Список литературы: **1.** *Кишневский В.А.* Системы обработки воды в энергетике / *В.А. Кишневский*. – Одесса: Астропринт, 2003. – 158 с. **2.** *Akili D. Khawaj.* Advances in seawater desalination technologies / *D. Khawaji Akili, K. Kutubkhanah Ibrahim, Wie Jong-Mihn* // Desalination. – 2008. – № 221. – P. 47 – 69. **3.** *Richard L. Stover*. Energy recovery devices for seawater reverse osmosis / *L. Stover Richard* // ERI Technology office. – 2006. **4.** *Lauren F. Greenlee*. Reverse osmosis desalination: Water sources, technology, and today's challenges / *F. Greenlee Lauren, F. Lawler Desmond, D. Freeman Benny* // Water Research. – 2009. – № 43. – P. 2317 – 2348. **5.** *Al-Barwani H.H.* Re-assessing the impact of desalination plants brine discharges on eroding beaches / *H.H. Al-Barwani, Anton Purnama* // Desalination. – 2007. – № 204. – P. 94 – 101. **6.** *Pervov A.* A new solution for the Caspian Sea desalination: low-pressure membranes / *A. Pervov* // Desalination. – 2003. – № 157. – P. 377 – 384. **7.** *Fritzmann C.* State-of-the-art of reverse osmosis desalination / *C. Fritzmann, J. Löwenberg, T. Wintgens* // Desalination. – 2007. – № 216. – P. 1 – 76. **8.** *Рябчиков Б.Е.* Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования / *Б.Е. Рябчиков*. – М.: ДеЛи Принт, 2004. – 301 с. **9.** Dow. Chem. Corp. Filmtec Reverse Osmosis Membranes Technical Manual / *Dow Water Solutions*. – Dow: Chemical, 2008. **10.** Техническая информация по ионообменным смолам DOWEX и мембранам Filmtec [Электронный ресурс] / *Dow Chemical Corporation* // Dow Water Solutions. – 2009. – Режим доступа: www.dowwatersolutions.com.

Поступила в редколлегию 22.03.2010

УДК 628.218(031)

Ю.С. НАГОРНИЙ, канд. техн. наук, ***А.Ю. РУЖИНА***, ***С.Ю. НАГОРНА***, ДДТУ, м. Дніпродзержинськ, Україна

ПІДГОТОВКА ПИТНОЇ ВОДИ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ МІСТА ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКА

Наведена динаміка зміни якості води у Дніпродзержинському водосховищі в період 2005 – 2008 років, а також виконаний більш глибокий аналіз середньорічних показників якості води за 2008 рік. Визначені вузькі місця в схемі підготовки питної води на Аульському водозаборі. Розроблені заходи для покращення перемішування коагулянту з водою, а також виготовлена у масштабі пілотної установки удосконалена реакційна камера.

The dynamics of the change of the quality of water in Dniprodzerzhinsk water-storage reservoir is presented during the period of 2005 – 2008 years and the richer analysis of the average annual rates of the quality of water for the 2008 year is done. The bottlenecks in the scheme of the drinking-water preparation in Auli intake are determined. Measures for improvement of interfusion of coagulant with water are worked out and the improved reaction chamber is made at scales of pilot facility.

Основним джерелом питної та технічної води для населення і промислових підприємств міста є ріка Дніпро та розташоване на ній Дніпродзержинське водосховище, а також річка Суха Сура.

В місті функціонують 4 водопроводи, в тому числі Аульський, ПУВКГ, ВАТ "ДніпроАзот", ВАТ "Баглійкокс". Постачання міста питною водою основним чином здійснює Аульський водозабір.

В загальному вигляді на Аульському водозаборі технологія підготовки питної води для населення міста наступна: вода забирається з Дніпродзержинського водосховища і піддається подвійному хлоруванню, відстоюванню з додаванням коагулянту і фільтрації крізь шари активованого вугілля, природного цеоліту і піску, які не підлягають відновленню, а лише поповнюються при необхідності. На водозаборі відсутній блок очистки води від поверхнево-активних речовин.

