

ISSN 1813-5420 (Print). *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2016. № 1

ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ В ЕНЕРГЕТИЦІ ENERGY TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT

УДК 662.613.1:621.311.22

Л.О. Кєсова, д-р техн. наук, проф.; Г.В. Кравчук

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПНЕВМАТИЧНОГО ЗОЛОВИДАЛЕННЯ ТЕС

В Європейському союзі, США та інших розвинутих країнах світу зола електростанцій розглядається як техногенна сировина для багатьох галузей промисловості, яка утилізується до 92% в сухому вигляді, їх системи пневмозоловидалення є невід'ємною складовою технологічного процесу вугільних ТЕС. В Україні застосовуються системи гідрозоловидалення, і як наслідок, зола втрачає свої споживчі цінності щодо такого використання, а її накопичення на золовідвалах приводить до проблем землевідведення, забруднення ґрунту, водоїм, атмосфери, запилення територій, можливості катастрофічних наслідків від прориву огороження дамб, рішенням яких є утилізація золи в сухому вигляді.

В статті наведено порівняльний аналіз відомих систем пневмозоловидалення (за фазою щільності, характером транспортування, способу створення в трубопроводі різниці тиску), надано рекомендації щодо вибору обладнання та технологій, які отримали позитивну апробацію в світі. Їх використання на вугільних ТЕС України дозволить максимально утилізувати золу як цінний продукт, отримати прибуток від збуту, вирішувати проблеми охорони навколишнього середовища.

Ключові слова: золошлакові відходи, системи пневмо- та гідрозоловидалення, пневмотранспорт, установки вакуумні, напірні, комбіновані, щільнофазні системи, насоси, повітродувні пристрої.

Вступ

Вугілля є головним джерелом енергоресурсів у ПЕК України. Однак внаслідок його спалювання на золовідвалах ТЕС накопичилось більше 100 млн. т золошлакових відходів – ЗШВ, які створюють проблему землевідведення та негативно впливають на навколишнє середовище (забруднення ґрунту, водоїм, атмосфери, запилення територій, можливість катастрофічних наслідків із-за прориву огороження дамб). [1] Зменшення викидів забруднювальних речовин об'єктами теплової електроенергетики України є одним з міжнародних зобов'язань України в рамках договору про приєднання до Енергетичного Співтовариства Європейського Союзу. Україна, як член Енергетичного Співтовариства повинна розробити відповідні програми послідовного зменшення сукупного річного обсягу викидів із великих установок для спалювання палива і дотримуватися граничних значень викидів, встановлених Директивами 2001/80/ЕС та 2010/75/EU [2,3]. Для забезпечення своїх зобов'язань Україна має скористатися успішним досвідом європейських країн (Німеччині, Польщі), в іншому разі Україна буде змушена імпортувати електроенергію, зменшивши власне виробництво, або відмовитися від виконання Директив. [4]

Статтею 18 Постанови Верховної Ради України від 05.03.98 «Основні напрямки державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» [5] передбачено здійснення програм утилізації твердих відходів (золи, шлаків, шламів, пилу) для потреб будівельної індустрії, що, на жаль, і досі не виконано.

У країнах світу золошлакові відходи ТЕС - це комерційний товар, що утилізується: у США – 41%, Індії – 50%, Китаї – 65%, ЄС – 92%, при цьому отримують економічні та екологічні переваги, тільки в Україні - на рівні 5%. [6] У США щорічне використання 31 млн. т ЗШВ зберігає 28 млн. м³ площ звалищ; заощаджує 620 млн. \$ витрат на захоронення; забезпечує 150 млн. \$ прибутку від продажу ЗШВ; знижує на 7 млн. т викиди вуглекислого газу за рахунок використання 1 т легкої золи у бетоні та 10,4 млн. т - у виробництві цементу та залізобетонних виробів [7].

Мета та завдання. Утилізація золи в сухому вигляді є невід'ємною складовою технологічного процесу вугільних ТЕС держав Європейського союзу, США та інших промислово розвинутих країн світу, що виконують норми та вимоги безпеки виробництва та екології. [1]

На діючих ТЕС України для видалення золи в основному застосовують технологію гідрозоловидалення (ГЗВ), що при існуючих цінах на землю, воду та електроенергію економічно не виправдовується (витрати на водяні насоси, трубопроводи, обладнання для очищення води і т. ін.).

