**Экологичность и безопасность при эксплуатации котла с топочным устройством кипящего слоя, работающим на высокозольном топливе**

экологичность котел оксид сера

Травкин Антон Сергеевич

**2009**

# Введение

При рассмотрении проекта котла или другой ВТУ необходимо рассматривать его экономичность, безопасность и безаварийность производственных процессов. Предусмотренные политикой государства в области охраны труда и экологии законы, «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 года, законом «О рациональной безопасности населения» от 09.01.1996 года, законом «Об охране окружающей природной среды» от 19.12.1991 года, направлены в первую очередь на оценку опасностей и предотвращение их.

Оценка опасностей различных производственных объектов заключается в определении возможных чрезвычайных ситуаций, разрушительных воздействий пожаров и взрывов на эти объекты, а также воздействия этих факторов на людей. Происходит оценка этих опасностей на стадии проектирования на основе нормативных требований, разработанных с учётом наихудшего варианта чрезвычайной ситуации.

Оценка экологичности происходит по нормативным документам в зависимости от воздействия объекта на окружающую среду. К примеру, в случаи рассмотрения котла таким воздействием будет выбросы вредных веществ в атмосферу.

# Поступление вредных веществ в атмосферу при сжигании в низкотемпературном слое высокозольного топлива. И пути их снижения

При традиционных методах сжигания твёрдого топлива наиболее массовыми вредными выбросами являются летучая зола с недогоревшими частицами топлива, оксиды серы, углерода и азота. Наиболее опасно сочетание в продуктах сгорания диоксида азота и серы. Кроме того, сжиганию углей может сопутствовать поступление в атмосферу микроэлементов, а также полициклических ароматических углеводородов, сажи, естественных радионуклидов и т.д.[1,2], которые в данной работе не рассматриваются, так как используется метод сжигания в низкотемпературном кипящем слое. В этом случае может быть подобранна оптимальная комбинация температурного уровня процесса, коэффициента избытка воздуха и времени пребывания частиц в слое, позволяющая избавиться от значительной части из выбросов. Потому далее рассматриваем только выбросы оксидов азота, серы и углерода.

**2.1** **Расчёт выбросов оксидов азота в атмосферу и методы их снижения**

Количество оксидов азота (в пересчёте на NO2), выбрасываемых в единицу времени (т/год, г/с), рассчитываем по формуле[3]:

МNO2 = 0.001\*B\*Qнр\*KNO2(1-β), где

В – расход топлива за рассматриваемый период времени (В = 520 г/с)

Qнр – теплота сгорания топлива (16,9 МДж)

КNO2 – параметр, характеризующий количество оксидов азота, образующихся на 1 ГДж тепла (0,027 кг/ГДж)

β – коэффициент, учитывающий степень снижения выбросов в результате применения технических решений.

МNO2 = 0,001\*520\*16,9\*0,027 = 0,24 г/с

Эффективное снижение выбросов оксидов азота (в сравнении с традиционными методами сжигания) достигается при сжигании топлива в кипящем слое при температурах слоя 950 0С. Метод дозированного впрыска воды в зону горения [1,2] является, малозатратным методом, предназначенным для подавления образования оксидов азота в топочной камере.

При этом сохраняется высокая надёжность и экономичность работы установки в случаи оптимального количества впрыска воды (около 7% от расхода топлива). Применение низкотемпературного кипящего слоя для котлов не только позволяет использовать не обогащенный уголь, но и высокозольные угли и углеотходы, позволяет уменьшить габариты топочной камеры и снизить поступление в атмосферу выбросы оксидов азота в несколько раз по сравнению с традиционными методами сжигания топлив.

**2.2** **Расчёт выбросов оксидов серы в атмосферу и методы их снижения**

Количество оксидов серы, выбрасываемых в атмосферу, рассчитаем по формуле[3]:

МSO2 = 0.02\*B\*SP\*(1-η'SO2)(1-η''SO2), где

B – расход топлива, г/с;

SP – содержание серы в топливе на рабочую массу, %;

η'SO2 – доля оксидов серы, связываемых летучей золой топлива ( при сжигании углей принимаем значение 0.1);

η''SO2 – доля оксидов серы, оседающих в золоуловителе (принимаем равной нулю);

МSO2 = 0,02\*520\*0,6\*(1-0,1) = 5,62 г/с

Образование SO2 и SO3 при сжигании зависит от содержания серы в топливе. Значительная часть серы твёрдых топлив сосредоточенна в органическом веществе, а также входит в состав горючих (сульфидных) и негорючих (сульфатных) минеральных веществ. В процессе горения все эти виды серы могут стать источниками образования оксидов серы. Поступление SO2 и SO3 в окружающую среду приводит к образованию серной кислоты (при реакции обоих этих вещества с атмосферной влагой).

