

## Құрғақ аймақтардағы табиғи сулардың өздігінен тазалану қабілеті

Романова С.М.\*, Рыскалиева Р.Г.,  
Пономаренко О.И.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық  
университеті, Алматы, Қазақстан  
\*E-mail: sofya.romanova@kaznu.kz

Мақалада құрғақ аймақтардағы табиғи сулардың (ағынсыз Балқаш көлі мысалында) өздігінен тазару және өздігінен тазалану қабілеті бойынша әдеби мәліметтері мен салыстырмалы түрде жеке зерттеу материалдары берілген. Сонымен қатар, өздігінен тазару үдерісі нысандарын қалпына келтіруге бағытталған ластанған табиғи сулардағы барлық табиғи үдерістердің (гидродинамикалық, химиялық, микробиологиялық және гидробиологиялық) жиынтығын құрайтыны көрсетілген. Табиғи сулардың өздігінен тазару үдерістерінің күрделілігі және алуан түрлілігі, су қоймаларының жеке (физика-географиялық) жағдайларына және ондағы заттардың мөлшерімен анықталады. Су қоймаларына және су ағыстарына тасталынатын ластаушы заттардың көп мөлшері өздігінен тазару үдерістерінің жүзеге асуын қиындатады. Балқаш көлінің шөгінділері және саз — металл иондарын өзіне сіңіріп алатыны анықталған.  $Mn^{2+}$  иондарының сазбен сіңірілу үдерісі көбінесе жанасудың алғашқы үш сағаты ішінде жүреді, ал олардың лаймен сорбциялануы 10-15 тәулікке дейін жалғасады. Шөгінділер көбінесе алдымен кадмийді (90%), одан соң мырышты (86%) және мысты (78%) сіңіреді. Динамикалық режимде  $Mn^{2+}$  иондары концентрациясының 5,0-тен 100 мкг/л-ге дейінгі диапазонында цеолиттің сорбциялық қасиеті жоғары ( $СҚ = 1,02 \cdot 10^{-3}$ ), одан соң  $Fe(OH)_3$  ( $0,28 \cdot 10^{-3}$ ) және  $Al(OH)_3$  ( $0,10 \cdot 10^{-3}$  ммоль-экв/г).

**Түйін сөздер:** өздігінен тазару; өздігінен тазару қабілеті; табиғи сулар; сорбция; металдар.

## Самоочищающая способность природных вод аридных зон

Романова С.М.\*, Рыскалиева Р.Г.,  
Пономаренко О.И.

Казахский национальный университет  
имени аль-Фараби, Алматы, Қазақстан  
\*E-mail: sofya.romanova@kaznu.kz

Приведен анализ литературных данных и материалы собственных исследований по самоочищению и самоочищающей способности природных вод аридных зон (на примере бессточного озера Балхаш). Показано, что процессы самоочищения представляют собой совокупность всех природных (гидродинамических, химических, микробиологических и гидробиологических) процессов в загрязненных природных водах, направленных на восстановление объектов. Сложность и разнообразие процессов естественного самоочищения природных вод обуславливаются большим числом загрязняющих веществ, специфическими (физико-географическими) условиями водоемов. Большие количества загрязняющих веществ, сбрасываемые в водоемы и водотоки, затрудняют протекание процессов самоочищения. Установлено, что донные отложения оз. Балхаш и глина являются поглотителями ионов металлов. Так, процесс поглощения ионов  $Mn^{2+}$  глиной в основном протекает в течение первых трех часов контакта, в то время как сорбция его илами продолжается до 10-15 сут. Донные отложения лучше всего поглощают кадмий (90%), затем цинк (86%) и медь (78%). В динамическом режиме лучшие сорбционные свойства проявляются у цеолита ( $СОЕ = 1,02 \cdot 10^{-3}$ ), затем  $Fe(OH)_3$  ( $0,28 \cdot 10^{-3}$ ) и  $Al(OH)_3$  ( $0,10 \cdot 10^{-3}$  ммоль-экв/г) в диапазоне концентраций ионов  $Mn^{2+}$  от 5,0 до 100 мкг/л.

**Ключевые слова:** самоочищение; самоочищающая способность; природные воды; сорбция; металлы.

## Self-purification ability of natural waters in the arid zones

Romanova S.M.\*, Ryskaliyeva R.G.,  
Ponomarenko O.I.