Теплова енергетика України повинна зазнати суттєвих перетворень, пов'язаних як з роботою ТЕС, так і з утилізацією відходів від спалювання твердого палива, та вжити відповідних заходів, серед яких – встановлення систем пневматичного золовидалення, з метою отримання сухої золи для її утилізації та зменшення впливу на довкілля.

Матеріал і результати досліджень. Системи пневмозолотранспорту дуже різноманітні і вибрати їх для встановлення нелегко. Адже золю збирають на ТЕС з котлоагрегату економайзера - (5-10)%, повітряпідігрівача - (2-5) %, поду топки - (10-15)%, 1-го і 2-го полів електрофільтру - (75-80)%, димової труби – менше 1% [8]. Вона відрізняється своєю щільністю, дисперсністю, для її транспортування необхідно забезпечити відповідні умови руху часток та виносу їх до початку пневмотранспорту.

Як наслідок, системи пневмозолотранспорту поділені:

- за характером транспортування на три групи: **1** - гравітаційний транспорт псевдозрідженого (аерованого) шару золи в аерожолобах (псевдозріджена зола рухається по нахилу аерожолоба подібно воді в каналі); **2** – транспорт псевдозрідженої або частково аерованої золи насосними установками (за допомогою спеціальних форсунок або повітряпроникних перегородок); **3** – транспорт часток зрідженої золи, зважених в трубопроводі потоком повітря із достатньо високою швидкістю (для тонкодисперсної золи з електрофільтрів - (10-12) м/с; крупної золи з економайзера та повітряпідігрівача - (13-16) м/с). Транспортування з низькою швидкістю (5-8) м/с і не в зваженому стані відноситься до режиму транспортування в щільній фазі [8.9];

- за способом створення в трубопроводі різниці тиску: вакуумні (усмоктувальні), напірні (нагнітальні) і комбіновані (вакуумно-напірні) установки. Напірні установки, в свою чергу, розділені на низькі - до 0,1 бар, середні - до 1 бар та високі - до 8 бар, який створюється, відповідно, вентиляторами, повітродувками та компресорами. Прикладом яких є пневмотранспортні системи транснаціональної компанії FLSmidth (рис.1), компанії "Mactenn Systems Limited" (ТОВ "Укрелектросервіс"), ТОВ «КВАРЦ Групп», фірма Clyde Bergemann (ТОВ «Теплотех») та ін. [9 – 14];

- за концентрацією твердої фази в потоці на: низькоконцентрований транспорт при відношенні об'єму повітря до об'єму золи $V_1/V_2 > 100$ або у масовому відношенні – (0,1-5,0) кг/кг; середньоконцентрований - $V_1/V_2 = 25/100$ або (5-10) кг/кг; висококонцентрований - $V_1/V_2 < 25$ або (10-400) кг/кг [10]. Сучасною тенденцією їх є транспортування висококонцентрованої золи. Порівняння таких систем фірми Clyde Bergemann за фазою щільності транспортування матеріалу наведено в табл.1 [15].

