

УДК 546.212+556.114

## ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАБИҒИ СУЛАРЫНДАҒЫ КАРБОНАТ ҚУРУ ПРОЦЕСТЕРІ

Н.Б. Қазанғапова

*Жүргізілген зерттеулер Қазақстанның табиғи суларындағы карбонат қалыптасу процестерінің аридті климат жағдайында айтарлықтай қарқынды өтетінін көрсетеді. Балқаш көліндегі кальций-карбонаттық тепе-теңдік толығырақ зерттелген.*

Табиғаттағы тұздардың кристалдануын зерттеу тұнбаға түсудің қазіргі кездегі және геологиялық өткен замандардағы физика-химиялық заңдылықтарын анықтау аса маңызды. Мұндағы аса назар аударатын нәрсе, ол карбонат қалыптасу процестерін зерттеу (себебі жер қыртысының 5%-ін карбонаттық тау жыныстары құрайды)[1]. Бұл процестердің негізінде көптеген тепе-теңдіктерден (ергіндісінің газдық күйдегі адсорбциялық-гидратациялық тепе-теңдігі, ергіндінің қатты күйдегі гетерогендік тепе-теңдігі) тұратын күрделі тепе-теңдіктегі карбонаттық жүйе жатады.

Табиғи сулардың көпшілігінің рН мәні карбонат тепе-теңдігінің күйімен, яғни су организмдерінің тіршілігіне

қолайлы жағдайды қамтамасыз ететін, судың  $\text{CaCO}_3$ -ын еріту немесе тұндыру мүмкіндіктерін айқындайтын буферлік қасиеттерімен анықталады. Сонымен бірге бұл жүйенің құрамдары кальций немесе карбонат иондары кіретін (сульфатты-, фосфатты-, фторлы-кальцийлі, темір-карбонатты т.б.) өзге тепе-теңдік күйлерге және рН мәндері арқылы тотығу-тотықсыздандыру тепе-теңдігіне де ықпал етуі мүмкін. Су объектілерінің карбонат жүйесін зерттеудегі негізгі басты мәселе көмір қышқылының туындыларының шоғырлануының пішіндерін өрі кальций карбонатындағы судың қанығу дәрежесі мен  $\text{CO}_2$ -нің тепе-теңдігі мен агрессивтігін анықтау болып табылады. Кальций-карбонаттық тепе-теңдіктің теориялық мәселелерін О.А.Алексин, Н.П.Моричева, В.М.Левченко, С.С.Заводнов, Р.М.Гаррелс және тағы басқа зерттеушілер жан-жақты талдаған [2-5]. Карбонат жүйесінің компоненттерінің ара қатынасын реттейтін негізгі факторлар:

1. көмірқышқыл газы мен кальций карбонатының ерігіштігін әлсірететін температураның көтерілуі;
2. карбонаттар және кальций шоғырлануын арттыратын булану;
3. кристалдану орталықтарының болуы;
4. карбонат шоғырлануын арттыратын және  $\text{CO}_2$ -нің құрамын төмендететін фотосинтез;
5. бактериялық іс-әрекет;
6. әр түрлі қалыптағы сулардың араласуы-метаморфизация процесі;
7. кристалдар бетіндегі органикалық заттар мен иондардың адсорбциясы және тағы басқалар;

