DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

НАУКА, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ КЫРГЫЗСТАНА, № 11, 2019

Баялы кызы Б., Шайкиева Н.Т., Маймеков З.К.

КӨМҮРТЕКТИН КОШ КЫЧКЫЛЫ-СУУ ЭРИТМЕСИНДЕГИ КОМПОНЕНТТЕРДИН ЖАНА БӨЛҮКЧӨЛӨРДҮН КОНЦЕНТРАЦИЯЛЫК ТАРАЛЫШЫ

Баялы кызы Б., Шайкиева Н.Т., Маймеков З.К.

КОНЦЕНТРАЦИОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ И ЧАСТИЦ В РАСТВОРЕ ДИОКСИД УГЛЕРОД-ВОДА

Baialy kyzy B., N.T. Shaikieva, Z.K. Maymekov

CONCENTRATION DISTRIBUTION OF COMPONENTS, PARTICLES IN THE CARBON DIOXIDE-WATER SOLUTION

УДК: 547.022/697.64-641

Макалада көмүртектин кош кычкылынын суу менен сорулушу каралды. Суудагы көмүртектин кош кычкылынын эриши жана алардын негизиндеги суунун гидрокарбонаттык, карбонаттык абалдары белгиленди. Иштин эксперименталдык бөлүгүндө суудагы көмүртектин кош кычкылынын концентрациясын химиялык жол менен аныктоо, моделдик суудагы газдын концентрациясынын өлчөмдөрү жана анын суунун сапаттык-сандык көрсөткүчтөрүнө болгон таасири бааланды. Көмүртектин кош кычкылы - суу системасынын физика-химиялык жана термодинамикалык көрсөткүчтөрү температуранын ар кыл маанисинде эсептелди. Эритмеде көмүртектин кош кычкылынын начар эриши менен андагы аниондордун жана катиондордун өлчөмдөрүнүн өзгөрүшү белгиленди. Натыйжада, суудагы көмүртектин кош кычкылынын концентрациясынын эритмедеги катион, аниондордун жана эриген газдардын өлчөмдөрүнө болгон таасири ачыкталды. Графиктерде: pH-CO_2, pH-T, Eh-CO_2 тибинде түзүлүп, эсептөө формулалары алынды. Алар көмүртектин кош кычкылынын суу эритмесиндеги экологиялык абалына баа берүүгө негиз болот.

***Негизги сөздөр**: суу, көмүртектин кош кычкылы, абсорбция, система, модель, тең салмактуулук, концентрация.*

В статье осуществлена экологическая оценка процесса абсорбции диоксида углерода водой. Отмечено слабое растворение газа в жидкости. Установлено изменение гидрокарбонатных и карбонатных состояний, а также кислотных свойств модельной холодной воды. В экспериментальных исследованиях определены концентрации диоксида углерода в воде кислотно-щелочным титрованием; с изменением концентрации диоксида углерода в растворе отмечено его влияние на качественно-количественные показатели воды. Показано влияние диоксида углерода на концентрационное распределение катионов (кальция, натрия, магния), анионов (сульфат, гидрокарбонат, хлорид) и растворенных газов (кислород, азот, диоксид углерод) в растворе. Построены графические зависимости типа: водородный показатель-диоксид углерод, водородный показатель-температура, окислительно-восстановительный потенциал-диоксид углерод и получены расчетные формулы. Результаты полезны для оценки экологического состояния карбоната, гидрокарбоната, диоксида углерода в водном растворе.

***Ключевые слова:** вода, диоксид углерода, абсорбция, система, модель, равновесие, концентрация.*

The article provides an environmental assessment of the process of absorption of carbon dioxide by water and the concentration distribution of components and particles in solution. Changes in the hydrocarbonate and carbonate states of model water are noted. In experimental studies, the concentration of carbon dioxide in water was determined chemically; with a change in gas concentration, its effect on the qualitative and quantitative indicators of water is noted. The effect of carbon dioxide on the concentration distribution of cations, anions and dissolved gases in solution is established. Graphical dependencies of the type: pH-CO_2, pH-T, Eh-CO_2 are constructed and calculation formulas are obtained. The results are useful for assessing the ecological state of carbon dioxide in an aqueous solution.

