

МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ ДИССЕРТАЦИОННЫЙ СОВЕТ Д 02.04.234

На правах рукописи
УДК 66.074.37: 661.993 (043.3)

Султанкулов Медетбек Дыйканбаевич

**Влияние водной суспензии карбонатов в топливных эмульсиях
на процессы образования и уменьшения диоксида серы в
газовой фазе**

Специальность: 02. 00. 01- Неорганическая химия

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата химических наук

Бишкек 2005

Работа выполнена в лаборатории химии и технологии промышленной экологии Института химии и химической технологии Национальной академии наук Кыргызской Республики

Научный руководитель: чл-корр. ИА КР, доктор технических наук, профессор Маймеков З.К.

Официальные оппоненты: чл-корр. НАН КР, доктор химических наук, профессор Усубакунов М.У.

кандидат химических наук,
доцент Байдинов Т.Б.

Ведущая организация: Институт химических наук
им. А.Б. Бектурова МОН Республики
Казахстан, г. Алматы

Защита диссертации состоится «18» февраля 2005 года в 10-00 ч. на заседании Межведомственного диссертационного совета Д 02.04.234 (соучредители: ИХиХТ НАН КР и ОшГУ МОиК Кыргызской Республики) в Институте химии и химической технологии НАН Кыргызской Республики по адресу: 720071, г. Бишкек, проспект Чуй, 267.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке НАН КР (г. Бишкек, проспект Чуй, 265а)

Автореферат разослан «17» 01 2005 г.

Ученый секретарь
Межведомственного диссертационного совета,
доктор химических наук, профессор

 Джаманбаев Ж.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Исследование, проведенное на различных промышленных котлоагрегатах путем модифицирования и использования жидкого топлива в виде обратных топливных эмульсий, показало, что содержание воды в топливе от 5 до 15% не оказывало существенного влияния на концентрации диоксида серы в газовой фазе. Здесь следует отметить, что уменьшение концентрации диоксида серы в газовой фазе в случае сжигания водотопливных эмульсий составило от 2 до 7%. Данное положение объясняется тем, что источником серы в газовой фазе служит топливо, где сосредоточена основная доля сопротивления серосодержащих веществ к массопереносу. С учетом этих обстоятельств считается актуальным исследование влияния воды и водной суспензии карбонатов в топливных эмульсиях на процессы образования и уменьшения концентрации диоксида серы в газовой фазе.

Исследования выполнялись в соответствии с планом НИР Института химии и химической технологии НАН КР «Разработка физико-химических основ оптимизации процессов сжигания топлива, рекарбонизации водно-солевых систем и утилизации вторичных ресурсов» на 1996-2005 гг. (№ гос. регистрации 0000908; 0001641).

Цель работы. Уменьшение концентрации диоксида серы в газовой фазе на основе модифицирования и сжигания жидкого топлива в виде водносуспензионной топливной эмульсии с использованием при этом в качестве присадок техногенных карбонатных отходов промышленных производств.

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи исследования:

- изучение системы топливо(т,ж)- воздух, топливо(ж)-вода-воздух и определение составов и концентраций серосодержащих компонентов в газовой фазе при различных значениях температуры, количествах окислителя и воды;
- изучение системы топливо(ж)- вода-CaMg(CO₃)₂- воздух, топливо(ж)- вода-CaCO₃-воздух и определения оптимальных количеств карбонатных присадок в водотопливных эмульсиях для уменьшения концентрации диоксида серы в газовой фазе;
- разработка принципиальной технологической схемы приготовления водносуспензионной топливной эмульсии и ее апробация в промышленных котлоагрегатах типа КЕв-4/14 Теплокоммунэнерго г. Бишкек с целью осуществления природоохранных мероприятий по снижению газовых выбросов в атмосферу.

Научная новизна. Установлено, что образование конденсированной фазы в процессе горения водомазутных эмульсий обусловлено только за счет общей минерализации воды, а снижение концентрации диоксида серы в газовой фазе имело место на основе введения кальцита и доломита

в виде водной суспензии в водотопливные эмульсии. Впервые показано, что снижение концентрации диоксида серы в газовой фазе эффективно при наличии 6 г минеральных добавок в 100 г водомазутных эмульсий. Отмечено, что в случае применения кальцита концентрация диоксида серы в газовой фазе снижается более полно из-за высокой температуры разложения сульфата кальция по сравнению с $MgSO_4$.

Практическое значение и реализация результатов работы.

Использование и сжигание водносуспензионной топливной эмульсии в промышленных котлоагрегатах типа КЕВ-4/14 Теплокоммунэнерго г.Бишкек позволило снизить концентрацию диоксида серы в газовой фазе до 80% (акт опытно-промышленных испытаний от 14.01.1999 г.).

Основные положения, выносимые на защиту:

- составы и концентрации серосодержащих компонентов газовой и конденсированных фаз, образующихся в системах топливо(т)-воздух, топливо(ж)-воздух, топливо(ж)-вода-воздух, топливо(ж)-вода- $CaMg(CO_3)_2$ -воздух, топливо(ж)-вода- $CaCO_3$ -воздух при различных значениях температуры, количества окислителя, воды и карбонатных присадок;
- расчетные формулы по определению водородного показателя раствора и концентрации серосодержащих компонентов в газовой фазе;
- экспериментальные данные по абсорбции диоксида серы каплями воды при противоточном режиме взаимодействия газо-жидкостных потоков и показатели природоохранных мероприятий по снижению содержания газовых выбросов, в том числе диоксида серы в приземном слое атмосферы.

