

- добавок. Автореф. канд. дисс. / Д.У. Мадаминов // Ташкент, 2007. – 25 с.
2. Ахмедов, М.А. Фосфогипс, исследование и применение / М.А. Ахмедов, Т.А. Атакузиев // Ташкент, ФАН, 1980. – С. 9-10.
3. Комар, Ю.А. Получение исследования облицовочного материала на основе вяжущего из фосфогипса и полимерных добавок. Автореф. канд. дисс. / Ю.А. Комар // М.: 1988. – 23 с
4. Иваницкий, В.В. Фосфогипс и его использование / В.В. Иваницкий // М.: Химия, 1990. – 224 с.
5. Врублевский, В.М. Водостойкий фосфогипсовый материал / В.М. Врублевский, Ю.А. Комар // Изв. вузов. Строительство и архитектура, № 8, 1975. – С. 45-47.
6. Каключин, А.В. Модифицированное гипсовое вяжущее для пресованных стеновых изделий. Автореф. канд. дисс. / А.В. Каключин // Ростов-на-Дону, 1995. 23 с.

УДК 621.3

Эркабаева Е.О. Науч. рук. Зеленухо Е.В.

Воздействие энергетического производства на атмосферный воздух

ЭФ, 3 курс

Одним из источников воздействия на окружающую среду в Республике Беларусь является энергетическое производство. Это воздействие характеризуется химическим загрязнением биосферы (выбросы и сбросы загрязняющих веществ в газообразном, жидком и твердом состоянии), тепловым загрязнением воздушного бассейна и водных объектов, физическим воздействием, а также

изъятием природных ресурсов для технологических нужд и размещения основной площадки объекта энергетики.

В данной работе проведен анализ воздействия технологического процесса производства энергии на атмосферный воздух при сжигании газообразного, жидкого и твердого топлива. На основании анализа топливно-энергетического баланса республики были выделены следующие виды топлива: природный газ, мазут (резервное топливо), древесное топливо и торфяные брикеты, как наиболее используемые. Расчеты выбросов проводились для водогрейного котла, не оборудованного системой очистки. Количество отпускаемой тепловой энергии за год во всех случаях было принято постоянным и равным 1000 Гкал. Фактический расход топлива определили с учетом теплоты сгорания газообразного, жидкого и твердого топлива. Результаты расчета расхода различных видов топлива для получения 1000 Гкал тепловой энергии представлены на рисунке 1.

В соответствии с «ТКП 17.08-01-2006(02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25 МВт» проведен расчет выбросов:

- при сжигании природного газа – углерода оксида, азота оксидов;

- при сжигании мазута, торфяных брикетов и древесного топлива - углерода оксида, азота оксидов, серы диоксида, твердых частиц.

Параметры для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании топлива приведены в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Параметры для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Наименование топлива	Теплота сгорания, МДж/кг	Среднее содержание серы в рабочей массе топлива, %	Фактическая зольность топлива на рабочую массу, %	Потери тепла, от механической неполноты сгорания топлива, %	Доля золы, уносимой газами из котла	Потери теплоты с уносом от механической неполноты сгорания топлива, %	Доля серы оксидов, связываемых летучей золой в котле
Мазут малозольный	40,39	0,85	0,04	0,1	0,05	0,02	0,02
Брикеты торфяные	16,59	0,2	9	5	0,06	2	0,25
Древесина дровяная	10,22	0,05	0,6	4	0,2	1	0,69

