

ОТХОДЫ И ВЫБРОСЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ УКРАИНЫ, РАБОТАЮЩИХ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

© И.В. Удалов¹*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, 61022, г. Харьков, пл. Свободы, 4, Украина**А.М.Касимов²*Государственное предприятие «Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт (УХИИ)», 61023, г. Харьков, ул. Веснина, 7, Украина*¹Удалов Игорь Валерьевич, докт. геол. наук, доц., зав. каф. гидрогеологии²Касимов Александр Межджитович, докт. техн. наук, проф., гл. научн. сотр. научно-технического отдела, e-mail: mto@ukhni.org.ua

Доля тепловых электростанций в энергетическом комплексе Украины составляет ≈67 %. В процессе работы твердо-топливных тепловых электростанций образуются огромные количества золошлаковых отходов (ЗШО) и выбросов пыли.

При работе украинских твердо-топливных ТЭС на 1 кВт установленной мощности образуется в среднем 500 кг/год ЗШО. Обиций выход ЗШО достиг 14 млн. т/год и в связи с ухудшением качества топлива имеет тенденцию к росту. Это создает технологические и экологические проблемы, т.к. возрастают производственные затраты и стоимость природоохранных мероприятий.

Необходимым требованием создания экологически чистой ТЭС на твердом топливе является, в частности, утилизация ЗШО. Зола твердого топлива представляет собой сложную многокомпонентную минералогическую систему. Результаты исследований подтвердили повышенное содержание Hg, As, Cr, Ni, Pb, Sr, Zn, V, Sc, Cd, Co, S в почвах в районе размещения угольных шахт, обогатительных фабрик и ТЭС Украины.

При сжигании топлива угольных шахт Северного Донбасса большая часть минерального вещества превращается в золу и меньшая – в шлак. Зола основных видов углей на ≈ 98 % состоит из свободных и химически связанных оксидов Na, K, Si, Al, Ti, Ca, Mg, Fe, S. В зависимости от месторождения углей зола содержит соединения большинства тяжелых, редких и редкоземельных металлов, ряд токсичных металлоидов и радиоактивных элементов. Шлаковая составляющая содержит кварц, загрязненный недожогом органической части топлива (основная масса), полевые шпаты (до 10 %), магнетит (10 %), карбонаты, стекла, слюды (до 5 %).

* Автор для корреспонденции

Определен петрографический и минералогический состав золы углей ряда угольных бассейнов. При размещении и хранении золошлаковых отходов и их использовании в строительстве и сельском хозяйстве их возможная опасность должна учитываться по показателям: радиационному, миграционному, общесанитарному, транслокационному и токсикологическому. Перед употреблением ЗШО в дорожном строительстве или для рекультивации нарушенных земель их необходимо очистить от солей мышьяка, чтобы предотвратить попадание соединений данного токсичного элемента в подземные воды.

Приведены примеры масштабов загрязнения всех сфер окружающей природной среды деятельностью крупнейших угольных ТЭС Украины – Трипольской и Змиевской.

Определены ареалы загрязнения почв в районах размещения крупных твердотопливных ТЭС Украины.

Изучены основные физико-химические свойства золошлаковых отходов, образующихся при сжигании ряда украинских углей.

Установлены территории техногенных месторождений ценных компонентов в золе углей Северного Донбасса.

Результаты изучения химического состава углей Северного Донбасса и территорий размещения отходов золы этих углей позволило создать карты техногенных месторождений ценных компонентов.

Ключевые слова: твердотопливные тепловые электростанции, уголь, золошлаки, химический и минералогический состав, тяжелые, редкие, редкоземельные металлы, утилизация отходов, охрана окружающей природной среды.

DOI: 10.31081/1681-309X-2018-0-6-12-21

В процессе работы твердотопливных ТЭС образуются значительные количества золошлаковых отходов (ЗШО) и выбросов пыли. Доля тепловых электростанций в энергетическом комплексе Украины составляет $\approx 67\%$. Характерные особенности влияния этих предприятий на окружающую природную среду (ОПС): многофак-

торность – одновременное воздействие на атмосферу, гидросферу, биосферу, почву; разнообразие характера – отчуждение земельных ресурсов, искажение ландшафта, механические нарушения, химическое загрязнение, тепловые, и др. физические влияния [1–4].

