

АРАЛ ӨңІРІНДЕГІ ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫН БОР МЕН БОРАТТАРДАН ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ

Досжанова Жания Жанатовна

Zhaniya.mussaeva@mail.ru

«Инженерлік жүйелер және желілер» мамандығының 2 курс магистранты

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – Е.Т. Тоғабаев

Арал өңірінің жер асты сулары көбінесе айтарлықтай кермектілікпен, жоғары минералданумен және бор мен борат құрамының жоғарылауымен сипатталады (кесте 1) [1]. Бастапқы суда бор мен бораттың мөлшері нормадан асқанына байланысты (ШРК-дан 5-6 есе көп) суды дайындау кезінде бор мен бораттан тазартудың қосымша процестерін ескеру қажет, өйткені суды тұзсыздандыру кезінде бор қосылыстарын жою қиын. Мысалы, лезде қайнату қондырғыларындағы бор қышқылы бар су буланғанда, бордың дистиллятқа түсуі мүмкін.

Осыған байланысты, суды дайындау кезінде тұзсыздандырудан басқа, тұзсыздандырылған судан бор мен бораттарды жою қажет. Тұзсыздандыру кезінде бор мен бораттарды жою өте өзекті мәселе болып табылады, өйткені стандартты тұзсыздандыру схемаларына сәйкес бор қосылыстарынан суды тазарту әрдайым мүмкін емес.

1 кестеде Арал өңірінің жер асты суларының сапа көрсеткіштері және оларды ШРК-мен салыстыру көрсетілген.

Кесте 1 - Су сапасының көрсеткіштері және оларды ШРК-мен салыстыру

Көрсеткіштер	Өлшем бірлігі	Жер асты көздерінен алынған бастапқы су	ШРК	ШРК-дан асып кету
Жалпы көрсеткіштер				
Лайлылығы	мг/дм ³	2,61	1,5(2)	-
Иісі мен дәмі	балл	0,00	2,0	-
Түсі	градус	15,0	20(35)	-
Сутекті көрсеткіш	pH бірліктер	6,8	6-9	-
Жалпы минералдау (кұрғақ қалдық)	мг/дм ³	11448,0	1000(1500)	7,63
Жалпы кермектілік	мг-экв/дм ³	16,67	7,0(10)	1,66
Пермаганатты тотық	мгО/дм ³	-	5,0	-
Катиондар				
Натрий Na	мг/дм ³	3915,5	200,00	19,57
Клий К	мг/дм ³	24,6	-	-
Кльций Са	мг/дм ³	176,1	-	-
Магний Mg	мг/дм ³	95,7	-	-
Темір Fe	мг/дм ³	< 0,5	0,3(1,0)	-
Бор В	мг/дм ³	3,06	0,5	6,12
Аниондар				
Гидроксидтер ОН	мг/дм ³	-	-	-
Карбонаттар СО ₃	мг/дм ³	-	-	-
Гидрокарбонаттар НСО ₃	мг/дм ³	231,9	-	-

1 кестенің жалғасы

Сульфаттар SO_4	мг/дм ³	2191,3	500,00	4,38
Хлоридтер Cl	мг/дм ³	4940,7	350,00	14,11
Нитраттар NO_3	мг/дм ³	1,5	45,00	-
Нитридтер NO_2	мг/дм ³	3,8	3,0	1,26
Фторидтер F	мг/дм ³	0,5	1,05	-
Бром Br	мг/дм ³	19,4	0,2	97,0
Йод J	мг/дм ³	1,3	0,3	4,33

Кестеде көріп отырғанымыздай Арал өңірінің жер асты сулары кермектілік пен жоғары минералдануға, ШРК-дан 6 есе асатын бор мен бораттын жоғарылауына ие. Сонымен қатар, сульфаттардың, хлоридтердің, бромның және йодтың мөлшері ШРК мөлшерінен бірнеше есе асады.

