

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема занятия:

«Определение количества загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух промышленными предприятиями»

Цель практического занятия: научиться определять количество образующихся при сжигании топлив шлаков и выбрасываемых в атмосферу аэрозолей; научиться определять количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при сжигании газообразных топлив; закрепить знания, полученные на лекционных занятиях.

Теоретическая часть

1. Очень часто превышение норм пылевых выбросов является причиной штрафных санкций, предъявляемых предприятию. Специалист в области техносферной безопасности должен уметь грамотно оценивать масштабы пылевых загрязнений, производимых предприятием.

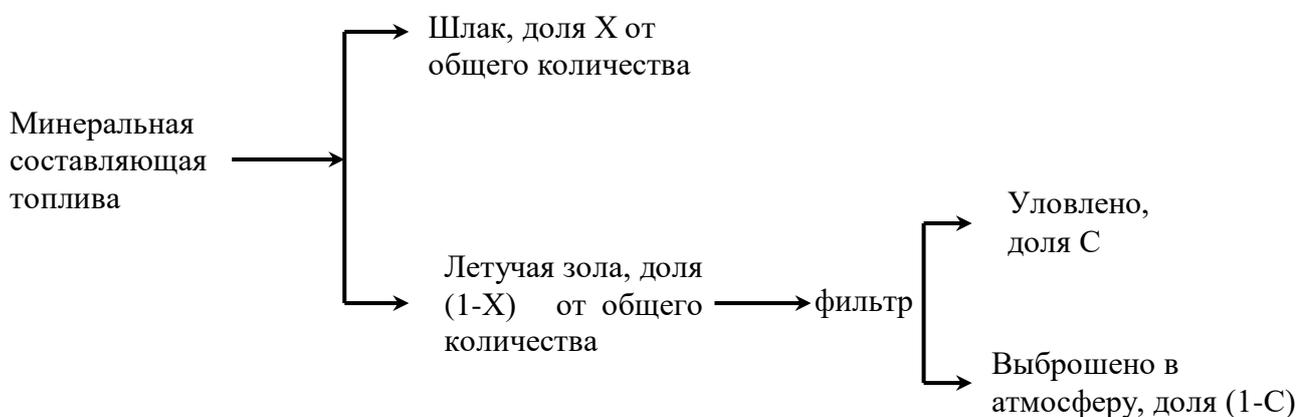
Значительное загрязнение атмосферы твердыми частицами происходит в результате работы объектов энергетики. Большие количества пылевых выбросов приходятся и на долю промышленных объектов. Пыль оказывает негативное влияние как на здоровье людей и животных, так и на флору. Оседая на поверхности листьев, пылевые частицы способны нарушать газообмен растений с окружающей средой. Придавая листьям более темную окраску, пыль приводит к более сильному нагреванию листьев на солнце и последующему усыханию растений. Кроме того, пыль является смесью разнообразных солей, которые при растворении способны проникать внутрь растения и повреждать его. По этой причине в городах ежегодно гибнет большое количество зеленых насаждений, что приводит к большому экономическому и экологическому ущербу.

Образование пылевых выбросов в значительной степени связано с наличием в составе топлива минеральной, негорючей составляющей, а также с неполным окислением молекул топлива. Особенно велика доля минеральной негорючей составляющей в твердом топливе, например, каменном угле. Количественно эта составляющая характеризуется величиной зольности топлива, которая является важным показателем его экологичности.

2. В последние десятилетия все большее внимание уделяется газообразному топливу, как наиболее экологически чистому. Оно представляет собой смесь, основными компонентами которой являются горючие газы, такие, как: метан, этан, пропан, бутан, этилен, пропилен, сероводород и другие, а также углекислый и сернистый газ. В силу хорошей смешиваемости газообразного топлива с воздухом процесс окисления идет практически до конца. Это приводит к образованию безвредных или малотоксичных продуктов. Что является большим преимуществом газообразного топлива перед жидким и твердым. Кроме того, зольность газообразного топлива, как правило, предельно низка или вообще равна нулю.

Методика выполнения работы

1. *Зольность топлива* измеряется в процентах и показывает долю минеральных примесей в единице веса топлива соответствующего вида. В зависимости от способа сжигания топлива, наличия и эффективности фильтров превращение минеральной составляющей топлива в атмосферный загрязнитель происходит по следующей схеме:



На этой схеме величина X равна той доле общего количества минеральных примесей в топливе, которые при его сжигании образуют шлаки и остаются в топке, соответственно доля $(1-X)$ превращается в летучую золу (аэрозоль) и поступает на фильтр, если он есть. На фильтре, в соответствии с его эффективностью, улавливается доля C поступившего аэрозоля и выбрасывается в открытую атмосферу доля $(1-C)$.

Расчет количеств образующихся при сжигании топлива шлаков и количеств, выбрасываемых в атмосферу аэрозолей осуществляется по следующим формулам:

$$M_{\text{шл}} = M_{\text{топ}} \cdot \frac{Z}{100} \cdot (X + C \cdot (1 - X))$$

$$M_{\text{аэроз}} = M_{\text{топ}} \cdot \frac{Z}{100} \cdot (1 - X) \cdot (1 - C)$$

где Z – зольность топлива, %.

