

М.В. Гаврилюк, М.Ф. Юрим, канд. техн. наук, доцент (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ – ОСНОВА РОЗВИТКУ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ УКРАЇНИ

У статті на основі завдань сталого розвитку нашої держави наведений аналіз роботи основних енергоблоків Бурштинської ТЕС. Охарактеризовано викиди всіма підрозділами теплової електростанції в атмосферу, гідросферу та літосферу. Проаналізовано роботу науково-дослідних установ нашої держави з питань утилізації та зменшення викидів всіх видів забруднень, які поступають у довкілля. Наведені та обґрунтовані результати теоретичних і експериментальних досліджень утилізації твердих відходів Бурштинської ТЕС на основі простого та ефективного методу визначення гранулометричного складу будь-якої маси цих твердих відходів, суть якого полягає в застосуванні функцій розподілу твердих частинок відходів за розмірами $R(\delta)$ і $R(\delta)$.

Ключові слова: тверді відходи, гранулометричний склад, спалювання вугілля, шлак, зола, ситовий аналіз, залишок на ситі, функції розподілу твердих відходів

Вступ. Сталий розвиток економічного потенціалу нашої держави неможливий без збалансованого природокористування, яке полягає в раціональному використанні природних ресурсів, запровадженні передових мало- і безвідходних технологій, утилізації і рекуперації відходів, які викидаються у всі складові біосфери.

Це повною мірою стосується і таких енергоємних виробництв, як теплові електростанції. Саме на них спалюється велика кількість твердого палива та відбувається викид великих об'ємів газоподібних, рідких і твердих відходів у всі складові біосфери.

Існує ціла низка заходів, які дозволяють зменшити шкідливий вплив цих викидів на довкілля. Сюди слід віднести проведення таких заходів:

По-перше, встановлення нових, та модернізація діючих очисних споруд для всіх типів шкідливих викидів.

По-друге, необхідно мінімізувати використання всіх видів палива шляхом впровадження ефективних пристроїв та методів їх спалювання, а сировинних ресурсів – використовуючи сучасні мало- та безвідходні технології.

По-третє, необхідно повністю вловлювати та утилізувати тверді відходи таких виробництв для використання в будівельній індустрії.

Ці вище згадані основні заходи збалансованого природокористування, на наш погляд, забезпечать сталий розвиток такої важливої галузі народного господарства, як теплоенергетика зокрема, і всієї економіки держави – в цілому. Все вищесказане повною мірою відноситься і до Бурштинської ТЕС, як одного із найпотужніших об'єктів теплоенергетики західного регіону нашої держави.

Постановка задачі на основі аналізу викидів об'єкта дослідження. Бурштинська ТЕС – одна із найпотужніших теплових електростанцій України – виробляє електричну і теплову енергію, а відходи використовує для ремонтів, робіт по капітальному будівництву, реконструкції та ремонту об'єктів, будівель і споруд.

Електростанція розташована поблизу м. Бурштин Івано-Франківської області на річці Гнила Лиша, на території площею 25га [4].

Проектна потужність електростанції 2400МВт (12 блоків по 200МВт).

З 1 липня 2002 року Бурштинська ТЕС працює автономно від об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України, паралельно і під контролем УСТЕ (союз централізованого транспорту і розподілу електроенергії) Європи, забезпечуючи енергопостачання 3-х областей Західної України (Закарпатської, Івано-Франківської та Львівської – частково), а також експорт.

Виробляючи екологічно чисті види енергії – електричну і теплову – електростанція внаслідок спалювання значної кількості твердого палива (вугілля) є одним із найбільших забруднювачів довкілля в Івано-Франківській області.

До джерел утворення викидів забруднюючих речовин від основного виробництва відносяться котлоагрегати типу ТП-100 (блоки №1-7) і ТП-100А (блоки №8-12) Таганрогського котельного заводу номінальною паропродуктивністю 640 т/год.

Котли однобарабанні із природною циркуляцією, вторинним перегрівом пари і рідким шлаковидаленням, призначені для роботи в моноблоці із турбіною К-200-130 ЛМЗ. Котли розраховані для спалювання кам'яного вугілля Львівсько-Волинського вугільного басейну.