Личный вклад соискателя заключается в исследовании гетерогенных сложных топливных систем, получении и анализе расчетных и экспериментальных данных, осуществлении экологических оценок по снижению концентрации диоксида серы в газовой фазе в процессе использования и сжигания водносуспензионных топливных эмульсий.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы доложены на международных научно-технических конференциях: «Геология и горно-технические процессы» (Бишкек, 1999), «Наука и наукоемкие горные технологии» (Бишкек, 2000), «50-летие кафедры полезных ископаемых» (Бишкек, 2001), «Современные технологии и управление качеством в образовании, науке и производстве: опыт адаптации и внедрения» (Бишкек, 2001), «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон» (Санкт-Петербург, 2002).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 10 научных статей, получен акт опытно-промышленных испытаний.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из условных обозначений, введения, 3 глав, выводов, библиография содержит 243 наименования. Работа изложена на 115 страницах машинописного текста,

включает 15 таблиц и 24 рисунка. Приложение содержит акт опытно-промышленных испытаний.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В настоящее время наиболее сложную научно-техническую проблему представляют собой работы, посвященные снижению и лимитированию выбросов оксидов серы в окружающую среду. Известен ряд методов улавливания, нейтрализации и сероочистки, однако пока они не нашли широкого практического применения из-за малой эффективности технологического оборудования. С учетом этих обстоятельств в данной диссертационной работе изучены химические аспекты модифицирования топочного мазута на основе сточной воды и водной суспензии кальцита и доломита с целью радикального снижения концентрации диоксида серы в газовой фазе. Принимая во внимание наличие значительных количеств солей кальция и магния в кондиционной части топлива, особенно угля, сначала были выбраны и изучены системы твердое топливо-воздух, а затем топливо(ж)-вода-воздух, топливо(ж)-вода- $CaMg(CO_3)_2$ -воздух и топливо(ж)-вода- $CaCO_3$ -воздух.

I. Изучение системы топливо(т)-воздух и определение концентрации серосодержащих компонентов в газовой фазе

Процессы окисления твердого топлива ((в %): С (63-79), N (0,8-1), S (1,7-4), Н-О (16,1-33,5)) изучены в пределах изменения избытка окислителя от 1,1 до 1,5 и температуры от 800 до 1000 °С. Получены расчетные уравнения для определения концентрации серосодержащих компонентов в газовой фазе (моль/кг):

$$C_{SO_2} = e^{0,000725t - 0,8152\alpha - 3,1183}$$

$$C_{SO_3} = e^{-0,00782t + 0,17489\alpha + 0,786256}$$

$$C_{Na_2SO_4} = e^{0,0250t + 0,039062\alpha - 35,4786}$$

$$C_{H_2SO_4} = e^{-0,01524t - 0,57675\alpha - 1,94966}$$

$$C_{CaSO_4} = e^{-0,761462\alpha - 2,49814}$$

II. Изучение системы топливо (ж)- вода- воздух и определение концентрации серосодержащих компонентов в газовой фазе

Серосодержащие компоненты газовой фазы, образующиеся в системе топливо (ж)- вода- воздух при $C_{H_2O}=15\%$, $t = 1000-1800$ °C, $\alpha = 1,05$, $C_{м.л}=0$ представлены в виде зависимостей (C , моль/кг):

$$C_S = e^{-16,174 t^2 + 71,419 t - 92,415}$$

$$C_{SO} = e^{-8,455 t^2 + 37,2992 t - 48,884}$$

$$C_{SO_3} = e^{2,7945 t^2 - 12,084 t + 1,841}$$

$$C_{H_2SO} = e^{-8,1657 t^2 + 35,9015 t - 54,527}$$

$$C_{SOH_2} = e^{-6,1061 t^2 + 26,7238 t - 39,089}$$

$$C_{H_2SO_4} = e^{5,1052 t^2 - 22,096 t - 0,1388}$$

$$C_{SOH} = e^{-12,214 t^2 + 52,7816 t - 73,832}$$

($\alpha=1,02$)

$$C_{SH} = e^{-7,5995 t^2 + 44,3215 t - 72,163}$$

$$C_{SO_2} = e^{-0,045 t^2 + 0,1412 t - 3,3297}$$

Максимумы относительных ошибок приведенных выше эмпирических расчетных формул при использовании функций типа $e^{at+ba+c}$, e^{at^2+bt+c} не превышают $\pm 10\%$, соответственно, они могут быть использованы для прогнозирования содержания серосодержащих компонентов и активных радикалов в газовой фазе.

Из приведенных данных видно, что в дымовых газах наряду с SO_2 присутствуют в малых количествах SH , SOH , SOH_2 , H_2SO , S , SO , SO_3 и элементы конденсированной фазы типа Na_2SO_4 , $CaSO_4$, образующихся в результате взаимодействия сернистых веществ с парами воды водотопливных эмульсий, а также с раствором H_2SO_4 , конденсирующейся при более высокой температуре, чем водяные пары.

