

**SCI-CONF.COM.UA**

**MODERN PROBLEMS OF  
SCIENCE, EDUCATION  
AND SOCIETY**



**PROCEEDINGS OF IV INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE  
JUNE 19-21, 2023**

**KYIV  
2023**

# **MODERN PROBLEMS OF SCIENCE, EDUCATION AND SOCIETY**

Proceedings of IV International Scientific and Practical Conference

Kyiv, Ukraine

19-21 June 2023

**Kyiv, Ukraine**

**2023**

# ПОКРАЩЕННЯ РОБОТИ ЗОЛОУЛОВЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА ТЕС

**Ялова Альона Миколаївна**

к. т.н., доцент

**Крадажен Сергій Олександрович**

PhD

**Болсун Володимир**

Студент

Криворізький національний університет

**Вступ.** Протягом багатьох років основна частка енергії, що виробляється в світі отримується за рахунок невідновлюваних ресурсів. Таким чином, використання невідновлюваних джерел енергії за півстоліття виросло більш ніж 20 разів. Відомо, що спалювання викопних палив негативно позначається на довкіллі. В Україні значна частина забруднень (атмосферні викиди до 70%, стічні води та тверді відходи до 30-40% від всієї кількості) пов'язана з діяльністю ТЕС, не кажучи вже про вплив на біосферу при видобутку та транспортуванні природних палив .

Тому з кожним роком гострішають екологічні проблеми. Однозначно вони потребують комплексного підходу. Також останніми роками в Європі існує тенденція відмови від використання традиційного вугільного палива, що безумовно впливає на решту світу. Але в той же час вугільний сектор в Україні поки що становить вагомую частину енергетичного балансу країни, та поки що не може бути повноцінно заміненими іншими ресурсами та технологіями.

У зв'язку з цим існують різні напрямки розвитку вугільної енергетики: раціональна експлуатація паливних ресурсів (енергозбереження на законодавчому рівні, покращення ізоляції будівлі тощо); підвищення ККД використання викопного палива за рахунок комбінованої роботи ТЕС та альтернативних/нових енергетичних технологій (газифікація, спалювання в киплячому шарі тощо); удосконалення очисних пристроїв; десульфурація викопного палива з метою зниження викидів сірки у атмосферу; утилізація відходів виробництва (перетворення їх на корисну продукцію); використання

маловідходних технологій (створення замкнутої системи). Кожен із перерахованих напрямків, безумовно, заслуговує окремої уваги. Проте з погляду вдосконалення вже експлуатованих технологій великий інтерес являють системи золоуловлювання.

**Мета роботи:** дослідити методів для підвищення ефективності золоуловлювальної установки ТЕС.

**Матеріали та методи.** Теоретичні дослідження; аналітичні методи; системний та статистичний аналіз в середовищі Microsoft Office Excel та Microsoft Word.

**Результати та обговорення.** Застосування нових запатентованих конструкцій гідроциклонів, труби коагулятора Вентурі із змінними геометріями та пристроїв газозуловлювання з використанням композитних матеріалів дозволяють створити систему золоуловлювання з досягненням екологічних нормативів. За рахунок конструктивних змін, автоматизації та контролю процесу золоуловлювання підбирається оптимальний гідродинамічний режим гідроциклонів та труби коагулятора Вентурі з змінною геометрією, за рахунок цього забезпечується нормативний рівень золо та пиловловлення. Установка специфічних золоуловлювачів з використанням композитних матеріалів, автоматизація процесу та контроль за зміною концентрації забруднюючих речовин, у виняткових випадках багатоярусне розміщення золоуловлювачів, дозволяють домогтися нормативного рівня пилю газу та золоуловлювання.

Більшість пиловугільних ТЕЦ та ТЕС обладнані мокрими системами золоуловлювання до складу яких входить як найбільш ефективні пиловловлювачі – ТКВ, що працюють спільно з краплеуловлювачем скруббером. Процес пиловловлення в ТКВ та скруббері вирішений теоретично та підтверджений численними натурними та лабораторними експериментами.

