УДК 581.116(575.2)

ОБРАЗОВАНИЕ И РАССЕИВАНИЕ СМОГА В ГАЗОВОЙ ФАЗЕ

Самбаева Дамира Асанакуновна, *д.т.н., профессор, Кыргызский государственный университет геологии, горного дела и освоения природных ресурсов им. академика У. Асаналиева, Кыргызстан, 720001, г.Бишкек, пр. Чуй 215, e-mail: d.sambaeva@gmail.com, ORCID 0000-0002-9834-341x*

Сулайманова Айжамал Жалиловна, *студент гр.ГПЭ-1-17, Кыргызский государственный университет геологии, горного дела и освоения природных ресурсов им. академика У. Асаналиева, Кыргызстан, 720001, г.Бишкек, пр. Чуй 215, e-mail: aizhamalsulaimanova@gmail.com*

Аннотация. В статье рассмотрены источники образования кислых газов в приземном слое атмосферного воздуха. Отмечено, что кислые газы выделяются при сжигании различных видов топлив: угля, природного газа, древесины, текстильных отходов, пластмассы, листьев и автомобильных резиновых шин. Составлена физико-химическая модель смога в виде: сажа - диоксид серы - диоксид азота - диоксид углерода - вода и осуществлен расчет ее при холодной температуре воздуха (283 К), где за счет инверсии фаз образуется смесь дыма, воды и сажи, т.е. загрязненный густой воздух-смог. Установлены физико-химические и термодинамические параметры системы и

определено концентрационное распределение компонентов и частиц в газовом смоге. Расчетный водородный показатель газового смога составил 6,31, в то же время величина pH для кислых дождей, обусловленный в основном промышленной техногенной нагрузкой изменяется от 4,5 до 5.5.

Ключевые слова: вода, сажа, диоксид серы, диоксид азота, диоксид углерода, смог, воздействие, воздух, окружающая среда.

СМОГТУН ГАЗ ФАЗАСЫНДА ТҮЗҮЛҮШҮ ЖАНА ДИПЕРСИОНУ

Самбаева Дамира Асанакуновна, *т.и.д., профессор, Кыргыз мамлекеттик геология, тоо-кен өнөр жайы жана жаратылыш ресурстарын өнүктүрүү С. Академик У.Асаналиев, Кыргызстан, 720001, Бишкек шаары, Чүй пр., 215, e-mail: d.sambaeva@gmail.com, ORCID 0000-0002-9834-341x*

Сулайманова Айжамал Жалиловна, *ГПЕ-1-17 тайпасынын студенти, Кыргыз мамлекеттик геология, тоо-кен жана жаратылыш ресурстарын өнүктүрүү С. Академик У.Асаналиев, Кыргызстан, 720001, Бишкек шаары, Чүй пр.,215, e-mail: aizhamalsulaimanova@gmail.com*

Аннотация. Макалада атмосфералык абанын үстүңкү катмарындагы кислота газдарынын пайда болуу булактары жөнүндө сөз болот. Белгиленгендей, кислота газдары күйүүчү майдын ар кандай түрлөрү: көмүр, жаратылыш газы, жыгач, текстиль калдыктары, пластмассалар, жалбыректар жана автоунаалардын резина дөңгөлөктөрү күйүп жатканда чыгат. Түтүндүн физикалык-химиялык модели көө - күкүрт кычкыл газы - азоттун кычкыл газы - көмүр кычкыл газы - суу түрүндө түзүлүп, ал муздак абанын температурасында (283 К) эсептелген, ал жерде түтүн, суу жана күйөнүн фазасы пайда болот инверсия, башкача айтканда ... булганган коюу аба түтүнү. Системанын физико-химиялык жана термодинамикалык параметрлери аныкталды жана газ түтүнүндөгү компоненттердин жана бөлүкчөлөрдүн концентрациясынын бөлүштүрүлүшү аныкталды. Газ түтүнүнүн pH эсептелген мааниси 6,31 түздү, ал эми кислота жамгырынын pH көрсөткүчү, негизинен, өнөр жай техногендик жүгүнөн улам 4,5тан 5,5ке чейин өзгөрүлүп турат.

Ачкыч сөздөр: суу, көө, күкүрт кычкыл газы, азот кычкыл газы, көмүр кычкыл газы, түтүн, таасир, аба, айлана-чөйрө.