Теңіз суларының кальций-карбонаттық жүйесі толығырақ зерттелген [6,7]. Тынық, Атлант мұхиттарының, Азов, Арал, Каспий және Қара теңіздерінің бетіндегі сулары кальций карбонатымен бірнеше есе аса қаныққан, түпкі шөгінділерінің құрамында карбонаттар өте көп екендігі анықталған. Сонғылар биологиялық процестер арқылы қалыптасса, ал  $\text{CaCO}_3$ -дің хемогендік құрылуы шамалы [8]. Қазақстандағы табиғи сулардағы (Балқаш көлі, Сасық көл, Сырдария, Іле, Ертіс-Қарағанды каналы) кальций-карбонаттық тепе-теңдіктің қазіргі кездегі және көпжылдық жағдайын КазМУ-дың химия факультетінің ғалымдары зерттеп келеді. Тепе-теңдік компоненттері О.А.Алеккин мен Н.П.Моричеваның әдістемесімен иондық қосақ пен комплекстер қалыптасуынсыз есептеледі [9,10]. Зерттеу нәтижесі Балқаш көлінің негізгі саласы Іле өзенінің суының  $\text{CaCO}_3$ -на 5,1-5,5 рет қаныққандығын көрсетеді. Ал Балқаш көлінің өзінде кальций карбонатымен қанығу дәрежесі өте жоғары. Қанығуы әр жылдары өркелкі және шығыс бағытта өседі. Мысалы, 1985 жылдың жазында 6,9 дан 28,6-ға дейін өссе, ал 1987 жылы 5,1-ден 8,9-ға дейін өскен. Судың  $\text{CaCO}_3$ -мен қанығу мөлшерінің көпсулы 1987 жылы қуаң 1985-1986 жылдармен салыстырғанда төмендеуі кальций-карбонаттық тепе-теңдікті жылжытуға ықпал ететін факторлармен, төменірек температурамен, рН,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ -аз шоғырлануымен айқындалады.

В.Н.Абросовтың пікірі бойынша жоғарыда келтірілген себептерден өзге еркін  $\text{CO}_2$ -ның суда жоқтығы да карбонат шөгу процесіне әкеледі екен [11]. Біз 1985-1987 ж.ж. жазында Балқаш көлінің батыс бөлігінде еркін  $\text{CO}_2$  бар екендігін анықтадық (0,9-1,4 мг/л), ал шығыс жағында оның шоғырлануы 0,3-0,6 мг/л-ге

дейін төмендеді.  $\text{CO}_2$ -ның жоқтығы немесе оның өте төмен мөлшерде болуы тұнбаға түскен карбонаттың бикарбонатқа өтуіне мүмкіндік бермегендіктен карбонат су түбінде қалады. Бірқатар авторлардың пікірі бойынша (Тарасов М.Н., Бірімжанов Б.А., Страхов Н.М.) Балқаш көлінің суындағы кальций карбонаты химиялық құрамының метаморфоздануы, булануы және салқындауы есбінен хемогендік жолмен қалыптасалды. В.Н.Абросовтың көрсетуі бойынша  $\text{CaCO}_3$  және  $\text{MgCO}_3$  тұнбаға булану арқылы түспейді, керісінше су өсімдіктерінің  $\text{CO}_2$ -ні фотосинтездеуінің арқасында өтеді және табиғаты биогендік екен. Осы себептен бүгінге дейін судағы карбонат қалыптасуының табиғаты қандай деген сұраққа біржақты жауап берілген жоқ. Органикалық заттардың судың кальций карбонатымен қанығуына тұрақтандыратыны О.А.Алекин мен Н.П.Моричеваның зерттеулерімен дәлелденген, ал біздің зерттеулеріміз бекіте түседі. Мысалы, 1985ж. перманганат тотықтану шамасы Балқаш көлінің батыс бөлшегінде 7,8-ден шығысында 10,0 мг/л-ге дейін өсті. Бихромат тотықтану шамасының (БТШ) орташа мәніне қарағанда көлдің шығыс бөлігі батысымен салыстырылғанда органикалық дүниеге өте бай (көктемде БТШ-16,8., күзде-19,8 мг/л). Бұл жағдай судың  $\text{CaCO}_3$ -мен қанығу дәрежесінің де сол бағытта өсуіне жағдай жасайды. Балқаш көлінің суы түгелдей  $\text{CaCO}_3$ -мен қаныққан болса, ал магний карбонаты туралы олай деуге болмайды. Температурасы  $25^\circ\text{C}$  және  $\text{pH}=9$  болғанда тұзы ажыратылған судың  $\text{MgCO}_3$ -мен қанығуы  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ -ның шамасы 1898 мг/л болғанда басталағыны әдебиеттен белгілі. Біздің зерттеулеріміз бойынша Балқаш көлінде  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  ең жоғары шамасы 720 мг/л жетеді және шығыс ірімінде байқалады, яғни су  $\text{MgCO}_3$ -мен қаныға алмайды. Көлдің

суынан жыл сайын пайда болатын тұздардың, оның ішінде кальций карбонатының мөлшерін анықтап алу үшін біз тұнғыш рет карбонаттардың теңдестігін есептеп шығардық (1-кесте).