Al-Farabi Kazakh National University,  
Almaty, Kazakhstan  
\*E-mail: sofya.romanova@kaznu.kz

The paper presents the analysis of literature data and research results on self-purification and self-purification ability of natural waters at arid zones (on example of closed Lake Balkhash). The self-purification processes are a combination of all natural (hydrodynamic, chemical, microbiological and hydrobiological) processes in contaminated natural waters. A large number of pollutants and specific (physical and geographical) conditions of reservoirs causes the complexity and variety of cleaning processes of natural waters. Large amounts of pollutants discharged into water reservoirs and drains impede the self-purification processes. It has been established that the sediments and clay of Lake Balkhash absorb the metal ions. Thus, the process of absorption of  $Mn^{2+}$  ions by clay minerals mainly occurs within the first three hours of contact, whereas sorption by slits continues until 10-15 days. The sediments are good absorbents for cadmium (90%), zinc (86%) and copper (78%). The sorption properties in the dynamic mode decreases in the row of zeolite ( $SEC = 1.02 \cdot 10^{-3}$ ), then  $Fe(OH)_3$  ( $SEC = 0.28 \cdot 10^{-3}$ ) and  $Al(OH)_3$  ( $SEC = 0.10 \cdot 10^{-3}$  mmol-eq/g) with respect to  $Mn^{2+}$  ion with concentrations from 5.0 to 100  $\mu\text{g/L}$ .

**Keywords:** self-purification; self-purification ability; natural waters; sorption; metals.



## Құрғақ аймақтардағы табиғи сулардың өздігінен тазалану қабілеті

Романова С.М.\*, Рыскалиева Р.Г., Пономаренко О.И.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

\*E-mail: [sofya.romanova@kaznu.kz](mailto:sofya.romanova@kaznu.kz)

### 1. Кіріспе

Өздігінен тазару үдерісі нысанды қалпына келтіруге бағытталған ластанған табиғи сулардағы барлық табиғи үдерістердің (гидродинамикалық, химиялық, микробиологиялық және гидробиологиялық) жиынтығы. Табиғи сулардың өздігінен тазару үдерістерінің күрделілігі және әртүрлілігі су қоймаларының шарттарына тән (физика-географиялық) ластаушы заттардың мөлшеріне байланысты [1,2].

Зерттеліп отырған тақырыптың өзектілігіне тоқталатын болсақ, ағын сулар су қоймаларына еніп, алдымен биоценозға кері әсерін тигізеді, судың химиялық құрамының көптеген компоненттерінің табиғи режимін бұзады. Сондықтан да табиғи сулардың химиялық құрамын зерттеу бүгінгі таңдағы өзекті мәселенің бірі болып табылады.

Су қоймаларында жүзеге асатын физика-химиялық үдерістер биологиялық, әсіресе микробиологиялық үрдістермен тығыз байланысты. Бұл саладағы ең көп зерттелген мәселе табиғи сулардағы иондық және фазалық тепеңдіктің үздіксіз ығысуын тудыратын органикалық заттарға айналуы болып табылады. Органикалық қосылыстарға айналу үдерісі бірнеше сатыдан тұрады, нәтижесінде бастапқы заттарға қарағанда аралық өнімдер ұлы әсер етеді [3,4].

Табиғи сулардың өздігінен тазару қабілетіне көптеген факторлар әсер етеді. Қазіргі кезде ағын суларды сұйылту және су нысандарының өздігінен тазару үрдістерін зерттеудегі негізгі мақсатты бес негізгі бағыт арқылы тұжырымдауға болады. Осы бағыттардың әрқайсысы өз бетінше зерттеуді талап етеді. 1) Әртүрлі шарттарда су қоймаларындағы ағын сулардың сұйылуын және айналымын есептеу әдістерін жасау; 2) судағы, лайдағы, шөгінділердегі ұлы заттардың химизмін зерттеу; 3) микро-

ағзалардың атқаратын қызметін анықтау; 4) фотосинтез үдерістерінің әсерін зерттеу; 5) жер асты суларындағы ластаушы заттар миграциясының механизмін зерттеу.

Ұсынылып отырған мақалада құрғақ аймақтардағы су қоймаларының өздігінен тазару қабілеті гумидтік аймақтар су қоймаларымен салыстырмалы түрде берілген.

Кейбір авторлардың зерттеулерінің нәтижесінде континенттік суды концентрленгенде (Балқаш көлі мысалында) қатты фазаға тұнбалармен (карбонаттар сульфаттар), бірге бром (0,002...0,025%), йод (0,0002...0,016%), бор (0,0002...0,005%), кремний (0,02%-ға дейін), фосфор ( $2 \cdot 10^{-5}$  %-ға дейін), калий (0,016...0,094%) тәрізді компоненттер құрамындағы. Фтор, бром, йод, бор, литий, калий, рубидий, цезий, кобальт, никель және мырыш тәрізді элементтер континенттік су қоймаларының шөгінді суларына өтеді де, олардың әртүрлі коллоидтармен адсорбциясы нәтижесінде оларда жинақталатындығын дәлелдеді. Дегенмен осы элементтердің «су-лай» жүйесіндегі геохимиялық сипаты әртүрлі.

Табиғи судың сапасын ұзақ мерзімге болжау үшін олардың өздігінен тазалану туралы зерттеулерін білген жөн. ТМД өзендерін зерттеулер нәтижесі бойынша И.М. Кореновская және басқалары өзен суларының көктем – жаз мезгілдерінде кейбір ластаушы заттармен 80% қамтамасыз етілгендігін өздігінен тазару жылдамдығы коэффициентін есептеу арқылы анықтаған [5]. Қарап отырсақ,  $1,80 \text{ тәулік}^{-1}$  тең К көп мәнімен аммоний иондары, аз мәнімен ( $0,20 \text{ тәулік}^{-1}$ ) – ОХТ, МӨ, Fe, Ni және Cr сипатталады.