Взаимодействие серосодержащих компонентов газовой фазы, в том числе диоксида серы с водяными парами водотопливных эмульсий зависит от величины сопротивления массопереносу в сплошных и дисперсных фазах.

Поскольку диоксид серы умеренно растворим в воде, поэтому сопротивление массопереносу лимитировано в жидкой и газовой средах, что и объясняется незначительным снижением концентрации диоксида серы в дымовых газах при использовании и сжигании водомазутных эмульсий. В дальнейшем, соответственно, был изучен массообмен между диоксидом серы и водой при газо-капельном взаимодействии потоков, поскольку при взрыве водотопливных эмульсий образуются высокодисперсные капли в сплошном газовом потоке.

Результаты экспериментальных исследований по изучению абсорбции диоксида серы каплями воды в режиме противоточного взаимодействия фаз представлены в виде эмпирических зависимостей коэффициента массоотдачи от расхода жидкости и скорости газа с точностью $\pm 10\%$:

$$\beta_{жс} = 1,70 \cdot 10^3 W_{жс}^{0,181}$$

$$\beta_{жс} = 6,02 \cdot 10^3 U_r^{0,38}$$

$$\beta_p^{жс} = 3,78 \cdot 10^3 U_{SO_2}^{0,231} W_{H_2O}^{0,102}$$

Опытные параметры процесса составили: $U_r=1,05$ м/с, $\tau_k = 0,306$ с, $Y_{SO_2}=1$, $P_{SO_2}=704$ мм.рт.ст., $Re_{жс}=5297$; $Pe_{жс}=3,71 \cdot 10^8$, $Pr_{жс}=265$, $H=2,076 \cdot 10^6$ мм.рт.ст., $D_{жс}=4,6 \cdot 10^{-9}$ м²/с, $H_k=0,46$ м, $D_k=4 \cdot 10^{-3}$ м, $C_{SO_2}^0=0$, $t_{H_2O}=15$ °C, $Nu_{жс}=754-1064$.

Исследована растворимость диоксида серы в воде в пределах $t = 15-80$ °C, $W_{SO_2}=0,02 \div 0,1$ м³/час и получено расчетное уравнение для определения pH раствора с точностью $\pm 5\%$:

$$pH = 6,89 W_{SO_2}^{-0,039} t_{H_2O}^{0,091} C_{SO_2}^{-0,519}$$

Анализ полученных данных показал, что скорость массообмена в системе SO_2-H_2O зависит в основном от гидродинамических характеристик жидких капель, и в незначительной степени от скорости движения отдельных фаз. Исходя из экспериментальных и расчетных данных сделан вывод о том, что для эффективного снижения концентрации диоксида серы в газовой фазе необходимо создать турбулентный режим в самой капле, т.е. процессы эмульгирования капель воды в топливе проходят с участием частиц твердой фазы. Для этой цели рекомендована водносуспензионная топливная эмульсия, где в качестве минеральных добавок в топливе были использованы водные суспензии карбонатов щелочноземельных металлов (Ca, Mg). В таких случаях имела место хемосорбция SO_2 в системе $CaCO_3(CaMg(CO_3)_2)-H_2O$, и создана реальная предпосылка для снижения концентрации диоксида серы

в газовой фазе. Здесь следует отметить, что при сжигании мазута в топках котлов сера переходит в SO_2 , а в триоксид серы уже через окисление SO_2 -около 1,0 %. В режимах сжигания с $\alpha \leq 1$ триоксид серы практически отсутствует.

III. Изучение системы топливо (ж)- вода- $CaMg(CO_3)_2$ - воздух, топливо(ж)-вода- $CaCO_3$ -воздух и определение концентрации серосодержащих компонентов в газовой и конденсированных фазах

Составы и концентрации компонентов газовой и конденсированных фаз (моль/кг), образующихся при сжигании водносуспензионных топливных эмульсий с минеральными добавками (м.д.) типа $CaMg(CO_3)_2$ при $C_{H_2O} = 15\%$, $C_{м.д.} = 2, 4, 6$ г в 100г ВМЭ, $t = 200-1800$ °C и $\alpha = 1,05$ выражены зависимостями (рис.1, 2):

$$C_{SO} = e^{0,5 \ln t - 0,24 \cdot 10^5} / t^{-0,058} e^{C_{м.д.} \cdot -0,3 \cdot 10^{-5} t^2}$$

$$C_{SO_2} = 0,25 \cdot 10^{-7} t^2 / e^{0,058} e^{C_{м.д.} \cdot -0,3 \cdot 10^{-5} t^2}$$

$$C_{SO_3} = e^{-0,33 \cdot 10^{-4} t^2} / e^{0,058} e^{C_{м.д.} \cdot -0,3 \cdot 10^{-5} t^2}$$

$$C_{H_2SO_4} = e^{-0,019 t} / e^{0,058} e^{C_{м.д.} \cdot -0,3 \cdot 10^{-5} t^2}$$

$$C_{SOH_2} = e^{-0,128 \ln t - 0,178 \cdot 10^5} / (t e^{0,05} e^{C_{м.д.} \cdot -0,3 \cdot 10^{-5} t^2})$$

$$C_{Mg(OH)_2} = e^{0,3210^2 \ln t - 0,01 t - 0,23 \cdot 10^3} / e^{2,3 \ln(0,22 \cdot 10^5 / e^{0,25 t})}$$

$$C_{Na_2SO_4} = 0,263 \cdot 10^{-8} t.$$

При использовании в качестве присадки в топливных эмульсиях $CaCO_3$ в количествах 2, 4, 6 г в 100г ВМЭ получены следующие зависимости (C , моль/кг):