Медико-биологиялық зерттеулер көрсеткендей, бор биологиялық белсенді элемент болып табылады және қабылданған классификацияға сәйкес оны улы заттарға жатқызуға болады. Минералданған суларда бор концентрациясы ондаған мг/дм³ дейін жетуі мүмкін, мұндай суды ауыз суға қолдану қауіпті болып табылады [2].

Денсаулық сақтау ұйымының талаптарына байланысты ауыз суда бор қосылыстарын жою қажет, өйткені бор қосылыстары адам мен жануарлардың денесіне теріс әсер етеді.

Бораттар мен бор қышқылы сумен немесе тамақпен ішке қабылданған кезде бор асқазан-ішек жолында тез және толықтай сіңеді. Бордың шығарылуы негізінен бүйрек арқылы жүреді. Борды жоғары концентрацияда қысқа уақыт ішінде қолданғанда асқазан-ішек жолдарының тітіркенуі пайда болады. Бор қосылыстары ұзақ уақыт әсер еткенде ас қорыту процестерінің бұзылуы созылмалы сипатқа ие болады («бор энтериті» дамиды). Сонымен қатар, бор интоксикациясы пайда болып, бауырға, бүйрекке және жүйке жүйесіне әсерін тигізеді. Жануарларға жүргізілген ұзақ зерттеулер нәтижесінде бордың репродуктивті функцияға теріс әсерін тигізетіні анықталды (атап айтқанда, сперматозоид өндірісінің төмендеуі және аталық без атрофиясының дамуы), сондай-ақ жүктілік кезінде эмбрионға уытты әсер етіп, жаңа туған нәрестелерде ақаулар пайда болуы мүмкін.

ДДСҰ жүргізген зерттеулер негізінде бор үшін тәуліктік тұтыну мөлшері (ТТМ) анықталды, ол дене массасының 88 мкг/кг тең және оның негізінде судағы бордың мөлшері бойынша ұсыныс жасалды - 0,3 мг/дм³.

Табиғи суларда бор бор қышқылдарының иондары түрінде болады. Неғұрлым қышқыл суларда (рН 2-6 кезінде) бор негізінен ортобор қышқылы (H_3BO_3) түрінде, сілтілі суларда (рН 7-11 кезінде) бор -тетра, -пента, -гекс және басқа полибор қышқылдары түрінде, ал рН 12-14 кезінде – метабор қышқылы (HBO_2) түрінде болады. Сілтілі сулар кермекті суларға қарағанда борға бай болады. Себебі бор қышқылдарының натрий тұздары кальций мен магний тұздарына қарағанда әлдеқайда жоғары ерігіштікке ие. Минералданбаған жер асты суларында бор мөлшері әдетте ондаған-жүздеген мкг/дм³ құрайды, алайда минералданған сілтілі суларда оның концентрациясы бірліктерге, тіпті ондаған мг/дм³-ге жетуі мүмкін, бұл мұндай суды ішуге қауіпті етеді [3].

Суды тазартудағы борды жоюдың кең таралған әдістеріне мыналар жатады [4]:

- ерімейтін қосылыстар түрінде тұндыру және тұнбаластыру;
- бейорганикалық сорбенттермен сорбция;
- иониттермен, оның ішінде бор бойынша селективті сорбция;
- мембраналық технология (кері осмос, электродиализ).

Ерімейтін қосылыстар түріндегі тұндыру және тұнбаластыру процестері, бейорганикалық сорбенттермен сорбция және селективті иониттермен сорбция тұндыру процестері үшін қосымша реагенттерді және бейорганикалық сорбенттер мен ион алмасу шайырларының регенерациясын қажет етеді. Реагенттік және регенерациялық схемаларды қолдану әрқашан дайындық процесін қиындатады. Сонымен қатар, технологиялық схема

ұтымды болуы керек, тұзсыздандыруға дейін немесе одан кейін бор мен бораттарды жоюдың қосымша әдісін қолдану ауыз сумен қамтамасыз етуде жарамсыздау, өйткені жоғары шығындар дайындалған судың құнына әсер етеді.

