УДК: 504.03

Вплив на оточуюче середовище теплової електростанції на деревних відходах.

Ю.В.Цюцюра,[1]І.Е.Фуртат[2].
[1]магістрант,Національний технічний університет України «Київський політехнічний Інститут», ulyc@ukr.net
[2]к.т.н., доцент, Національний технічний університет України «Київський політехнічний Інститут», i.e.furtat@gmail.com

У статті описано основні види забруднюючих викидів від теплових електростанцій на традиційному виді палива та на деревних відходах, їх вплив на оточуюче середовище. Було проведено порівняння забруднюючих речовин по рівню небезпеки.

Ключові слова: викиди, забруднення,забруднюючі речовини, природне середовище, аерозолі, біосфера, гранично допустимі концентрації, норми викидів в атмосферу, парниковий ефект, прозорість атмосфери.

Вступ: Найголовнішим показником доцільності використання нетрадиційних джерел енергії є оцінка впливу на оточуюче середовище, при його спалюванні.Через негативний вплив енергетичного виробництва, яке постійно зростає, у багатьох регіонах уже сьогодні створилася небезпечна екологічна обстановка, основними ознаками якої можна вважати таке:

1. Басейни рік, які протікають у густонаселених районах (наприклад, р.Дніпро), вийшли з природного стану і перетворилися в транспортні, енергетичні, меліоративні та каналізаційні системи.

2. Повітряний басейн забруднено газовими й аерозольними викидами (CO_2, поліциклічні ароматні вуглеводні, CO, NO_x, SO_x, зола, сажа та ін.). Усе це призводить до таких незворотних процесів, як руйнування озонового шару (існує на висоті 30 км і захищає поверхню Землі від згубного для життя космічного випромінювання); виникнення парникового ефекту (селективне поглинання триатомними газами інфрачервоного перевипромінювання від поверхні Землі в космічний простір); утворення «льодникового» ефекту (накопичення в стратосфері дрібних твердих частинок, які відбивають сонячне випромінювання і визначають «недогрів» земної кулі).

3. Викиди теплової енергії в навколишнє середовище, що є причиною теплового забруднення, призводять до зміни клімату в локальних енергонасичених районах і великих містах.

4. Забруднення ландшафту, знищення лісів, рослинності, диких тварин, плодоносного шару та ін., що впливає на безпеку життєдіяльності людей у таких місцевостях.

5. Оптичне забруднення атмосфери у великих містах у зв’язку зі складною системою поглинання, відбивання та розсіювання сонячних променів за наявності відповідних газових забруднень атмосфери.

6. Забруднення ґрунтових вод стоками ТЕС та інших промислових об’єктів.

7. Акустичне (шум), електромагнітне й електростатичне забруднення навколишнього середовища.

До забруднювальних газових і аерозольних викидів об'єктів енергетики належать викиди різного характеру, які порушують рівновагу природного середовища в локальних (місцевих), регіональних і глобальних масштабах, а також умови проживання живих організмів. Найбільш імовірні газові та аерозольні забруднювальні викиди енергетичного об'єкта наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Основні види забруднювальних викидів енергетичних об'єктів

Паливо	Аерозолі				Гази			
	Зола	Сажа	CO_2	H_2O	NO_2	SO_2	NO	CO
Природний газ	–	–	+	+	+	–	+	+
Мазут	+	+	+	+	+	+	+	+
Вугілля	++	+	+	+	+	+	+	+

У таблиці 1 використано умовні позначення, які характеризують імовірність появи тих чи інших викидів під час спалювання різних видів палива: «++» – дуже висока; «+» – висока; «–» – низька або немає.

Розглянемо схему взаємодії ТЕС (на базі конденсаційних паротурбінних установок) з навколишнім середовищем, рисунку 1.

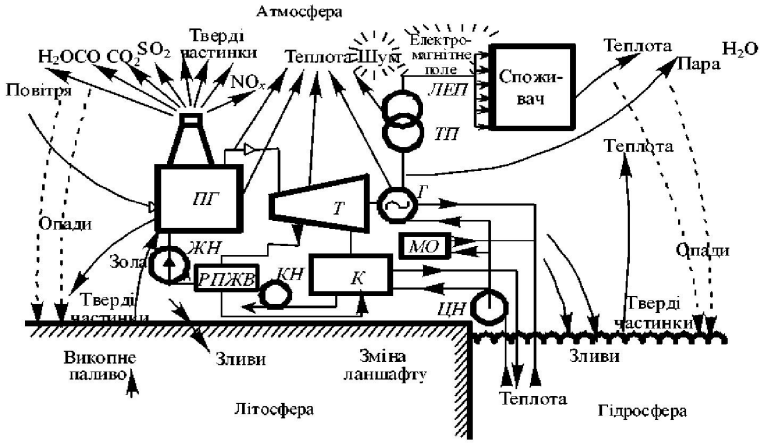

Рис. 1– Схема взаємодії ТЕС з навколишнім середовищем:

ПГ – парогенератор; Т – турбіна; К – конденсатор; ЖН, КН, ЦН – відповідно живильні, конденсатні і циркуляційні насоси; РПЖВ – регенеративний підігрів живильної води; Г – генератор електричного струму; МО – масоохолоджувач;

ТП – трансформаторна підстанція; ЛЕП – лінії електропередач

Під час спалювання рідкого і твердого палива відбуваються викиди у вигляді твердих частинок, які, потрапляючи в атмосферу, утворюють так звані аерозолі. Аерозолі можуть бути нетоксичними (зола) і токсичними, наприклад частинки вуглецю, на поверхні яких може адсорбуватися бензапірен ($C_{20}H_{12}$) – сильнодіюча канцерогенна сполука.

Газові викиди також можуть бути токсичними (NO_2, SO_2, NO, CO та ін.) і нетоксичними (CO_2 і H_2O). Усі триатомні гази (H_2O, NO_2, SO_2 і особливо CO_2) належать до «парникових газів», тому що вони характеризуються селективною поглинальною спроможністю в інфрачервоній області теплового випромінювання і сприяють утворенню парникового ефекту [1].

Як ми вже завважили, у продуктах згорання органічного палива передусім, у димових газах ТЕС, опалювально-виробничих котелень та інших промислових і транспортних об'єктів міститься велика кількість шкідливих для довкілля токсичних речовин. Під час роботи теплоенергетичних установок питомі (таблиця 2) і валові (таблиця 3) об'єми цих викидів залежать від типу палива і потужності об'єкта (останнє стосується тільки валових викидів).

Таблиця2

Питомі показники забруднення атмосфери (г/кВт·г) від згорання органічного палива за даними Міжнародного інституту прикладного системного аналізу

Викиди	Вид палива			
	кам'яне вугілля	буре вугілля	мазут	природний газ
SO_2	6,0	7,7	7,4	0,002
Оксиди азоту	21,0	3,4	2,4	1,9
Тверді частинки	1,4	2,7	0,7	-
Фтористі сполуки	0,05	1,11	0,004	-

Таблиця 3

Валові викиди (млн кг/рік) і витрата палива ТЕСпотужністю 1 000 МВт

Викиди	Вид та річна витрата палива		
	природний газ ($1{,}9*10^9 м^3$)	мазут ($1{,}57\cdot10^6$ т)	Вугілля ($2{,}3\cdot10^6$ т)
SO	0,012	52,7	139,0
NO	12,0	22,0	21,0
CO	Незначне	0,08	0,1
Тверді частинки	0,46	0,73	4,49
Гідрокарбонати	Незначне	0,67	0,52

Сукупний вплив газових і аерозольних викидів енергетичних об'єктів може призвести до появи різних шкідливих екологічних ефектів, зокрема кризових ситуацій у біосфері. До останніх належать: погіршення прозорості атмосфери (локальний і регіональний характер), утворення опадів і кислотних дощів (локальний і регіональний характер), парниковий ефект (регіональний і глобальний характер).

Погіршення прозорості атмосфери і фотохімічний смог**.** Прозорість атмосфери, установлену візуальними спостереженнями, у метеорології визначають параметром, що називають «дальність бачення». Дальність бачення являє собою максимальну відстань у заданому напрямку, на якому неозброєним оком у денний час ще можна побачити і розрізнити рельєфний темний предмет, який знаходиться над лінією обрію.

Наявність в атмосфері звичайних для промислових міст аерозолей, діоксидів вуглецю, сірки і азоту в сполученні з підвищеною вологістю зменшує дальність бачення, що знижує на 20–50 % кількість сонячних днів (порівняно із сільськогосподарськими районами), зменшує інтенсивність ультрафіолетового випромінювання (наприклад, у Парижі на 25– 30 %, Берліні на 17–23 % порівняно з прилеглими сільськогосподарськими районами). Усе це порушує рух і спричиняє аварії автомобільного, морського і повітряного транспорту, знижує врожайність сільськогосподарських культур і змінює мікроклімат.