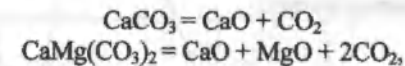
$$C_{SO_2} = e^{14,35 t^2 + 33,06 t - 0,69 C_{м.д.}^2 + 2,32 C_{м.д.} - 12,39}$$

$$C_{SO_3} = e^{-7,09 t^2 + 14,61 t + 0,69 C_{м.д.}^2 + 2,34 C_{м.д.} - 7,49}$$

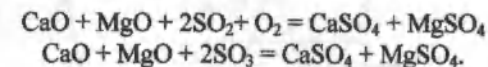
Следует заметить, что содержание катионов в воде водотопливных эмульсий (моль/л: $Ca(HCO_3)_2 - 1,83 \cdot 10^{-3}$, $CaSO_4 - 9,3 \cdot 10^{-4}$, $MgSO_4 - 3 \cdot 10^{-4}$, $NaNO_3 - 1,29 \cdot 10^{-4}$, $NaCl - 1 \cdot 10^{-3}$, $Na_2SO_4 - 8 \cdot 10^{-3}$) достаточно высокие, но они практически не оказывали заметного влияния на концентрации диоксида серы в газовой фазе. Введение доломита и кальцита в виде водной суспензии в ВМЭ привело к существенному снижению содержания SO_2 в газовой фазе. Показано, что данный процесс эффективен при соотношении 6 г минеральных добавок / 100 г ВМЭ, а меньшее количество их не позволяет значительно снизить концентрацию SO_2 в газовых выбросах (рис. 1 и 2).

Из рис. 1 и 2 видно, что в случае применения кальцита концентрация диоксида серы в газовой фазе более значительно уменьшается, поскольку температура разложения (тр) $CaSO_4$ значительно выше, по сравнению с тр сульфата магния.

Равновесные и рабочие концентрации диоксида серы в соответствующих фазах показали, что в зоне горения топливных систем происходит разложение присадки ВМЭ:



и по мере охлаждения газовой фазы имеет место образование сульфатов кальция и магния по схеме



С учетом влияния минеральных добавок на содержание диоксида серы в газовой фазе получено расчетное уравнение:

$$C_{SO_2} = 1,049 \cdot 10^{-2} \alpha^{-0,889} t^{0,132} C_{м.д.}^{-0,359}, \text{ моль / кг.}$$

Из уравнения видно, что в присутствии минеральных добавок в водомазутных эмульсиях содержание диоксида серы в газовой фазе уменьшается.

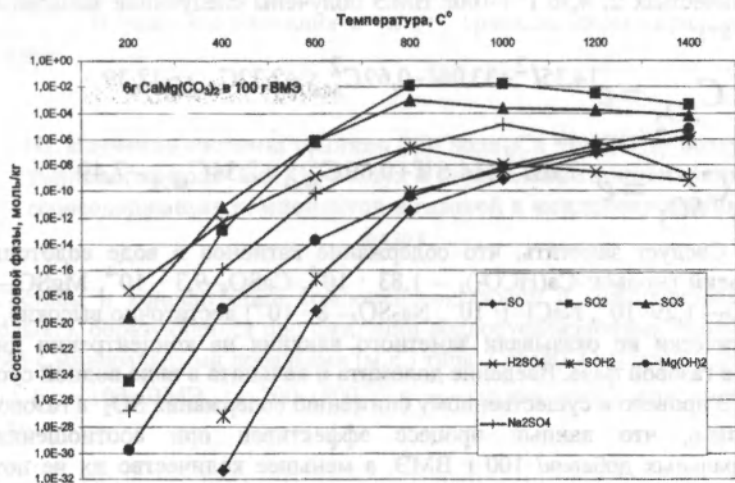


Рис.1 Зависимость концентрации компонентов газовой фазы от температуры в системе топливо (ж)- вода -CaMg(CO₃)₂-воздух

