю 4 дм³/год. (рис 3). Враховуючи, що частина води подається на механічний фільтр (рис. 1), а інша частина - у бак артезіанської води було вибрано хімічні реакції, при якій сірководень окисляється до колоїдної сірки (2, 3):



Вилучення утвореної у результаті хімічних реакцій сірки відбувається на механічному фільтрі і у бакові артезіанської води, де вона випадає в осад.

Встановлено, що для того, щоб залишкова концентрація сірководню у воді становила 0,05 - 0,1 мг/дм витрати активного хлору становлять 2,5 - 2,9 мг на 1 мг H_2S , а якщо рахувати вміст активного хлору у гіпохлориті натрію 15 г/дм³, то витрати останнього будуть становити 16,7 - 19,4 мг на 1 мг H_2S .

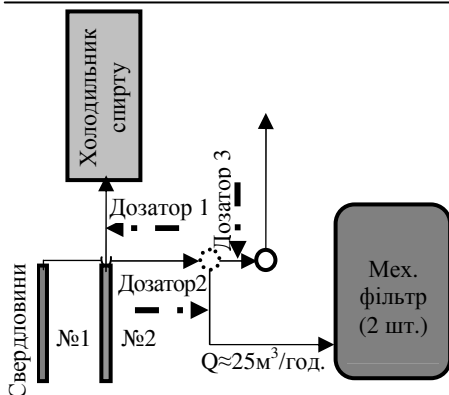


Рис. 4. Схема установки дозаторів гіпохлориту натрію

Розрахунок вартості гіпохлориту натрію при ціні за 1 м^3 1400 гривень показано в табл. 3.

Таблиця 3

Розрахунок вартості гіпохлориту по зменшенню концентрації H_2S у воді на ДП «Козлівський спиртовий завод»

	Вміст H_2S мг/дм ³	Доза гіпохлориту натрію, дм ³ /м ³ ·10 ⁻³	Витрати гіпохлориту натрію за добу, дм ³	Вартість гіпохлориту натрію за добу, грн.	Вартість на 1м ³ води, грн.
Свердловина №1 ($Q = 960 \text{ м}^3/\text{добу}$)	6,5	16,7- 19,4	16,0-18,6	22,4 - 26,0	0,023 - 0,027
Свердловина №3 ($Q = 960 \text{ м}^3/\text{добу}$)	1,4	3,6-4,2	3,5 - 4,0	4,9-5,6	0,005 - 0,006

1. СНиП 2.04.02.-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1985. – 136 с. 2. Газификация и водоснабжение Украины. – № 4. – 2002. 3. Николадзе Г.И., Минц Д.М., Кастальский А.А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения: учеб.пособие по спец. «Водоснабжение и канализация» для вузов. – М.: Высш.шк., 1984. – 368 с. 4. Хоружий П., Яковенко Ю., Хоружий В., Мацелок Е. Перспективы обеззараживания питьевой воды на групповых водопроводах техническим гипохлоритом натрия // Газификация и водообеспечение Украины. – №4. – 2002. 5. Слипченко А.В., Кульский Л.А., Мацкевич Е.С. Современное состояние методов окисления примесей воды и перспективы хлорирования // Химия и технология воды. – 1990. 6. Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий/ под ред. И.А. Назарова. – М.: Стройиздат, 1977. – 288 с.

Рецензент: д.т.н., професор Ткачук О.А. (НУВГП)