Котли Т-подібної компоновки з двостороннім відводом газів із топки і розміщенням конвективних поверхонь нагріву в чотирьох окремих газоходах.

Топочна камера об'ємом 3770м³ має призматичну форму, розділена на глибині екраном на дві півтопки. Стінки камери топки екрановані трубами діаметром 60х6 мм із відстанню 64мм.

У верхній частині котла на бокових стінках зроблені аеродинамічні виступи на глибину 1600мм, у яких розміщений ширмовий пароперегрівник і конвективні пакети первинного і вторинного пароперегрівників [1,3,4].

В центральній частині череня кожної півтопки розміщені лотки, по яких витікає рідкий шлак і після грануляції у водяній ванні видаляється за допомогою шлакового транспортера.

Під час спалювання органічного палива в енергетичних установках у атмосферне повітря викидаються такі забруднюючі речовини:

- тверді суспендовані частинки (зола) -25100тонн;
- сірчистий ангідрид (SO₂) -179000тонн;
- оксиди азоту (NO_x) – 12000тонн;
- оксид вуглецю -1400тонн.

Забруднюючі речовини викидаються разом із димовими газами після очистки в електрофільтрах через димові труби №1, 2, 3.

Для очистки димових газів від твердих речовин (золи) на Бурштинській ТЕС встановлено електрофільтри Семибратівського заводу типу УГ – 2 (блоки №№ 1-7), які складаються із 4-х паралельно працюючих електрофільтрів. Для живлення полів електрофільтрів встановлено електроагрегати типу АТФ – 600, які працюють в автоматичному режимі. Кожне поле має автоматичне живлення. Видалення золи із бункерів гідравлічне. Режим роботи механізмів струшування електродів – постійний.

На енергоблоках №№ 8 -12 до встановлені електрофільтри типу ПГДС – 4х70, які складаються з чотирьох паралельно працюючих електрофільтрів.

Проектні технічні характеристики електрофільтрів практично аналогічні.

Фактична ефективність зололовлювання становила в межах 93 – 95 %.

До організованих викидів також відносяться викиди силосного складу сухої золи (тверді суспендовані частинки), викиди заводу шлакового гравію (тверді суспендовані частинки, діоксид азоту і оксид вуглецю), а також викиди асфальтобетонного заводу (тверді суспендовані частинки, оксид вуглецю, бензол, толуол, фенол) [3].

До неорганізованих викидів відносяться золовідвал №3, вугільні склади №1,2, викиди вугільного пилу в приймально-розвантажуваних спорудах, що утворюються при вивантаженні вугілля в бункери за допомогою вагоноперекидів; викиди через вентиляційні патрубкі і дихальні клапани резервуарів (складів мазуту, трансформаторного і турбінного масел) в процесі їх експлуатації внаслідок випаровування нафтопродуктів при прийманні і збереженні; викиди від електрозварювальних та фарбувальних робіт, що здійснюються на устаткуванні, розмішеному розрізнено по всій території проммайданчика; викиди парів нафтопродуктів з центрального складу ПММ; викиди від деревообробних верстатів та верстатів механічної обробки металів.

Аналіз структури викидів забруднюючих речовин показує, що левову їх частку (близько 75%) складають викиди сірчистого ангідриду, які неможливо зменшити режимними методами. Необхідно впроваджувати сіркоочисні установки, що виготовляються провідними зарубіжними фірмами, або парогенератори застосовуючи технологію спалювання вугілля в ЦКШ (циркулюючий киплячий шар).

Незважаючи на те, що загальна кількість шкідливих речовин, які викидає в атмосферу електростанція є значною, шкідливий їх вплив на навколишнє середовище поширюється на невеличкі території Галицького району Івано-Франківської області.

Про це свідчать отримані висновки інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України за результатами проведених у 1991 році обстежень ліхеноіндикаційними методами атмосферного повітря зони Бурштинської ТЕС в радіусі 30 км. Як біоіндикатори забруднення природного середовища використовувалися спорові рослини і лишайники, життєдіяльність яких безпосередньо залежить від стану атмосферного повітря.