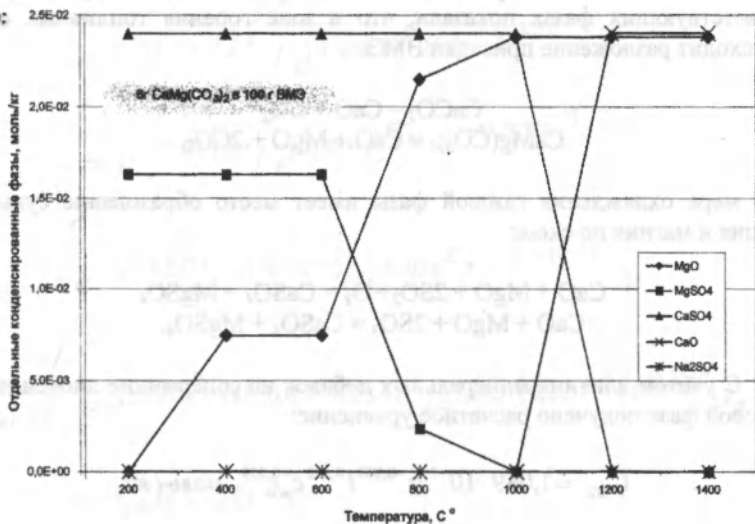


Рис.2 Зависимость концентрации компонентов конденсированной фазы от температуры в системе топливо (ж)- вода -CaMg(CO₃)₂-воздух

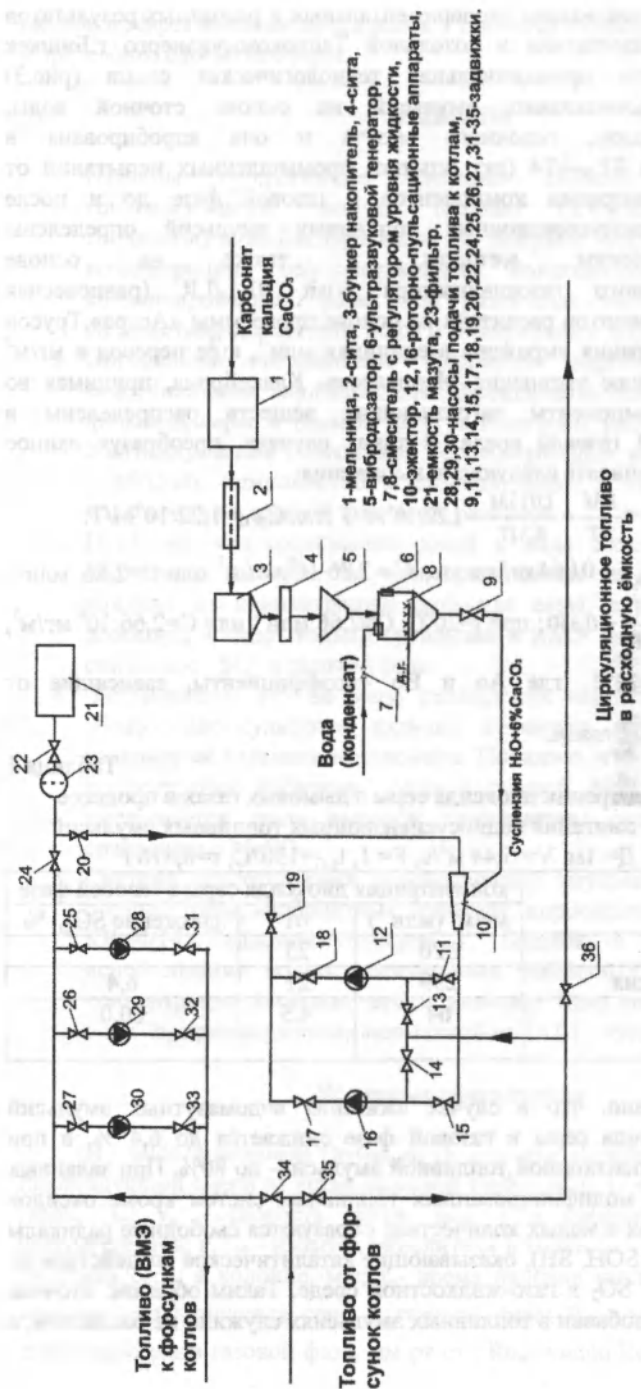


Рис.3. Принципиальная технологическая схема приготовления и использования водносуспензионно й топливной эмульсии в котлоагрегатах КЕв-4/14

Практическая реализация экспериментальных и расчетных результатов данной работы осуществлена в котельной Теплокоммунэнерго г.Бишкек (табл.1). Разработана принципиальная технологическая схема (рис.3) приготовления водотопливных эмульсий на основе сточной воды, карбонатных присадок, топчного мазута и она апробирована в котлоагрегатах типа КЕВ-4/14 (акт опытно-промышленных испытаний от 14.01.1999г). Концентрации компонентов в газовой фазе до и после использования водносуспензионных топливных эмульсий определены линейно-калористическим методом, а также на основе мультифункционального газоанализатора Visit 01-L/LR (равновесная концентрация компонентов рассчитана на основе программы «Астра», Трусов Б.Г. и др.); концентрация выражена в единицах млн⁻¹, а ее перевод в мг/м³ осуществлен на основе уравнения Менделеева-Клапейрона, принимая во внимание, что компоненты загрязняющих веществ распределены в стратифицированной газовой среде. В таких случаях, преобразуя данное уравнение, можно написать следующие выражения:

$$PV = \frac{m}{M} RT; \rho = \frac{PM}{RT} = \frac{1,013M}{8,31T} = 1,22 \cdot 10^4 M/T, \text{ т.е. } C_{\text{SO}_2} = 1,22 \cdot 10^4 M/T.$$