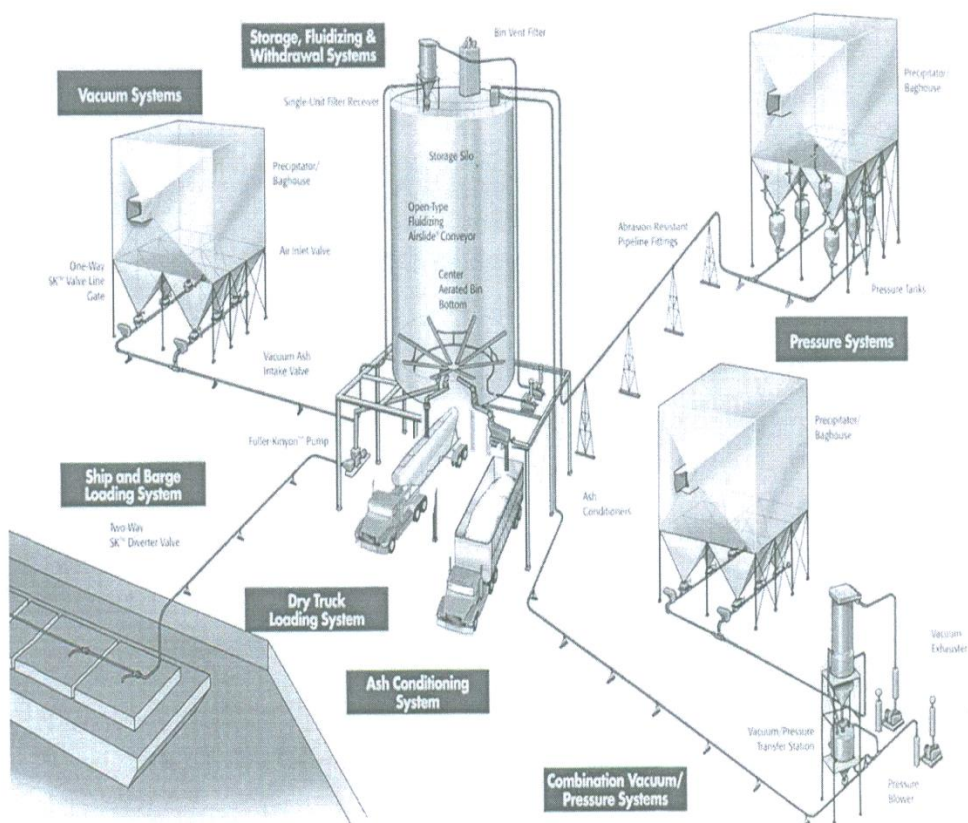


Рисунок 1 – Пневмотранспортні системи компанії FL Smidth

Для всіх систем пневмотранспорту характерне переміщення твердих часток при умові переважного впливу на їх рух гравітаційного поля твердої фази, щільність якої в тисячу разів більша за щільність повітря.

Таблиця 1 - Порівняння пневмотранспортних систем за фазою щільності фірми Clyde Bergemann [15]

| Показники | Параметри систем | | |
|---|---|---|--|
| | Низької щільності | Середньої щільності | Щільнофазні |
| Тиск, бар | <1 | 1-2 | 3-7 |
| Швидкість, м/с | 15-30 | 8-15 | 2-8 |
| Відстань, км | 0,5-1 | 1-1,5 | <3 |
| Концентрація твердої фази в потоці, кг/кг | 0,1-5,0 | 5-10 | 200 |
| Продуктивність, т/г | <100 | <240 | <100 |
| Фазовий склад матеріалу | Різномірний, суміші | Зольний залишок, розмелена топкова зола та вапняк | Зола, розмелений вапняк, гранулят, гіпс та ін. |
| Преваги | Висока надійність | Низький знос та експлуатаційні витрати, помірні швидкості | Незначний знос, сполучення високої надійності, мінімальних енерговитрат та довготривалий термін експлуатації |
| Недоліки | Висока витрата повітря, знос трубопроводу на великих швидкостях | Обмеженість дальності транспортування | Необхідність глибоких знань процесу та характеристик матеріалів |
| Оптимальне застосування | При значному розкиді розмірів, форми або щільності часток золи для вакуумних та напірних систем | Для широкого спектру, де необхідно транспортувати грубий гранулят з невеликою швидкістю та високою продуктивністю | Транспортування в щільній фазі для високонапірних систем |

Отже, система пневмозоловидалення включає основні вузли систем - вузол збору сухої золи та вузол транспортування на склад в проміжний бункер (силос). До яких входять: пневмонасоси, електрофільтри, золопроводи, системи забезпечення стисненим повітрям (роторний компресор, адсорбційний осушувач, ресивери, обладнання фільтрації, контролю та керування) та відвантаження золи в транспортні засоби. Для збору сухої золи використовують схеми з аерожолобами та вакуумні, від яких транспортування здійснюється за напірною схемою. [9]