1-Кесте. Балқаш көліндегі карбонаттар теңдестігі, 1985ж. (млн.т.)

Теңдестік тармақтары	Батыс Балқаш	Шығыс Балқаш	Жалпы Балқаш көлі
1. Жыл басындағы карбонаттар қоры	10,27	24,68	34,95
2. Жер үсті суларымен келетін карбонаттар	1,25	0,37	1,62
3. Атмосфералық сулармен түсетін карбонаттар	0,05	0,03	0,08
4. Жерасты суларымен келетін карбонаттар	0,06	0,03	0,09
5. Шығыс Балқаштан келетін карбонаттар	+0,52	-0,52	0
6. Карбонаттармен басқа тұздардың тұнбаға түсуі	-2,46	-2,01	4,47
7. Карбонаттардың жағалауға келіп түсуі	-0,12	-0,15	-0,27
8. Карбонаттардың Шығыс Балқашқа ағып өтуінің теңдестігі	-0,65	+0,65	0
9. Жыл соңындағы карбонаттар қоры	8,92	23,08	32,0

. 1985 жылы көлдің суынан 4,47 млн.т. карбонат тұзы тұнбаға түскені анықталды (оның 2,46 млн.т.-Батыс, 2,01 млн.т. Шығыс бөлігінде). Кальций және магний карбонаттарының және басқа тұздардың мөлшерінің үлестірімі С.П.Чистяеваның едісімен есептелген.

Узынарал бұғазында суға батырылған АЦИТ-1 және АЦИТ-2 құралдарының қабырғасында 12.09.87ж.-26.09.87ж. аралығында тұнба қалыптасқаны белгілі болды. Анықталған тұнбаның түсі ақ, сарғышсұр реңкті. Бұл қатты күйдегі зат кристалды оптикалық талдам бойынша кальциттың өте ұсақ кристалшаларының аздаған мөлшер енгізілген борпылдақ (аморфтық) тұнба. Рентгенофазалық талдам біздің айтуымызды бекітті. Химиялық талдау бойынша тұнбада 90,1 % қышқылды-ерігіш пішін бар. Жиырма жылдың ішінде Сасықкөл суының минералдылығы 2 еседей өсті, және де бұл осу натрий мен сульфат иондарына борышты.  $\text{Ca}^{2+}$  және  $\text{CO}_3^{2-}$  үлестері елеулі төмендеді, соның әсерінен аса қанығу мөлшері 1,8-тан (1987ж.) 0,3-қа дейін (1988ж.) төмендеді. Басқаша айтқанда, Сасықкөлдің суы  $\text{CaCO}_3$ -мен қанықпай қалып тұр және құрамында агрессивтік көміртек диоксиді бар. Соңғы факт  $\text{CaCO}_3$ -дың бетоннан жуылуына (портландцементке), гидротехникалық ғимараттарға кері әсер етуі мүмкін. Бұл кезеңде Алакөлдің суында тұздардың мөлшері шамалы ғана (1,3) рет өскені байқалады. Егер 1967 жылы Алакөл суының аса қанығу мөлшері 2,7 болса, ал 1988 жылдың қысында ол 2,1-ге төмендеді, 1988ж. Көктемінде 0,34-ке дейін түсті және құрамында агрессивтік көмірқышқыл газы болды.

Ертіс және Сырдария алаптарындағы өзен суларындағы кальций-карбонаттық тепе-теңдіктің жағдайы зерттелінген.

Ертістің және оның ірі салаларының (Бұқтырма, Үлбі) суы ылғи да  $\text{CaCO}_3$ -мен қанықпайды [12]. Ертіс және оның көпшілік салаларының сулары бетонға және карбонаттық жыныстарға деген өте жоғары агрессивтігімен сипатталады. Тек қысқа кезеңде ғана қысқы сабалық Шыршық, Ангрен және сирегірек Сырдария өзендерінің сулары  $\text{CaCO}_3$ -мен қанықпайды және құрамында агрессивті  $\text{CO}_2$  бар (1-3 мг/л). Сырдарияның карбонаттық режимінің ылғалды-шөлейтті белдемнің өзге өзендерімен (Волга, Дон, Амудария, Іле) ортақтығы орын алған.