На правому березі міста вода розподіляється по житлових масивах двома насосними станціями, що належать КВП «Дніпродзержинськводоканал», який має лабораторію контролю якості питної води. На лівий берег міста хлорована вода подається безпосередньо з аульського водозабору. В місті діють ще декілька дрібних водозаборів, які розташовані на території промислових підприємств. Багато свердловин з насосами мається в приватних садибах, дачних ділянках, де водопідготовка практично відсутня.

В таблиці 1 представлена динаміка зміни якості води у Дніпродзержинському водосховищі в період 2005 – 2008 років.

Аналізи води за 2005 – 2007 рр. виконані хіміко-бактеріологічною лабораторією (ХБЛ) Аульського водозабору, за 2008 р. – ХБЛ і водною лабораторією ДДТУ. Дослідження води проведені на основі державних санітарних правил і норм „Вода питна. Гігієнічні вимоги для якості води централізованого господарсько-питного водопостачання", що затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України № 383 від 23.12.96.

Як видно із таблиці, вихідна вода, яка забирається з водосховища на глибині 10 м із однієї з виробіток колишнього гранітного кар'єра на протязі останніх 4-х років незначно змінювалась по основним показникам якості і в більшості випадків показники якості води не перевищували ГДК.

Стосовно будь-якого виду водокористування головне значення має питання про мінералізацію води і складу головних має питання про мінералізацію води і складу головних іонів. Досліджена вода є слабомінералізованою. Небажаною і навіть шкідливою є питна вода з дуже високою (більше

1000 мг/дм^3), так і з дуже низькою (менше 100 мг/дм^3) мінералізацією. Вода з мінералізацією 50 – 100 мг/дм^3 і менше не має доброго смаку і сприймається як дуже прісна.

Таблиця 1

Якість води у Дніпродзержинському водосховищі за період 2001 – 2004 роки

Інгредієнт	БСК повн., мг/дм^3	Амоній сольов., мг/дм^3	Нітрити, мг/дм^3	Нітрати, мг/дм^3	Залізо заг., мг/дм^3	Хлориди, мг/дм^3	Нафтопродукти, мг/дм^3	Сухий залишок, мг/дм^3	Фосфати, мг/дм^3	Алюміній, мг/дм^3	ХСК, мг/дм^3	Зваж. речов., мг/дм^3	Сульфати, мг/дм^3
Точка відбору проб у Дніпрі вище 500 м													
ГДК	до 3	0,24	0,04	2	0,22	22	0,1	260	0,35	0,5	22	10,75	500
2005р	2,396	0,178	0,0198	1,21	0,13	17,87	0,016	244,77	0,189	0,04	12,67	14,52	22,27
2006р	2,86	0,208	0,0186	1,48	0,164	21,19	0,052	248,18	0,231	0,04	20,15	24,7	28,18
2007р	2,28	0,192	0,0146	1,15	0,11	21,07	0,085	241,93	0,316	0,05	18,54	10,4	20,29
2008р	2,44	0,209	0,0186	1,56	0,117	19,43	<0,1	248,53	0,294	<0,05	21,61	5,72	28,29

Вода не містить сірководню і метану, що надають їй неприємний запах і смак. Однак у воді міститься значна кількість зважених речовин, що сприймається як доказ вмісту у воді шкідливих для здоров'я людини речовин. Це зумовлене тим, що крім піску, мулу, залишків розпаду органічних і неорганічних речовин вода вміщує значну кількість фітопланктону і продуктів його розпаду. Найбільш несприятливий щодо якості води весняний період. Саме в цей час підвищується кольоровість, каламутність, різко збільшується кількість фітопланктону, зростає індекс бактерій групи кишкової палички (БГКП) та вірусне забруднення. Значне прогрівання майже стоячої води у водосховищі призводить до масового розвитку фітопланктону в основному у вигляді синьо-зелених водоростей.

По даним досліджень за період 2005 – 2008 років середньорічні показники по вмісту у воді зважених речовин коливались від 5,72 до 24,7 мг/дм^3 при нормі 10,75 мг/дм^3. Як буде показано надалі, таке перевищення ГДК по вмісту зважених речовин у воді водосховища зумовлює погіршення органолепти-

чних показників питної води – понад 20 % відібраних на аналіз проб питної води визначаються як нестандартні по кольоровості, мутності. Мутність, яка залежить від вмісту у воді завислих мінеральних частинок, зумовлює прозорість води, від якої залежить інтенсивність фотосинтезу, глибина проникнення світла в товщу води.