За схемою збору з аерожолобами (рис.2) з бункера золовловлення 1 через шибер 2 та клапан-мігалку 3 зола надходить в похилий аерожолоб 4 під кутом 4-6° і транспортується по ньому в проміжний бункер 5. Аерожолоб представляє собою прямокутний короб, розділений горизонтально пористою перегородкою із кераміки, азбесту чи стеклотканини. Під перегородку вентилятором 8 подається підігрите повітря під тиском. Довжина однієї ділянки аерожолобів зазвичай не перевищують 100 м. Зола, що надходить на таку перегородку, аерується і рухається самопливом (як рідина) зі швидкістю (0,5-1,0)м/с. Відпрацьоване в аерожолобі повітря відводиться в газохід котла до золовловлювача або, після очищення від золи, в атмосферу. Зола транспортується стисненим повітрям на склад силосу 5 [9].

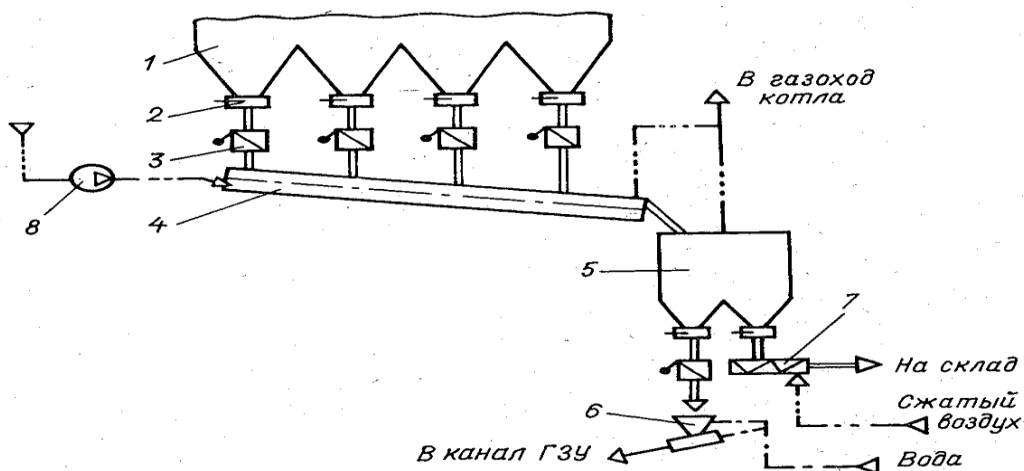


Рисунок 2 – Схема збору золи аерожолобами

1- бункер золоуловлювача; 2- шибер; 3 – мігалка; 4 – аерожолоб; 5-проміжний бункер;
6 – золозмішувач; 7 – пневмовинтовий насос; 8 – вентилятор системи.

В схемі вакуумної системи (рис.3) вакуум може створюватися паровими ежекторами, водокільцевими вакуум-насосами або високонапірними вентиляторами, що розміщуються в кінці трубопроводу, створюючи розрідження (0,8-0,9) бар. Це обмежує дальність транспортування до 200 м і концентрацію твердої фази в потоці (на більшій відстані необхідно декілька проміжних станцій перекачки). [9]