Выход ЗШО в Украине достиг 14 млн. т/год, и в связи с ухудшением качества топлива имеет тенденцию к росту. Это создает технологические и экологические проблемы, т. к. возрастают производственные затраты и стоимость природоохранных мероприятий.

Определено, что возникающие при использовании отечественных углей проблемы определяются высоким содержанием в них серы и зольностью, дающей основную массу пылевых выбросов ТЭС (67–77%), а также примесями токсичных элементов и соединений: Hg, As, Pb и др., чем обусловлена критическая экологическая ситуация в промышленных регионах Украины.

Помимо комплекса экологических проблем высокая сернистость углей приводит к усилению коррозии поверхностей нагрева котлоагрегатов ТЭС, использующих пылеугольное топливо, и оборудования коксохимических предприятий. При этом низкое качество углей – это снижение выработки электроэнергии на 25–30% относительно проектной, необходимость использования для «подсветки» факелов в котлоагрегатах ТЭС значительного количества мазута (10–20% от массы сжигаемого угля) и природного газа (70–180 м³/т угля), которые в настоящее время импортируются Украиной.

В свете евро-интеграции Украины и жестких требований к промышленным предприятиям в Евросоюзе, перед энергетической отраслью стоит комплекс задач и экологических требований. Необходимым требованием создания экологически чистой ТЭС на твердом топливе является, в частности, утилизация ЗШО. К настоящему времени имеется значительный опыт утилизации золошлаковых отходов ТЭС, подтверждающий их высокую эффективность [5–8].

Анализ рынка показывает, что доля используемых промышленностью Украины ЗШО весьма мала – всего 10% общего выхода, из которых около 70% находят применение в строительстве и 30% – в сельском хозяйстве. Известно, что состав шлаков и золы определяется составом минеральной части исходного топлива и способом его сжигания. При этом ЗШО являются концентраторами элементов, содержащихся в топливе.

Статистические данные о работе тепловых электростанций свидетельствуют, что на 1 кВт установленной мощности ежегодно образуется в среднем 500 кг ЗШО.

Одним из направлений научных работ кафедры гидрогеологии Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина стало проведение экологического мониторинга в районе Змиевско-Балаклейского промышленного региона Харьковской области. Исследования касались комплексного воздействия на ОПС промышленных предприятий региона, и в частности учитывали влияние Змиевской ТЭС и крупнейшего предприятия цементной промышленности – ОАО «Балаклейский цементный комбинат».

Комплекс работ включал, среди прочего, изучение концентраций и изменение форм поллютантов в почве, их взаимосвязь и образование труднорастворимых соединений.

Результаты исследований подтвердили повышенное содержание Cr, Ni, Pb, Sr, Zn в почвах в районе размещения ТЭС. Зола твердого топлива представляет собой

сложную многокомпонентную минералогическую систему [5–8]. Петрографический и минералогический состав золы приведен в табл. 1. В табл. 2. представлен фазово-минералогический состав золы углей Донецкого угольного бассейна, образующейся на Змиевской ТЭС.

Таблица 1

Фазово-минералогический состав золы ряда углей стран СНГ.

Вид угля и ТЭС	Состав
Донецкий, Ладыженская ТЭС	Стеклофаза, кварц, кальцит, ангидрит, оксиды железа, силикаты кальция
Донецкий, Мироновская ТЭС	Стеклофаза, кварц, магнетит, гематит, силикаты кальция
Донецкий, Молдавская ТЭС	Стеклофаза, кварц, оксиды железа, обожженное глинистое вещество
Донецкий, Новочеркасская ТЭС	Стеклофаза, кварц, магнетит, гематит, силикаты кальция
Ангренский, Ангренская ТЭС	Стеклофаза, кварц, кальцит, ангидрит, оксиды железа, силикаты кальция
Львовско-Вольнский, Бурштынская ТЭС	Стеклофаза, кварц, магнетит, гематит
Подмосковный, Щекинская ТЭС	Стеклофаза, кварц, оксиды железа, горелое глинистое вещество

