

УДК 678.8+502.3

*М.О. Тищенко^а, В.Н. Філін^а, Т.Г. Іващенко^б***ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІАКРИЛАМІДІВ СЕРІЇ ECOFLOC ДЛЯ ПИЛОПРИГНІЧЕННЯ НА ЗОЛОШЛАКОНАПИЧУВАЧАХ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**^а ТОВ «НВО «Екоальянс», м. Київ, Україна^б Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м Київ, Україна

У даній роботі для пилопригнічення сухих ділянок золошлаконакопичувачів теплоелектростанцій запропоновано використовувати поліакриламід, який при просочуванні утворює на поверхні золошлаку захисний шар. Показано, що водний розчин поліакриlamіду з концентрацією 0,5 мас.% майже для всіх марок аніонних, катіонних і неіоногенних поліакриламідів серії ECOFLOC практично повністю усуває утворення пилу золошлаком, а розчини з концентрацією 0,1 мас.% дозволяють знизити утворення пилу в 6,5–15 разів. Встановлено погану змочувальність поверхні золошлаку водними розчинами високомолекулярних аніонних поліакриламідів з концентрацією 0,5 мас.% (через високу в'язкість), а також нестабільність розчинів катіоноактивних поліакриламідів, що при зберіганні втрачають свою гелеподібну консистенцію, в'язкість і гомофазність. Найбільш ефективним поліакриламідом серії ECOFLOC з точки зору його дії як пилопригнічуючого агента для золошлаконакопичувачів ТЕЦ з урахуванням доброї змочувальної здатності поверхні золошлаку є аніоноактивний поліакриламід марки AR-3.

Ключові слова: золошлак, поліакриламід, пилопригнічення, змочувальність.**DOI:** 10.32434/0321-4095-2019-127-6-236-240**Вступ**

Експлуатація теплових електростанцій (ТЕС/ТЕЦ), що використовують як паливо кам'яне вугілля, пов'язана з утворенням і накопиченням великої кількості золи та шлаків, подальше використання яких у різноманітних технологіях і галузях народного господарства та обробка з метою запобігання забруднення навколишнього середовища є надзвичайно актуальною і важливою проблемою [1–4].

Теплоелектростанції мають, як правило, поруч золошлаконакопичувачі, в які за системою гідрозолоусунення разом з водою направляють частки золи, шлаку і незгорілого вугілля. У весняно-літній період з підвищенням температури повітря окремі ділянки золошлаконакопичувача через пересихання можуть становити потенційну небезпеку як джерело пилоутворення для житлових будівель, розташованих поруч з санітарно-захисною зоною. За даними роботи [5] з одного гектара сухої поверхні золошлаконакопичувача при швидкості вітру 5–6 м/с на добу

може нестися 2–5 т легкої золи. Для пригнічення пилу, крім періодичного зволоження золошлаконакопичувача, використовують, зокрема, композиції водорозчинних полімерів, які істотно зміцнюють верхній шар золошлаконакопичувача [6].

Метою даної роботи є підбір найбільш ефективних марок поліакриlamіду серії ECOFLOC неемulsionним водорозчинним полімером, що утворює при просочуванні на поверхні золошлаконакопичувача щільний захисний шар, а також оптимальної концентрації розчину для пригнічення процесу пиловиділення на золошлаконакопичувачах ТЕЦ.

Методика експерименту

При здійсненні експериментальних досліджень використовували золошлакові відходи Дарницької ТЕЦ-4 (м. Київ), що застосовує як паливо вугілля марки АШ з зольністю 27–30%. Вологість золошлаку, що використовується, визначена згідно з ГОСТ 28268-89 і становить 9,5 мас.%. У табл. 1 наведений мінералогічний і