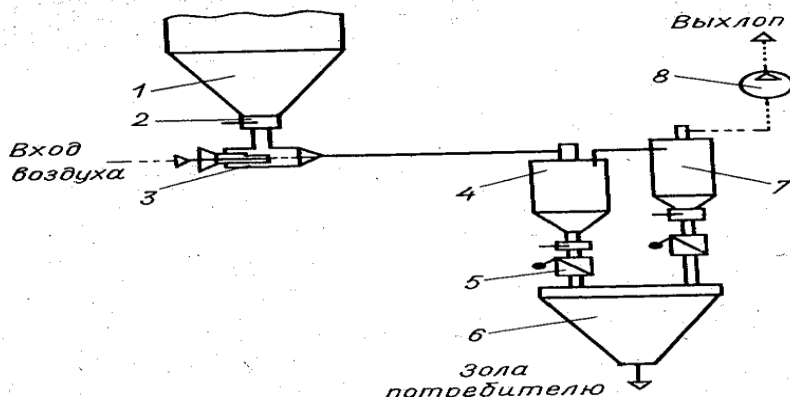
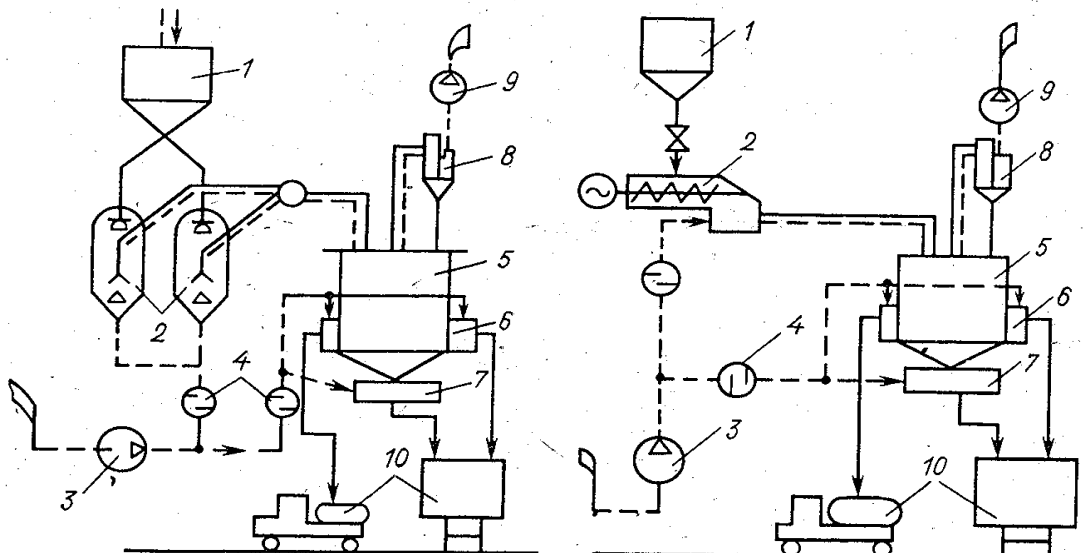


Рисунок 3 – Схема вакуумної системи збору золи

1 – бункер золоуловлювача; 2 – шибер; 3 – регулююча насадка; 4 – осаджувальна камера; 6 – розвантажувальний збірний бункер (силос); 7 – циклон; 8 – повітрорудний пристрій.

Зола у вакуумній системі із бункера золоуловлювача 1 надходить через мигалку 2 в регулюючу всмоктуючу насадку 3, де змішується з атмосферним повітрям. Золоповітряна суміш рухається по сталевим трубопроводам до осаджувальної камери 4, в якій за рахунок різкого падіння швидкості повітря основна маса золи відділяється. Для глибокої очистки повітря після осаджувальної камери встановлюють циклони 7 або рукавні фільтри, від яких зола поступає в проміжний золовий бункер 6. В такій системі на транспорт 1 т золи витрачається (50-100) кг повітря при швидкості потоку в золопроводах біля 20м/с; витрата електроенергії в установках з паровими ежекторами складає (25-30)кВт·г, а при вакуум-насосах - (10-12) кВт·г [9].

Системи пневмозолотранспорту за напірною схемою (рис.4) поділяють в основному на високо - та низьконапірні. Повітрядунні пристрої розміщуються на початку трубопроводу, створюючи надлишковий тиск до 8 бар, що дозволяє здійснювати транспортування з максимально можливими концентраціями на відстань з 75 до 2000 м двокамерними, пневмокамерними, пневмогвинтовими, струминними або пневмоімпульсними насосами.



а) двокамерним насосом;

б) пневмогвинтовим насосом

Рисунок 4 – Схеми напірної системи пневмотранспорту золи: [9]

1 – проміжний бункер; 2 – насоси (а,б); 3 – компресор; 4 – фільтри-осушувачі; 5 – силосний склад; 6 – бокове розвантаження золи; 7 – донний розвантажувач золи; 8 – пиловловлювач; 9 – вентилятор; 10 – транспортні засоби для вивозу золи.