***Key words:** water, carbon dioxide, absorption, system, model, equilibrium, concentration.*

Кириш сөз. Көмүртектин кош кычкылынын (CO_2) пайда болушунун табигый булактарына вулкандык жарылуулар, органикалык заттардын күйүүсү жана майда жандыктардын дем алуусу кирет. Ошондой эле кээ бир ачуу жана клеткалык дем алуу процесстеринде CO_2 пайда болот [1]. Көмүр кычкыл газынын антропогендик булагын жылуулук алуу үчүн отундарды жагуу, электроэнергияны өндүрүү

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

жана автоунааларды иштетүү шарттайт. Ошондой эле көмүр кычкыл газын пайда кылуучу негизги антропогендик булак болуп өнөр-жай өндүрүштөрү саналат. Негизинен көмүр кычкыл газынын табигый булагы физикалык жана биологиялык процесстердеги тең салмактуулукту сактайт, абага бөлүнгөн көмүр кычкыл газынын бир бөлүгү деңиз сууларында эрийт жана калган бөлүгү фотосинтез процессинде бөлүнөт [2]. Сууда эриген көмүр кычкыл газы: CO_2, гидрокарбонат жана карбонат-ион түрүндө кармалат. Демек, көмүр кычкыл газы, сууга кандай жол менен берилгендигине карабастан эриген газ - CO_2 жана көмүр кислотасы H_2CO_3 түрүндө болот [3]. Көмүр кычкыл газы сууга гидробионттордун дем алуусунун натыйжасында жана атмосферадан келип түшөт. 1 литр деңиз сууларында 0,18-0,44 см^3 көмүр кычкыл газы кармалат, дистирленген сууда CO_2 0,6 мл/л [4], аккан сууларда көмүр кычкыл газынын концентрациясы 2-10 мг/л [5], жасалма көлдөрдөрдө жана саздарда 15-30 мг/л [6], көлдөрдө көмүр кычкыл газынын концентрациясы көпчүлүк бөлүгү 10-20 мг/л гиполимниондордо жайгашкан [7].

Изилдөө методдору. Суудагы эркин көмүртектин кош кычкылын өлчөмү 0,1н NaOH же Na_2CO_3 түн эритмесине индикатор катары фенолфталеинди кошуп титрлөө жолу менен аныкталды:

$$NaOH + CO_2 = NaHCO_3,$$
$$Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O = 2NaHCO_3.$$

Фенолфталеиндин түсүнүн ачык кызгылтка өзгөрүшү (pH=8,4) реакциянын аяктаганын билдирди. Стандарттык эритменинин даярдалышы: капкагы бар склянкага 200 мл дистирленген суу куюлуп, 0,5 мл 10% NaOH эритмеси кошулду; эритме аралаштырылды жана 0,2 мл суюлтулган 0,1% фенолфталеин менен аракетке келди. Мындай эритменин түсү pH=8,4 туура келет. Эритилген көмүр кислотасынын саны берилген формула менен эсептелди [8]:

$$X=\frac{W_1 N \varepsilon 1000}{W_2};$$ мг/л. W_1-NaOH же Na_2CO_3 эритмесинин титрлегенге кеткен көлөмү, мл; N_1-титранттын нормалдуулук коэффициенти; ε -CO_2нин миллиграмм-эквиваленти; W_2-титрлегенге алынган аныкталуучу эритменин көлөмү, мл.

Натыйжалар жана аларды талкуулоо. Лабораториялык шартта моделдик муздак суу алынып, ага көмүртектин кош кычкылы ар кандай өлчөмдө берилди жана ал эритме температуранын ар кыл маанисинде каралып, көмүртектин кош кычкылынын концентрациясынын суудагы эриши эсептелди. Мисалы, муздак суунун температурасы 15°C болгон шартта ага көмүртектин кош кычкылы жиберилип, газдын концентрациясынын эритмеде жогорулашы менен суудагы анион жана катиондордун, суутектик көрсөткүчтүн маанилери (сүрөт 1, табл.2) өзгөрдү.

Муздак сууда көмүртектин кош кычкылы эригенде баштапкы эритмедеги анион жана катиондор ар кандай жөнөкөй, татаал бөлүкчөлөрдү пайда кылаары белгиленди. Мисалы, Ca^{+2}, $CaCl^{+}$, Cl^{-}, HCO_3^{-}, K, Mg^{+2}, Na^{+}, NaCl, SO_4^{-2}, H^{+}, H_2O (табл. 1).