Основні забруднювачі, які впливають на прозорість атмосфери:

– викиди, що містять пил, дим, сажу та інші тверді частинки, які позначаються як загальна кількість аерозолю (ЗКА);

– SO_2 та інші газоподібні сполуки сірки, які з високою швидкістю реагують в атмосфері, створюючи сполуки сульфату і сірчаної кислоти, що знаходяться у вигляді аерозолю;

– NO і NO_2, які реагують, утворюючи нітрат і HNO_3 у вигляді частинок, які входять до складу аерозолю (за певних умов червоно-бурий колір NO_2 може стати причиною зміни кольору димових викидів і появи бурої димки в міських районах);

– фотохімічне забруднення повітря, пов’язане з утворенням у результаті фотохімічних реакцій шкідливих аерозолей з частинками субмікрометрових розмірів.

Природа впливу відносної вологості складніша, оскільки вона пов’язана з хімічним впливом на матеріал частинок, наявних в атмосфері. Багато забруднювальних матеріалів, а також частинок природних аерозолів гігроскопічні: вони поглинають воду, збільшуючись у розмірах, починаючи виявляти гігроскопічні властивості і розм’якшуватися при відносній вологості 70–80 %. У результаті з частинок може виникнути щільна димка ще до того, як відбудеться повне насичення з утворенням справжнього туману або водяних крапель.

Діоксид азоту NO_2 за наявності в атмосфері вуглеводів C_xH_y у визначених погодних умовах може стати джерелом ще однієї кризової екологічної ситуації, яку називають «смогом». Природа цього явища полягає в тому , що від ультрафіолетового опромінення діоксиду азоту в атмосфері перебігають хімічні реакції з утворенням оксиду азоту NO і озону O_3.Надлишковий уміст у повітрі оксиду азоту може ініціювати процес розкладання озону.

За наявності в атмосфері вуглеводнів C_xH_y відбувається їх окиснення з утворенням альдегідів , нітратів тощо. Окис азоту перетворюється на двоокис, з’являється озон, а також пероксіацетилнітрат (PAN). З’єднуючись, O_3, NO_2 і

PAN утворять фотохімічні оксиданти, які є однією з причин фотохімічного смогу.

Сполуки, які утворюються при цьому, токсично діють на людину, призводячи до порушення серцево-судинної діяльності, отруєння дихальних шляхів та інших захворювань організму.

Утворення опадів і кислотних дощів**.** Ці процеси також пов'язані з наявністю в атмосфері аерозолів і оксидів SO_2 та NO_2. Кліматичний цикл випадання опадів має життєво важливе значення для всього людства. Великомасштабні впливи на процеси утворення опадів можуть зумовити дуже серйозні наслідки. Виявом таких впливів є кислотні дощі, які мають низькі значення pH*. Зміна значення pH опадів може викликати багато проблем, пов'язаних з біосферою; аналізу цих проблем на кількісному рівні приділяють велику увагу й інтенсивні дослідження.

Газові викиди, які містять сірку, можуть призвести до нагромадження в опадах як газоподібного SO_2, так і сульфатів або сірчаної кислоти у вигляді аерозолю. У результаті кислотність опадів значно зростає.

Оксиди азоту, зокрема NO і NO_2, в атмосфері окислюються в нітрати і HNO_3, у результаті нагромадження яких в осадах також зменшується pH.

Руйнування озонового шару**.** Озон O_3, який міститься в атмосфері, крім токсичного впливу (у підвищених його концентрація х) на живі організми, зокрема й на людину, виконує і помітну захисну функцію. Нагромаджуючись у верхніх шарах атмосфери, він утворює озоновий шар, який захищає поверхню Землі від космічного випромінювання.

Зменшення озонового шару та збільшення космічного випромінювання може спричинити незворотні негативні наслідки у вигляді мутації і переродження живих організмів: канцерогенні захворювання людей від підвищеної дози космічного опромінення, зниження народжуваності населення і погіршення врожайності сільськогосподарських культур.

Джерелом потенційного впливу ТЕС на деревних відходах на навколишнє середовище є індивідуальні димові труби котлів, через які здійснюється викид відхідних газів в атмосферу [4].

При спалюванні біопалива (деревна тріска) в котлах в атмосферу через димові труби викидаються забруднюючі речовини:

– двоокис азоту;
– окис азоту;
– окис вуглецю;
– зважені речовини (сажа);
– інші інгредієнти у відносно незначній кількості.

Основною відмінністю ТЕС на деревних відходах від ТЕС на традиційних видах палива є в тому що в димових газах відсутній оксид сірки (двоокису сірки) SO_2, оскільки у складі палива відсутня сірка.