Низьконапірні системи транспортують золю у псевдозрідженому стані, зазвичай використовуюючи схему збору золи з аерожолобами. Їх особливостями є: низькі швидкості транспортування, що зменшують енергетичні витрати при експлуатації та знос обладнання (арматури, трубопроводів, колін); можливість безперервного транспортування без пульсацій; простота повторного запуску системи; однак, складність монтажу та велика кількість повітряпроводів.

У високонапірній системі зола транспортується в щільній фазі, застосовують компресорні установки. До особливостей її традиційної системи відноситься високі початкові та кінцеві швидкості транспортування висококонцентрованої пилоповітряної суміші (до 200 кг/кг), значні енергетичні витрати, режим транспортування пульсаційний, конструктивна складність нагнітачів, значний знос обладнання.

Комбіновані вакуумно-напірні установки об'єднують в собі особливості обох систем і можуть застосовуватись як перевантажувачі золи з насипу так і транспортування її на значні відстані при високих концентраціях.

Перспективним способом пневмотранспорту золи на значні відстані є, також, імпульсне витиснення шару золи повітрям із обмеженої порожнини та поршневе переміщення її по трубопроводах, яку використовує фірма Clyde Bergemann[14]. Особливістю цієї технології - використання коротко-часового та ударно-волнового впливу потужним імпульсним струменем повітря, який створюється спеціальним пневмоімпульсним генератором з клапаном поршневого типу. Продуктивність технології залежить від діаметру трубопроводу та частоти пневмоімпульсів. Впродовж декількох секунд камера генератора заповнюється стислим повітрям і потім за соті долі секунди викидає це повітря у вигляді потужних імпульсних струменів. Така технологія забезпечує транспортування золи в щільній фазі, максимальну масову концентрацію аеросуміші в повітряному потоці високого тиску, зниження швидкості транспортування (менш 5 м/с), зменшення абразивного зносу трубопроводів та енерговитрат. Дальність транспортування - більше 1000 м без застосування проміжної станції перекачки.

Економічні показники схем залежать від річної продуктивності по видачі та дальності пневмотранспорту золи в межах площадки ТЕС. За продуктивністю по сухій золі до 200 тис. т/рік і граничної дальності внутрішньостанційного пневмотранспорту до 200 м оптимальною є вакуумна схема збору золи. При продуктивності (300-500) тис. т/рік та внутрішньостанційному пневмотранспорті до 500м вибір схеми пневмозоловидалення для кожної конкретної ТЕС виконується за техніко-економічним розрахунком. При дальності вище 500 м та продуктивності більше 500 тис. т/рік оптимальним є сполучення системи збору золи з аерожолобами та транспорту її на склад за високонапірною схемою. [9]

При виборі системи пневмозоловидалення слід врахувати, що всі вони мають обмеження по масовій концентрації матеріалу в потоці (μ), максимально можливої втраті тиску (ΔP_{max}), дальності транспортування (L_{max}) та продуктивності (m_{max}) (табл.2).

Таблиця 2 – Параметри транспортування у систем пневмозоловидалення [8]

| Системи пневмозоловидалення | Параметри транспортування | | | |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------|
| | μ , кг/кг | ΔP_{max} , бар | L_{max} м | m_{max} т/Г |
| Вакуумний транспортер | 20 | 0,5 | 200 | 100 |
| Аерожолоб | 300 | 0,05 | 100 | 400 |
| Струминний насос | 5 | 0,2 | 75 | 5 |
| Роторний живильник | 30 | 0,75 | 150 | 40 |
| Пневмогвинтовий насос | 80 | 1,5 | 80 | 200 |
| Пневмокамерний насос | 200 | 6,0 | 2000 | 150 |
| Ерліфт | 25 | 0,5 | 100 | 100 |
| Пневмоімпульсний насос | 200 | 0,05 | 1500 | 150 |

Висновок. В Україні використання пневматичних систем видалення золи ТЕС дозволить максимально утилізувати золю як цінний продукт для багатьох галузей промисловості, отримати прибуток енергетичній компанії, зберегти природні ресурси, ефективно вирішувати проблеми охорони навколишнього середовища.