FORMATION AND DISPERSION OF SMOG IN THE GASE PHASE

Sambaeva Damira Asanakunovna*, Dr., Prof., Kyrgyz State University of Geology, Mining and Natural Resources Development named after academician U. Asanaliyev, Kyrgyzstan, 7200001, Bishkek, 215 Chui Ave., e-mail-mail: d.sambaeva@gmail.com*

Sulaimanova Aizhamal Zhalilovna*, student of group GPE-1-17, Kyrgyz State University of Geology, Mining and Natural Resources Development named after academician U. Asanaliyev, Kyrgyzstan, 7200001, Bishkek, 215 Chui Ave. e-mail: aizhamalsulaimanova@gmail.com*

Abstract. The article deals with the sources of formation of acid gases in the surface layer of atmospheric air. It is noted that acid gases are emitted when various types of fuels are burned: coal, natural gas, wood, textile waste, plastics, leaves and car rubber tires. A physicochemical model of smog was compiled in the form: of soot – sulfur dioxide – nitrogen dioxide – carbon dioxide – water and it was calculated at cold air temperature (283 K), where a mixture of smoke, water and soot is formed due to phase inversion, i.e. polluted thick air-smog. The physicochemical and thermodynamic parameters of the system and have been established and the concentration distribution of components and particles in the gas smog has been determined. The calculated pH value of gaseous smog was 6.31, at the same time, the pH value for acid rain, due mainly to industrial technogenic load, varies from 4.5 to 5.5.

Key words: water, soot, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, carbon dioxide, smog, influence, air, environment.

Введение. Известно, что в зимних условиях в жилмассивах г.Бишкека в качестве топлива используется: уголь, природный газ, древесина, в отдельном случае текстильные отходы, резина, пластмасса и опавшие листья (рис.1). При их сгорании образуются дымовые газы, и они рассеиваются в приземном слое воздуха, иногда с большим скоплением вредных газообразных и аэрозольных примесей. Такое явление происходит при существовании инверсии над источниками газопылевой эмиссии, когда более холодный газовый слой находятся под теплым, препятствуя движению воздушных масс и задерживая перенос примесей вверх. В результате вредные выбросы

сосредотачиваются под слоем инверсии, что становится главной из причин образования газового смога [1-9].

Рис.1. Источники образования дыма и смога

Методика экспериментальных исследований. Приведены источники дымовых газов, как потенциальные системы при образовании смога. Составлена физико-химическая модель смога в виде: сажа - диоксид сера - диоксид азота - диоксид углерод - вода и осуществлен расчет ее при холодной температуре воздуха (283 К) при минимуме энергии Гиббса [10]. В расчетах содержание компонентов составило в молях: SO_2 -$1\cdot10^{-5}$; CO_2 -0,001; NO_2- $1\cdot10^{-5}$; сажи - 0,1; воды - 1 кг.

Результаты и их обсуждение. В таблице 1 и 2 приведены потенциальные топливные элементы и газы, которые образуются при их сгорании.

Таблица 1

Топливные элементы

дерево	CO_2,CO, водяной пар, альдегиды, кислоты
уголь	CO_2,CO
природный газ	CO_2,CO, водяной пар
нефть	H_2S, CS_2
листья	CO, NO_2
текстильные отходы	CO_2, CO, HCN, водяной пар
автомобильные шины	полициклические, ароматические углеводороды, SO_2, H_2S

Таблица 2

Смог образующие газы при сжигании топлива

Топливо	Аэрозоли		Газовые выбросы					
	зола	сажа	CO_2	H_2O	NO_2	SO_2	NO	CO
Природный газ	–	–	+	+	+	–	+	+
Мазут	+	+	+	+	+	+	+	+
Уголь	++	+	+	+	+	+	+	+

С учетом данных таблицы 1 и 2 составлена химическая матрица смога, где содержание компонентов составило в молях: SO_2 - $1\cdot10^{-5}$; CO_2 -0,001; NO_2 - $1\cdot10^{-5}$; сажи - 0,1; воды - 1 кг. Установлены физико-химические и термодинамические параметры системы и определено концентрационное распределение компонентов и частиц в газовом смоге (табл.3).