Таблиця 1
Мінералогічний склад попілошлакових відходів
Дарницької ТЕЦ

Мінералогічний склад	Вміст, мас.%	Розмір, мкм
Полігранули	3	18–60
Незгоріле вугілля	3	50–120
Плавлений гранулят	15	12–240
Кварц	4	6–30
Силікатні породи	10	40–60
Плагіоклази	10	30–60
Польові шпати	8	10–20
Гіпс і його напівгідрат	1,5	15–20
Глинисті матеріали	1	6–30
Плавлений гранулят	2	6–100
Карбонати	0,5	60
Рудні мінерали	2	30–80
Чорний магнітний плавлений гранулят	22	6–30
Кристобаліт, триміміт	15	120
Кварц (кристали польового шпату з включенням руд)	3	60–80

фракційний склад попелу з золошлаконакопичувача Дарницької ТЕЦ-4.

Як поліакриламід (ПАА) для приготування розчину були випробувані аніонні, катіонні і неіоногенні ПАА серії ECOFLOC з молекулярною масою (ММ) $(4-23) \cdot 10^6$ і концентрацією іонів від 4 до 52 мас.% (табл. 2). Водні розчини ПАА з концентрацією від 0,05 до 0,5 мас.% готувалися до повного розчинення ПАА при постійному перемішуванні і температурі не вище 50°C.

При здійсненні експериментальних досліджень в чашку Петрі завантажували золошлаки постійні за вагою. Їх поверхню вирівнювали і наносився розчин ПАА в кількості 0,26 мл/см², після чого зразок піддавався поетапному сушінню. На першій стадії зразок висушували 2 год при температурі 30°C і швидкості потоку повітря 2 м/с. На другій стадії зразок досушували 15 год при 20°C. Для кількісного визначення ефективності пригнічення процесу виділення пилу використовували модифікований гравіметричний метод визначення концентрації пилу в повітрі. На поверхні висушеного зразка розміщали попередньо зважений фільтр АФА-ВП-20, а на нього на 10 с – стаканчик з відкаліброваною гирею вагою 100 г. Після цього фільтр зважували повторно. Отримана різниця ваги фільтра показує потенційне винесення пилу з поверхні, не скріпленої розчином ПАА.

Розчин ПАА при нанесенні на поверхню

Таблиця 2
Характеристика окремих марок ПАА серії ECOFLOC

Тип ПАА	Марка	Молекулярна маса, ($\cdot 10^{-6}$)	Концентрація іонів (гідроліз), мас.%
Аніонний	A-3	9–11	4–5
Аніонний	A-18	17–18	23–25
Аніонний	A-22	10–12	40–42
Аніонний	A-23	21–23	40–42
Аніонний	A-24	10–12	49–52
Аніонний	A-25	21–23	49–52
Аніонний	AR-3	16–19	32–34
Катіонний	K-7	4–6	27–28
Катіонний	K-16	10–12	55–57
Катіонний	K-18	10–12	65–67
Катіонний	CR-7	7–9	52–54
Катіонний	CR-8	6–8	46–48
Неіоногенний	N-2	6–8	4–6
Неіоногенний	N-3	11–13	4–6

золошлаку повністю в нього вбирається і після висушування не створює плівки, а утворює досить міцний шар за рахунок адгезії золошлаку полімерним розчином. Крім того, зміцненню поліакриламідного захисного шару сприяє реакція імідазації ПАА при взаємодії з кислотними компонентами золошлаків.

Результати та їх обговорення

Формування залишкового пилу на поверхні золошлаків залежить від концентрації ПАА в розчині нелінійних і одностипних, як для аніонних і катіонних ПАА, так і неіоногенних ПАА. Вже при концентрації ПАА в розчині 0,1 мас.% утворення пилу пригнічується в 6,5–15,0 разів, а концентрація розчину 0,5 мас.% майже для всіх марок аніонних, катіонних і неіоногенних ПАА практично повністю усуває утворення пилу золошлаками (рис. 1–3).