Зольность основных видов органического топлива приведена в табл. 1.

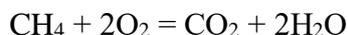
Таблица 1. Зольность основных видов органического топлива

Вид топлива	Зольность в расчете на сухую массу, Z , %
Древесина	0,6
Торф	12,5
Бурый уголь	34,0
Каменный уголь	18,0
Сланцы	50,0
Мазут	0,1

Зная величины зольности топлива, по вышеприведенным формулам можно рассчитать количества шлаков и аэрозолей, загрязняющих окружающую среду.

2. Анализ минеральных потоков веществ при сжигании газообразного топлива осуществляется на основе реакций горения основных горючих газов и метода *материального баланса*, рассмотренного ранее. Реакции горения метана, пропана и бутана, которые мы и будем рассматривать, имеют следующий вид:

Реакция горения метана:

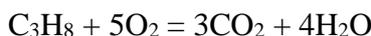


Стехиометрические соотношения:

$$16 + 64 = 44 + 36$$

$$1 + 4 = 2.75 + 2,25$$

Реакция горения пропана:

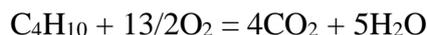


Стехиометрические соотношения:

$$44 + 160 = 132 + 72$$

$$1 + 3,64 = 3 + 1,64$$

Реакция горения бутана:



Стехиометрические соотношения:

$$58 + 208 = 176 + 90$$

$$1 + 3,58 = 3.03 + 1,55$$

Зная реакции горения и их стехиометрические соотношения, а также состав газов горючей смеси, легко рассчитать потребление кислорода и воздуха, выделение углекислого газа и паров воды и построить материальный баланс веществ при сжигании газообразного топлива. Расчетные формулы имеют следующий вид:

$$M_{\text{O}_2} = M_{\text{ТОПЛ}} \left[4 \frac{\% \text{CH}_4}{100} + 3,64 \frac{\% \text{C}_3\text{H}_8}{100} + 3,58 \frac{\% \text{C}_4\text{H}_{10}}{100} \right];$$

$$M_{\text{воздуха}} = \frac{M_{\text{O}_2}}{0,2314}$$

$$M_{\text{CO}_2} = M_{\text{ТОПЛ}} \left[2,75 \frac{\% \text{CH}_4}{100} + 3 \frac{\% \text{C}_3\text{H}_8}{100} + 3,03 \frac{\% \text{C}_4\text{H}_{10}}{100} + \frac{\% \text{CO}_2}{100} \right]$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = M_{\text{ТОПЛ}} \left[2,25 \frac{\% \text{CH}_4}{100} + 1,64 \frac{\% \text{C}_3\text{H}_8}{100} + 1,55 \frac{\% \text{C}_4\text{H}_{10}}{100} \right];$$

$$M_{\text{азота}} = M_{\text{возд}} \cdot 0,7686$$

Уравнение материального баланса в этом случае имеет следующий вид:

$$M_{\text{топл}} + M_{\text{воздуха}} = M_{\text{CO}_2} + M_{\text{H}_2\text{O}} + M_{\text{азота}}$$

Это соотношение является проверочным при выполнении контрольного задания.

Контрольное задание

1. Определить количества шлаков и аэрозолей, образующихся при сжигании 1 тыс.т.:

Вариант	Топливо	X	C	Z, %
1	Древесины	0,30	0,00	00,60
2	Торфа	0,33	0,89	12,50
3	Бурого угля	0,35	0,90	34,00
4	Каменного угля	0,33	0,97	18,00
5	Сланцев	0,30	0,95	50,00
6	Мазута	0,33	0,98	00,10

2. Построить материальный баланс веществ при сжигании 1 тыс.т. природного газа со следующим составом:

Вариант	метан, %	пропан, %	бутан, %	углекислый газ, %
1	10	30	40	20
2	20	20	40	20
3	10	30	10	50
4	50	30	10	10
5	70	20	6	4
6	65	15	15	5

Список рекомендуемой литературы:

1. Кокин А.В. Введение в новую специальность. Менеджер-эколог/ А.В. Кокин, В.Н. Кокин. М.:МГУ, 2006.
2. Коваленко В.И. Исследование рынка экологических услуг: Учеб. пособие/ В.И. Коваленко, Л.М. Кузнецов. СПб.: СПбГИЭУ, 2007.
3. Козачек А.В.. Основы инженерных исследований в экологии: Учебное пособие/ Тамбов: Изд-во Тамб. Гос. Техн. Ун-та, 2007.
4. Матвеев А. Н. Оценка воздействия на окружающую среду: Учеб. пособие/ А. Н.Матвеев, В.П. Самусенок, А.Л. Юрьев. Иркутск: Изд-во Иркут. Гос. Ун-та, 2007.