Ертіс -Қарағанды каналының суы  $\text{CaCO}_3$ -мен қанықпаған (аса қанығу шамасы 0,07-0,27) және құрамында  $\text{CO}_2$  бар. Ертіс, Бұқтырма, Үлбі, Зайсан-Бұқтырма бөгенінің суында ылғи да агрессивті  $\text{CO}_2$  болады, оның ең жоғары мөлшері 15-26 мг/л-ге жетеді. Сырдария және оның салалары үшін судың  $\text{CaCO}_3$ -мен аса қаныққан сипаты жылдың көпшілік бөлігіне тән екен, оған алаптың климаты, топырағы, литологиясы себепші [13]. Аса қанығу шоғырлануы Ангрен, Шыршық, Арыс сияқты салаларында және Сырдарияның өзінде қалыптан 2-6 рет асады, аз сулы Келес, Күркелесте 10-20 рет. Жүргізілген зерттеулер карбонат қалыптасу процестерінің Қазақстанның табиғи суларында аридті климат жағдайында гумидті аудандармен салыстырғанда айтарлықтай қарқынды өтетінін көрсетеді.

#### Пайдаланылған әдебиеттер

1. Алекин О.А., Моричева Н.П. К вопросу о роли организмов при выделении карбонатов из природных вод.- В кн.: Гидрохимические материалы, 1961., т34, с.95-106.
2. Алекин О.А. Химия океана.-Л. Гидрометеониздат.,1966, 248с.

3. Левченко В.М., Бекман В.В. Экспериментальные данные о растворимости карбонатов кальция в водных растворах. - Докл. АН СССР, 1962, т.144, №6, с.1314-1320.
4. Заводнов С.С. Карбонатное и сульфидное равновесие в минеральных водах. - Л.: Гидрометеониздат, 1965, 120с.
5. Гаррельс Р.М., Крайст Ч.Л. Растворы, минералы, равновесия. М.:Мир, 1968, 368с.
6. Rytkowicz R.M. Chemical of calcium carbonate in sea water. - Am. Zoologist, 1969, v.9.
7. Страхов Н.М. Известково-доломитовые фации современных и древних водоемов. Тр. Института геологических наук, 1951. Вып.124, N 45, с.371.
8. Емельянов Б.М., Лисицын А.П., Кошелев Б.А. Распределение и состав карбонатов в верхнем слое донных осадков Атлантического океана. / Докл. АН СССР, 1971, т.196, N 1, с.95-101.
9. Алекин О.А., Моричева Н.П. Расчет характеристик карбонатного равновесия.//Современные методы анализа природных вод. - М.: Изд. АН СССР, 1962, с. 158-171.
10. Алекин О.А., Моричева Н.П. Изменение насыщенности  $\text{CaCO}_3$  речной воды при смешении ее с морской водой.//Гидрохимические материалы, 1961, с.35-107.
11. Аброев В.Н. Озеро Балхаш. -Л.: Наука, 1973, 179с.
12. Пильгук В.Я. Физико-химия воды р.Иртыш в условиях создания водохранилища: Автореферат дисс. канд. хим.наук. - Алма-Ата, 1975, 30с.
13. Ибрагимова А.И. Физико-химическая характеристика воды



р.Сырдарья: Автореферат дисс. канд.хим. наук, Алма-Ата, 1973,  
33с.

Институт географии МННВО РК

## ПРОЦЕССЫ КАРБОНАТООБРАЗОВАНИЯ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ КАЗАХСТАНА.

Казангапова Н.Б.

*Исследованы процессы кальцево-карбонатного равновесия в природных водах. Процессы карбонатообразования более интенсивно протекают в аридных водоемах, чем в гумидных. Составлен баланс карбонатов в оз.Балхаш и рассчитано количество выпадающих в осадок карбонатов по длине озера.*