При $t=0^\circ\text{C}$, $M_{\text{SO}_2} = 0,064 \text{ кг/кмоль}$, $C = 2,86 \cdot 10^6 \text{ мг/м}^3$ или $C = 2,86 \text{ млн}^{-1}$, т.е. $A_0 = 2,86$; $B_0 = \frac{1}{A_0} = 0,350$; при $t=20^\circ\text{C}$, $C = 2,66 \text{ млн}^{-1}$ или $C = 2,66 \cdot 10^6 \text{ мг/м}^3$, $A_{20} = 2,66$, $B_{20} = \frac{1}{A_{20}} = 0,376$, где A_0 и B_0 – коэффициенты, зависящие от температуры дымовых газов.

Таблица 1

Снижение концентрации диоксида серы в дымовых газах в процессе использования и сжигания водносуспензионных топливных эмульсий
 $H = 25 \text{ м}$, $D = 1 \text{ м}$, $V = 5,44 \text{ м}^3/\text{с}$, $F = 1$, $t_{\text{д.г.}} = 130^\circ\text{C}$, $\tau = 0,416 \text{ г}$

топливо	концентрация диоксида серы в газовой фазе		
	мг/м ³ (млн ⁻¹)	т/г	снижение SO ₂ , %
мазут	320	23	-
водомазутная эмульсия	299	21	6,4
водносуспензионная топливная эмульсия	64	4,5	80,0

Из табл.2 видно, что в случае сжигания водомазутных эмульсий концентрация диоксида серы в газовой фазе снижается до 6,4 %, а при окислении водносуспензионной топливной эмульсии – до 80%. При заданных режимах окисления модифицированных топливных систем кроме оксидов серы в дымовых газах в малых количествах образуются свободные радикалы (S, SO, H₂SO, SOH₂, SOH, SH), оказывающие каталитическое воздействие на процессы конверсии SO₂ в газо-жидкостной среде. Таким образом, сточная вода и карбонатные добавки в топливных эмульсиях служили не балластом, а

являлись эффективными присадками в процессе снижения газовых выбросов в приземном слое атмосферы.

ВЫВОДЫ

1. Изучены гетерогенные сложные системы топливо(т)-воздух, топливо(ж)-вода-воздух, топливо (ж)-вода-CaMg(CO₃)₂-воздух, топливо(ж)-вода-CaCO₃-воздух и впервые определены составы и концентрации серосодержащих компонентов в газовой и конденсированных фазах при различных значениях температуры, количествах окислителя, воды и минеральных добавок.
2. Определены оптимальные количества карбонатных присадок в водотопливных эмульсиях для эффективного снижения концентрации диоксида серы в газовой фазе и получены расчетные формулы для прогнозирования содержания серосодержащих активных радикалов и отдельных компонентов в газовой фазе, а также коэффициентов массоотдачи в жидкой фазе и pH раствора.
3. Показано, что содержание солей в воде водотопливных эмульсий достаточно высокое, но они практически не оказывали заметного влияния на концентрацию диоксида серы, а введение кальцита и доломита в виде водной суспензии в ВМЭ привело к эффективному снижению SO₂ в газовой фазе.
4. Установлено, что по мере охлаждения газовой фазы имеет место образование сульфатов кальция и магния, обусловленное за счет разложения кальцита и доломита. Показано, что в присутствии CaSO₄ концентрация диоксида серы в газовой фазе более значительно уменьшается из-за высокой температуры разложения CaSO₄ по сравнению с MgSO₄.
5. Система приготовления водотопливных эмульсий на основе мазута, сточной воды, карбонатных присадок апробирована в котельной типа КЕВ-4/14 Теплокоммунэнерго г. Бишкек и показано, что при использовании водносуспензионных топливных эмульсий снижение концентрации диоксида серы в дымовых газах составило до 80 % (акт опытно-промышленных испытаний от 14.01.1999г.).

Условные обозначения

H - высота дымовой трубы, м; D - диаметр дымовой трубы, м; v - объем газоздушной смеси из устья дымовой трубы, м³/с; t - температура дымовых газов, °C; $v_{\text{в}}$ - скорость ветра, м/с; τ - продолжительность работы котлоагрегатов, г; α - избыток окислителя в топке (α - фактор); $U_{\text{г}}$ - скорость диоксида серы в колонне, м/с; $\tau_{\text{к}}$ - время падения капли в колонне, с; V_{SO_2} - мольная доля диоксида серы в газовой фазе; P_{SO_2} - парциальное давление диоксида серы в газовой фазе, мм рт.ст.; $Re_{\text{ж}}$ - число Рейнольдса; $Re_{\text{ж}}$ - число