Таблица 1

Суу-көмүртектин кош кычкылы системасынын физика-химиялык жана термодинамикалык көрсөткүчтөрү. T=278,15, CO_2=0,1 моль

температура, K	278,15	G, МДж	-13,33	Eh, B	0,86
басым, МПа	0,1	H, МДж	-16,16	-	-
көлөм, м^3	0,01	S, кДж/K	3,79	pH	5,96
масса, кг	1,044	U, МДж	-16,16	иондук күч	10,00
тыгыздык, кг/м^3	189,103	Cp, кДж	1,86	TDS, мг/кг эритме	510,95

фазалардын параметрлери

фазанын аты	көлөм, м^3	молдук сан	масса, кг	тыгыздык, кг/м^3	салмактык үлүш %
суу эритмеси	3,55e-08	4,17e-09	1,55e-07	4,38e-06	1,55e-08
газ	1,84e-06	7,94e-11	2,20e-09	1,21e-09	2,20e-10
суюктук	5,31e-03	5,56e-05	1,00e-03	1,89e-07	1,00e-04
карбонат	4,30e-10	4,90e-10	4,91e-08	1,13e-04	4,89e-09
доломит	6,60e-10	4,32e-10	7,96e-08	1,20e-04	7,92e-09

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

НАУКА, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ КЫРГЫЗСТАНА, № 11, 2019

элементтердин таралышы

элемент	химиялык потенциал	мол-лук	мг/кг эритме	химиялык потенциал
Na	0,0018	1,47e+01	3,38e+05	-79612
Ca	0,0011	1,83e+00	7,32e+04	-169198
Mg	0,0005	1,42e+00	3,44e+04	-144083
C	0,1025	4,03e-11	4,84e-07	-90674
Cl	0,0007	1,06e+00	3,75e+04	-11866
S	0,0008	1,04e+01	3,34e+05	-111178
N	0,0002	0,00e+00	0,00e+00	455
K	5,58e-05	6,86e-01	2,68e+04	-86887
H	111,0194	8,79e-06	8,86e-03	-27100
O	55,71979	4,16e+01	6,66e+05	-3026

катион жана аниондордун эритмеде таралышы

компонент	gt, Мдж/моль	мол-лук	молдук сан	эритме мг/кг	log моль	kоэф. актив.	Log коэф. актив	ln актив
Эритме								
Ca^{+2}	-0,54	9,67e-01	7,87e-05	3,88e+01	-0,01	40,07	1,60	-0,28
$CaCl^{+}$	-0,67	8,60e-01	6,99e-05	6,50e+01	-0,07	6,69	0,83	-2,19
Cl^{-}	-0,13	7,15e-07	5,82e-11	2,54e-05	-6,15	1,06e+05	5,03	-6,51
HCO_3^{-}	-0,61	4,03e-11	3,28e-15	2,46e-09	-10,40	1,06e+05	4,35	-17,85
K^{+}	-0,28	6,86e-01	5,58e-05	2,68e+01	-0,16	0,31	-0,50	-5,48
Mg^{+2}	-0,44	1,42e+00	1,15e-04	3,44e+01	0,15	836,00	2,92	3,14
Na^{+}	-0,25	1,45e+01	1,18e-03	3,33e+02	1,16	1,53	0,19	-0,84
NaCl	-0,38	1,97e-01	1,60e-05	1,15e+01	-0,71	5,66	0,75	-3,83
SO_4^{-2}	-0,68	1,04e+01	8,46e-04	1,00e+00	1,02	1,03e+10	10,01	21,46
H^{+}	-0,03	8,79e-06	7,15e-10	8,86e-06	-5,06	0,05	-1,30	-18,58
H_2O	-0,24	2,23e+01	1,81e-03	3,27e-02	1,35	1,00		-0,83
газдык фаза								
CO_2	-0,40		1,44e-07	0,29	-6,84	1,00		-6,31
N_2			7,91e-05	99,62	-4,10	1,00		
O_2	-0,03		2,39e-10	0	-9,62	1,00		-12,71
H_2O	-0,24		1,18e-07	0,1	-6,93	1,00		-6,51
суюк фаза								
CO_2	-0,40		1,01e-01	0,44	-1,00	1,00		-6,31
O_2	-0,03		1,68e-04	0	-3,78	1,00		-12,71
H_2O	-0,24		5,54e+01	99,41	1,74	0,00	-2,74	-6,31
катуу фаза								
NaCl	-0,38		5,98e-04	21,37	-3,22	1,00		
$CaCO_3$	-1,13		4,90e-04	30	-3,31	1,00		
доломит	-2,15		4,32e-04	48,63	-3,37	1,00		

