

УДК 504.3+662.62+621.311

Ильченко К.Д. – д-р техн. наук, проф., НМетАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ОТ ВИДА ТВЕРДОГО ТОПЛИВА, СЖИГАЕМОГО НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ

Расчетным методом определены выбросы в атмосферу загрязняющих веществ и парниковых газов тепловыми электрическими станциями Украины, работающими на разных видах твердого топлива.

Введение

Основными источниками электрической и тепловой энергии являются атомные и тепловые электрические станции (ТЭС), причем примерно две трети электроэнергии вырабатывается на ТЭС, несмотря на то, что большая часть блоков пылеугольных станций мощностью 150 – 300 МВт физически и морально устарели.

ТЭС по степени влияния относятся к числу промышленных объектов, наиболее интенсивно воздействующих на биосферу, поэтому выработка электроэнергии на них сопряжена со значительными отрицательными воздействиями на окружающую среду [1].

На современном этапе проблема взаимодействия энергетики и окружающей среды приобрела новые черты, распространяя влияние на огромные территории, большинство рек и озер, громадные объемы атмосферы и гидросферы Земли. Еще более значительные объемы энергопотребления в обозримом будущем предопределяют дальнейшее интенсивное увеличение разнообразных воздействий на все компоненты окружающей среды в глобальных масштабах.

С ростом единичных мощностей блоков ТЭС и энергетических систем, удельных и суммарных уровней энергопотребления возникла задача ограничения загрязняющих выбросов в воздушный бассейн, а также более полного использования их естественной рассеивающей способности.

Состояние вопроса

Воздействие энергетики на окружающую среду чрезвычайно разнообразно и определяется типом энергоустановки, видом сжигаемого топлива, установленной мощностью, наличием газоочистных устройств и мероприятий по снижению вредных выбросов.

Вредные выбросы в атмосферу от электроэнергетики составляют 32,6 %, что больше, чем от металлургии (27 %) и угольной промышленности (23,1 %). ТЭС выбрасывают в атмосферу оксиды азота (NO_x), оксиды серы (SO_x), оксиды углерода (CO и CO_2), твердые частицы, тяжелые металлы и их соединения, углеводороды (CH_4 и др.), оксид азота (N_2O).

Углекислый газ, метан и оксид азота являются парниковыми газами, которые не столько влияют на здоровье человека, сколько нарушают глобальное экологическое равновесие Земли в космическом масштабе. Так, за последние 250 лет концентрация CO_2 в атмосфере увеличилась на 40 %.

Постановка задачи

В Украине работают 14 пылеугольных ТЭС общей установленной мощностью 20,8 млн. кВт, которые сжигают ежегодно 35572 тыс. т угля [2]. Современное состояние электростанций Украины следует рассматривать как критическое. Оборудование, введенное в эксплуатацию в 60 – 70-е годы и запроектированное по нормам 50-х годов прошлого столетия, отработало свой ресурс, физически и морально устарело. 76 блоков из установленных 104 (63,8 %) находятся за гранью физического износа, 17 блоков (27,8 %) вплотную приближаются к предельной границе износа, а остальные 11 блоков (8,3 %) – к расчетному износу. Характеристика ТЭС приведена в табл. 1 по состоянию на 1.01.2007 г.

Задачей данного исследования является сравнение объемов выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов, поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами, которые образуются при сжигании в котельных установках ТЭС, работающих на разных видах твердого топлива, а также потребляющих дефицитные мазут и природный газ.

В настоящее время действующее законодательство Украины не требует от предприятий системы учета выбросов парниковых газов, а между тем 4 февраля 2004 г. Верховна Рада Украины ратифицировала «Киотский протокол к рамочной конвенции ООН об изменении климата», который регламентирует механизм снижения выбросов парниковых газов, приводящих к образованию так называемого парникового эффекта, ведущего к глобальному потеплению климата на планете.