Аналогічні висновки отримано спеціалістами Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу у 2003-2004 роках у результаті проведених польових експедиційних досліджень із визначення якості атмосферного повітря над територією Галицького району

Все це пов'язано значною мірою з висотою димових труб (180 м, 250 м, 250 м), що дозволяє збільшити радіус розсіювання забруднюючих речовин, а також – з розою вітрів. Протягом року переважають північно-західні і західні напрямки (близько 70%) та південно - східні (близько 20%) вітри. В межах тридцятикілометрової зони розташування ТЕС осідають практично тверді частинки (зола), а газоподібні викиди мають здатність переноситись на досить значні відстані.

Протягом останніх 8 років на Бурштинській електростанції проводиться великомаштабна реконструкція (заміна) електрофільтрів на нові.

При спалюванні вугілля поряд з викидами в атмосферне повітря утворюються відходи: зола (нім. *Asche*) – пилоподібний або шлакоподібний залишок, що утворюється з мінеральної частини палива, коли воно повністю згоряє. Складається з продуктів окиснення і випалення золотвірних компонентів мінеральної частини і органічних сполук палива і деякої кількості невиворілих його органічних компонентів (недопал). В промислових умовах утворюється у вигляді тонкодисперсного порошку – золи-уносу і шлаку – сплавленого уламкового матеріалу. При спаленні палива з рідким шлаковидаленням в основному утворюється шлак, при сухому – на 80% зола-унос. За плавкістю (температурою початку плавлення) поділяються на легкоплавкі (до 1200°C), середньоплавкі (1200-1350°C), тугоплавкі (1350-1500°C) і неплавкі (понад 1500°C) і шлак (нім. *Schlacke*) — металургійний розплав (після твердіння — камене-подібна або склоподібна речовина), що зазвичай покриває поверхню рідкого металу при металургійних процесах — плавці сировини, обробці розплавлених проміжних продуктів і рафінуванні металів. Є сплавом оксидів змінного складу; головні компоненти шлаку — кислотний оксид SiO_2 і основні оксиди CaO , FeO , MgO , а також нейтральні Al_2O_3 і (рідше) ZnO . Залежно від переважання тих або інших оксидів шлак називають кислим або основним) [2].

Зола виноситься димовими газами і після очистки в електрофільтрах викидається в атмосферне повітря. Вловлена в золовловлювачах зола у вигляді пульпи шлаковими насосними станціями №1,2 по трьох золопроводах транспортується системою гідро золовидалення (ГЗВ) на діючий золовідвал №3.

Шлак, що видаляється з котлів, через водяні шлакові ванни транспортується 5-ма багеними насосними станціями по 10-ти шлакопроводах на шлаковідвал №3.

На кожний вид відходів розроблено паспорти відходів, реєстрові карти об'єктів утворення, обробки та утилізації відходів, а також паспорти місць видалення відходів.

Щорічно підприємство отримує в держуправлінні охорони навколишнього середовища в Івано-Франківській області на основі предствлених обґрунтовуючих документів дозвіл та ліміти на утворення, розміщення і зберігання відходів.

Дослідження стосовно використання золи Бурштинської ТЕС проводились науково-дослідним інститутом в'яжучих речовин та матеріалів ім. В.Д.Глуховського, інститутом будівництва та інженерії докiлля Національного університету „Львівська політехніка”.

Зволожена зола може використовуватись для будівництва автодоріг та виготовлення інших будівельних матеріалів.

Харківським заводом „Красный Октябрь” виготовляється обладнання для Бурштинської ТЕС для виробництва силікатної цегли зі зволоженої золи методом гіперпресування. Це дозволить переробляти в рік до 100 тис.тонн зволоженої золи, забезпечуючи виробництво до 33 млн. штук цегли.

Для зменшення обсягів складування мокрої золи на золовідвалі №3 на ТЕС впроваджено схему відбору сухої золи від енергоблоків 8,9,10,11,12. Відібрана суха зола складається у спеціальні резервуари і відвантажується промисловим споживачам.

Крім цього розробляється проект щодо відбору сухої золи продуктивністю 98 тис.т. в рік від енергоблоків №№ 1-6.

Шлак практично в повному обсязі (250 тис. тонн) реалізується підприємствам будівельної індустрії, використовується на власні потреби при нарощуванні дамб золовідвалів та виробництва керамзиту. [1] Щорічно на виробництво керамзиту цехом утилізації відходів виробництва переробляється близько 25 тис.тонн шлаку. Отже, при утилізації шлаків, виникає задача визначення їх гранулометричного складу. Ця задача стає необхідною при будь-якому технологічному циклі утилізації твердих відходів.