Таблица 2

Фазово-минералогический состав золы Донецких углей

Фаза, минерал	Содержание, % масс.	Размеры, мкм	Форма и др. особенности
Полые гранулы	3	18-60	Прозрачные, бесцветные, состав близок к натроизвестковым кремнеземистым стеклам
Угольная часть.	3	50-120	-
Плавный гранулят	15	12-240	Гранулы неправильной формы, кремнеземистого состава,
Кварц	4	6-30	Обломки неправильной формы
Кремнистые породы	10	40-60	Обломки и агрегаты неправильной формы, полуплавленные
Плагиоклазы	10	30-60	Слабоплавленные обломки
Полевые шпаты	8	10-20	Слабоплавленные обломки
Гипс и полугидраты гипса	1,5	15-20	Обломки неправильной формы
Глинистые минералы	1	6-30	Слабоплавленные обломки
Плавный гранулят	2	6-100	Прозрачные бесцветные стекла состава $K_2O \times Na_2O \times Al_2O_3 \times SiO_2$
Карбонаты	0,5	60	Кальцит, доломит, магнезит
Рудные минералы	2	30-80	Полностью изменены и оплавлены
Черный магнитный плав- лый гранулят	22	6-30	Оплавленные непрозрачные обломки
Кристаллит и тридимит	15	120	Оплавленные зерна
Кварцевополевошпат- ные сростки с примесью руд	3	60-80	Оплавленные зерна, стекла железистые типа шпинелей

Серьезную проблему представляет утилизация ЗШО, накопившихся на территории Сумского предприятия «СумыТЭК». Общая площадь золоотвала состав-

ляет 5,3 га, емкость – 195 тыс. м³. В пробах из золоотвала методом спектроскопии обнаружено значительное, по сравнению с кларком литосферы, количество Be (2

мг/кг), Co (70 мг/кг), Bi (2 мг/кг), Ag (0,01 мг/кг), а также As (70 мг/кг). Проведенные исследования радиоактивности ЗШО показали, что материал безопасен и может быть использован для всех видов строительства. Перед употреблением ЗШО в дорожном строительстве

или для рекультивации нарушенных земель их необходимо очистить от солей As, чтобы предотвратить попадание соединений данного токсичного элемента в подземные воды.

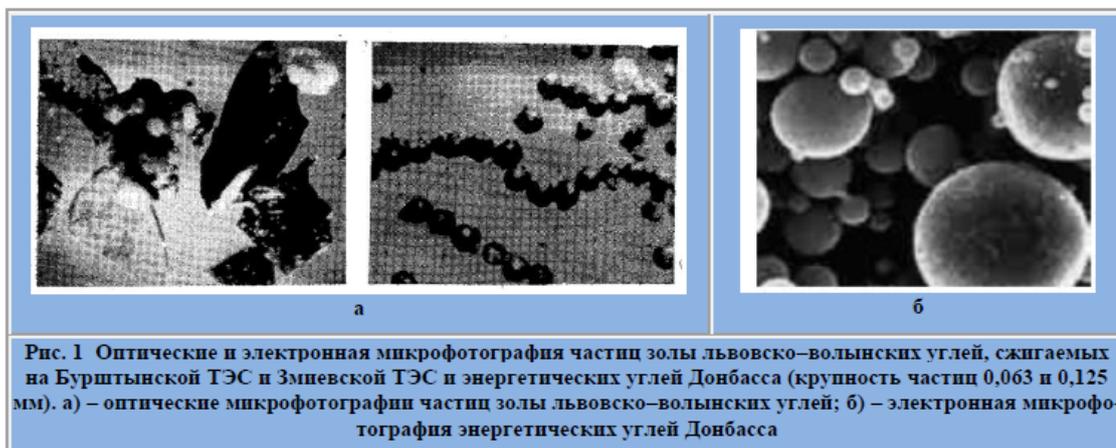


Рис. 1. Оптические и электронная микрофотография частиц золы львовско-волынских углей, сжигаемых на Бурштынской ТЭС и Змиевской ТЭС и энергетических углей Донбасса (крупность частиц 0,063 и 0,125 мм). а) – оптические микрофотографии частиц золы львовско-волынских углей; б) – электронная микрофотография энергетических углей Донбасса