Таблица 1

Характеристика ТЭС, работающих на твердом топливе

ТЭС	Проектное топливо	Установленная мощность, МВт	Количество пылеугольных блоков, шт.× МВт
Луганская	антрацит (АШ)	1400	8×175
Старобешевская		1960	10×175, 1×210
Славянская		960	1×800, 2×80
Приднепровская		1740	4×150, 4×285
Трипольская		800	4×200
Змиевская	тощий уголь (ТР)	2122	6×175, 4×268
Криворожская		2820	10×282
Кураховская	газовый уголь (ГР)	1460	6×210, 1×200
Зуевская		1104	4×276
Запорожская		1000	4×250
Углегорская		1200	4×300
Ладыжинская		1800	6×300
Добротворская		300	2×150
Бурштынская		2100	12×175
Всего		20766	

На первом этапе реализации Киотского протокола в 2008 – 2014 годах количество выбросов парниковых газов должно уменьшиться на 5 % по сравнению с 1990 годом. Украина также должна уменьшать количество выбросов парниковых газов, так как входит в число 39 промышленно развитых стран. Чтобы протокол заработал, Украина должна создать «Национальный реестр учета количества выбросов парниковых газов», поэтому в данной работе значительное внимание уделено этому вопросу.

Методика расчета

Валовые выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов могут быть определены на основе постоянных измерений концентраций загрязняющих веществ в дымовых газах или расчетным методом по данным о расходах и составе использованного топлива и характеристикам энергетических и газоочистных установок.

Расчетные методы определения выбросов загрязняющих веществ базируются на использовании показателя эмиссии, характеризующего

массовое количество загрязняющего вещества, которое выбрасывается энергетической установкой в атмосферу с дымовыми газами, отнесенное к единице энергии, выделяющейся при сгорании топлива. Существуют обобщенный и специфический показатели эмиссии.

Обобщенный показатель эмиссии загрязняющего вещества есть средняя удельная величина выброса для определенной категории энергетических установок, определенной технологии сжигания топлива, определенного вида топлива с учетом мероприятий по снижению выброса загрязняющего вещества, но без учета конкретного химического состава топлива.

Специфический показатель эмиссии – это удельная величина выброса, которая определяется для конкретной энергетической установки с учетом индивидуальных характеристик топлива, конкретных характеристик процесса сжигания и мероприятий по снижению выбросов загрязняющего вещества. Обычно предпочтение отдается специфическому показателю эмиссии.

Обобщенный показатель эмиссии использовался при определении валовых выбросов ртути при сжигании природного газа, а также парниковых газов: оксида диазота и метана. Валовые выбросы остальных загрязняющих веществ рассчитывались с использованием специфического показателя эмиссии. Валовый выброс j -го загрязняющего вещества

$$E_{ij} = k_{ij} \cdot V_{ij} \cdot (Q_n^p)_i, \quad (1)$$

где k_{ij} – показатель эмиссии j -го загрязняющего вещества для i -го топлива, г/ГДж; V_{ij} – расход i -го топлива за промежуток времени P , т; $(Q_n^p)_i$ – низшая рабочая теплота сгорания i -го топлива, МДж/кг.

Показатели эмиссии определялись по методике [3].

Анализ полученных результатов

В табл. 2 приведены значения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для каждого вида используемого твердого топлива и в целом для всех ТЭС, характеристика которых приведена в табл. 1.

Для сравнения количества загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при сжигании различных видов твердого топлива рассчитывались удельные выбросы вредных веществ в тоннах, отнесенные к одному миллиону тонн сожженного условного топлива. Результаты расчетов удельных выбросов представлены в табл. 3.

Таблица 2

Валовые выбросы загрязняющих веществ для пылеугольных ТЭС, т

Выброс	АШ	ТР	ГР	Всего
NO _x	33247	29667	24544	87458
SO ₂	251320	297300	1101690	1650310
CO	3965	3534	4279	11778
CO ₂	26821000	22205738	33975000	83001738
Твердые частицы	39841	35519	55587	130947
Hg	1,979	1,71	1,487	5,176
As	13,768	11,899	26,755	52,422
Cr	6,638	5,736	8,936	21,310
Cu	8,360	7,225	11,359	26,944
Ni	10,325	8,929	14,091	33,345
Pb	20,1	17,370	13,305	50,775
Zn	36,132	31,227	45,076	112,435
V ₂ O ₅	1,172	1,013	0,882	3,067
N ₂ O	353	305	524	1182
CH ₄	321	280	380	981
Расход условного топлива, тыс. т	10739	9279	12781	Всего 84884699,47 т
Всего, тыс. т условного топлива	32799			

Таблица 3

Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу, т/млн. т у. т.