Ластануы және өздігінен тазаруы бойынша Ресейдің барлық өзендері дерлік зерттелген. Мұнай өнімдерінен тазару үдерістері қыс мезгілдеріне қарағанда жаз мезгілдерінде жоғары температурада біршама қарқынды жүреді. Мысалы, Кубандағы өзендер үшін өздігінен тазару

қабілеті қыс мезгілдерінде 7...35%, ал жаз мезгілдерінде 20...60%-ға дейін артады.

Л.Ф. Носачева және К.Р. Амрин Орталық Қазақстанның кейбір өзендерінің органикалық заттардан өздігінен тазару қабілетін зерттеген. Мысалы, Нұра өзеніне химиялық, металлургиялық, энергетикалық өндірістердің ағын сулары және тұрмыстық ағын сулар келіп қосылады. Нұра өзені бассейніне келетін ағын сулардың жалпы көлемі осыдан 20 жыл бұрын шамамен 120 мың м<sup>3</sup>/тәулік болса, ал соңғы жылдары 477 мың м<sup>3</sup>/тәулік құраған. Өзен суларындағы фенол концентрациясы 3 тәуліктен кейін бастапқы шамаға дейін азаяды (0,001 мг/л). Ластану көздерінен 5 км өзен бөлігінде оттекті биологиялық тұтыну (ОБТ<sub>5</sub>) концентрациясының төмендеуі көктемде 88%, жазда – 53% құрайды. Күз айларында Нұра өзенінің өздігінен тазару үдерісі ағын сулар тастандыларынан біршама қашықтықта (12 км) анық байқалады және 55% құрайды. Нұра өзеніндегі (Теміртау қаласы) органикалық заттар мөлшерінің 0,5 км және 5,7 км аралығындағы өздігінен қабілетін зерттеу нәтижесінде мынадай мәліметтер алынған, (%): биологиялық тұтыну (БТ) – 11,6; оттекті биологиялық тұтыну (ОБТ<sub>5</sub>) – 20,5; фенолдар және синтетикалық беттік активтік заттар – 60%; мұнай өнімдері – 50%. Шурубай Нұра, Соқыр өзендерінің негізгі ағыстарына да ағын сулар келіп түседі. Көлемі кіші өзендерде ірі өзендерге қарағанда ағындардың әсері және өздігінен тазаруы әдетте үлкен ара қашықтықта (20...30 км) аяқталады. Органикалық заттар жаз мезгілдерінде түзіледі. Жаз мезгілдерінде өздігінен тазару үдерістері өзенде ластану көздерінен 30 км қашықтықта байқалады. Көктемде және күзде өздігінен тазару үдерістері есебінен ластаушы заттардың концентрациясының төмендеуі 36...89% аралығында болады.

Су қоймаларына және су ағыстарына тасталатын ластаушы заттардың көп мөлшері өздігінен тазару үдерістерін қиындатады. Судың металдардан өздігінен тазару қабілеті, әдетте оның беткі жармасындағы мөлшеріне байланысты: судың өздігінен тазару қабілеті жоғарғы концентрациясына қарағанда төменгі концентрациясында жоғары болады. Одан басқа, ауыр металдар концентрациясын төмендетуде сорбция үдерісі және қиын еритін қосылыстардың түзілуі су қоймалары мен су ағыстарының өздігінен тазару қабілетіне орасан зор әсер етеді.

Су массасының шөгінділермен өздігінен араласу кезіндегі биохимиялық тұрақсыз қосылыстардың оттект тұтыну жағдайларын зерттей келе, бұл биохимиялық тұрақсыз қосылыстар арқылы жүретін үдерістің жылдамдық константасы статикалық режимде жүргізілген тәжірибелермен салыстырғанда 4,2 есе артатындығы анықталды. Лайлар құрамында болатын микроағзалар, көптеген органикалық қосылыстарды ыдыратуға немесе заттардың әртүрлі иондарын тұтынуға қабілетті. Ростов облысының суы аз (3,5-4,0 м) бөгеттерінде арнайы зерттеулер нәтижесінде ұшқыш және еріген органикалық қосылыстардың су құрамындағы мөлшерімен салыстырғанда лай құрамындағы мөлшері көп екендігі анықталған. Лай

құрамында ұшқыш органикалық заттардың түзілуі жоғары полимерлі органикалық заттардың микроағзалармен ыдырауы, сондай-ақ хемосинтез үдерісінің есебінен жүзеге асады. Лай құрамындағы ұшқыш органикалық заттардың түзілуімен қатар, оларды әртүрлі микроағзалардың тұтыну үрдістері байқалады, бұл жаңа биохимиялық айналуларды енгізеді [6-8].

