

УДК 504.054:621.4(477.46)

## ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ПІДПРИЄМСТВ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ЯК ЧИННИК СТАЛОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ

Мислюк О.О., Ящук Л.Б.

## ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

Мислюк О.А., Ящук Л.Б.

## ECOLOGIZATION OF FUEL AND ENERGY COMPLEX AS FACTOR FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF REGIONS

Myslyuk O., Yashchuk L.

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна,  
[myslyuk@yandex.ua](mailto:myslyuk@yandex.ua)

*Розглянуті питання екологічної безпеки технологій виробництва теплової енергії в Україні. Представлені результати досліджень роботи Черкаської ТЕЦ при переході генеруючого обладнання на спалювання вугілля і вплив викидів підприємства на стан урболандшафтів. Дана оцінка екологічної ситуації в місті. Показана необхідність гармонізації відносин суспільства і природи.*

**Ключові слова:** паливно-енергетичний комплекс, екологічна безпека, урболандшафти, екологізація теплоенергетики, директиви ЄС

*Рассмотрены вопросы экологической безопасности технологий производства тепловой энергии в Украине. Представлены результаты исследований работы Черкасской ТЭЦ при переходе генерирующего оборудования на сжигание угля и влияние выбросов предприятия на состояние урболандшафтов. Дана оценка экологической ситуации в городе. Показана необходимость гармонизации отношений общества и природы.*

**Ключевые слова:** топливно-энергетический комплекс, экологическая безопасность, урболандшафты, экологизация теплоэнергетики, директивы ЕС

*This work covers the issues of the environmental safety technologies for the thermal energy production in Ukraine. The results of the research work are presented, which was performed for the CHP generation equipment in Cherkassy during its transition to coal and combustion emission impacting the city. There is estimation of the ecological situation in the city, which demands to harmonize the relationships between society and nature.*

**Keywords:** fuel and energy complex, environmental safety, city landscapes, ecologization for power systems, the EU directives

### Вступ

Успішна реалізація доктрини й завдань сталого розвитку можлива лише за умов надійного забезпечення енергетичних потреб промислових комплексів і населення країн. Але екологічні наслідки екстенсивного розвитку паливно-енергетичного комплексу становлять велику загрозу для людства. Характерною особливістю впливу

діяльності підприємств паливно-енергетичного комплексу на навколишнє середовище поряд з їх сталістю і все зростаючою інтенсивністю є багатоплановість – одночасний вплив на різні компоненти навколишнього середовища, і масштабність – прояв не тільки у локальному і регіональному, а й у глобальному масштабі. Проблема гармонізації відносин суспільства і природи, охорони навколишнього середовища набула особливого значення. Саме тому стратегічним орієнтиром екологічно безпечного розвитку цивілізації в XXI столітті є оптимізована комплексна збалансована система чотирьох «Е»: енергетика – економіка – енергоефективність – екологічна сумісність [1].

### **Аналіз літературних джерел та постановка задачі**

Теплові електростанції є одними з головних джерел викидів шкідливих речовин в атмосферу, так як більшість з них розраховані на використання вугільного палива. Чинна Енергетична стратегія України на період до 2030 року передбачає орієнтацію на використання в електроенергетиці країни вугілля тільки власного видобутку, але воно має низьку якість і містить в середньому до 30% золи і 2,5% сірки, велику кількість небезпечних домішок, а саме ртуть, свинець, талій, берилій та інші метали, а також певну кількість радіоактивних елементів [2]. Напруження в цю ситуацію додає той факт, що понад 92% енергоблоків виробили свій розрахунковий ресурс – 100 тис. годин, при цьому 51% енергоблоків перетнули прийнятну в світовій енергетичній практиці межу граничного і фізичного спрацювання – 200 тис. годин [3]. У найближчі роки напрацювання більшості з них наблизяться до критично допустимої межі – 300 тис. год. Такі блоки не можуть працювати ефективно, питоме споживання палива на них збільшилося на 12-15% у порівнянні з нормативним. Не в кращому становищі знаходиться і очисне обладнання, котре призначене в основному для уловлення золи. Установки сірко- і азотоочистки фактично відсутні на підприємствах паливно-енергетичного комплексу України.