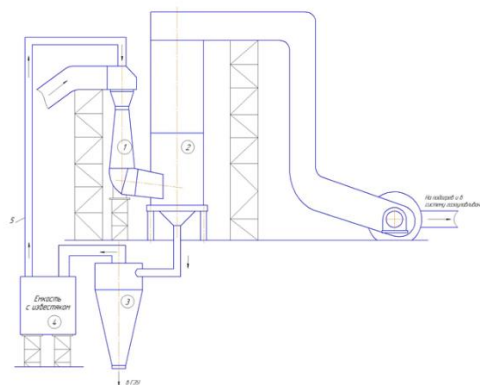
Особливістю золоуловлювання «скруббер із трубою Вентурі» є очищення димових газів не тільки від твердих частинок, а й частково від діоксиду сірки. Досягається це за рахунок зрошення труб Вентурі лужною водою, при цьому зниження викидів сірчистого ангідриду досягає 80%.



Одним з найістотніших недоліків цього підходу, який яскраво проявляється при використанні режиму ІРЗ (інтенсивний режим зрошення) є великі витрати води на зрошення і відповідно адсорбентів. Інтенсивність мокрого газоуловлення різко зростає зі збільшенням густини зрошення. Ця ідея була реалізована нами під час модифікації ТКВ. Пропонується нова комбінована конструкція тріступінчастого ТКВ із внутрішньою вставкою зміненого за розмірами ТКВ. За рахунок цього забезпечується 3-х фазний режим роботи установки. Послідовно, у міру збільшення обсягів димових газів, що надходять на пилу-газо та золоочищення у роботу включається: 1 фаза перетин  $\omega_1$ , потім – 2 фаза – перетин  $\omega_2$  і, нарешті, 3 фаза – із сумарним живим перетином комбінованого ТКВ –  $\omega_1 + \omega_2$ ; При цьому щільність зрошення димових газів може бути збільшена (змінена) за рахунок регулювання тиску у форсунках зрошення, або включенням додаткової, другої форсунки.

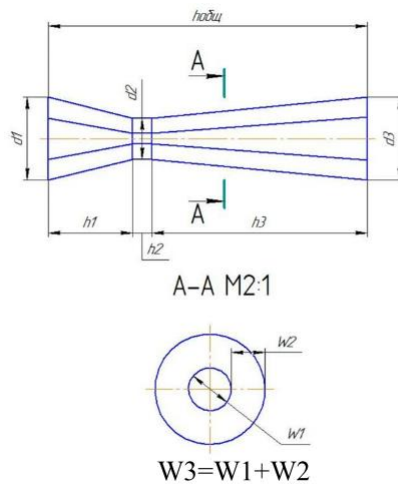
Принципова схема роботи комбінованої конструкції ТКВ наведено на рисунку 1, а конструкція комбінованої ТКВ – рисунок 2.

Методологія дослідження, заснована на «гібридному» моделюванні, що поєднує глибокі теоретичні опрацювання з експериментами, дозволяє як обґрунтувати виявлені теоретично основні чинники, так й оцінити кількісно їх вплив на процес золоуловлювання, розробити методику розрахунку та оптимізації золоуловлювачів із застосуванням ТКВ.



**Рис. 1** Схема золоуловлювання

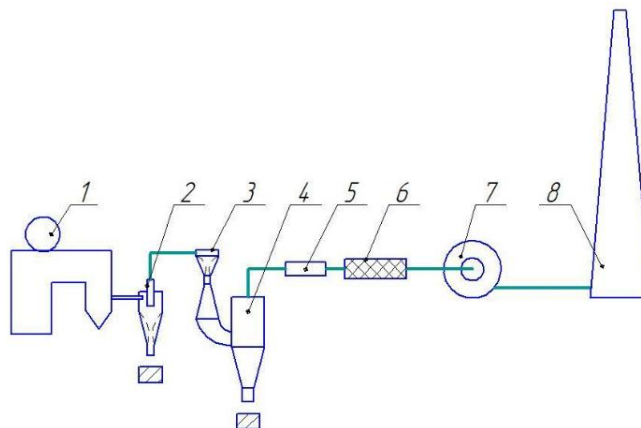
1- ТКВ; 2- Скруббер; 3- Гідроциклон; 4- Ємність із вапняком; 5 – система оборотного водопостачання



**Рис. 2 Комбінована конструкція ТКВ**

При практичному застосуванні даного методу, його значимість полягає у досягненні нормативних рівнів золоуловлювання для типових пиловугільних ТЕС шляхом автоматизації та модернізації існуючих систем золоуловлювання, застосування удосконалених та нових запатентованих конструкцій енергетичного обладнання з використанням композитних матеріалів дозволить Україні в кінцевому рахунку досягти необхідних Посткіотських угод екологічних нормативів та придбати квоти на викиди парникових газів.