Табиғи сулардағы кейбір мұнай өнімдерінің айналуларын зерттеу бастапқы 1,2 және 2,6 мг/л концентрацияда тридеканның бұзылуы аяқталады. Тридеканның тотығу жылдамдығы табиғи жағдайларда 0,55...0,70 мг/тәулік құрайды, стерильдік жағдайларда 0,03 мг/тәуліктен асқан жоқ.

Дизелдік және авиация майы жоғары тұрақтылық көрсетеді, 50 тәулік бойы жасалған тәжірибе нәтижесінде олардың концентрациясы табиғи суда өзгерген жоқ. Дизель отынының бастапқы 3,4 мг/л концентрацияда тотығу жылдамдығы орта есеппен 0,13 мг/тәулік құрады.

Табиғи сулардағы лигносульфонаттарды трансформациялау бойынша гидрохимиялық институты (ГХИ) жүргізген зертханалық зерттеулер олардың жылдамдығының шөгінділердегі биохимиялық декструкциясының жылдамдығына байланысты болатынын анықтауға мүмкіндік берді. Авторлар лигносульфонаттардың шөгінділер және өлшенген заттармен сорбцияланатынын дәлелдеді [9].

Қыс мезгілдерінде судың төмен температурасында микроағзалардың өсуі және белсенділігі азаяды. Сонымен бірге, осы мезгілде түзілетін мұз оттект және жарықтың өтуін шектейді, фотосинтез әлсірейді және су массасының өздігінен тазару үдерісі тежеледі. Су нысандарының консервативті заттардан (мысалы, хлоридтер, сульфаттар, натрий, кальций және т.б.) тазаруы ағын сулардың табиғи сулармен сұйылтылуымен, ал консервативті емес заттардан (мысалы, көптеген органикалық заттар) – сұйылтылумен де және зат айналуының әртүрлі үрдістерімен ғана жүзеге асады. Табиғи сулар ластанғанда және өздігінен тазарғанда тотығу-тотықсыздану, полимерлену және поликонденсация; коллоидты ерітінділердің түзілуі; сорбция және десорбция үдерістері; катион алмасу; қиын еритін қосылыстар түзілуі; судан газдар мен оңай ұшатын қосылыстардың бөліну үдерістері; комплексті қосылыстардың түзілуі сияқты басты физика-химиялық үдерістердің жүруі әсерінен олардың физикалық қасиеттері және химиялық құрамы өзгереді.

Табиғи сулардың өздігінен тазару қабілетіне көптеген факторлар әсер етеді, олардың ішіндегі ең бастысы — гидрометаллургиялық режим, өлшенген заттар мөлшері, рН мәні, судың температурасы, шөгінді түзілуі және өсімдіктердің ыдырау өнімдері. Соңғы факторға нақтырақ тоқталсақ, су қоймаларына немесе су ағындарына органикалық және олармен байланысқан биогенді заттардың енуі, әсіресе топырақтардан жай шөгінділерден ағаш және бұтақ өсімдіктерінің ыдырауынан, су өсімдіктерінен, фитопланктон, сондай-ақ жағалау эрозияға ұшырағанда атмосфералық жауын-шашын және басқа факторлардың

әсерінен жүзеге асады. Осы факторлардың судың гидрохимиялық режиміне су сапасының әсерін бағалау біршама қиын, бірақ үдерістерді танып білу және дамыту үшін ғана емес, оларды жобаланатын және жұмыс істеп тұратын су қоймаларында және су ағыстарында көрсетілген компоненттерді модельдеу және болжау үшін өте қажет.

Қазіргі кезде Ресей мен Украинаның өзендері және су қоймаларында жоғары су өсімдіктерінің жеке түрлерінің ыдырау үдерісінің жылдамдығы туралы белгілі ақпарат жинақталған. Қазақстанда Қ. Сәтбаев атындағы Ертіс-Қарағанды каналы жағдайында осындай жұмыстар алғаш рет профессор Н.А. Әмірғалиевтің жетекшілігімен Қазақ балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтында жүргізілді [8]. Көп жылдық бақылаулар және ұзақ уақыт зерттеу тәжірибесінің нәтижесінде каналдық және оның су қоймасының су массасының өздігінен тазару қабілеті зерттелді. Каналда және оның су қоймаларында деструкция, су өсімдіктерінің минералдануы және фитопланктон есебінен жыл сайын сәйкесінше 1079 және 33 т органикалық көміртек, 329 және 49 т минералды азот және фосфор түзіледі.