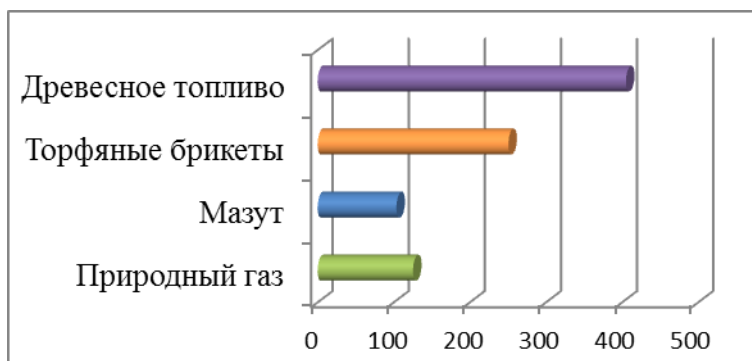
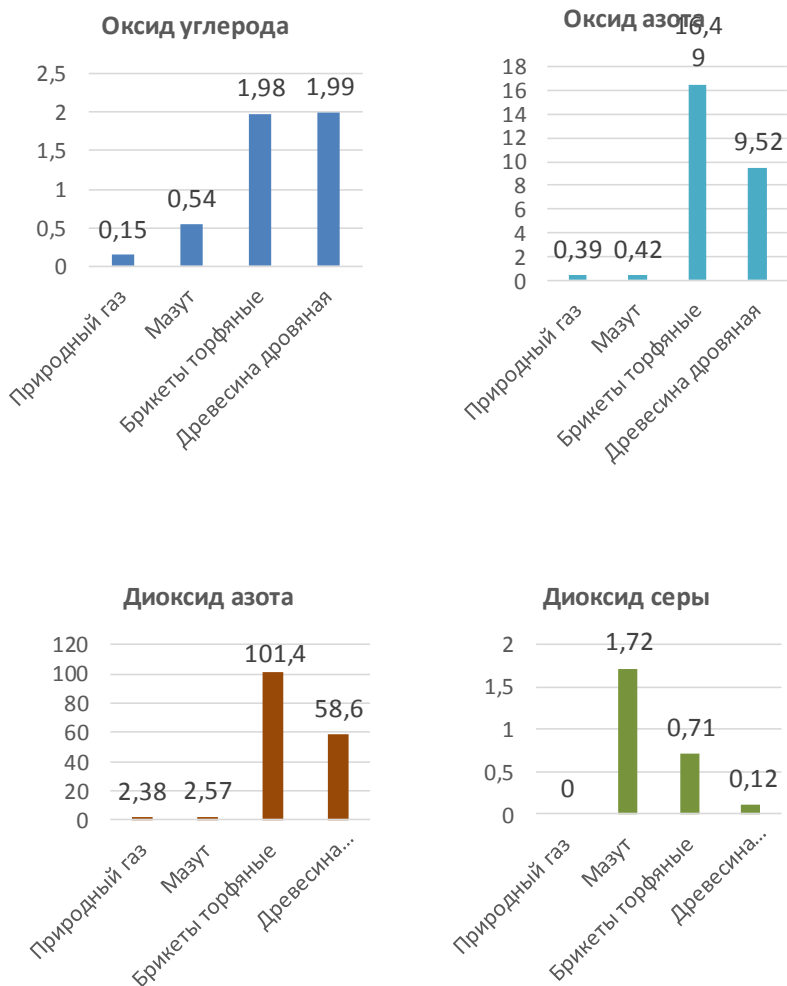


Рисунок 1 – Результаты расчета расхода различных видов топлива для получения 1000 Гкал тепловой энергии

Результаты расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании различных видов топлива представлены на рисунке 2.



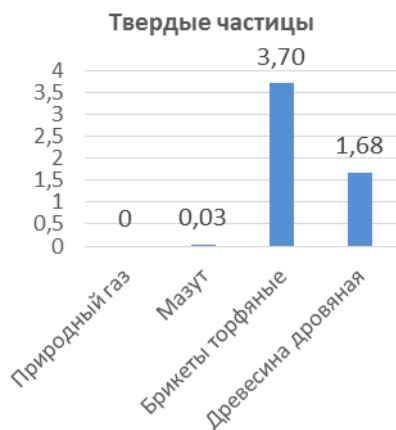


Рисунок 2 – Результаты расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании различных видов топлива, т

Сжигание топлива является также источником поступления в окружающую среду выбросов тяжелых металлов. Топливо, содержащее в своем составе тяжелые металлы, сжигается в топливосжигающих установках, в процессе чего микропримеси тяжелых металлов частично попадают в шлак, частично выбрасываются с летучей золой и газами в атмосферный воздух [2].

В настоящее время расчет выбросов тяжелых металлов при сжигании топлива производится в соответствии с ТКП 17.08-14-2011 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов тяжелых металлов». Согласно [3], к числу тяжелых металлов, которые подлежат

контролю и расчету при сжигании топлива, относятся следующие: кадмий и его соединения (в пересчете на кадмий); медь и ее соединения (в пересчете на медь); никеля оксид (в пересчете на никель); ртуть и ее соединения (в пересчете на ртуть); свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец); хрома трехвалентные соединения (в пересчете на хром трехвалентный); цинк и его соединения (в пересчете на цинк); мышьяк, неорганические соединения (в пересчете на мышьяк).

Выбросы тяжелых металлов в атмосферный воздух при сжигании топлива осуществляются преимущественно с твердыми частицами. Выбросы ртути осуществляются с твердыми частицами и в парогазовой фазе.

Выбросы тяжелых металлов при сжигании топлива зависят от:

- вида топлива;
- исходного содержания тяжелых металлов в топливе;
- условий сжигания топлива (типа и мощности установки, условий горения);
- системы очистки отходящих газов.