Перехід з використання природного газу на вугілля без модернізації генеруючого обладнання галузі – це значний регрес, як в екологічному, так і в технічному плані. З врахуванням впливу електроенергетики на стан навколишнього природного середовища вже сьогодні потрібно вдосконалення організаційно-економічного механізму екологізації теплоенергетики з урахуванням вимог забезпечення глобальної екологічної безпеки, що сприятиме адаптації законодавства України у сфері енергетики та екології відповідно до європейських принципів та стандартів. Україною підписано чисельну кількість міжнародних конвенцій, протоколів, директив, які мають відношення до охорони навколишнього середовища. Одним з зобов'язань, що взяла на себе Україна є виконання до 1 січня 2018 р. вимог відповідності умовам Директиви 2001/80/ЄС стосовно встановлення граничного рівня викидів забруднюючих речовин великими спалювальними установками. Нині викиди теплових електростанцій в Україні у 5-30 разів перевищують стандарти ЄС. Теплові електростанції лишаються основним забруднювачем повітря в Україні. Так, на галузь припадає майже 80% загальнонаціональних викидів діоксиду сульфуру та 25% оксидів нітрогену. Викиди підприємств теплоенергетики не зменшуються попри те, що впродовж 2006-2008 років українські екологічні нормативи наблизилися до європейських стандартів [4]. Досягти гранично допустимих викидів на ТЕС і ТЕЦ, визначених Директивою 2001/80/ЄС, можливо лише шляхом оснащення енергоблоків сучасними системами газоочистки, вартість яких майже дорівнює вартості основного обладнання. В Україні не налагоджено виробництво обладнання для сірко- і

азотоочистки димових газів після котельних агрегатів. До цього часу на жодному енергоблоці ТЕС вони не впроваджені. У Німеччині, наприклад, усі котли з пиловугільним спалюванням палива оснащені такими установками, вартість яких становить до 40-50 млн. дол. залежно від потужності котла. Оскільки в Україні немає сучасних технологій газоочищення, а також ефективних технологій переробки/розміщення продуктів сірко- і азотоочищення, то виконання запланованого комплексу робіт по імплементації Директиви 2001/80/ЄС у встановлені терміни стає проблематичним.

За рівнем науково-технологічної безпеки (НТБ) Україна має наявний науково-технологічний та інноваційний потенціал, який зосереджено в таких областях як Волинська, Житомирська, Київська, Сумська, Тернопільська, Харківська та міста Київ і Севастополь. В інших регіонах, де сконцентровані промислові підприємства та підприємства ПЕК, стан кризовий або передкризовий, зокрема і в Черкаській області [5].

Актуальність зазначених питань зумовила вибір теми дослідження, завданням якого є аналіз викидів забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря з димовими газами при переході генеруючого обладнання Черкаської ТЕЦ на спалювання вугілля і їх вплив на стан урболандшафтів.

### **Аналіз результатів досліджень**

Аналіз динаміки основних показників техногенного навантаження на навколишнє природне середовище м. Черкаси та витрат на природоохоронні заходи свідчить про те, що екологічна ситуація у природному довкіллі, як життєво важливого середовища для існування людини, залишається досить складною. В 2012 р. викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел становили 69,4 тис. т, що на 7,2 тис. т більше в порівнянні з 2011 роком. Значний вклад (53%) в забруднення повітря вносить автотранспорт. Зростання викидів відображається на екологічному стані урболандшафтів.

Важливу роль у формуванні ландшафтно-екологічної ситуації у місті відіграють природні та антропогенні фактори. Аналіз природних факторів, визначаючих умови переносу та розсіювання домішок, показав, що потенційна генетична стійкість природного середовища Черкаської області переважно нестійка, в регіоні переважають процеси накопичення забруднюючих речовин, а не їх розсіювання., що й спричиняє аеротехногенне забруднення екотопів міста, отже, сили самої природи до зовнішньої техногенної дії недостатні і є значний ступінь ризику при збільшенні техногенного тиску [6]. Серед антропогенних факторів зміни природного середовища й формування екологічної ситуації у місті і області найбільший негативний вплив мають підприємства теплоенергетичної галузі, зокрема ТЕЦ, на долю якої припадає 42% викидів від загального викиду по області, та викиди автотранспорту, ареали яких накладаються, що призводить до зростання аерогенного навантаження на урболандшафти.