На рис. 1. представлены оптические и электронные микрофотографии частиц золы Львовско-Волынских углей и энергетических углей Донбасса. По своей активности ЗШО делятся на активные, скрытоактивные и инертные. ЗШО, образующиеся при сжигании Львовско-Волынских углей – скрытоактивные; Донецких, Артемовских углей – инертные.

Оценка масштабов загрязнения всех сфер ОПС деятельностью одной из крупнейших тепловых электростанций Украины – Трипольской ТЭС, приведена на рис. 2, 3 по данным [1–4].

В районе Змиевской ТЭС (г. Змиев) создан золошлакоотвал площадью более 350 га, где накоплено более 27,7 млн. т тонкозернистых ЗШО с размерами частиц 6–200 мкм. В золе установлено присутствие ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , содержание ряда других элементов составило, % масс.: Fe – 12; Ca – 1,2; K – 1,8; Cu, Zn, Sr, Zr – в диапазоне 0,068–0,13.

Змиевская ТЭС складировает в собственном отвале > 800 тыс. т/год ЗШО и выделяет в атмосферу ≈ 300 т в сутки пыли. Для транспортирования ЗШО применяют системы гидрозолоудаления, примеры которых приведены на рис. 4–6. К настоящему времени в отвалах ТЭС Украины накоплено ≈ 359 млн. т ЗШО на площади ~ 3170 га.

При хранении в золоотвалах и использовании ЗШО в сельском хозяйстве их возможная опасность должна учитываться по показателям: радиационному, миграционному, обще-санитарному, транслокационному и токсикологическому:

– миграционный показатель определяется по концентрации токсичных компонентов в кислотных, ацетатно-аммонийных и водных вытяжках;

– общесанитарный показатель вредности определяется по изменению микробиоценоза почвы под влиянием ЗШО, сопровождающегося ухудшением ее самоочищения;

– транслокационный показатель прослеживает цепочку «почва–растение–пища» и определяется по накоплению и количественному переходу микроэлементов из одного звена цепочки в другое;

– токсикологический показатель определяется степенью вредного воздействия микроэлемента на организм.

Для разработки проектной документации и эксплуатации золошлакоотвалов и утилизации из них ценных компонентов необходимо знание химического и фазово-минералогического состава ЗШО.

В процессе высокотемпературного сгорания твердого топлива в котлоагрегатах происходят сложные монофазные превращения его минерального вещества [9–11, 13]. Основной глинистый минерал углей – каолинит $\text{Al}_2\text{O}_3 \times \text{CuO}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$, при температуре 450–650 °С разлагается и переходит в безводный химически активный метакаолинит $\text{Al}_2\text{O}_3 \times 2\text{CuO}_2$, а при температуре ≥ 900 °С образуется муллит $3\text{Al}_2\text{O}_3 \times 2\text{CuO}_2$. Разложение карбонатов Ca и Mg, сопровождающееся образованием соответствующих оксидов, происходит в диапазоне 600–1000 °С, а карбонатов Fe – при 400–500 °С.

Кварц претерпевает полиморфное изменение при 573 °С, пирит окисляется при 400–700 °С с образовани-

ем оксидов железа и серы. В слабовосстановительной среде гематит переходит в магнетит, оксид железа (III) может соединяться с кремнеземом в легкоплавкие силикаты или восстанавливаться до $Fe_{мет}$. В зоне высоких температур ≥ 1200 °С появляются эвтектические стекловидные смеси и возникают новые образования.

При сжигании твердого топлива большая часть минерального вещества превращается в золу и меньшая – в шлак. Зола основных видов углей на ≈ 98 % состоит из свободных и химически связанных оксидов Na, K, Si, Al, Ti, Ca, Mg, Fe, S. В зависимости от месторождения углей зола содержит соединения большинства тяжелых и редких металлов (ТРМ) и радиоактивных элементов [9, 16].