Список літератури

1. Владимир Здановский «Глобальные проблемы энергетики. Как нам их решить? Тепловая энергетика Украины должна быть безопасной» /Газета «Деньги, экономическая безопасность» / №21 (118) 15 июня 2013 г., с- 9.

2. Directive 2001/80/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from large combustion plants. Official Journal of the European Communities, L 309/1, 27.11.2001.
3. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). OJ L 334, 17.12.2010, p. 17.
4. Савицький Олег «Огляд теплової енергетики України», Київ, 2014, (necu@necu.org.ua, www.necu.org.ua, savitsky@necu.org.ua)
5. Постанова ВРУ N 188/98-ВР від 05.03.98 «Основні напрямлення державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки».
6. «Золошлаки ДТЕК – продукт, а не відхід - СКМ» 14.03.2013(http://www.sustainability.scm.com.ua/uk/about_scm/.../84/).
7. The use and disposal of coal combustion by-products at coal mines: A technical interactive forum, Held at The National Energy Technology Laboratory Morgantown, West Virginia, 04.10.2000.
8. Агарвал В.К. Технологии удаления летучей золы ТЭС в Индии // Материалы II научно-практического семинара «Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование», Москва, 23-24 апреля 2009 г. М.: Издательский дом МЭИ, 2009. С. 95 - 100.
9. Гаврилов Э.И. Топливно-Транспортное хозяйство и золошлакоудаление на ТЭС: Учеб.пособие для вузов.-М.:Энергоатомиздат, 1987. -С.149-154.
10. Пневматический транспорт / Я. Урбан ; пер. с чеш. Р. Э. Мельцера; под ред. Л. Г. Шведова./ - Москва : Машиностроение, 1967. - 255 с.
11. <http://www.flsmidth.com/ru-ru/>
12. info@ukrelektroservis.com.ua
13. www.quartz-group.ru. Опыт внедрения систем сухого золоудаления ООО «Кварц Групп», 05.2014.
14. Клоны М. Применение технологии пневмотранспортирования золошлаков от энергоблоков мощностью 300 и 500 МВт угольных электростанций Технологии удаления летучей золы ТЭС в Индии / Клоны М., Коломиец Ю. // Материалы II научно-практического семинара «Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование», Москва, 23-24 апреля 2009 г. М.: Издательский дом МЭИ, 2009. С. 101 - 103.
15. Типы пневмотранспортных систем: особенности. Продукты Clyde Bergemann Group. /Презентация 12.2005.http://www.enerms.ru/ru/products/sistemy_zoloshlakoudaleniya.html.

L.A. Kyesova, A.V. Kravchuk

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

SYSTEMS AND TECHNIQUES OF THE PNEUMATIC ASH REMOVAL ON THE TPPs

In the European Union, the USA and other developed countries of the world the ashes of power plants are considered as technogenic raw materials for many industries, which are utilized to 92 % in a dry form; their systems of pneumatic ash handling are an integral part of technological process of coal-fired TPPs. In Ukraine the systems of hydraulic ash removal are applied and, as a consequence, ashes lose the consumer worth concerning such use, and its accumulation in ash dumps leads to land allotment problems, pollution of soil, ponds, atmosphere, pollution of territories, and possibility of catastrophic aftereffects from breakthrough of protection dams, which solution is the disposal of ash in dry form.

The article presents a comparative analysis of the known systems of pneumatic ash handling (on the density phase, nature of the transportation, method of creating a pressure difference in a pipeline), the recommendations are given on the choice of equipment and technologies, which have obtained the positive approbation in the world. Their use in the coal-fired TPPs of Ukraine will allow to the maximum dispose of the ash as a valuable product, to obtain a profit from sales, and to solve problems of environmental protection.

Keywords: ash and slag wastes, systems of pneumo- and hydraulic ash removal, pneumatic transportation, vacuum installations, pressure installations, combined installations, dense-phase systems, pumps, blowers.