На рис. 4 показана залежність вмісту залишкового пилу на поверхні золошлаків від концентрації іонів в складі аніонних ПАА при постійній молекулярній масі. Максимальне пилопригнічення спостерігається при концентрації іонів в аніонних ПАА близько 30 мас.%. Це відповідає літературним даним про те, що ефективними водорозчинними полімерами, що пригнічують утворення пилу, є полімери, які мають в своєму складі поєднання іоногенних і неіоногенних груп [7].

Поряд з ефектом пригнічення пилу важливим фактором практичного застосування розчинів ПАА є їх експлуатаційні характеристики і технологічність приготування розчину. Ці фак-

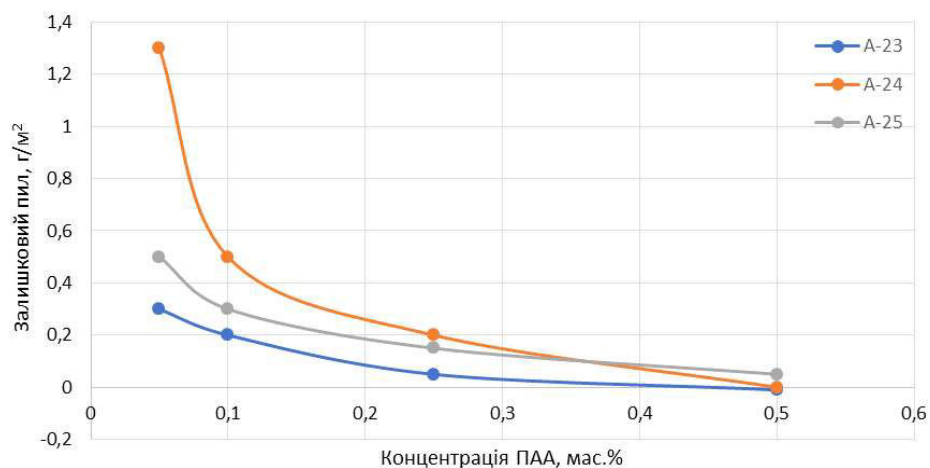


Рис. 1. Залежність вмісту залишкового пилу на поверхні золотшляків від концентрації розчину аніонних ПАА марок А-23, А-24 і А-25

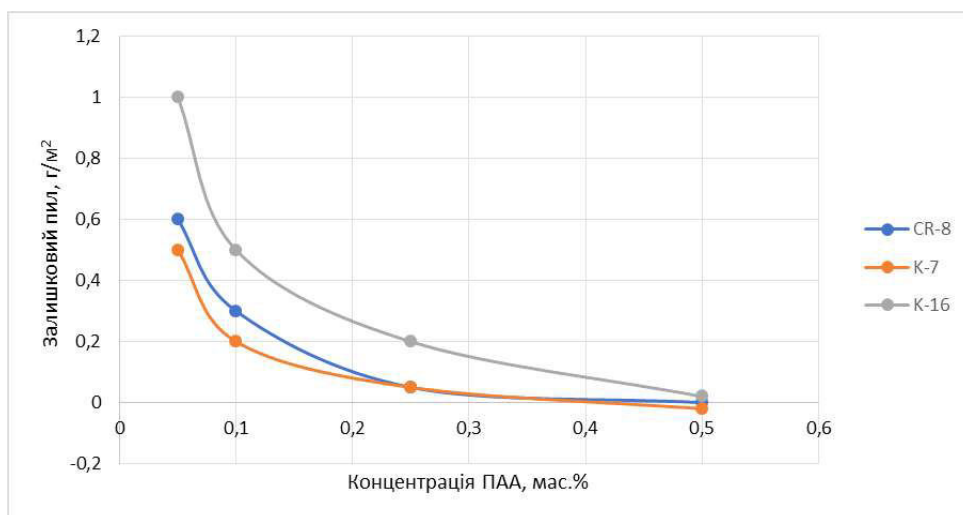


Рис. 2. Залежність вмісту залишкового пилу на поверхні золотшляків від концентрації розчину катіонних ПАА марок CR-8, K-16 і K-7