Розв'язок задачі. Утилізація і рекуперация відходів ТЕС вимагають їх попередньої класифікації, тобто, сортування частинок твердих відходів за розмірами з наступним подрібненням або навпаки – гранулюванням. Зважаючи на великі об'єми таких відходів звичайне механічне грохочення або гідравлічна класифікація їх є процесом енергоємним і економічно недоцільним.

Тому нами запропонований теоретико-експериментальний метод аналізу вищенаведених процесів за допомогою побудови на основі експериментальних даних функцій розподілу твердих частинок за розмірами $R(\delta)$ і $D(\delta)$.

Суть цього методу полягає в наступному. За результатами ситового аналізу певної маси твердих відходів, зазвичай, меншої або рівної 1 кг будують таблицю, як це показано у наведеному нами прикладі. Після чого, за масою залишку відходів на ситах певних розмірів розраховують числові значення функції $R(\delta)$ за формулами (1, 2, 3, 4, 5). А потім, за формулами (6, 7, 8, 9), розраховують значення функції $D(\delta)$. За результатами розрахунків на міліметровому папері будують графіки функцій $R(\delta)$ і $D(\delta)$, як це наведено на рис. 1 і 2.

Завдання до практичного застосування запропонованого методу. Побудувати функції розподілу $R(\delta)$ і $D(\delta)$ на основі даних таблиці, які одержані при розсіюванні 0,25 кг твердих подрібнених відходів через послідовність сит від більшого до меншого, та розрахувати на основі побудованих функцій розподілу масу твердих частинок, які менші і більші, ніж 0,008м і містяться у 80т шлаків Бурштинської ТЕС.

Таблиця 1

Результати ситового аналізу відходів шлаку Бурштинської ТЕС

№	$d_{\text{отв. сита}}, \text{ м}$	0,018	0,014	0,008	0,005	0,003
1	Маса залишку на ситі, кг	0	0,017	0,021	0,016	0,039

На основі експериментальних даних, які наведені в таблиці:

а) Розраховуємо значення функції $R(\delta)$

$$R_{(0,018)} = \frac{0}{0,25} = 0 \quad (1)$$

$$R_{(0,014)} = \frac{0+0,017}{0,25} = 0,068 \quad (2)$$

$$R_{(0,008)} = \frac{0+0,017+0,021}{0,25} = 0,152 \quad (3)$$

$$R_{(0,005)} = \frac{0+0,017+0,021+0,016}{0,25} = 0,216 \quad (4)$$

$$R_{(0,003)} = \frac{0+0,017+0,021+0,016+0,039}{0,25} = 0,372 \quad (5)$$

б) Розраховуємо значення функції $D(\delta)$:

$$D_{(0,018)} = 1 - 0 = 1 \quad (6)$$

$$D_{(0,014)} = 1 - 0,068 = 0,932 \quad (7)$$

$$D_{(0,005)} = 1 - 0,216 = 0,784 \quad (8)$$

$$D_{(0,003)} = 1 - 0,372 = 0,628 \quad (9)$$

Графічне зображення одержаних розрахункових даних функцій $R(\delta)$ і $D(\delta)$ наведені на рис. 1 і 2.

Щоб визначити масу твердих відходів більших або менших за певний гранулометричний розмір, наприклад, маси твердих частинок шлаку, які менші ніж $0,008\text{м}$ із загальної маси 80 т , на рис.1 з точки $\delta=0,008$ проводять перпендикуляр вгору до кривої і одержують $R_{(0,008)}=0,2$ (див. рис.1), тоді $D_{(0,008)}=1-0,2=0,8$, а маса відходів буде становити:

$$m < \delta = 80 \cdot 0,8 = 64\text{т} = 64000\text{кг.}$$

$$m > \delta = 80 \cdot 0,2 = 16\text{т} = 16000\text{кг.}$$

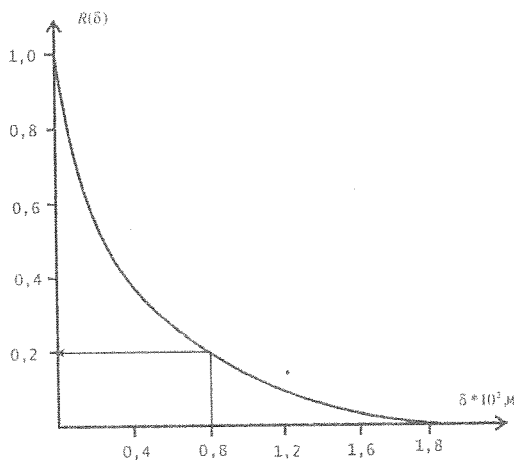


Рис.1. Функція розподілу $R(\delta)$

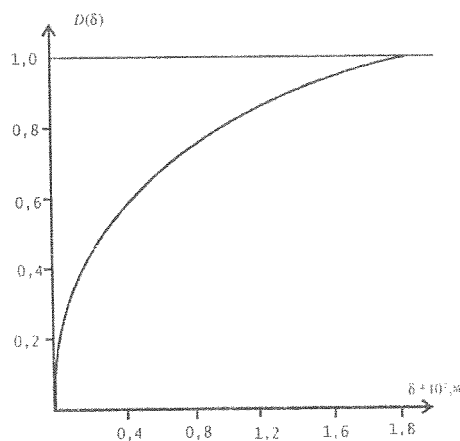


Рис.2. Функція розподілу $D(\delta)$

Висновок. Отже, запропонований нами метод, дозволяє швидко, із мінімальними економічними та енергетичними затратами, провести гранулометричний аналіз будь-якої маси і будь-яких розмірів твердих відходів промислових, чи енергетичних виробництв, як це наведено нами у статті на прикладі аналізу 80 т шлакових відходів Бурштинської ТЕС, що відповідає завданню збалансованого природокористування, як основи сталого розвитку теплових електростанцій нашої держави.

Список літератури:

1. Адаменко Я.О., Консевич Л.М. *Розвиток екоенергетики в Карпатському регіоні.* – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 1998. – 96 с.
2. Кучерявий В.П. *Екологія.* – Львів.: Світ, 2001. – 500 с.
3. Пендерецький О.В. *Екологія Галицького району.* – Івано-Франківськ.: Нова Зоря, 2004. – 198 с.
4. *Технічна документація обладнання Бурштинської ТЕС.*

М.В. Гаврылюк, Н.Ф. Юрым, канд. техн. наук, доцент (Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)

СБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ – ОСНОВА РАЗВИТИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ УКРАИНЫ

В статье на основе заданий устойчивого развития нашего государства приведенный анализ работы основных энергоблоков Бурштынской ТЭС. Охарактеризованы выбросы всеми подразделениями тепловой электростанции в атмосферу, гидросферу и литосферу. Проанализирована работа научно-исследовательских учреждений нашего государства по вопросам утилизации и уменьшения выбросов всех видов загрязнений, которые поступают в окружающую среду. Приведены и обоснованы результаты теоретических и экспериментальных исследований утилизации твердых отходов Бурштынской ТЭС на основе простого и эффективного методом определения гранулометрического состава любой массы этих твердых отходов, суть которого заключается в применении функций распределения твердых частиц отходов за размерами $R(\delta)$ и $R(\delta)$.

Ключевые слова: твердые отходы, гранулометрический состав, сжигание угля, шлак, зола, ситовой анализ, остаток на сите, функция распределения твердых отходов

Havrylyuk M.V., Yurym M.F., Associate professor (Lviv State University of Vital Activity Safety)

BALANCED NATURAL MANAGEMENT BASIS OF FURTHER THERMOELECTRIC POWER STATION DEVELOPMENT

The article deals with the operation analysis of basic power units of Burshtyn thermal power plant based on the main tasks of steady development. All types of its waste products are characterized. Results of the work of different scientific-research establishments in the field of utilization and waste products discharge reduction are analyzed. Theoretical and experimental results of solid wastes utilization by means of grain-size analysis are described in this paper $R(\delta)$ and $R(\delta)$.

Key words: solid wastes, grainsize composition, coal combustion, ashes, gransize analysis, solid wastes determination function