Основними видами енергоносіїв для Черкаської ТЕС є природний газ (4 котли ПК-19-2) та вугілля (5 котлів БКЗ-220-100 ГЦ), доля якого в останні роки значно зросла (рис. 1), а якість погіршилася. Для очищення димових газів на підприємстві діють 14 установок. Основне газоочисне обладнання включає труби Вентурі (ефективність очищення 90%) та мультициклони (ефективність очищення 74%). Системи безперервного моніторингу, забезпечення якого є вимогою для теплоенергетичних установок потужністю вище 300 МВт згідно з Директивою ЄС щодо контролю викидів від великих теплоенергетичних установок, на ТЕЦ немає.

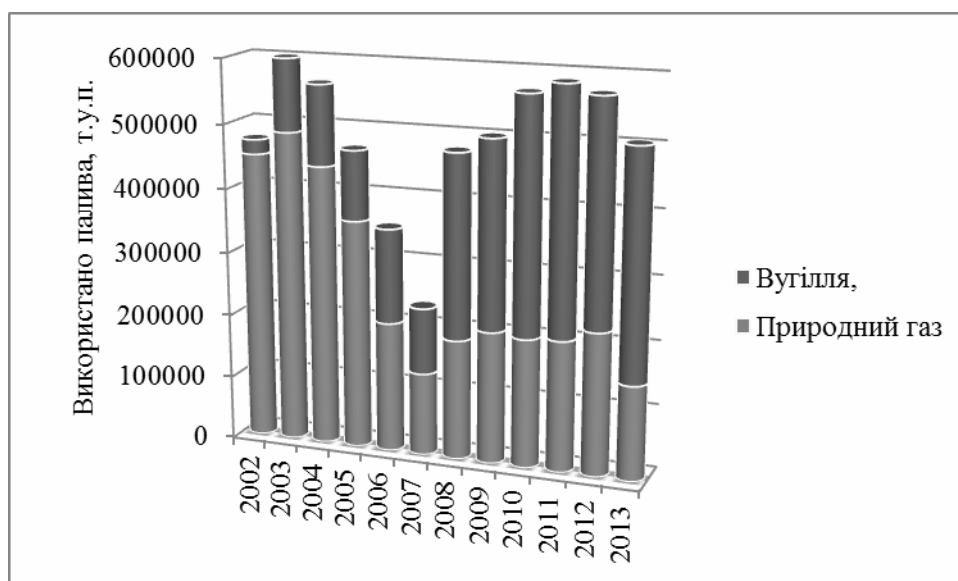


Рис. 1. Споживання палива на Черкаській ТЕЦ

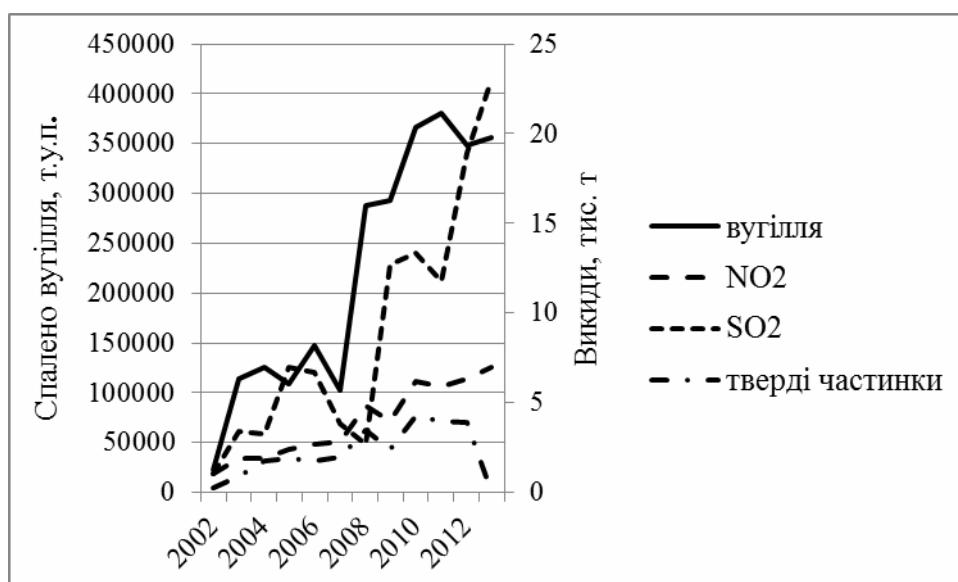


Рис. 2. Динаміка викидів забруднюючих речовин

Пріоритетними домішками за масою викиду є  $SO_2$ ,  $NO_x$  та речовини у вигляді суспендованих твердих частинок. Рівні викидів цих поллютантів не відповідають українським нормативам та вимогам ЄС. При зміні пріоритетного палива генеруючого обладнання з природного газу на вугілля об'єми викидів збільшилися у 2013р. в порівнянні с 2002 р. по діоксиду сульфуру у 22 рази, діоксиду нітрогену у 6,8 рази та речовинам у вигляді твердих суспендованих частинок у 14 разів (рис. 2). Значно збільшилися і викиди важких металів: ртуті – у 2,75, свинцю – у 13,3, хрому – у 17,8, цинку – у 16,7 разів. При цьому