Чиста вода при малому шарі води – безкольорова, при великому шарі – має блакитний відтінок. Решта відтінків кольору вказує на вміст домішок. Так, солі заліза забарвлюють воду в червонуватий (іржавий) колір, дрібний пісок та глина – в жовтий, гумусні: речовини (продукти розпаду трави, листя, кори і інше) – від жовтого до коричневого. Вода у водосховищі практично не має смаку, це зумовлене незначним вмістом солей; наприклад NaCl – дає солоний, $MgCl_2$ – гіркий, кислоти – кислий, органічні речовини – солодкуватий смак.

Проаналізуємо якість питної води (табл. 2). Аналізи виконані ХБЛ Аульського водовозу і водною лабораторією ДДТУ у відповідності до державних санітарних правил і норм „Вода питна. Гігієнічні вимоги для якості води централізованого господарсько-питного водопостачання” № 383 від 23.12.96.

Як видно із табл. 2, такий середньорічний органолептичний показник питної води як запах і смак становлять 2 бали. Санітарні норми передбачають значення цього показника не більше 2 балів, тобто показник знаходиться на верхній межі санітарної норми. Вміст у питній воді кальцію і магнію становить 46,87 і 14,53 мг/дм^3 відповідно.

Ці показники мають такі ж значення і для води водосховища. Іншими словами – технологія підготовки питної води на Аульському водозаборі не передбачає очистку води від солей жорсткості.

Для пиття може використовуватись відносно жорстка вода, через те, що вміст солей кальцію і магнію не дуже шкідливий для здоров’я людини. Однак, в дуже жорсткій воді погано розварюється м’ясо і овочі, прання білизни пов’язане з додатковою витратою води, тканини зношуються, фарби тьмяніють.

Взагалі, дуже м’яка вода як і надзвичайно велика загальна її жорсткість погано відбиваються на здоров’ї людини.

Питна вода по зрівнянню з водою водосховища містить більше сульфатів і алюмінію. В питній воді сульфатів 36,56 мг/дм^3, у воді водосховища 27,61 мг/дм^3; алюмінію у питній воді 0,106 мг/дм^3, у воді водосховища – 0,04 мг/дм^3. Забруднення питної води названими компонентами зумо-

влено використанням на Аульському водозаборі коагулянту – сульфату алюмінія ($Al_2(SO_4)_3$) для очистки води.

Таблиця 2

Якість питної води за 2008 р. (середньорічні показники)

Найменування інгредієнтів	Показники		
	Max	Min	Середн.
Температура, ^oC	23	1	10,6
Кольоровість, град	20	7	13,86
Мутність, мг/дм^3	1,97	<0,58	0,82
Запах, бал	2бх	2бх	2бос
Присмак, бал	1бн	1бн	1бн
РН	8,3	6,95	7,49
Лужність, моль/дм^3	3,8	2,2	2,91
Сухий залишок, мг/дм^3	295,05	208,05	258,35
Жорсткість, моль/дм^3	4,40	2,9	3,53
Кальцій, мг/дм^3	61,12	32,0	46,87
Магній, мг/дм^3	18,85	10,94	14,53
Хлориди, мг/дм^3	26,52	18,5	22,30
Сульфати, мг/дм^3	48,45	27,15	36,56
Аміак, мг/дм^3	0,17	0,03	0,086
Нітрити, мг/дм^3	<0,002	<0,002	<0,002
Нітрати, мг/дм^3	<2,25	<2,25	<2,25
Окислюваність, мг O_2/дм^3	8,4	3,2	5,59
Розчин, O_2 мг O_2/дм^3		–	
БПК 5, мг O_2/дм^3		–	
БПК повне		–	
Молібден, мг/дм^3	<0,0025	<0,0025	<0,0025
Ортофосфати, мг/дм^3	0,380	0,0	0,142
Свинець, мг/дм^3	0,008	0,006	0,007
Хром, мг/дм^3	<0,05	<0,02	0,042
Зал. хлор загальн, мг/дм^3	1,72	0,92	1,19
Зал. вільн. хлор, мг/дм^3	0,5	0,06	0,264

Звертає на себе увагу ефект зниження у питній воді по зрівнянню з вихідною водою вмісту заліза з 0,131 до 0,098 мг/дм^3, марганцю з 0,067 до 0,024 мг/дм^3, фтору з 0,24 до 0,14 мг/дм^3. Цьому сприяє технологія очистки води на Аульському водоводі з використанням коагулянту і фільтрації води.