Пекле; $R_{гж}$ - число Прандтля ; $Nu_{ж}$ - число Нуссельта; N -коэффициент Генри, мм.рт.ст.; $D_{ж}$ -коэффициент диффузии, m^2/c ; $H_{ж}$ - высота колонны, м; $D_{ж}$ - диаметр колонны, м; C_{so}^0 - начальная концентрация диоксида серы в жидкой фазе, $кг/м^3$; $t_{в,о}$ - температура воды, $^{\circ}C$; $W_{ж}$ -весовой расход воды, $кг/ч$; ΣC - суммарная концентрация диоксида серы, $кг/м^3$; C_s -концентрация серы в топливе, %; C_T^* - концентрация диоксида серы во время полета капли в колонне, $кг/м^3$; C^* - равновесная концентрация диоксида серы в колонне, $кг/м^3$; $\beta_{ж}^0$ - экспериментальный коэффициент массоотдачи в жидкой фазе, $м/с$; $\beta_{ж}^*$ - расчетный коэффициент массоотдачи в жидкой фазе, $м/с$; Q_{so} - объемный расход диоксида серы в колонне, $м^3/ч$; C_{so} - рабочая концентрация диоксида серы в колонне, $г/л$; $p_{H_{жк}}$ - экспериментальный водородный показатель раствора; T - абсолютная температура, K ; W_{so} - весовой расход диоксида серы, $кг/ч$; ВТЭ- водотопливная эмульсия; ВМЭ- водомазутная эмульсия; г- газовый; т- твердый; ж- жидкий; е- основание натурального логарифма; м.д.- минеральные добавки; д.г.- дымовые газы.

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в следующих работах:

1. Маймекоев З.К., Алдашева Ч.Б., Кебец А.П., Самбаева Д.А., Султанкулов М.Д. Сточная вода- эффективная присадка в процессе сжигания обратных топливных эмульсий// - Сб.науч.тр. КТМИ, КИМС «Геодинамика, металлогения полезных ископаемых и геоэкология» - Бишкек, 1999-с.232-237.
2. Самбаева Д.А., Абдывалиев А.А., Султанов Р.К., Маймекоев З.К., Султанкулов М.Д., Маймекоев Ж.К., Молдошев А.М. Составы и концентрации компонентов газовой и конденсированных фаз, образующихся в процессе горения угля// - Мат.меж.науч.конф. «Современные технологии и управление качеством в образовании, науке и производстве: опыт, адаптации и внедрения»- Бишкек: КТУ 2001-ч.3.-с.84-88
3. Маймекоев З.К., Султанкулов М.Д. Изучение системы твердое топливо-воздух и определение серосодержащих компонентов газовой и конденсированных фаз// - Сб.науч.тр. ИХХТ НАН КР «Проблемы и перспективы развития химии и химических технологий в Кыргызстане» -Бишкек: Илим, 2002-ч.1-с.90-93.
4. Маймекоев З.К., Султанкулов М.Д. Изучение системы жидкое топливо-вода- воздух и определение серосодержащих компонентов газовой фазы.- Там же -ч.1-с.108-112.
5. Маймекоев З.К., Султанкулов М.Д. Абсорбция диоксида серы каплями воды в противоточном режиме взаимодействия фаз// - Вестник ЖАГУ(серия ест.техн.наук)-Жалал-Абад, 2003-№1-с.56-60.

6. Маймекоев З.К., Султанкулов М.Д., Ларин А.А., Маймекоев Ж.К., Самбаева Д.А. Составы и концентрации серосодержащих компонентов газовой и конденсированных фаз, образующихся при сжигании модифицированных топливных эмульсий на основе сточной воды и твердых присадок// -Сб.науч.тр.ИХХТ НАН КР «Проблемы и перспективы развития химии и химических технологий в Кыргызстане»- Бишкек: Илим, 2003-ч.2-с.205-208.
7. Маймекоев З.К., Султанкулов М.Д., Имавакунов С.Б. Снижение концентрации оксидов серы в газовой фазе на основе приготовления и сжигания водносуспензионной топливной эмульсии// -Fen Bilimleri Dergisi -КТМУ: Bişkek, 2003-N4-S.59-64.
8. Маймекоев З.К., Самбаева Д.А., Султанкулов М.Д. Технологические аспекты приготовления водомазутных эмульсий на основе сточной воды и карбонатных присадок// -Fen Bilimleri Dergisi -КТМУ: Bişkek, 2004-N5-S.105-110.
9. Султанкулов М.Д. Изучение гетерогенных топливных систем и уменьшение концентрации диоксида серы в газовой фазе// -Вестник КГНУ им.Ж.Баласагына-Бишкек: КГНУ, 2004-серия 3-вып.1-с.266-269.
10. Султанкулов М.Д. Влияние водной суспензии карбонатов в топливных эмульсиях на процессы образования и уменьшения диоксида серы в газовой фазе// -Хим.журн.Казахстана-Алматы: ИХН, 2004-№1(2)-с.35-39.

Резюме

Султанкулов Медетбек Дыйканбаевич

Отун (с)- суу эмульсиясындагы карбонаттардын күкүрттүн кош кычкылына болгон таасири
Кесибі: 02.00.01- органикалык эмес химия

Негизги сөздөр: отун, суу, эмульсия, суспензия, күкүрттүн кош кычкылы, кычкылдандыргыч, кальцит, доломит, масса алмашуу, газ, суюктук, фаза, система.

Изилдөө объектиси: отун(к)- аба, отун(с)- суу- аба, отун(с)- аба- $CaMg(CO_3)_2$ - суу, отун(с)-аба- $CaCO_3$ -суу.