Зерттелетін аймақтың Экибастұз жылу энергетикалық комплексінің сулы нысандарына, оның ішінде сорғылау станциясының (СС) аванкамераларына желмен қаңбақ дала өсімдіктері кіреді, олар түбіне тұнып, бір жылдан астам ыдырауға ұшырайды. Жыл сайын шамамен 3,0 млн тонна мөлшерде шығарылатын осы өсімдіктердің деструкциясы есебінен каналға 119 т  $C_{ор}$ , 6,9 т минералды азот және фосфор түседі. Сорғылау станциясы аудандарында шамамен 10% түскен өсімдіктер алынып тасталынады, қалған мөлшері деструкцияға ұшырайды. Каналдың басты транзиті бөлігіндегі органикалық заттардың оңай тотығатын бөлігінің ыдырауы жаз кездерінде орташа алғанда 6 тәулікте аяқталады, температура мәні мейлінше төмен (12-16°C) күз айларында 10-12 тәулікте аяқталады. Бұл авторға каналдың су массасының өздігінен тазару қабілеті жеткілікті мөлшерде жоғары екендігін анықтауға мүмкіндік береді. Автордың алған мәліметтері гидробиологиялық, гидрохимиялық үдерістердің жүруінің теориясы мен практикасына және құрғақ аймақтардың табиғи суларының тазаруына орасан зор үлесін қосады [10-17].

## 2. Нәтижелер мен талдаулар

Табиғи және химиялық таза заттардың жұту қабілетін зерттеу бойынша зертханалық жұмыстар негізінде, сонымен қатар құрғақ аймақтардың су қоймаларының су массаларының өздігінен тазару қабілетіне сорбцияның әсерін зерттеу бойынша біздер біршама нәтижелер алдық. Химиялық таза заттар, табиғи минералдар цеолиттер және силикагель тәрізді сорбенттер концентрациясы 50-ден 500 мкг/л-ге дейінгі сульфат типті (мысалы, Балқаш көлі) және хлорид типті (мысалы, Арал) ерітінділерде су қоймаларының  $Mn^{2+}$  иондарын сіңіру қабілетіне байланысты қатарға орналастыруға болады.

Сорбция және ион алмасу үдерістеріне байланысты су қоймаларының  $Mn^{2+}$  иондарынан тазаруы жүзеге асады. Олардың концентрациясы 50-ден 500 мкг/л болғанда, кальций және магний карбонаттары, кальций сульфаты және алюминий гидроксиді көмегімен сульфат типті су массасы бір ай ішінде ШРК-ға дейін 50...95%-ға тазарады; темір гидроксиді есебінен бір айдан кейін тазару 12...98%-ға дейін жүреді; силикагель, магний силикаты және кальций ортофосфаты көмегімен, сәйкесінше 48...100%, 28...100% және 48...88% 15 тәуліктен кейін  $Mn^{2+}$  иондарының 5-тен 120 мкг/л-ге дейінгі концентрациясында кальций және магний силикаттары су массасын бір ай ішінде толығымен тазалайды. Егер  $Mn^{2+}$  иондарының судағы концентрациясы 50-ден 530 мкг/л-ге дейін болса, цеолит құрамындағы алюмосиликаттар, 16-28 тәулік ішінде 75-тен 100%-ға дейін  $Mn^{2+}$  иондарын жұтуға бейім.

Одан басқа, сорбцияға алюминий гидроксидінен басқа барлық зерттелген сорбенттер қатысқанда, сульфат типті су қоймалары хлорид типті су қоймаларына қарағанда  $Mn^{2+}$  иондарынан тезірек тазарады. Хлорид иондарының мөлшері жоғары болатын суларда  $Al(OH)_3$  үшін  $Mn^{2+}$  иондарының жұтылу дәрежесі сульфат типті суларға қарағанда 6...15%-ға көбірек.

Сорбенттермен  $Mn^{2+}$  иондарының ерітіндіде сіңірілуі оның мөлшері тиімді болған жағдайда жүзеге асады.  $CaCO_3$  үшін ол  $5 \div 100$  мкг/л;  $MgCO_3$  үшін  $150 \div 300$  мкг/л;  $MgSiO_3$  үшін  $80 \div 120$  мкг/л; табиғи  $SiO_2$  үшін  $60 \div 120$  мкг/л;  $CaSO_4$  үшін 50 мкг/л;  $CaSiO_3$  үшін 30 мкг/л;  $Al(OH)_3$  үшін 5-10 мкг/л құрайды. Бұл есептеулер сорбция кинетикасы бойынша жеке зерттеулер нәтижелері және осы компоненттердің орташа концентрациясы, сонымен қатар Балқаш көлінің әрбір гидрохимиялық ауданының суының көлемі бойынша мәліметтер негізінде жасалды.

Судың осындай құрамы Балқаш көліне тән, ол өз кезегінде осы табиғи нысанның ерекше қасиеті – минералданудың салыстырмалы төменгі мәндерінде тұздарды тұндыру және суды тұщыландыруды (1-ден 5 г/л-ге дейін) анықтайды. Егер академик Л.С. Берг Балқаш көлін «географиялық қарама-қайшылық» деп атаса, ал профессор А.А. Тұрсынов, «көл – аймақтың тұщыландыру фабрикасы» екендігіне көз жеткізді [18].