ТЕС буде працювати на біопаливі. В якості біопалива ТЕС використовуватиме відходи деревини – щепу деревини вологістю до 40%, в основному у якості сировини буде використовуватись неліквідна деревина

(гілки, чагарники та ін.), рівень забруднення якої не перевищує рівень 100 Бк/кг по Cs–137 та 60 Бк/кг по Sr – 90 відповідно до ГН 6.6.1–120–2005 "Гігієнічного нормативу питомої активності радіонуклідів Cs–137 та Sr – 90 у деревині та продукції з деревини", та згідно НП 306.4.159–2010 "Порядок звільнення радіоактивних матеріалів від регулюючого контролю", що привозитиметься з лісових господарств та деревообробних підприємств.

Деревина подрібнюється в тріску на закритій площадці заготівлі та зберігання. Основні технічні характеристики палива наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Характеристика твердого палива

Найменування	**Величина**
Вуглець C^r, %	36,80
Водень H^r, %	3,10
Кисень O^r, %	29,30
Азот N^r, %	0,70
Сірка S^r, %	0,00
Зола A^r, %	3,30
Волога W^r, %	26,80
Теплота згоряння, ккал/кг	3100,00
Теплота згоряння, МДж/кг	12,98

При спалюванні твердого палива в котлах в атмосферу через димову трубу викидаються забруднюючі речовини, перелік яких наведений у таблиці 5 [2].

Таблиця 5

Перелік основних забруднюючих речовин

Код	**Інгредієнт**	**ГДКмр, мг/м^3**	**ГДКсд, мг/м^3**	**ГДКрз, мг/м^3**	**Агрегатний стан**	**Коефіцієнт Осідання**	**Клас небезпеки**
301	Двоокис азоту	0,200	0,040	5,000	газ	1	3
304	Окис азоту	0,400	0,060	5,000	газ	1	3
328	Сажа	0,150	0,050	1,000	пил	2	2
337	Окис вуглецю	5,000	3,000	20,000	газ	1	4

В таблиці 5 використано наступні скорочення: ГДКмр – допустима максимальна-разова концентрація; ГДКсд – допустима середньо – добова концентрація; ГДКрз – допустима концентрація в робочій зоні.

Значення гранично допустимих концентрацій (ГДКмр і ГДКсд) і клас небезпеки прийняті згідно "Списку гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин…" Мінекології України та Постанови Головного державного санітарного лікаря України від 04.06.2010 №18 "Про затвердження значення гігієнічного нормативу хімічної речовини в атмосферному повітрі населених місць".

Величини ГДКрз для робочої зони прийняті згідно з ДНАОП 0.03–3.01–71 (СН 245–71).

Нормування шкідливих речовин здійснюється відповідно до ОНД–86 і нормативних матеріалів Мінекології України.

Відповідно до зазначених матеріалів, для енергетичних джерел для розгляду і розрахунку концентрацій (при спалюванні твердого палива) підлягають такі інгредієнти:

– двоокис азоту;
– окис азоту;
– окис вуглецю;
– зважені речовини (сажа).

Відносна небезпека забруднюючих речовин наведена на діаграмі – рисунок 2.

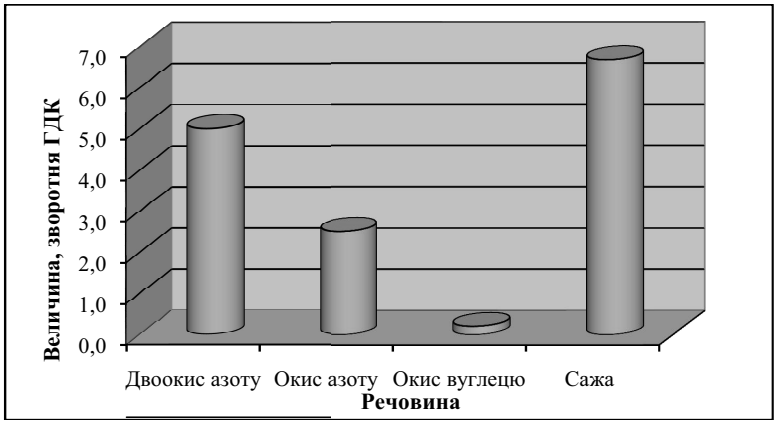

Рис. 2 – Порівняльна небезпека забруднюючих інгредієнтів

Після виходу димових газів з димової труби ТЕС в атмосфері окис азоту перетворюється на двоокис. Враховуючи це, окиси азоту подані в перерахунку на двоокис азоту.

Для одержання інформації з впливу ТЕС на стан повітряного басейну в роботі виконані розрахунки викидів забруднюючих речовин.

Величини викидів залежать від конструктивних особливостей обладнання, виду та характеристик палива, паливних пристроїв, режиму спалювання палива.