Таблица 3

Физико-химическое моделирование системы: $C_{(к)}$ - SO_2 - NO_2 - CO_2 - H_2O (модель смога) и распределение компонентов и частиц в отдельных фазах

Температура, К	**283,15**	G, кал	-3176498	Eh, В	0,81
Давление, МПа	0,1	H, кал	-3854316	-	-
Объем, $см^3$	1043,981	S, кал/К	896.234	**pH**	**6,31**

Масса, кг	1	U, кал	-3854342	Ионная сила	10
Плотность, г/см^3	0,9579	Ср, кал	444.55	TDS, мг/кг раствора	230,14

Параметры фазы

название фазы	объем, м^3	количество молей	масса, кг	плотность, кг/м^3	вес, %
водный раствор	0.00044	2.66779e-05	0.0014	3.14245e+00	0.00014
жидкая фаза	1043.98058	5.55094e+01	1000.0417	9.57912e-01	99.99892
твердая фаза	0.00000	4.88413e-09	0.0000	0.00000e+00	0.0000

Независимые компоненты

элемент	химические компоненты	дисперсия баланса массы	моляльность	мг/кг раствора	двойной раствор	химический потенциал	log моляльность
S	1.0000e-05	7.9884e-10	1.047e+01	3.357e+05	-201.05277	-111129	1.020
C	0.0010000	9.1095e-10	1.647e-07	1.978e-03	-165.25467	-91342	-6.783
N	1.0000e-05	1.6425e-09	1.307e-10	1.830e-06	-7.10647	-3928	-9.884
Ca	0.0000999	1.6882e-09	5.318e+00	2.131e+05	-300.39938	-166042	0.726
H	111.0170699	2.2433e-07	1.030e+01	1.038e+04	-48.15007	-26614	1.013
O	55.5106749	7.9322e-0	4.187e+01	6.700e+05	-7.22703	-3995	1.622

Зависимые компоненты

компоненты и частицы	gT, МДж/моль	моляльность	количество молей	мг/кг раствора или вес, %	log моль	коэф. актив.	log коэф. актив	ln актив.
Водный раствор								
CO_2	-99332	1.9447e-08	1.8575e-14	8.5587e-07	-7.711	6.8176	0.834	-19.166
$CaCO_3$	-269368	1.4521e-07	1.3869e-13	1.4533e-05	-6.838	5.6649	0.753	-17.341
Ca^{+2}	-128268	5.3176e+00	5.0792e-06	2.1312e+02	0.726	40.0703	1.603	2.032
$CaOH^+$	-177764	1.7135e-07	1.6366e-13	9.7815e-06	-6.766	4.7492	0.677	-17.351
HSO_4^-	-172609	1.0302e+01	9.8398e-06	1.0000e+00	1.013	8.21e+03	3.915	8.016
N_2	-7856	6.3938e-11	6.1071e-17	1.7911e-09	-10.194	0.2362	-0.627	-28.246
NO_3^-	-34799	2.8111e-12	2.6850e-18	1.7430e-10	-11.551	3.70e+03	3.568	-21.711
O_2	-7989	1.4885e-10	1.4217e-16	4.7630e-09	-9.827	0.1449	-0.839	-27.890
SO_4^{-2}	-164882	1.6678e-01	1.5930e-07	1.6022e+01	-0.778	1.03e+10	10.014	17.937
H^+	-7727	2.1073e-06	2.0128e-12	2.1241e-06	-5.676	0.0500	-1.301	-19.395
H_2O	-57223	1.2144e+01	1.1599e-05	2.0897e-04	1.084	1.0000	0.000	-0.833

Жидкая фаза								
CO_2	-99332		9.05180e-04	0.00	-3.043	1.0000	0.000	-11.024
N_2	-7856		4.99917e-06	0.00	-5.301	0.9996	-0.000	-16.223
NO_2	-11917		3.90298e-18	0.00	-17.409	0.1135	-0.945	-46.277
O_2	-7989		5.01937e-06	0.00	-5.299	0.9991	-0.000	-16.220
H_2O	-57223		5.5585e+01	100.0	1.744	0.0018	-2.740	-6.309
Твердая фаза								
C	-269140		4.884132e-09	0.01	-8.311	1.0000	0.000	0.000

Параметры газа

газы	фугитивность	log фуг.	парц. давл.	log парц. давл.	log коэф. фугитивности	коэф. фугитивности
NH_3	3.5555e-64	-6.3449e+01	3.5555e-64	-6.3449e+01	0.0000e+00	1.0000
CO_2	1.6307e-05	-4.7876e+00	1.6307e-05	-4.7876e+00	0.0000e+00	1.0000
CO	1.2954e-50	-4.9888e+01	1.2954e-50	-4.9888e+01	0.0000e+00	1.0000
H_2S	1.0000e-70	-1.2361e+02	1.0000e-70	-1.2361e+02	0.0000e+00	1.0000
CH_4	1.0000e-70	-1.4658e+02	1.0000e-70	-1.4658e+02	0.0000e+00	1.0000
N_2	1.2927e-07	-6.8885e+00	1.2927e-07	-6.8885e+00	0.0000e+00	1.0000
O_2	9.0362e-08	-7.0440e+00	9.0362e-08	-7.0440e+00	0.0000e+00	1.0000
H_2O	1.5189e-03	-2.8185e+00	1.5189e-03	-2.8185e+00	0.0000e+00	1.0000
SO_2	7.1269e-39	-3.8147e+01	7.1269e-39	-3.8147e+01	0.0000e+00	1.0000