Наименование выброса	АШ	ТР	ГР
NO _x	3096	3197	1920
SO ₂	23403	32039	86197
CO	369	381	335
CO ₂	2497532	2393063	2658243
Твердые частицы	3710	3828	4349
Hg	0,184	0,184	0,116
As	1,282	1,282	2,093
Cr	0,618	0,618	0,699
Cu	0,778	0,779	0,889
Ni	0,961	0,962	1,102
Pb	1,872	1,872	1,041
Zn	3,365	3,365	3,527
V ₂ O ₅	0,109	0,109	0,069
N ₂ O	32,847	32,879	41,025
CH ₄	29,931	30,160	29,708

Выводы

Выполнены расчеты валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу тепловыми электрическими станциями Украины, работающими на антрацитовом штыбе, тощем рядовом и газовом рядовом углях.

Расчеты показали, что в Украине пылеугольными электростанциями сжигается 32,8 млн. т условного топлива и выбрасывается в атмосферу 84,9 млн. т загрязняющих веществ, из которых 83 млн. т (97,8 %) составляют парниковые газы. Большую часть парниковых газов составляют выбросы углекислого газа, который входит в состав продуктов сгорания любого топлива, и выбросы которого можно уменьшить только путем снижения расхода топлива.

Сравнивая выбросы от сжигания разных видов твердого топлива нужно отметить, что по выбросам тяжелых металлов, оксида диоксида азота и метана антрацитовый штыб и рядовой тощий уголь практически одинаковы.

При сжигании газового угля выделяется больше таких тяжелых металлов как мышьяк, хром, медь, никель, цинк и меньше ртути, свинца, пятиоксида ванадия и оксидов азота, чем при сжигании антрацитового штыба и тощего угля.

Выбросы оксидов серы зависят от содержания серы в исходном топливе. Из этих соображений и по результатам расчетов рассмотренные топлива выстраиваются по убыванию выбросов серы в следующий ряд: газовый уголь, тощий уголь, антрацитовый штыб.

Суммарные годовые выбросы парниковых газов составляют для газового угля 2658314 т, для антрацитового штыба – 2497525 т и для тощего угля – 2393126 т.

По выбросам оксида углерода топлива выстраиваются в убывающий ряд: тощий уголь, антрацитовый штыб, газовый уголь, а по выбросам твердых частиц: газовый уголь, тощий уголь, антрацитовый штыб.

Анализируя выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании разных видов твердого топлива, трудно отдать предпочтение какому-либо одному виду топлива. Но, тем не менее, при сжигании углей газовой группы не требуется расходовать дефицитный и дорогой природный газ, достаточно использовать мазут для воспламенения угля и подсветки факела. При этом приходится мириться с повышенными выбросами оксидов серы.

Некоторые виды тощих углей, например уголь Ровеньковской обогатительной фабрики, имеет более легкоплавкую золу, чем другие

сорта углей, что способствует хорошей работе системы жидкого шлакоудаления.

Нужно отметить, что в настоящее время практически ни одна ТЭС не работает полностью только на проектом топливе. Поставками разных видов топлива хорошего качества можно существенно снизить расход природного газа.

Список литературы

1. Охорона навколишнього природного середовища в Україні. – К.: Видавництво Раєвського, 1997. – 95 с.

2. Глухов В.В., Лисочкина Т.В., Некрасова Т.П. Экономические основы экологии: Учебник. – СПб. Специальная литература, 1997. – 304 с.

3. ОРД 34.02.305-2002. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от энергетических установок. Методика определения. – 46 с.

Рукопись поступила 01.03.2008 г.