газдын параметрлери

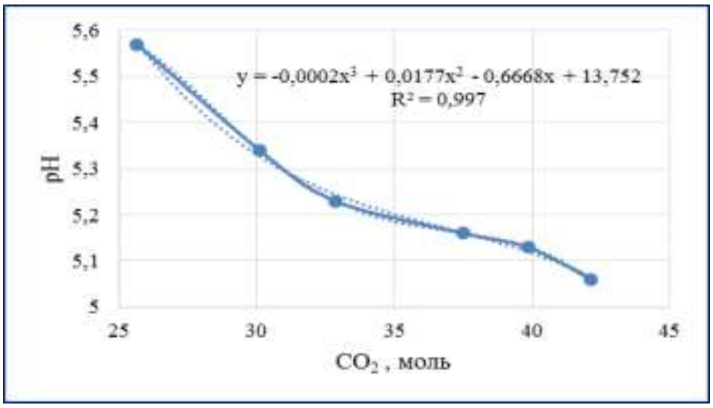
Газ	фугитив-к	log фуг.	парц. басым.	Log парц.басым.	kоэф. фуг.
CO_2	1,82e-03	-2,74e+00	1,82e-03	-2,74e+00	1
N_2	9,97e-01	-1,44e-03	9,97e-01	-1,44e-03	1
O_2	3,01e-06	-5,52e+00	3,01e-06	-5,52e+00	1
H_2O	1,51e-03	-2,82e+00	1,51e-03	-2,82e+00	1

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

Таблица 2

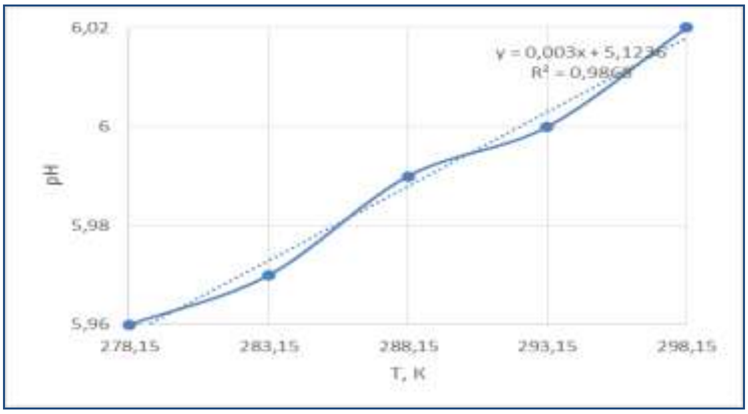
Көмүртектин кош кычкылынын pH-көрсөткүчүнө тийгизген таасири.
T=288,15K, P=0.1МПа

CO_2, мг/л	pH (T=278,15-298,15K)	CO_2, мг/л	pH T=278,15-298,15K
0,000044	6,93- 6,99	44	5,96 – 6,02
0,00044	6,93 – 6,99	440	5,01 – 5,06
0,0044	6,91 – 6,97	4400	4,79 – 4,84
0,044	6,79–6,85	44000	5,00 – 5,04
0,44	6,44 – 6,49	440000	5,39 – 5,43
4,4	5,96 – 6,02	4400000	5,64 – 5,60



1-сүрөт. Суу-көмүртектин кош кычкылы системасындагы суутектик көрсөткүчтүн газдын концентрациясынан көз карандылыгы. T = 293,15 K.

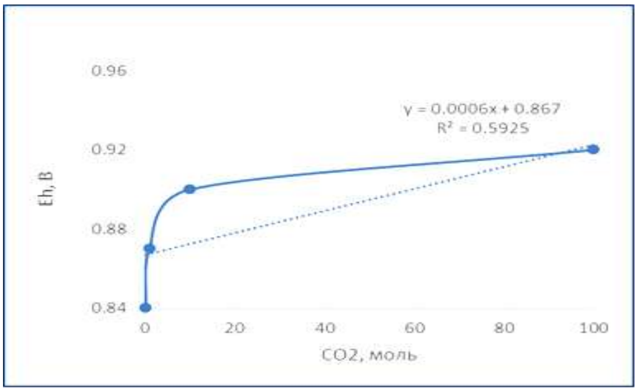
Эритмеде анион жана катиондордун концентрациялык таралышы каралган системанын физика-химиялык жана термодинамикалык маанилерин өзгөрттү, мисалы кычкылдануу-калыбына келүү потенциалы (Eh) он мааниге ээ болуп, чөйрөнүн кычкылдыгын далилдеди (2-3-сүрөттөр).