Балқаш көлінің шөгінділері және саз балшықтар металдар иондарын сіңіргіштер болып табылады.  $Mn^{2+}$  иондарының саз балшықтар жұтылу үдерісі негізінен жанасудың алғашқы үш сағатында жүзеге асады, ал оның лаймен сорбциясы 10...15 тәулікке дейін жалғасады. Шөгінділер көбінесе алдымен кадмийді (90%), одан соң мырышты (86%) және мысты (78%) сіңіреді.

Батыс Балқаш суынан  $CaCO_3$ -пен бірге сәйкес карбонаттар түрінде 30,5 т  $Mn^{2+}$ , 5,4 т  $Zn^{2+}$ , 0,44 т  $Cu^{2+}$  және 8,5 т  $PO_4^{3-}$ ; Шығыс Балқаш суынан осы иондар сәйкесінше, 34,3 т; 6,9 т; 1,4 т және 3,7 т тұнатындығы анықталған. VIII Гидрохимиялық аймақтың суларында  $MgCO_3$ -пен осы компоненттердің сәйкесінше 20,6 т; 5,3 т; 0,42 т және 9 тонна тұнуы жүзеге асады.

Құрғақ аймақтардағы табиғи сулардың өздігінен тазалану қабілетін зерттей келе, көл сулары қатқанда да карбонатты тұздар тұнбаға түсетіндігі айқындалды. Мұнда химиялық құрамның кейбір компоненттері қыс мезгілдерінде олармен бірге тұнатын су қоймасының гидрохимиясы және гидрологиясы бойынша тәжірибелік мәліметтерді ескере отырып, кальций және магний карбонаттарында хемосорбцияланатын марганец, мыс, мырыш және фосфаттар массасы есептелді.

Мұз қату мерзімін декарбонаттармен бірге 11 тоннаға жуық марганец, 115 тоннадан астам фосфат иондары, 1 тоннадан астам мыс және 0,3 т мырыш катиондар үшін сәйкес карбонатты тұздар түрінде және ортофосфат ионы

үшін кальций және магний тұздары түрінде тұнбаға түсуі мүмкін екендігі анықталды (1-кесте және 2 кесте).

Жүргізілген зерттеулер кальций және магний карбонаттарының қарқынды тұнбаға түсуі және олармен бірге тұнатын металдар және бейметалдар иондарымен бірге Балқаш суы лайда және шөгінділерде жинақталған металдар (Mn, Cu, Zn) және фосфор қосылыстарынан тазаратындығы туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Дегенмен судың қарқынды араласуы, күн радиациясының әсері және судың жақсы жылуына байланысты осы металдардың лайдан суға өтуі тәрізді кері үдеріс, яғни осы металдардың лайдан суға өтуі жүзеге асуы мүмкін.

**Кесте 1** – Балқаш көлінің суындағы марганец, мыс, мырыш және фосфат иондарының концентрациясы (мкг/л)

Иондар концентрациясы	Гидрохимиялық аймақ							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Mn <sup>2+</sup>	23	17	17	20	17	38	72	74
Cu <sup>2+</sup>	10,0	9,5	8,0	17,3	11,0	10,0	8,0	9,5
Zn <sup>2+</sup>	11,0	12,5	12,0	14,2	18,0	17,0	9,0	14,0
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	21,0	33,0	37,3	29,0	32,7	32,3	43,5	52,0

**Кесте 2** – Балқаш көлі суының қатуы есебінен сәйкес карбонаттар түрінде кальций және магний карбонаттарымен тұнбаға түсетін марганец, мыс, мырыш және фосфат иондарының массасы

Массасы	Гидрохимиялық аймақ								Барлығы, т
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Мыс	0,095	0,089	0,081	0,142	0,154	0,054	0,104	0,15 0,18	0,87 0,18
Мырыш	0,012	0,013	0,014	0,009	0,050	0,017	0,013	0,03 0,15	0,16 0,15
Марганец	0,50	0,37	0,39	0,26	0,54	0,43	2,14	2,78 3,38	7,41 3,38
Фосфаттар	5,04	7,59	8,58	6,55	7,42	7,30	9,87	11,13 52,0	63,48 52,0
Карбонаттар, т·10 <sup>3</sup>	54,5	54,0	57,7	32,0	78,9	28,6	74,2	93,8	474

Осындай үдерістер су қоймаларында үздіксіз жүзеге асып отырады. Біздің зертханалық зерттеулеріміз сілтілік жер металдарының карбонатты тұздарының «артық мөлшерінің» босайтындығы туралы профессор А.А. Тұрсыновтың «өздігінен сақталу» механизмі туралы гипотезасын тағы да растайды.

### 3. Қорытынды

Сонымен, табиғи сулар бірегей қасиеттер – су массасының өздігінен тазару қабілетімен ерекшеленеді.

Құрғақ аймақтардағы су қоймаларында және су ағыстарында бұл үдерістер олардың суларының аздығына, лайлануына, оттеппен және жүзгіндермен қанығуына әкелетін судың қарқынды араласуынан арта түседі.