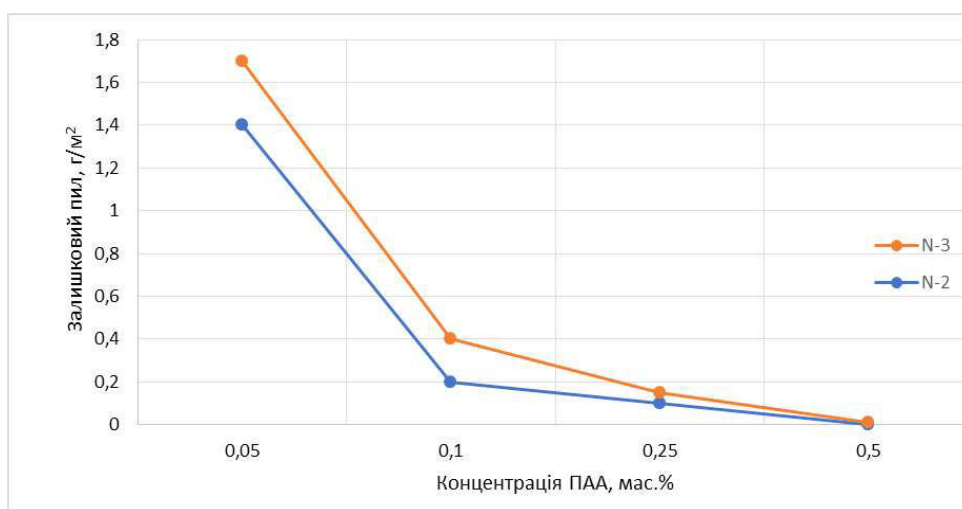


Рис. 3. Залежність вмісту залишкового пилу на поверхні золотшляків від концентрації розчину неіоногенних ПАА марок N-2 і N-3

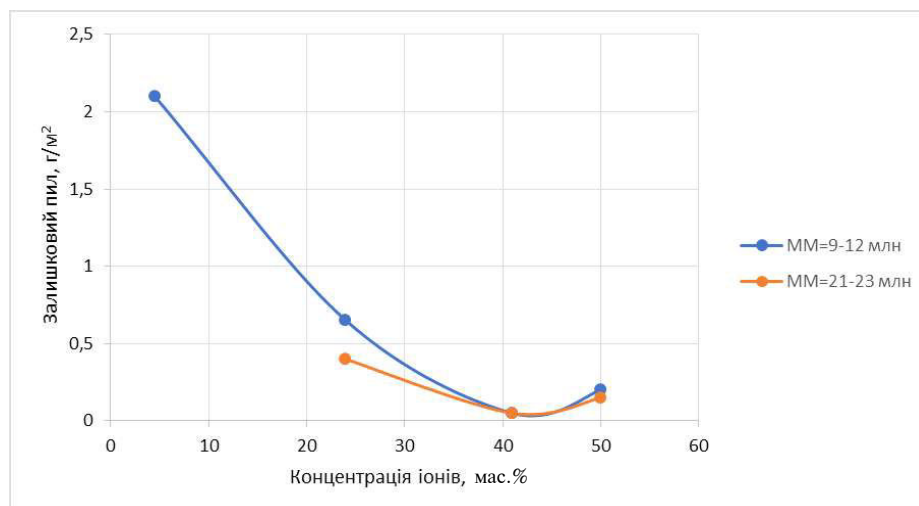


Рис. 4. Залежність вмісту залишкового пилу на поверхні золошлаків від концентрації іонів в складі аніонних ПАА при концентрації ПАА 0,25 мас.%. 1 – $MM=(9-12) \cdot 10^6$, 2 – $MM=(21-23) \cdot 10^6$

Таблиця 3

Технологічність приготування розчинів ПАА різних марок концентрацією 0,25–0,5 мас.% і їх експлуатаційні характеристики