References

1. Volodymyr Zdanovskiy «Global problems of power engineering. How can we resolve them? Thermal power in Ukraine should be safe» /Newspaper «Money, economic security»/ # 21 (118) June, 15th 2013, p. 9.
2. Directive 2001/80/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from large combustion plants. Official Journal of the European Communities, L 309/1, 27.11.2001.
3. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). OJ L 334, 17.12.2010, p. 17.

4. Savytskyi Oleh «Overview of thermal power of Ukraine», Kyiv, 2014, (necu@necu.org.ua, www.necu.org.ua, savitsky@necu.org.ua.)
5. Resolution of Verkhovna Rada of Ukraine # 188/98-VR of 05.03.98 «The main directions of state policy of Ukraine in the field of environment protection, use of natural resources and environmental safety».
6. «Ashes and slags of DTEK – are a product, not a waste – SCM» 14.03.2013 (http://www.sustainability.scm.com.ua/uk/about_scm/.../84/).
7. The use and disposal of coal combustion by-products at coal mines: A technical interactive forum, Held at The National Energy Technology Laboratory Morgantown, West Virginia, 04.10.2000.
8. Aharval V.K. Technology of fly ash removal in the TPPs in India // Materials of II theoretical and practical seminar «Ashes and slags of TPPs: removal, transportation, processing, storage», Moscow, on April, 23rd-24th 2009. M.:MEI publishing house, 2009. pp. 95-100.
9. Havrilov E.I. Fuel and transport equipment and ash and slag removal on the TPPs: Study manual for high schools. -M.:Enerhoatomvydat, 1987. p. 149-154.
10. Urban Ya., Pneumatic transport/ transl. from Czech language, author R.E. Meltser ; under the editorship of L.G. Shvedov. / - Moscow: Engineering industry, 1967. -255 pgs.
11. <http://www.flsmidth.com/ru-ru/>
12. info@ukrelektroservis.com.ua
13. Experience in the implementation of dry ash handling systems in the «Kvarts Group LLC», 05.2014 / www.quartz-group.ru/.
14. Kloni M. Applying a technique of ashes and slags pneumatic removal from 300 MW and 500 MW power-generating units of the coal-fired power plants. Technology of fly ash removal in the TPPs in India / Kloni M., Kolomiets Yu. // Materials of II theoretical and practical seminar «Ashes and slags of TPPs, removal, transportation, processing, storage», Moscow, April, 23rd-24th 2009. M.:MEI publishing house, 2009. p. 101-103.
15. Types of pneumatic handling systems: features. Products of Clyde Bergemann Group. / Presentation of 12.2005. <http://www.enerms.ru/ru/products/sistemy-zoloshlakoudaleniya.html>.

Л.А. Кесова, д-р техн. наук, профессор; **А.В. Кравчук**

**Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ЗОЛОУДАЛЕНИЯ ТЭС**

В Европейском союзе, США и других развитых странах мира зола электростанций рассматривается как техногенное сырье для многих отраслей промышленности, которая утилизируется до 92% в сухом виде, их системы пневмозолоудаления есть неотъемлемой составной технологического процесса угольных ТЭС. В Украине применяются системы гидрозолоудаления и, как следствие, зола теряет свои потребительские ценности относительно такого использования, а ее накопление на золоотвалах приводит к проблемам землеотвода, загрязнения грунта, водоемов, атмосферы, опыления территорий, возможности катастрофических последствий от прорыва ограждения дамб, решением которых является утилизация золы в сухом виде.

В статье приведенный сравнительный анализ известных систем пневмозолоудаления (за фазой плотности, характером транспортировки, способа создания в трубопроводе разности давления), предоставлены рекомендации относительно выбора оборудования и технологий, которые получили положительную апробацию в мире. Их использование на угольных ТЭС Украины позволит максимально утилизировать золу как ценный продукт, получить прибыль от сбыта, решить проблемы охраны окружающей среды.

Ключевые слова: золошлаковые отходы, системы пневмо- и гидрозолоудаления, пневмотранспорт, установки вакуумные, напорные, комбинированные, плотнофазные системы, насосы, воздухоудвнне устройства.

Надійшла 26.12.2015

Received 26.12.2015