2-сүрөт. Суу-көмүртектин кош кычкылы системасынын суутектик көрсөткүчтөн жана температурадан көз карандылыгы, CO_2 = 0,1 моль.

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

НАУКА, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ КЫРГЫЗСТАНА, № 11, 2019



3-сүрөт. Суу-көмүртектин кош кычкылы системасындагы калыбына келүү жана кычкылдануу потенциялынын (Eh) көмүртектин кош кычкылынын концентрациясынан көз карандылыгы, T = 288,15 K.

Көмүртектин кош кычкылынын суудагы эриши менен эритмедеги катион-аниондорго болгон анын татаал таасири байкалды (табл. 3).

Таблица 3

Эритмедеги катион-аниондорго көмүртектин кош кычкылынын (мг/л) Таасири аниондор (мг/кг), T= 288.15K, P= 0.1 МПа

CO_2	HCO_3^-	Cl^-	CO_2	SO_4^{-2}
$44\ 10^4$	4,05e-05	1,59e-06	99,9	1,00e+00
$44\ 10^5$	2,68e-12	2,21e-07	100	1,00e+00
$44\ 10^6$	6,68e-11	2,38e-07	100	1,00e+00

Катиондор(мг/кг), T= 288.15K, P= 0.1 МПа

CO_2	$CaCl^+$	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$CaCO_3^+$
$44\ 10^4$	1,57e+01	2,68e+04	3,19e+05	6,45e+04	3,97e+04	31,37
$44\ 10^5$	2,49e+00	2,68e+04	3,15e+05	1,59e-03	6,38e+04	40,46
$44\ 10^6$	5,31e+01	2,68e+01	3,30e+02	1,01e+02	2,81e-01	16,07

Көмүртектин кош кычкылынын суудагы катион-аниондорго болгон таасири

CO_2↑	**Концентрация азаят, C↓**						
	HCO_3^-	Ca^{2+}	NaCl		-	-	-
CO_2↑	**Концентрация жогорулайт, C↑**						
	$CaCl^+$	Cl^-	Na^+	Mg^{2+}	$CaCO_3^+$	CO_2	H^+
CO_2↑	**Концентрация өзгөрбөйт, C=const**						
	K^+	SO_4^{2-}	O_2	N_2	-	-	-

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

Корутунду.

1. Көмүртектин кош кычкылы-суу системасынын физика-химиялык жана термодинамикалык көрсөткүчтөрү температуранын ар кыл маанисинде эсептелди. Эритмеде көмүртектин кош кычкылынын эриши менен андагы аниондордун жана катиондордун өлчөмдөрү өзгөрдү.

2. Графиктерде: pH-CO_2, pH-T, Eh-CO_2 көз карандылыктары түзүлүп, эсептик формулалар алынды. Бул натыйжалар көмүртектин кош кычкылынын суу эритмесиндеги экологиялык абалына баа берүүгө негиз болот.

Адабияттар:

1. Gerlach T.M. Present-day CO_2 emissions from volcanoes: Eos, Transactions, American Geophysical Union, 72 (23). - 1992. - P. 254-255.
2. Keeling R.F. and S.R. Shertz, Seasonal and interannual variations in atmospheric oxygen and implications for the global carbon cycle. Nature (358). - 1992. - P. 723-727.
3. Archer D. Fate of fossil fuel CO_2 in geologic time, J. Geophys. Res., 110, C09S05, doi:10.1029/2004JC002625. - 2005. - P.1-6.
4. Ввозная Н.Ф. Химия воды и микробиология. - М.: Высшая школа, 1979. - 340 с.
5. Зайчик А.Ш., Чурилов Л. П. Обшая патофизиология. - СПб., 2001. - 624 с.
6. Кляшторин Л.Б. Водное дыхание и кислородные потребности рыб. - М.: Легкое пищевая промышленность, 1982. - 168 с.
7. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. - Л.: Гидрометеоиздат, -1988. - 238-240 с.
8. Диоксид углерода в природных водах: Методические указания. / Составитель Кузьмина И.А. - Великий Новгород: НовГУ, 2007. - 12 с.