Марка	Технологічність приготування розчину ПАА і його експлуатаційні характеристики						
	Необхідність підігріву води до $\leq 50^{\circ}\text{C}$		Вміст залишкового пилу при пригніченні пилу, г/м ²		Змочувальна здатність золошлаків		Стійкість розчину при зберіганні
	0,25 мас.%	0,5 мас.%	0,25 мас.%	0,5 мас.%	0,25 мас.%	0,5 мас.%	
A-3	–	–	1,1	0,5	Погана	Погана	Стійкий
A-18	+	+	0,5	0,1	Добра	Задовільна	Стійкий
A-22	+	+	0,05	0	Погана	Погана	Стійкий
A-23	+	+	0,05	0	Погана	Погана	Стійкий
A-24	–	–	0,2	0	Погана	Погана	Стійкий
AR-3	–	–	0	0	Добра	Задовільна	Стійкий
K-7	–	–	0,05	0	Добра	Добра	Нестійкий
K-18	–	+	0,7	0,2	Добра	Погана	Нестійкий
CR-7	–	+	0,1	0	Середня	Погана	Нестійкий
CR-8	–	–	0,05	0	Середня	Добра	Нестійкий
N-2	+	+	0,3	0,15	Добра	Добра	Стійкий
N-3	+	+	0,15	0,05	Добра	Задовільна	Стійкий

тори для розчинів аніонних, катіонних і неіоногенних ПАА надані в табл. 3.

Аналіз даних табл. 3 показує, що поєднання доброї змочувальної здатності і ефективного пригнічення пилу золошлаків характерне для аніонного поліакриламідом марки AR-3, а також для катіонних ПАА марок K-7 і CR-8. Однак, розчини катіоноактивні ПАА при зберіганні нестійкі, вони втрачають свою гелеподібну консистенцію, в'язкість і гомофазність. Високомолекулярні аніоноактивні ПАА при концентрації їх в розчині 0,5 мас.% показують добре пилоприглушення, але погану змочувальну здатність поверхні золошлаків через високу в'язкість розчину. За поєднанням технологічних і експлу-

атаційних параметрів найбільш перспективним поліакриламідом для використання в якості пилоприглушуючого агента для золошлаконакопичувачів ТЕЦ є поліакриламід марка AR-3.

Висновки

Водний розчин ПАА з концентрацією 0,5 мас.% майже для всіх марок аніонних, катіонних і неіоногенних ПАА серії ECOFLOC практично повністю усуває утворення пилу золошлаками, а концентрація розчину 0,1 мас.% дозволяє знизити утворення пилу в 6,5–15 разів.

Розчини катіоноактивні ПАА показують добру змочуваність і ефективно пилоприглушення, але є нестабільними при зберіганні, втрачаючи свою гелеподібну консистенцію, в'язкість

і гомофазність. Внаслідок цього вони не здатні утворювати міцний шар на поверхні золошлаків протягом тривалого часу і при впливі атмосферних опадів.

Розчини високомолекулярних аніонних ПАА з концентрацією 0,5 мас.% мають високу в'язкість, що погіршує змочуваність поверхні золошлаків, ускладнює експлуатацію водних розчинів ПАА і робить проблематичним їх використання для пригнічення пилоутворення на поверхні сухих ділянок золошлаконакопичувачів ТЕЦ.