### Алғыстар

Жұмыс барысында тәжірибелік бөлімді өңдеу кезінде құнды пікірлерімен көмек көрсеткен профессор А.А. Тұрсыновқа зор алғыс айтамыз.

**Әдебиеттер тізімі**

- 1 Романова С.М. Бессточные водоемы Казахстана. Том 1. Гидрохимический режим. – Алматы: Қазақ университеті, 2008. – 250 с.
- 2 Крупа Е.Г., Романова С.М., Иментай А.К. Гидрохимическая и токсикологическая характеристика озер Государственного национального природного парка «Көлсайкөлдері» (Кунгей Алатау, Юго-Восточный Казахстан) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2016. – Т.1, №1. – С.2-10.
- 3 Романова С.М. Тяжелые металлы в бессточных водоемах Казахстана // Доклады IV Международной научно-практической конференции «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде». – Семипалатинск, 2007. – Т.1. – С.396-402
- 4 Krupa E.G., Barinova S.M., Romanova S.M., Malybekov A.B. Hydrobiological assessment of the high mountain Kolsay Lakes (Kungey Alatau, Southeastern Kazakhstan) ecosystems in climatic gradient // British Journal of Environment and Climate Change. – 2016 – Vol.6, Is.4. – P.259-278.
- 5 Кореновская И.М., Клименко О.А., Фадеев В.В. Коэффициенты скорости самоочищения рек для долгосрочного прогнозирования качества воды // Материалы 28 Всесоюзного гидрохимического совещания – Ленинград: Гидрометеомздат, 1987. – Ч.1. – С.79-80.
- 6 Никаноров А.М. Гидрохимия. – Санкт-Петербург: Гидрометеоздат, 2001. – 444 с.
- 7 Черногаева Г.М., Зеленов А.С. Сравнительная оценка качества поверхностных вод в субъектах РФ // Материалы XXX Юбилейного Гидрохимического Совещания. – Ростов-на-Дону, 2005. – С.28-31
- 8 Амиргалиев Н.А. Искусственные водные объекты Северного и Центрального Казахстана (гидрохимия и качество воды). – Алматы: НИЦ «Бастау», 1999. – 191 с.
- 9 Никаноров А.М., Жулидов А.В., Емец В.М. Тяжелые металлы в организмах ветлендов России. – СПб.: Гидрометеоздат, 2000. – 295 с.
- 10 Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Муртазин Е.Ж. и др. Методические указания по организации и функционированию подсистемы мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод Казахстана. – Астана, 2012. – 138 с.
- 11 Современное экологическое состояние бассейна оз. Балхаш / Под ред. Т.К. Кудекова. – Алматы: Издательство «Каганат», 2002. – 388 с.
- 12 Амиргалиев Н.А., Тимирханов С.Р., Исбеков К.Б. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Том XIV. Рыбное хозяйство Казахстана: состояние и перспективы (ДСП). – Караганда: «АРКО», 2012. – 667 с.
- 13 Мустафаев Ж.С., Абдывалиева К.С. Геоэкологическая оценка трансформации концентрации загрязняющих веществ в водах низовья реки Сырдарья. – Доклады ТСХА: Выпуск 289. Ч.1. – Москва: Издательство РГАУ-МСХА, 2017. – С.301-303
- 14 Burlibayeva D. M., Burlibayev M. Zh., Opp Ch., Bao A. Regime dynamics of hydrochemical and toxicological parameters of the Irtys River in Kazakhstan // Journal of Arid Land. – 2016. – Vol.8, Is.4. P.521-532.
- 15 Barinova S., Krupa E., Romanova S. The role of planktonical gaein the ecological assessment of storage-reservoirs of the Ile-Balkhash basin (Kazakhstan) // Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research. The Wetlands Diversity. – 2018. – Vol. 20.2. – P.1-14.
- 16 Волков И.В., Заличева И.Н., Ганина В.С., Ильмаст Т.Б., Каймима Н.В., Мовчан Г.В., Шустова Н.К. О принципах регламентирования антропогенной нагрузки на водные экосистемы // Водные ресурсы. – 1993. – Т.20, №6. – С.457-462.
- 17 Klimov E. S., Kalyukova E. N., Buzaeva M. V. Sorption Properties of Natural Sorbent Silica Clay in Relation to Nickel Cations // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2010. – Vol.83, Is.6. – P.1080-1082.
- 18 Турсунов А.А. От Арала до Лобнора. – Алматы: ТОО «Верена», 2002. – 384 с.