Обеспечить снижение выбросов оксидов серы можно использую достаточно простые методы.

Метод подачи в кипящий слой дроблёного известняка [1,2], который связывает диоксиды серы в твёрдое нетоксичное вещество – сульфат кальция, который уже легко можно отделить от газов:

CaCO3 = CaO + CO2

CaO + SO2 + 0.5O2 = CaSO4

Данный метод известен и его эффективность доказана многочисленным применением и практикой.

В температурном диапазоне слоя от 800 до 950 0С достигается максимальное связывание серы. Это подтверждается результатами многих исследований. Степень связывания серы данным способом зависит от многих факторов: мольного соотношения Ca/S, качества (активности) известняка, размеров его частиц (так например степень превращения крупнодроблёного известняка в сульфат кальция не превышает 30%[1,2]), пористости, размеров пор. Так же для обеспечения эффективности метода необходимо обеспечить достаточное время пребывания его в слое. Тип поровой структуры (образующийся при обжиге) является во многом определяющим при выборе нужного известняка.

Второй метод разработан в Институте Горючих Ископаемых (ИГИ) и связан с осуществление процесса сжигания в кипящем слое сернистых топлив с одновременным удалением из слоя серного колчедана. Подтверждением целесообразности такого метода может служить ряд работ [2].

Третий метод, разработанный так же ИГИ, является улучшением первого. Основан он на подачу в слой водоизвестняковой смеси. Такой метод позволяет стабилизировать температуру в слое, уменьшить выбросы оксидов азота, снизить возможный унос пыли из слоя, повысить степень превращения в сульфат кальция. Твёрдый сульфат кальция имеет склонность перекрывать входную часть пор частиц известняка и препятствовать полному его использованию. Применение таких методов позволяет снизить выбросы оксидов азота, в топках с кипящим слоем, на 90% по сравнению со слоевым методом сжигания.

**2.3** **Выбросы оксидов углерода в атмосферу и методы их снижения**

Оксид углерода – горючее вещество.

Средством устранения оксидов углерода из выбросов при сжигании твёрдых топлив является правильный подбор соотношения между топливом и окислителем – коэффициент избытка воздуха для данной технологии сжигания, ликвидация локальных избытков углерода, плохого смешения его с окислителем, неблагоприятных температурных условий в кипящем слое. Так при технологии кипящего слоя, с погружёнными поверхностями нагрева непосредственно в слой, установлено, что оксид углерода исчезает из продуктов сгорания при довольно высоких значениях коэффициента избытка воздуха (α=1,3). Образовавшийся в слое оксид углерода не догорал в надслоевом пространстве вследствие снижения там температуры из-за отвода тепла ещё в зоне горения. Используемая в данной работе технология низкотемпературного кипящего слоя не предусматривает совмещения зоны горения и зоны теплосъемных поверхностей. Используемый коэффициент избытка воздуха (α=1,2) предотвращает появление оксидов углерода в продуктах сгорания.

# Тепловое излечение

Персонал ВТУ не подвергается прямой опасности для организма при соблюдении техники безопасности, санитарных норм и порядка проведения технологического процесса.

Перегрев организма возможен из-за неудовлетворительного состояния тепловой изоляции, плохой вентиляции рабочего помещения. Способствует этому плотная, рабочая одежда, высокая влажность и недостаток питьевой воды. Вследствие перегрева организма может наступить тепловой удар и расстройство центральной нервной системы.

При перегревании появляются головные боли, сонливость, головокружение, шум в ушах, повышение температуры, боли в конечностях, а затем потеря сознания. Когда появляются симптомы перегрева или тепловой удар, нужно вывести или вынести потерпевшего на свежий воздух, обеспечить свободное дыхание.

Нагрев атмосферы цеха при работе ВТУ полностью устранить невозможно, но его необходимо свести к минимуму.

Интенсивность инфракрасного излучения на рабочих местах измеряется на высоте 0,5-1,5м от пола в направлении максимального излучения от каждого источника[4]. По СН 4088-86 инфракрасное излучение делиться на три области: А (коротковолновое) – допустимая плотность потока 100 Вт/м2; В (длинноволновое) – допустимая плотность потока 120 Вт/м2; С (длинноволновое) – допустимая плотность потока 150 Вт/м2.