Выброс тяжелых металлов в атмосферный воздух определяется по одному из двух методов:

- на основании содержания тяжелых металлов в топливе;
- на основании удельных показателей выбросов тяжелых металлов при сжигании топлива.

Валовый выброс i -го тяжелого металла (т/год) при сжигании топлива в топливосжигающей установке на основании содержания тяжелых металлов в топливе определяется по следующей формуле [3]:

$$E_i^{тс} = (A_J^{тф} \cdot C_{IJ} - \frac{A_J^{тф} \cdot C_{IJ} \cdot (1 - a_y)}{(1 - a_y) + f_{ei} \cdot a_y}) \cdot R_I \cdot (1 - \eta) + A_J^{тф} \cdot C_{IJ} \cdot (1 - R_I)) \cdot 10^{-6},$$

где A_j^{tf} - расход топлива j в топливосжигающей установке, т/год (для газообразного топлива, тыс. м³/год);

C_{IJ} - содержание i -го тяжелого металла в топливе j , г/т (для газообразного топлива, г/м³);

a_y - доля золы, уносимой дымовыми газами;

f_{ei} - коэффициент обогащения летучей золы (золы уноса) тяжелым металлом;

R_i - доля i -го тяжелого металла, переходящего в золу;

η - доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях.

Среднее содержание тяжелых металлов в топливе, потребляемом в Республике Беларусь приведено в таблице 2 [3].

Содержание тяжелых металлов в топливе может различаться в зависимости от месторождения, глубины залегания и других условий.

Таблица 2 – Среднее содержание тяжелых металлов в топливе, потребляемом в Беларуси, г/т

Тип топлива	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Мазут	0,03	0,07	0,50	0,38	0,05	47,0	1,33	1,7
Природный газ	–	–	–	–	1,4 ₁₎	–	–	–
Торфяные брикеты	5,0	0,19	2,3	2,1	0,1	0,9	1,5	14,5
Дрова топливные	0,05	0,08	0,31	1,59	0,01	0,62	0,41	6,5
1) – в мкг/м ³								

Валовый выброс i -го тяжелого металла (т/год) при сжигании топлива в топливосжигающей установке на основании удельных показателей выбросов тяжелых металлов рассчитывается по формуле:

$$E_I = A_J \cdot F_{IJ} \cdot 10^{-6},$$

F_{IJ} – удельный показатель выбросов i -го тяжелого металла при сжигании топлива, г/т.

Расчет выбросов тяжелых металлов проведен на основании удельных показателей, приведенных в таблице 3 [3].

Таблица 3 – Удельные показатели выбросов тяжелых металлов, г/т (г/тыс. м³)

Топливо	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Природный газ	-	-	-	-	0,0014	-	-	-
Мазут	0,02	0,05	0,48	0,36	0,05	44,65	1,26	1,62
Брикеты торфяные	0,75	0,03	0,35	0,32	0,02	0,14	0,23	2,18
Древесина дровяная	0,008	0,01	0,05	0,24	0,002	0,09	0,06	0,98

Результаты расчета выбросов тяжелых металлов при сжигании топлива приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчета выбросов тяжелых металлов при сжигании топлива, г

Топливо	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Природный газ	-	-	-	-	0,2	-	-	-
Мазут	2,07	5,17	49,6	37,2	5,2	4616,4	130,3	167,5
Брикеты торфяные	154,2	6,17	71,9	65,8	4,1	28,8	47,3	448,2
Древесина дровяная	3,11	3,89	19,4	93,3	0,8	35,0	23,3	381,1

Анализ полученных результатов расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух показывает, что использование твердых видов топлива по сравнению с традиционными видами (газ, мазут) имеет свои положительные и отрицательные стороны:

- положительные – снижаются затраты на приобретение топлива;
- отрицательные – рассматриваемые виды топлива имеют меньшую теплотворную способность, что приводит к увеличению фактического расхода сжигаемого топлива и как следствие образованию большего количества выбросов загрязняющих веществ.

Таким образом, степень воздействия энергетического производства на атмосферный воздух зависит от вида, состава и свойств используемого органического топлива, его качества и фактического расхода, а также от типа котла, его номинальной тепловой мощности и наличия системы очистки.

Библиографический список

1. ТКП 17.08-01-2006 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25 МВт. – 49 с.
2. Басалай И.А., Зеленухо Е.В. Оценка выбросов тяжелых металлов при сжигании органического топлива / Вестник СамГУ, – 2014, №1, – с. 65-70.
3. ТКП 17.08-14-2011 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов тяжелых металлов». – 19 с.
4. Басалай И.А., Зеленухо Е.В. Мероприятия по снижению экологической нагрузки на атмосферный воздух от объектов энергетики / Вестник КузГТУ. – 2014. – №2. – С. 158-160.