Шлаковая составляющая содержит кварц, загрязненный недожогом органической части топлива (основная масса), полевые шпаты (до 10 %), магнетит (10 %), карбонаты, стекла, слюды (до 5 %). В перспективе одним из главных направлений утилизации ценных компонентов из крупнотоннажных отходов промышленной энергетики Украины могут стать технологии извлече-

ния ТРМ из золы углей шахт Северного Донбасса [1–3, 5–7].

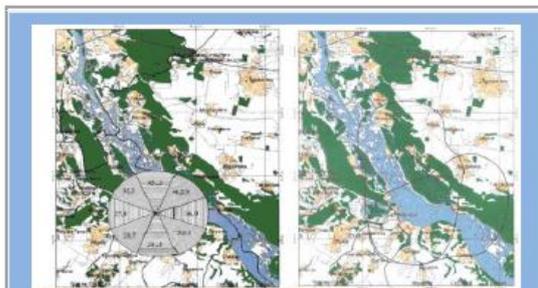
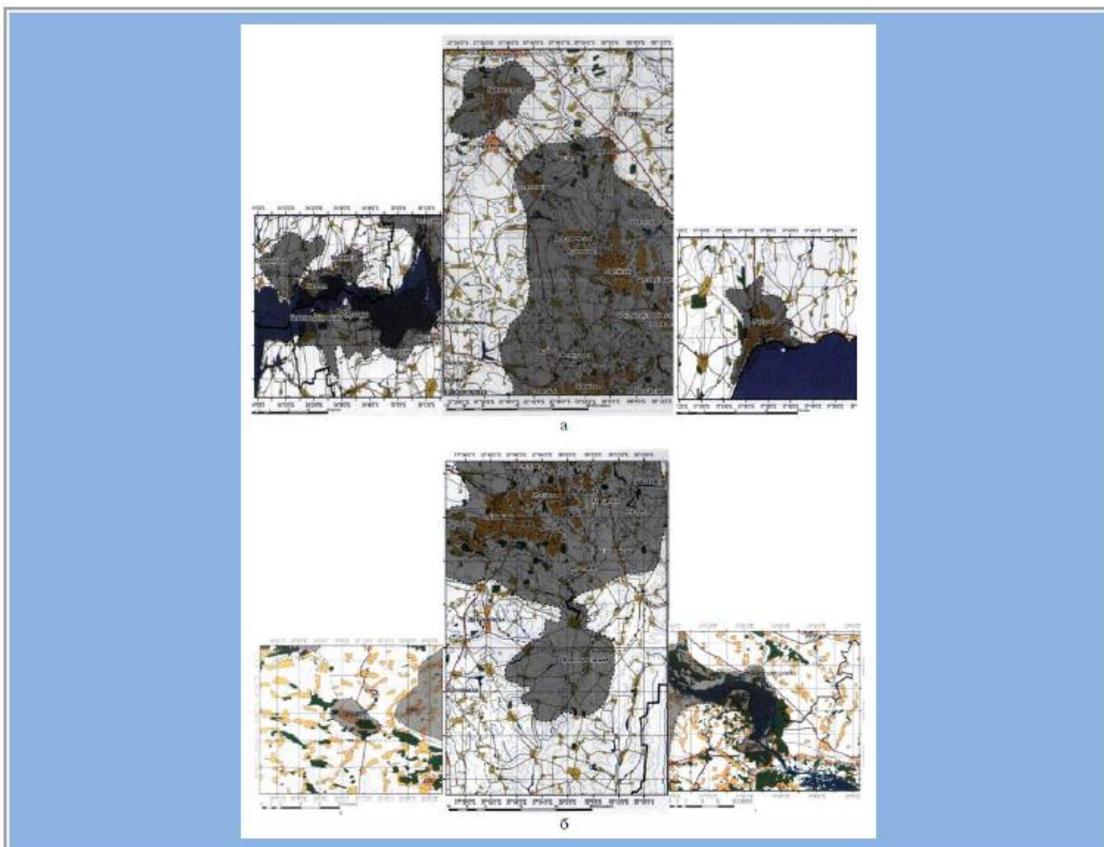