# Защита от воздействия электрического тока на организм человека

Электрическое оборудование цеха также представляют опасность для персонала, так как вследствие неисправности может возникнуть электрический контакт между токоведущими частями и другими металлическими элементами котла, с которыми в процессе эксплуатации может соприкасаться персонал. Ток, проходящий через тело человека, может вызвать повреждения: термические (ожоги, перегрев кровеносных сосудов), электролитическое (разрушение крови, лимфы и тканей), биологическое (судороги, полное прекращение и дыхания) и механическое (переломы, вывихи).

Для защиты человека при прикосновении к металлическим частям установки, оказавшейся под напряжением, применяют защитное заземление и зануление. Также основными мерами защиты от воздействия электрического тока являются:

защита от прикосновения к токоведущем частям (недоступное расположение, специальная изоляция);

индивидуальные защитные средства и инструменты (изолированные и измерительные штанги, клещи).

Электротехнические защитные средства изготавливаются из резины, фарфора и других изолирующих материалов с устойчивой диэлектрической характеристикой[4].

# Пожарная безопасность

Размеры материального ущерба, причиняемые пожарами в зависят от того, насколько своевременно и эффективно приняты меры по борьбе с пожарами. Особо сильные и разрушительные пожары происходят, как правило, из-за запоздалого тушения. Считается, что критическое время для прибытия пожарной команды и начала тушения составляет 15-20 минут. Для многих объектов столь длительное время слишком велико. Поэтому важным направлением в борьбе с пожарами является оснащение объекта не только системами оповещения о возгорании, но и огнетушителями, автоматическими установками пожаротушения, которые выступают в роли «первой пожарной помощи» [5,6].

В настоящее время различают следующие автоматические системы пожаротушения:

установки пенного пожаротушения;

установки газового и аэрозольного тушения;

установки парового тушения;

установки пожаротушения огнеопасных жидкостей перемешиванием;

установки водяного пожаротушения.

При внимательном подходе к пожаротушению, достаточном числе огнетушителей, правильно спроектированных и установленных системах пожарной сигнализации и пожаротушения, степень безопасности объекта достаточно высока.

Для нашего проекта рекомендуем использовать установку газового и аэрозольного пожаротушения, которые приминаются в тех случаях, когда тушение пожаров другими средствами неэффективно или недопустимо (например, множество металлических конструкций на объекте и оборудование под напряжением). Например, можно использовать огнетушащее средство, которые при распылении резко охлаждают зону горения. Так газообразный азот чаще всего применяют в комбинированных составах, он также служит для транспортирования фреона и порошковых составов к очагу пожара (так как для тушения пожара только им необходимо заполнить до 60% объёма помещения, для чего требуется слишком много азота). Или же например, огнетушащей состав «3,5», который представляет собой смесь 30% сжиженной углекислоты и 70% бромистого этила, пары которого очень интенсивно тормозят процесс горения. Из 1л. жидкого состава при нормальных условиях образуется 153л углекислого газа и 144л паров бромэтила. Состав в 3,5 раза эффективнее углекислоты (отсюда и название). Удельный расход – 0,25 кг/м3.

Однако наряду с преимуществами способ тушения газовыми средствами имеет свои недостатки. К таким недостаткам можно отнести вредность газов для здоровья персонала, поэтому при установки таких систем тушения необходимо обеспечить меры безопасности и предупредительную сигнализацию[5,6].

Стоит заметить, что соблюдение правил пожарной безопасности, технологической последовательности процессов, своевременного технического обслуживания установки сводит риск возникновения пожара к минимальному значению.

# Список литературы

1. Беляев А.А., Сжигание низкокалорийных высокозольных углей в кипящем слое. М.:Недра,1984.

2. Беляев А.А Совершенствование технологии сжигания низкозольных твёрдых топлив во взвешенном слое. Дисс. на соиск. учён, степени д.т.н.: Институт Горючих Ископаемых. М., 1997.

3. Методические указания по расчёту выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30т/час – Москва, Гидромеоиздат, 1996 – 352с.

4. Павлова Г.И. Курс лекций по «Безопасности труда в энергетике».

5. Вопросы охраны труда при работе на стационарных криогенных установках. Каралюнец А.В., Муравых А.И., Павлова А.И. под ред. Шугаева В.А. – М.: МЭИ 1989-59с.

6. Методические указания по дипломному проектированию. Проектирование автоматических установок пожаротушения. Лебедев П.А./ Под ред. Новикова С.Г. – М.: МЭИ 1989-32с.