Так, згідно ГКД 34.02.305–2002, розрахункові методи визначення викиду забруднювальної речовини базуються на використанні показника емісії [3]. Показник емісії характеризує масову кількість забруднювальної речовини, яка викидається енергетичною установкою в атмосферне повітря разом з димовими газами, віднесену до одиниці енергії, що виділяється під час згоряння палива. Він залежить від багатьох чинників. Існують два показники емісії – узагальнений та специфічний. Узагальнений показник емісії забруднювальної речовини є середньою питомою величиною викиду для певної категорії енергетичних установок, певної технології спалювання палива, певного виду палива з урахуванням заходів щодо зниження викиду забруднювальної речовини. Він не враховує особливостей хімічного складу палива. Специфічний показник емісії є питомою величиною викиду, яка визначається для конкретної енергетичної

установки з урахуванням індивідуальних характеристик палива, конкретних характеристик процесу спалювання та заходів щодо зниження викиду забруднювальної речовини. При наявності обох показників емісії забруднювальної речовини необхідно використовувати специфічний.

Якщо розглянути величини максимальних – разових приземних концентрацій то вони будуть не тільки нижче ГДКмр (гранична величина рефлекторного впливу), але також нижче середньодобового санітарного нормативу – ГДКсд, що характеризує граничну величину токсичного впливу на живий організм [5].

При цьому варто мати на увазі, що відповідно до методики розрахунку середньодобових концентрацій, їхня величина в середньому на порядок нижче величин ГДКмр.

Відповідно до цих даних граничні значення середньорічних концентрацій: граничні концентрації двоокису азоту, при яких породи дерев не реагують на вплив – 0,05–0,09 мг/м^3.

На підставі викладеного можна затверджувати, що внесок котельні в екологічну обстановку району далекий від перевищення санітарних нормативів, що визначають граничні величини як рефлекторного, так і токсичного впливу на живі організми.

Висновки. Оцінка впливу теплової електростанції на деревних відходах на оточуюче середовище, дозволяє оцінити доцільність будівництва ТЕС на деревних відходах. При розгляданні даного питання було зосереджено увагу на джерелах забруднення атмосфери на території ТЕС, характеристики забруднюючих речовин. Дана ТЕС є екологічно чистою, її вплив на оточуюче середовище є мінімальним, оскільки концентрації речовин, що викидаються в атмосферу, є набагато меншими ніж гранично допустимі концентрації. Перевагою використання таких ТЕС є відсутність двоокису вуглецю.

Використання деревини у якості палива для теплової електростанції є гарним рішенням для покращення екологічного стану навколишнього середовища та дає можливість скоротити витрати на традиційні види палива.

Література

1. Перелік найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню. Постанова КМУ від 29.11.2001р. №1598. – Київ: Парламент. вид-во, 2001. – 16 с.

2. Збірник "Гранично допустимі концентрації /ГДК/ та орієнтовні безпечні рівні діяння /ОБРД/ забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць". – Донецьк: Український науковий центр технічної екології ОАО "УкрНТЕК", 2006. – 133 с.

3. Закон України "Про охорону атмосферного повітря" від 16.10.1992 №2707-XII / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К.: Парламент. вид-во, 2006. –16 с. – (Закони України).

4. *Маляренко В.А., Лисак Л.В.* Енергетика, довкілля, енергозбереження: Монографія / Під ред. проф. В.А. Маляренка. – Харків: Рубікон, 2004. – 368 с.

5. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1987. – 93 с.

Влияние на окружающую среду тепловой электростанции на древесных отходах.

Ю.В.Цюцюра, И.Э.Фуртат.

В статье описаны основные виды загрязняющих выбросов от тепловых электростанций на традиционном виде топлива и на древесных отходах, их влияние на окружающую среду. Было проведено сравнение загрязняющих веществ по уровню опасности.

Ключевые слова: выбросы, загрязнение, загрязняющие вещества, природная среда, аэрозоли, биосфера, предельно допустимые концентрации, нормы выбросов в атмосферу, парниковый эффект, прозрачность атмосферы.

Environmentalimpactofthermalpowerplantsonwoodwaste.

J.Tsyutsyura, I.Furtat

The paper describes the main types of polluting emissions from thermal power plants in the traditional type of fuel and wood waste on their impact on the environment. It compared the levels of pollutants in danger.

Keywords: emissions, pollution, contaminants,habitat, aerosols, biosphere, maximum setallowableconcentration,emission standardsin the atmosphere,the greenhouse effect,the transparencyof the atmosphere.

Надійшла до редакції 15.04.2015 р.