

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

### Тема занятия: «Материальный баланс веществ при сжигании основных видов топлива»

*Цель практического занятия:* познакомиться с методом построения материальных балансов; закрепить знания, полученные на лекционных занятиях.

#### Теоретическая часть

Все промышленные предприятия являются крупными потребителями энергии в различных ее формах. Для получения этой энергии необходимо сжигание определенного количества топлива. Даже если предприятие получает только электрическую энергию, топливо все равно расходуется на электростанции. В результате сжигания топлива на окружающую среду оказывается негативное воздействие в форме выбросов загрязняющих веществ.

Специалист в области техносферной безопасности должен владеть основными методами оценки воздействия предприятия на окружающую среду.

Объекты энергетики в наибольшей степени оказывают воздействие на состав атмосферы.

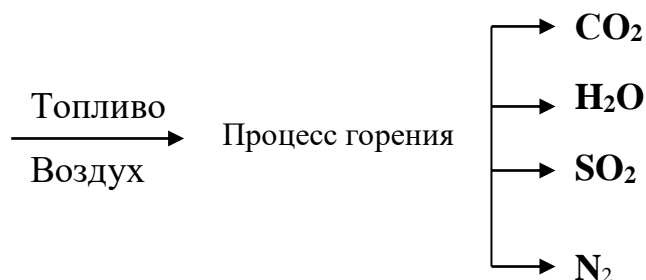
Оценивать степень воздействия предприятий на атмосферу возможно различными способами. Среди них наиболее распространены три:

- 1) определение состава атмосферного воздуха при помощи приборов;
- 2) приблизительная оценка по количествам вредных примесей, выбрасываемых в атмосферу;
- 3) биоиндикация.

Второй способ является менее точным, но не требует значительных трудозатрат на проведение исследований. Для приблизительной оценки необходимо лишь знать массу сжигаемого топлива и его химический состав.

#### Методика выполнения работы

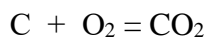
В соответствии с законом сохранения массы, суммарная масса всех продуктов сгорания топлива – загрязняющих веществ – равна массе сжигаемого топлива + масса расходуемого при сжигании воздуха.



На этой блок-схеме, описывающей потоки веществ при сжигании топлива, масса входных потоков вещества должна быть равна массе выходных потоков.

Для расчетов материальных потоков веществ при сжигании органического топлива используются реакции горения основных его компонентов: углерода, водорода и серы.

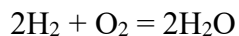
Реакция:



Стехиометрическое соотношение по весу:

$$12 + 32 = 44$$
$$1 + 2,67 = 3,67$$

Реакция:

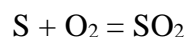


Стехиометрическое соотношение по весу:

$$4 + 32 = 36$$

$$1 + 8 = 9$$

Реакция:



Стехиометрическое соотношение по весу:

$$32 + 32 = 64$$

$$1 + 1 = 2$$

Стехиометрические соотношения по весу в вышеприведенных реакциях справедливы при любых единицах измерения, например, при сжигании 1 грамма, килограмма или тонны углерода расходуется 2,67 грамма, килограмма или тонны кислорода и выделяется 3,67 грамма, килограмма или тонны углекислого газа. Аналогичный смысл имеют стехиометрические соотношения для других элементов органического топлива, они показывают количества расходуемых и образующихся веществ при горении соответствующего элемента топлива и необходимы для построения материального баланса.

Для дальнейшего анализа материального баланса веществ при сжигании топлива необходимо знать его элементный состав. Он приведен в табл.1 для основных видов твердого и жидкого топлива.

Таблица 1. Элементный состав основных видов органического топлива.

Название топлива	Состав горючей массы, %				
	C	H	O	N	S
Древесина	51	6	42,5	0,5	0
Торф	58	6	33,0	2,5	0,5
Бурый уголь	71	7	20,4	1,0	0,6
Антрацит	90	4	3,2	1,5	1,3
Сланцы	70	8	16,0	1,0	5,0
Мазут	88	10,0	0,5	0,5	1,0

При известном элементном составе топлива материальный баланс веществ при его сжигании рассчитывается по следующим упрощенным формулам:

- 1) Массы кислорода и воздуха, необходимые при сжигании топлива ( $M_{кисл}$ ,  $M_{возд}$ )

$$M_{\text{кисл}} = M_{\text{топл}} \cdot \left( 2,67 \cdot \frac{\%C}{100} + 8 \cdot \frac{\%H}{100} + \frac{\%S}{100} - \frac{\%O}{100} \right)$$

$$M_{\text{возд}} = \frac{M_{\text{кисл}}}{0,2314},$$

где 0,2314 – доля кислорода в единице массы воздуха.

2) Массы образующихся основных продуктов сгорания:

$$M_{\text{CO}_2} = 3,67 \cdot \frac{\%C}{100} \cdot M_{\text{топл}}$$

$$M_{\text{SO}_2} = 2 \cdot \frac{\%S}{100} \cdot M_{\text{топл}}$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 9 \cdot \frac{\%H}{100} \cdot M_{\text{топл}}$$

$$M_{\text{азота}} = M_{\text{воздуха}} \cdot 0,7686 + \frac{\%N}{100} \cdot M_{\text{топл}},$$

где 0,7686 – доля азота и др. инертных газов в единице массы воздуха.

3) При правильном расчете количеств участвующих в процессе горения органического топлива веществ должно выполняться следующее балансовое соотношение:  $M_{\text{топл}} + M_{\text{возд}} = M_{\text{CO}_2} + M_{\text{H}_2\text{O}} + M_{\text{SO}_2} + M_{\text{азота}}$

Это балансовое соотношение является проверочным при выполнении задания.

### Контрольное задание

Построить материальные балансы веществ при сжигании 1 тыс.т., приведенных в табл.1 видов органического топлива.

Вариант	Вид топлива	Состав горючей массы, %				
		углерод	водород	кислород	азот	сера
1	Древесина	51	6	42,5	0,5	0
2	Торф	58	6	33,0	2,5	0,5
3	Бурый уголь	71	7	20,4	1,0	0,6
4	Антрацит	90	4,0	3,2	1,5	1,3
5	Сланцы	70	8,0	16,0	1,0	5,0
6	Мазут	88	10,0	0,5	0,5	1,0
7	Торф	56	7	34,0	2,5	0,5
8	Бурый уголь	70	8,1	20,1	1,1	0,7
9	Антрацит	88	5,0	4,2	1,5	1,3
10	Сланцы	72	6,0	17,0	1,0	4,0

### Контрольные вопросы

1. Проанализируйте, какие загрязняющие вещества поступают в атмосферный воздух при сжигании угля, нефтепродуктов, природного газа на ТЭЦ.
2. Назовите основные направления по снижению загрязнения атмосферного воздуха на ТЭЦ.
3. Какими способами возможно оценивать степень воздействия предприятий на атмосферу?