Найбільш технологічним поліакриламідом серії ECOFLOC в якості пилоприглушуючого агента для золошлаконакопичувачів ТЕЦ з урахуванням доброї змочуваності поверхні золошлаків і ефективності пригнічення пилу є аніоноактивні ПАА марки AR-3.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Gollakota A.R.K., Volli V., Shu C.M. Progressive utilisation prospects of coal fly ash: a review // *Sci. Total Environ.* – 2019. – Vol.672. – P.951-989.
2. Ahmaruzzaman M. A review on the utilization of fly ash // *Prog. Energy Combust. Sci.* – 2010. – Vol.36. – P.327-363.
3. Iyer R.S., Scott J.A. Power station fly ash – a review of value-added utilization outside of the construction industry // *Resour. Conserv. Recycl.* – 2001. – Vol.31. – P.217-228.
4. A comprehensive review on the applications of coal fly ash / Yao Z.T., Ji X.S., Sarker P.K., Tang J.H., Ge L.Q., Xia M.S., Xi Y.Q. // *Earth-Sci. Rev.* – 2015. – Vol.141. – P.105-121.
5. *Топливо. Рациональное сжигание, управление и технологическое использование* / Лысиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. – Книга. 3. – М.: Теплотехник, 2003. – 545 с.
6. Гендугов В.М., Глазунов Г.П. Ветровая эрозия почвы и запыление воздуха. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – С.193-194.
7. Николаев А.Ф., Охрименко Г.И. Водорастворимые полимеры. – Л.: Химия, 1979. – С.73-74.

Надійшла до редакції 30.09.2019

USE OF POLYACRYLAMIDES OF A SERIES ECOFLOC FOR DUST SUPPRESSION IN ASH AND SLUDGE COLLECTORS OF THERMAL POWER PLANTS

M.O. Tishchenkova ^{a, *}, V.N. Filin ^a, N.G. Ivashchenko ^b

^a LLC NPO Ecoalliance, Kyiv, Ukraine

^b State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv, Ukraine

* e-mail: mtyshenkova@ecoalliance.com.ua

In this work, we suggest using polyacrylamides to suppress dust formation in dry areas of ash and slag collectors of thermal power plants. This polymer forms a protective layer on the surface of ash and slug in the course of impregnation. An aqueous solution of polyacrylamide with a concentration of 0.5 wt.% for all types of anionic, cationic and nonionic polyacrylamides of a series ECOFLOC almost completely prevent dust formation. A solution with a concentration of 0.1 wt.% allows reducing the dust formation by 6.5–15 times. Poor wettability of the ash and slag surface is detected, which is caused by a high viscosity of aqueous solutions of high molecular anionic polyacrylamides at the concentration of 0.5 wt.%. In addition, the instability of solutions of cationic polyacrylamides is observed; these solutions lose their gellike consistence, viscosity and homogeneity after storage. Anionic polyacrylamide AR-3 of a series ECOFLOC proved to be the most suitable one as a dust-suppressing agent for the ash and slug collectors of thermal power plants taking into account a good wettability of the surface of ash and slag and efficiency of dust suppression.

Keywords: ash; slag; polyacrylamide; dust suppression; wettability.

REFERENCES

1. Gollakota A.R.K., Volli V., Shu C.M. Progressive utilisation prospects of coal fly ash: a review. *Science of the Total Environment*, 2019, vol. 672, pp. 951-989.
2. Ahmaruzzaman M. A review on the utilization of fly ash. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2010, vol. 36, pp. 327-363.
3. Iyer R.S., Scott J.A. Power station fly ash – a review of value-added utilization outside of the construction industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 2001, vol. 31, pp. 217-228.
4. Yao Z.T., Ji X.S., Sarker P.K., Tang J.H., Ge L.Q., Xia M.S., Xi Y.Q. A comprehensive review on the applications of coal fly ash. *Earth-Science Reviews*, 2015, vol. 141, pp. 105-121.
5. Lisienko V.G., Shchelokov Y.M., Ladygichev M.G., *Топливо. Рациональное сжигание, управление и технологическое использование* [Rational combustion, management and technological use]. Teplotekhnik Publishers, Moscow, 2003. (in Russian).
6. Gendugov V.M., Glazunov G.P., *Ветровая эрозия почвы и запыление воздуха* [Wind erosion of soil and air pollution]. FIZMATLIT Publishers, Moscow, 2007. (in Russian).
7. Nikolayev A.F., Okhrimenko G.I., *Водорастворимые полимеры* [Water-soluble polymers]. Khimiya Publishers, Leningrad, 1979. (in Russian).