Як показано раніше, у воді водосховища вміст зважених речовин пере-

вищує норму, особливо це спостерігається восени і як наслідок – біля 20 % проб питної води визначаються як нестандартні по кольоровості, мутності. По фізико-хімічним і бактеріологічним показникам в поточному році майже 5 % проб питної води мали відхилення від санітарних норм. На Аульському водоводі приймають заходи для стабілізації якості питної води, частіше шляхом корегування (збільшення) дози коагулянта ($Al_2(SO_4)_3$) і хлору. Цей прийом має негативні наслідки – питна вода забруднюється алюмінієм, сульфатами, хлором. Значна частина коагулянта потрапляє з осадом відстійників знову у Дніпро. Зрозуміло, що необхідно не збільшувати дозу коагулянта, а забезпечити більш ефективне його використання в схемі очистки води. Це забезпечить зменшення забруднення питної води іонами коагулянту, хлору, поліпшить очистку питної води від зважених і інших речовин і нарешті забезпечить економію досить дорогого коагулянту.

Нами визначені, а керівництвом Аульського водогону підтверджені вузькі місця в схемі підготовки води. Перш за все це недостатнє перемішування коагулянту з водою і незадовільна робота реакційної камери із-за виходу із ладу чотирьох рамних мішалок, які розташовані у реакційній камері. Внаслідку цього вода недостатньо очищується, мають місце перевитрати коагулянту, який не в повній мірі використовується із-за недостатнього перемішування його з водою; конгломерати пластівців осаджуються прямо в реакційні камері із-за порушення режиму перетоку води у камері. У реакційній камері вода повинна знаходитись на протязі 20 – 30 хв. Цього часу достатньо для утворення конгломератів пластівців, які надалі у відстійнику будуть висаджуватись у вигляді мулу. При осадженні до конгломератів будуть прилипати мікро- і макроречовини, зважені у воді; при цьому вода освітлюється.

Нами розроблена схема і обладнання для покращання перемішування у жолобі перемішувача коагулянта з водою, а також пристрій для поліпшення роботи реакційної камери. Виготовлені у масштабі пілотних установок камери перемішування і реакційна камера дозволили провести лабораторні дослідження. Розроблені два варіанта оформлення камери перемішування і реакційної камери.

І-й варіант – в жолобі перемішувача по обом сторонам установлені розміщені під кутом 45^o колосникові перегородки, які дозволяють до 10 разів змінити на 90^o напрямок течії води у жолобі і ефективно її перемішати. Реакційна камера забезпечує течію води по лабіринту з швидкістю 0,3 м/с. При цьому мілкі конгломерати не осаджуються, а крупні – не руйнуються.

ІІ-й варіант – забезпечує оптимальний режим пластівкоутворення в реакційній камері за рахунок виключення застійних зон в камері. Це забезпечується установкою труби діаметром 200 – 300 мм, верхній край якої розміщується на початку камери перемішування, а нижній – в застійних зонах реакційної камери. Вода, потрапляючи в трубу без перешкод з більшою швидкістю стікає в реакційну камеру і перемішує воду в застійних зонах.

Основний потік води стікає по перемішувачу, зустрічаючи на своєму шляху перешкоди – грати. В наслідку чого швидкість основного потоку води знижується по зрівнянню з водою, яка потрапляє в переточну трубу.

Прийнято рішення технічної ради Аульського водопроводу від 20.09.2004 року про включення цих заходів в проект генеральної реконструкції комплексу „Аульське водопровідне управління”, розробку якого доручено Харківському проектному інституту УкркомунНДІпроект.

Список літератури: 1. *Бахир В.М.* Дезинфекция питьевой воды: проблемы и решения / *В.М. Бахир* // Вода и экология. – 2003. – № 1. – С.13 – 20. **2.** *Топкин Ю.В.* Определение органического углерода в воде жидкофазным окислением примесей и реакционной газовой хроматографией / *Ю.В. Топкин* // Химия и технология воды. – 2001. – Т. 23, № 4. – С. 387 – 394.

Надійшла до редколегії 22.03.10