електроенергії вироблено за аналогічні роки в 1,8 рази більше, а відпуск теплової енергії зменшився в 1,4 рази. Все це становить небезпеку зростання техногенних навантажень по кислотоутворюючим агентам до критичних значень і, як наслідок, трансформації екосистеми міста, яка може супроводжуватися підвищенням кислотності ґрунту, зміною його фізико-хімічних властивостей і функцій, основних мікробіологічних процесів, вилуговуванням з верхніх горизонтів обмінного Кальцію і Магнію, активізацією обмінних процесів, зростанням долі міграційних форм

## СТАЛІЙ РОЗВИТОК РЕГІОНІВ

важких металів, порушенням процесів живлення рослин, руйнацією їх кореневої системи тощо. Аерозолі димових газів, осідаючи на поверхню, формують значний ореол забруднення. З метою вивчення процесів поширення поллютантів від димових труб ТЕЦ проведені натурні дослідження снігового покриву як індикатору аерогенного забруднення, які показали, що розповсюдження викидів по радіусу дії охоплює всю територію міста і корелюється з пануючим на час досліджень напрямом вітру. Пріоритетними домішками в талій воді снігового покриву були сульфат-іони, на другому місці – гідрокарбонат-іони, на третьому – нітрат-іони і зважені частинки.

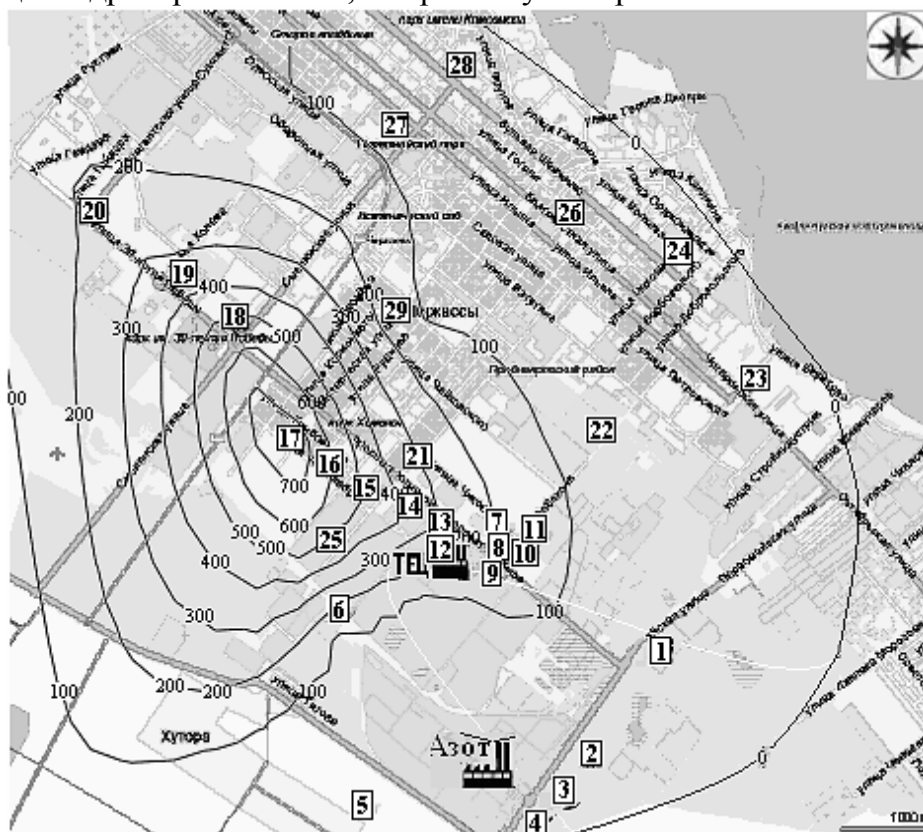


Рис. 3. Карта-схема міста з нанесеними реперними точками і ізолініями концентрацій сульфат-іонів в сніговому покриві (мг/л талої води)