Иштин максаты: өнөр жайдагы карбонат калдыктарын отун(с)- суу эмульсияларында колдонуп, газдагы күкүрттүн кош кычкылынын концентрациясын азайтуу.

Изилдөөнүн ыкмалары. ЭЭМ колдонуп, физика- химиялык моделдерди түзүү жана эсептөө; техникалык, жылуулук, физика- химиялык, термодинамикалык, дисперстик, спектралдык анализдер; отун системаларын эффективдүү колдонуунун экологиялык ыкмалары.

Аппараттар. Отун(с)-суу-карбонат-аба системасындагы пайда болгон күкүрттү кармаган заттардын составы жана концентрациясы аныкталып, формулалар алынды. Отун системалары температуранын,

кычкылдандыргычтын, суунун, минералдык кошулмалардын ар кыл өлчөмүндө изилденди. Эмульсиялар ротордук аппараттарда алынды. Аппараттын өзөгүн: консолдук насос, эмульсатор, фильтр, эжектор, бирдик көлөмдөр, вентиль, манометрлер түздү. Газды анализдөөдө иоддук титрлөө жана мультифункционалдуу аппараттар колдонулду. Эмульсия жана суспензиялардын өлчөмү седиментациялык жол менен торсиондук таразынын негизинде аныкталды. Экологиялык ыкмалар техникалык, жылуулук, механикалык, масса алмашуу параметрлердин, өндүрүштүк стандарттардын негизинде жүргүзүлүп, отун (с)- суу- карбонаттык кошулма – аба системасын колдонууда күкүрттүн кош кычкылынын концентрациясы газда 80% чейин азайуу мүмкүндүгүн көрсөттү.

Колдонуу аймагы: өнөр жайдын отун – энергетикалык тармактары.

Резюме

Султанкулов Медетбек Дыйканбаевич

Влияние водной суспензии карбонатов в топливных эмульсиях на процессы образования и уменьшения диоксида серы в газовой фазе

Специальность: 02. 00. 01 – неорганическая химия

Ключевые слова: топливо, вода, эмульсия, суспензия, диоксид серы, окислитель, кальцит, доломит, массообмен, газ, жидкость, фаза, система.

Объект исследования: топливо(т)- вода- воздух, топливо(ж)- вода-воздух, топливо(ж)-вода- $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ -воздух, топливо(ж)-вода- CaCO_3 -воздух.

Цель работы: уменьшение концентрации диоксида серы в газовой фазе на основе модифицирования и сжигания жидкого топлива в виде водносуспензионной топливной эмульсии с использованием при этом в качестве минеральных присадок техногенных карбонатных отходов промышленных производств.

Методы исследования: физико-химическое моделирование на ЭВМ, теплотехнический, физико-химический, термодинамический, дисперсный и спектральный анализ, экологическая оценка эффективности использования топливных систем с учетом экологических и производственно-хозяйственных стандартов окружающей среды.

Аппаратура: Водотопливные эмульсии получены роторно-пульсационным аппаратом, где в качестве рабочих узлов служили: консольные насосы, эмульсатор, фильтр, эжектор, вентили и манометры. Водная суспензия карбонатов в газо-жидкостной среде приготовлена на основе мельницы, сита, вибродозатора и ультразвукового генератора. Анализ газовой фазы осуществлен на основе объемного титрования и с помощью мультифункционального газоанализатора Visit 01-L/LR. Размеры частиц,

скорость осаждения эмульсии и суспензии определены седиментационным способом с использованием торсионных весов.

Область применения: топливно-энергетические комплексы промышленных производств.

Resume

Sultankulov Medetbek Dyikanbaevich

The influence of carbonates aqueous suspension in fuel emulsions on processes of formation and diminishing of sulfur dioxide in gas phase

speciality: 02.00.01 – inorganic chemistry

Key words: fuel, water, emulsion, suspension, sulfur dioxide, oxidant, calcite, dolomite, mass exchange, gas, liquid, phase, system.

Object of the research: fuel(s)-water-air, fuel(l)-water-air, fuel(l)-water- $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ -air, fuel(l)-water- CaCO_3 -air.

The purpose of the work: the decrease of concentration of sulfur dioxide in gas phase on the base of modifying and burning of liquid fuel in water-suspension emulsion form with use by this of technogenic carbonate waste of industry as mineral additives.

The methods of the research: physico-chemical modelling at ECM, heat-technical, physico-chemical, thermodynamical, disperse and spectral analysis, the estimating of effectiveness of fuel systems use with calculation of ecological and manufacture-farming environmental standards.

Apparatus: water-fuel emulsions were obtained on the base of rotor-pulsation apparatus, in which consoll pumps, emulsator, filter, ejector, valves and manometres served as working nodes. The aqueous suspension of carbonates was prepared on the base of mill, sieve, vibrodosator and ultrasound generator. The analysis of gas phase was carried out on the base of iodometric titration and with help of Visit 01-L/LR multifunctional analyzer. The particles dimensions, rate of emulsion and suspension precipitation were determined by sedimentation way by torsion balance use.

The field of using: fuel-energetical complexes of industrial manufactures.