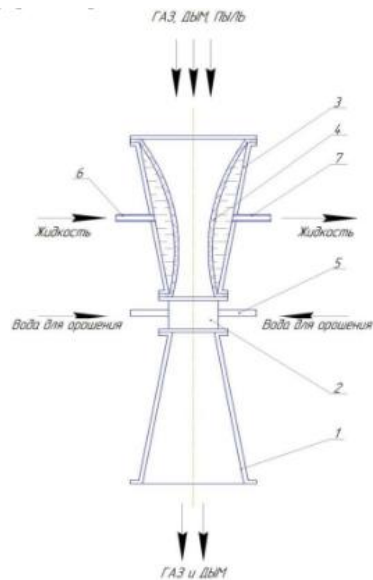
Загальна схема процесу золоуловлювання показана на рисунку 3.



**Рисунок 3 – Загальна схема технологічного процесу  
золоуловлювання на ТЕС**

1 – котел; 2 – гідроциклон; 3 – ТКВ; 4 – відстійник; 5 – підігрівач;  
6-СВС-фільтр; 7 – відцентровий вентилятор; 8 - труба

У цій схемі використовується нова конструкція труби Вентурі (рис 4)



**Рис. 4 Пристрій для очищення газів типу труби Вентурі**

Сутність конструкції полягає в наступному. Пристрій для очищення газів типу труби Вентурі містить конфузур 1, горловину 2, дифузур 3, що регулює вставку 4, систему зрошення виконану у вигляді колектору форсунками 5. Регулююча вставка 4 виконана з еластичного матеріалу, стійкого до корозії, механічного стирання, що зумовлює герметичність щодо рідини, яка заповнює порожнину дифузора та дозволяє підтримувати та змінювати геометрію еластичної вставки. Система зрошення 5 виконана у вигляді колектора з форсунками. У корпусі дифузора 3 встановлені штуцери для подачі рідини 6 та штуцери для відведення рідини 7.

Пристрій для очищення газів типу труби Вентурі працює наступним чином. Вхідний потік газу надходить у дифузур 3, далі через горловину 2 конфузур 1 і якщо площа перерізу скорочується, швидкість газу зростає (за рівнянням Бернуллі). Регулююча вставка 4 дозволяє змінювати площу поперечного перерізу потоку, сприяючи збільшенню або зменшенню швидкості газу. У той же час, через форсунки 5 горловину 2 надходить вода для зрошення. Оскільки газ змушений рухатися з дуже великими швидкостями у вузькій частині дифузора 3, з'являється висока турбулентність потоку газу. Це поділяє потік рідини на велику кількість крапель. Дрібні частки і пил осідає на поверхні крапель.

Для збільшення турбулентності потоку газу між регулюючою вставкою 4 та корпусом дифузора 3 подається рідина під тиском через штуцери 6 а слив рідини здійснюється через штуцери 7. Потік газу набуває обертальний спіральний рух. При цьому під дією відцентрових сил важкі частинки золи відкидається до стінок регулюючої вставки 4. Залишаючи дифузор 3, газ з великою кількістю крапель рідини, входить у конфузор 1. Далі зменшується швидкість газу, знижується турбулентність та дрібні краплі об'єднуються у великі. Після пристрою краплі рідини в яких адсорбовані дрібні частинки відокремлюються від потоку газу. Завдяки регулюванню тиску подачі рідини через штуцери 6, можна добитися зміни геометрії регулюючої вставки 4 що в свою чергу викличе зміну концентрації зваженого потоку в конфузори 1.

Цей пристрій змінює геометрію регулюючої вставки. (мембрани) 4 дозволяє досягти порівняно з прототипом більш високого ступеня очищення газів від пилу та спрощує конструкцію.

Застосування нових запропонованих конструкцій на основі труби коагулятора Вентурі зі змінною геометрією та пристроїв золоуловлювання з використанням композитних матеріалів на основі самопоширювального високотемпературного синтезу (СВС) дозволяють створити систему пилу золоуловлювання з досягненням екологічних нормативів.

**Висновки.** Застосування нових конструкцій на основі труби-коагулятора Вентурі зі змінною геометрією та пристроями золоуловлювання з використанням композитних матеріалів на основі високо розповсюдженого високотемпературного синтезу дозволяють створити автоматизовану систему золоуловлювання з досягненням екологічних нормативів.