Проведена диференціація території за показником сумарного аерогенного навантаження за кислотоутворюючими агентами, згідно якої 48% площі міста зазнає незначного забруднення ( $N_{\text{сум.}} < 50 \text{ т/км}^2 \cdot \text{рік}$ ), 27% – помірного ( $50 \text{ т/км}^2 \cdot \text{рік} < N_{\text{сум.}} < 100 \text{ т/км}^2 \cdot \text{рік}$ ), 25% – сильного ( $N_{\text{сум.}} > 100 \text{ т/км}^2 \cdot \text{рік}$ ) [7]. Найбільші навантаження спостерігаються по сульфатам за пануючим напрямом вітру (переважали східні вітри) на відстані 2 км (рис. 3) від СЗЗ ТЕЦ –  $204,4 \text{ т/км}^2 \cdot \text{рік}$ , що в 79 разів більше за фонове, далі навантаження зменшується, але навіть на відстані 6 км від ТЕЦ воно в 23 рази перевищує фонове.

Цілком очевидно є необхідність послідовного зниження шкідливих викидів від теплосилових установок. Підприємство повинне здійснювати заходи з забезпечення дотримання національних нормативів викидів, насамперед за такими показниками як неорганічний пил,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ . Однак досягнення цієї мети є досить складною задачею, оскільки потребує реалізації комплексу заходів з модернізації технологічного обладнання, які, зважаючи на його значний вік, можуть виявитись економічно недоцільними. Заміна існуючого технологічного обладнання на нові газопарові турбіни є найліпшим варіантом вирішення проблеми викидів, який би забезпечив дотримання

основних вимог з впровадження найліпших доступних методів для спалювання палива. Однак цей варіант не може бути реалізований підприємством самостійно, оскільки це залежить від більш масштабних рішень, які будуть прийматись в рамках визначення та реалізації національної стратегії України в енергетичній сфері.

### Висновки

1. Сучасний стан електростанцій України слід розглядати як критичний. Перехід на використання вугілля без модернізації генеруючого обладнання галузі – регрес, як в екологічному, так і в технічному плані.

2. Черкаська ТЕЦ потребує значної модернізації шляхом реалізації комплексу короткотермінових та довготермінових інвестиційних заходів.

3. Необхідне запровадження моделі соціо-еколого-орієнтованої ринкової економіки, яка б забезпечувала належний життєвий рівень населення та екологічну безпеку навколишнього середовища, але роботи з розробки та впровадження заходів з енергозбереження, енергоефективності та відновлюваної енергетики в регіоні носять спонтанний несистемний характер.

### Література

1. *Паливно-енергетичний комплекс України* в контексті глобальних енергетичних перетворень /А.Шидловський, Б.Стогній, М.М.Кулик, Г.Півняк та ін.. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2004. – С.175.
2. *Капустянський А.* Динаміка зміни якості твердого палива, що надходить на ТЕС /А. Капустянський // Вісник НТУ«ХП». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Х.: НТУ«ХП», 2013. – №13(987). – С. 131-135.
3. *Проблеми діагностики обладнання ТЕС і продовження термінів його експлуатації* // Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України за січень-травень 2013 року. – К., 2013.
4. *Зменшення шкідливих викидів у тепловій електроенергетиці України через виконання вимог Європейського енергетичного співтовариства* / Зелена Енергокнига. – К.; Міжнародний центр перспективних досліджень, 2011. – С. 6.
5. *Сегеда, І.В.* Формування організаційно-економічного механізму екологізації електроенергетики України: дисертація на здобуття наук. ступ. канд. екон. наук / І.В. Сегеда; Наук. кер. Н.В. Карасєва. – Суми: СумДУ, 2011. – С.50.
6. *Корнелюк Н.М.* Природні і антропогенні фактори аеротехногенного забруднення м. Черкаси важкими металами. Повідомлення 1 /Корнелюк Н.М., Мислюк О.О. // Вісник «Львівська політехніка». – 2007. – № 590. – С.260-269.
7. *Мислюк О.О.* Оцінка впливу викидів Черкаської ТЕЦ на стан урболандшафтів / Мислюк О.О., Мислюк Є.В., Соломка Л.М. // Вісник ОНУ. Хімія. – 2010. – Т. 15, №12-13. – С. 47-53.