**References**

- 1 Romanova SM (2008) Drainless reservoirs of Kazakhstan. Chapter 1. Hydrochemical mode [Besstochnyye vodoyemy Kazakhstana. Tom 1. Gidrokhimicheskiy rezhim]. Kazakh University, Almaty, Kazakhstan. ISBN 9965-30-527-7. (In Russian)
- 2 Крупа EG, Romanova SM, Imentay AK (2016) Nature Conservation Research. Zapovednaya Nauka 1(1):2-10. (In Russian)
- 3 Romanova SM (2007) Heavy metals in drainless reservoirs of Kazakhstan [Tyazhelyye metally v besstochnykh vodoyemakh Kazakhstana]. Proceedings of the International Scientific Practical Conference “Heavy metals and radionuclides in the environment [Tyazhelyye metally i radionuklidy v okruzhayushchey srede]”, Semipalatinsk, Kazakhstan. P.396-402. (In Russian)
- 4 Krupa EG, Barinova SM, Romanova SM, Malybekov AB (2016) British Journal of Environment and Climate Change 6(4):259-278. <https://doi.org/10.9734/BJECC/2016/26496>
- 5 Korenobckai UM, Klimenko OI, Fadeev VV (1987) Rate of self-purification rate of rivers for long-term forecasting of water quality [Koeffitsiyenty skorosti samoochishcheniya rek dlya dolgosrochnogo prognozirovaniya kachestva vody]. Materials of 28<sup>th</sup> the all-Union Hydrochemical Conference [Materialy 28 vsesoyuznogo gidrokhimicheskogo soveshchaniya]. P.79-80. (In Russian)
- 6 Nikanorov AM (2001) Hydrochemistry [Gidrokhiimiya]. Gidrometeoizdat, St. Petersburg, Russia. ISBN 5-286-00138-6. (In Russian)

- 7 Chernogayeva GM, Zelenov AS (2005) Comparative assessment of quality of a surface water in territorial subjects of the Russian Federation [Sravnitel'naya otsenka kachestva poverkhnostnykh vod v sub'yektakh RF]. Materials of the 3<sup>rd</sup> of the Anniversary Hydrochemical Meeting [Materialy XXX Yubileynogo Gidrokhimicheskogo Soveshchaniya]. Rostov-on-Don, Russia. P.28-31. (In Russian)
- 8 Amirgaliev NA (1999) Artificial water objects of Northern and Central Kazakhstan (hydrochemistry and quality of water) [Iskusstvennyye vodnyye ob'yekty Severnogo i Tsentral'nogo Kazakhstana (gidrokhimiya i kachestvo vody)]. Bastau, Almaty, Kazakhstan. ISBN 9965-413-33-9. (In Russian)
- 9 Nikanorov AM, Zhulidov AV, Emez VM (2000) Heavy metals in the organisms of the wetlands of Russia [Tyzhelye metally v organizmah vetlendov Rossii]. Gidrometeoizdat, St. Petersburg, Russia. ISBN 5-286-00957-3. (In Russian)
- 10 Burlibayev MZh, Amirgaliyev NA, Murtazin EZh et al (2012) Methodical instructions on the organization and functioning of a subsystem of monitoring of a condition of a cross-border surface water of Kazakhstan [Metodicheskiye ukazaniya po organizatsii i funkcionirovaniyu podsistemy monitoringa sostoyaniya transgranichnykh poverkhnostnykh vod Kazakhstana]. Approved by the order No. 152-P Min. OOSRK in 11-May-2012. Astana, Kazakhstan. (In Russian)
- 11 (2002) A current ecological state of the basin of the Lake Balkhash [Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye basseyna oz.Balkhash], ed. by Kudekov TK (2002). Kaganat, Almaty, Kazakhstan. ISBN 9965-13-495-2. (In Russian)
- 12 Amirgaliyev NA, Timirkhanov SR, Isbekov KB (2012) Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. Chapter XIV. Fishery of Kazakhstan: state and prospects (DSP). [Vodnyye resursy Kazakhstana: otsenka, prognoz, upravleniye. Tom XIV. Rybnoye khozyaystvo Kazakhstana: sostoyaniye i perspektivy (DSP)] ARKO, Karaganda, Kazakhstan. ISBN 978-601-7150-27-3. (In Russian)
- 13 Mustafayev GS, Abdyvaliyeva KS (2017) Reports of Timiryazevsky Agricultural Academy [Doklady Timiryazevskoy Sel'skokhozyaystvennoy Akademii] 289(1):301-303. (In Russian)
- 14 Burlibayeva DM, Burlibayev MZh, Opp Ch, Bao A (2016) J Arid Land 8(4):521-532 <https://doi.org/10.1007/s40333-016-0083-y>
- 15 Barinova S, Krupa E, Romanova S (2018) Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research. The Wetlands Diversity 20.2:1-14. <https://doi.org/10.2478/trser-2018-0008>
- 16 Volkov IV, Zalicheva IN, Ganina VS, Ilmast TB, Kaymim NV, Movchan GV, Shustova NK (1993) Water resources [Vodnyye resursy] 20(6):457-462. (In Russian)
- 17 Klimov ES, Kalyukova EN, Buzaeva MV (2010) Russ J Appl Chem+ 83(6):1080-1082. <https://doi.org/10.1134/S1070427210060303>
- 18 Tursunov AA (2002) From the Aral Sea to Lop Nor [Ot Arala do Lobnora]. Verena, Almaty, Kazakhstan. ISBN 9965-13-833-8. (In Russian)