Полученные результаты показали, что расчетный водородный показатель газового смога составил 6,31, т.е. больше чем pH для кислых дождей, обусловленной в основном промышленной техногенной нагрузкой. Соответственно, с целью уменьшения воздействия газового смога на здоровье человека и на окружающую среду следует предусмотреть следующие природоохранные мероприятия: использование экологически чистых топлив; сокращение автомобильных и промышленных выбросов; внедрение экономически оправданных процессов сжигания топлива, а также предварительного выделения серы из угля, нефти и газа; глубокая переработка угля и газификация топлива; оптимизация энергетического баланса страны (закрытие мелких и устаревших котельных, установок и других агрегатов), использование альтернативных источников энергии; установление санитарно-защитных зон вокруг промышленных предприятий; внедрение нейтрализаторов выхлопных газов; увеличение доли дизельных и работающих на газообразном топливе двигателей; внедрение современных методов пыле-газоочистки дымовых и других отходящих газов с высоким КПД и максимальным использованием продуктов очистки; оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом топографии местности и розы ветров; рациональная планировка городской застройки, обеспечивающая оптимальные экологические условия для человека; организация движения транспорта с целью уменьшения выброса токсичных веществ в зонах жилой застройки.

Заключение

Составлена физико-химическая модель смога в виде: сажа - диоксид сера - диоксид азота - диоксид углерод - вода и осуществлен расчет ее при холодной температуре воздуха (283 К), где за счет инверсии фаз образуется смесь дыма, воды и сажи, т.е. загрязненный густой воздух - смог. Установлены физико-химические и термодинамические параметры системы и определено концентрационное распределение компонентов и частиц в газовом смоге. Расчетный водородный показатель газового смога составил 6,31, т.е. больше чем pH для кислых дождей, обусловленной в основном промышленной техногенной нагрузкой.

Список литературы

1. Андруз Д. Введение в химию окружающей среды: Пер. с англ./ Д.Андруз и др. – М., 1999. – 271с.
2. Бурдуков А.П., Матузов С.В./ Сжигание отходов углепереработки в котле кипящего слоя// Уголь.2012. - № 12. - С. 69-72.
3. Волынкина Е.П., Пряничников Е.В./ Снижение выбросов загрязняющих веществ на угольных котельных со слоевой системой сжигания // Теплоэнергетика. 2002. - № 5. - С. 75-77.
4. Инженерная защита окружающей среды: учебное пособие/ под ред. О.Г. Воробьева. – СПб.: Лань, 2002. – 288 с.
5. Котлер В.Р./ Ступенчатое сжигание – основной метод подавления оксидов азота на пылеугольных котлах// Теплоэнергетика. 1989. - № 8. - С.41-44.
6. Котов В.В. Исследования концентрации двуокиси азота от передвижных источников в городской среде / В.В. Котов, Н.А. Литвинова. – Текст: непосредственный // Молодой учёный. – 2018. - № 22 (208). – С.160-162.
7. Рябов Г.А., Фоломеевом О.М., Литун Д.С., Саикии Д.А., Митрюкова И.Г./ Перспективы использования технологии ЦКС при техническом перевооружении ТЭС России// Теплоэнергетика. 2009. - № 1. - С. 28-36.
8. СанПиН 2.1.6.0132 – 01. Гигиенические требования к атмосферному воздуху населённых мест. – Введ. 2001 – 10 – 01. – М.: Издательство стандартов, 2002. – 16 с.
9. Сидоренко В.Ф. О расчёте концентрации окиси углерода в воздухе автомагистралей и прилегающей жилой застройки / В.Ф. Сидоренко, Ю.Г. Фельдман // Гигиена и санитария. – 1974. - № 1. – С.7.
10. Karpov, I.K. The convex programming minimization of five thermodynamic potential other than Gibbs energy in geo-chemical modeling / I.K. Karpov, K.V. Chudnenko, D.A. Kulik, V.A. Bychinskyi //American J. Science, 2002. - V.302. P.281-311.
11. Самбаева, Д. А. Физико-химическое моделирование процесса разложения тетрахлордифенила и минимизация концентрации хлорсодержащих веществ в газовой фазе / Д. А. Самбаева // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2016. – № 3-1(39). – С. 460-466.