Электродиализ кезінде жойылатын қосылыстарға қойылатын талаптардың бірі-олардың судағы диссоциациясы. Судағы бор мен борат қосылыстарының көпшілігі аз диссоциацияланған. Әрине, бор қосылыстарының диссоциациясын жоғарылатудың әдістері бар (мысалы, тұзсыздандырылған суға фторидті енгізу арқылы), бірақ мұндай тазарту әдістері айтарлықтай шығындарды қажет етеді және нақты тұзсыздандыру процестерінен алыс.

Электродиализ кезінде тұрақты электр өрісі сулы ерітіндідегі тұздардың диссоциацияланған компоненттерінің қозғалысына әсер етеді, осылайша катодқа қарай қозғалатын катиондар катионит мембраналары арқылы өтеді және анионит мембраналарында ұсталады, ал анодқа қарай қозғалатын аниондар анионит мембраналары арқылы өтеді және катионит мембраналарында ұсталады. Катионит пен анионит мембраналарының сәйкес айқасуымен кіріс ерітіндісінде иондардың бөлінуі пайда болады және тұзсыздандырылған ағын, яғни дилуат және концентрацияланған ағын, яғни концентрат пайда болады.

Электродиализ электромембраналық процестер тобына жатады, олардың тиісті электродтарға қарай жылжуы нәтижесінде теріс заряды бар бөлшектер оң заряды бар бөлшектерден бөлінеді. Бұл қозғалысты басқару үшін ион алмасу мембраналары қолданылады, олардың зарядына байланысты иондардың белгілі бір түрі ғана өтеді [4,5].

Электродиализ кезінде иондардың тасымалдануы басқа механизммен жүзеге асырылады, ал ионит бөлшектерінің кеуектерінің мөлшері (тек ұнтақтау процесінде макромолекулалық тор зақымдалмаған жағдайда) басқа диапазонда өзгереді (мысалы, АВ-17 иониті үшін кеуектердің орташа мөлшері $> 70 \text{ \AA}$). Электродиализ кезінде иондарды жоюдың селективті қабілетіне байланысты ауыз су үшін суды тұщыландыру сапасы табиғи сулардың гидрохимиялық кластарының әрқайсысы үшін шектелуі мүмкін.

Стандартты мембраналары бар электродиализді тұщыландыру қондырғыларында бор қосылыстарынан тазартудың төмен дәрежесі тиімсіз анион алмасу мембранасын пайдаланумен түсіндіріледі. Судағы бордың мөлшері жоғарылаған кезде арнайы бор селективті мембраналар мен электродиализдің арнайы әдістерін қолдануға болады. Тек күшті негізді анион алмасу мембраналарын қолдану бор қосылыстарынан тиімді тазартуға қол жеткізуге мүмкіндік береді [4].

Осылайша, бордың жойылуын ескере отырып, суды тазартудың технологиялық сұлбасы келесі түрге ие: **Алдын ала дайындық → Тұзсыздандыру → Бор қосылыстарынан тазарту → Кондициялау → Зарарсыздандыру**

Қорытынды: Суды бор мен бораттан тазартудың қолданыстағы әдістеріне талдау жасалды. Талдау нәтижелері бойынша технологиялық сұлбада қолданылатын тазартудың ең қолайлы нұсқасы анықталды.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде Арал өңірі үшін су дайындаудың технологиялық сұлбасында суды бордан тазартудың әзірленген электродиализдік әдісін қолданудың орындылығы анықталды.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Тогабаев Е.Т., Джумагулов А.А., Опреснение подземных вод Приаральского региона. Результаты экспериментов // «Новое в безопасности жизнедеятельности» (Охрана труда, экология, валеология, защита человека в ЧС, токсикология) Алматы, 2004.-4. 1, - С. 213-217.
2. <http://www.water.ru> - сайтындағы материалдар
3. <http://www.water.ru/bz/param/bor.shtml> - сайтындағы материалдар
4. Сомов М.А., Журба М.Г. Водоснабжение.-М.: Издательство АСВ, 2010.-544с.
5. Смагин В.Н. Обработка воды методом электродиализа. - М.: Стройиздат, 1986. - 172с.