Рис. 2 Оценка загрязнения техногенной пылью почв в районе Трипольской ТЭС (а) и сезонные ареалы загрязнения почв Трипольской ТЭС (б)



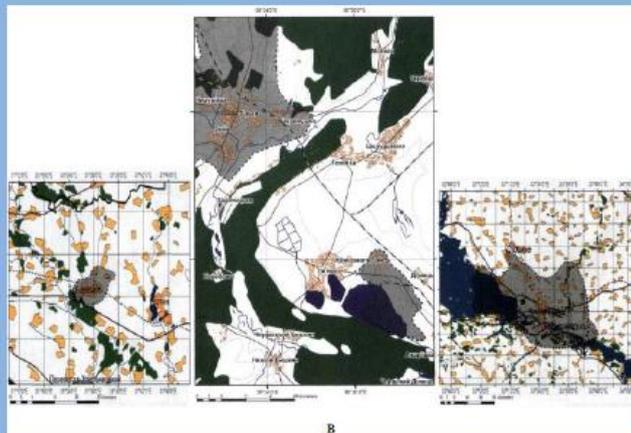


Рис. 3 Ареалы загрязнения почв техногенной пылью от пространственно распределенных источников отходов Трипольской ТЭС

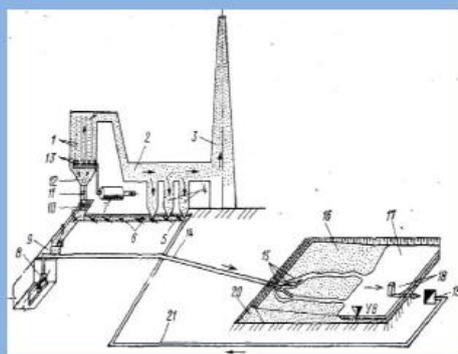


Рис. 4 Принципиальная схема гидрозолоудаления на ТЭС

1 – котлоагрегат; 2 – дымово-зольный канал; 3 – дымовая труба; 4 – золоуловители; 5 – смывной канал гидрозолоудаления; 6 – побудительные сопла; 7 – пылеугольная мельница; 8 – багерный насос; 9 – приемный зумпф; 10 – решетка задержки крупных шлаковых включений; 11 – дробилка шлака; 12 – шлаковая шахта; 13 – форсунки подачи пылеугольного топлива; 14 – напорный пульпопровод; 15 – потоки пульпы; 16 – надводный откос намыва; 17 – пруд-отстойник; 18 – водосборный колодец; 19 – насосы; 20 – ограджающая дамба; 21 – пульпопровод.

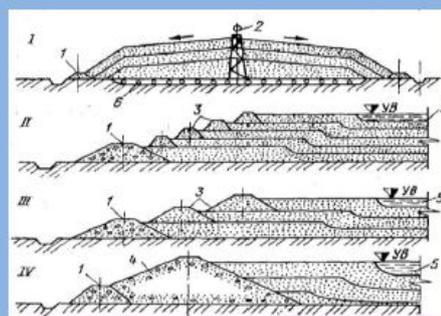


Рис. 5 Типы укладки ЗШО

1 – первичная дамба; 2 – распределительный пульпопровод; 3 – наращиваемая дамба; 4 – ограджающая грунтовая дамба; 5 – пруд-отстойник; 6 – дренаж трубопроводный

Изучение химического состава углей Северного Донбасса и территорий размещения отвалов золы этих углей позволило создать карты техногенных месторождений ценных компонентов, которые могут быть извлечены с использованием технологий авторов данной статьи, данных А.Ф. Горюхова и Ю.А. Кононова. На рис. 7 приведена карта размещения техногенных месторождений полезных ископаемых в золе углей шахт этого региона. На рис. 8, 9 – карты техногенных месторождений ванадия, цинка и скандия в золе этих углей [1–4, 12, 14–17].

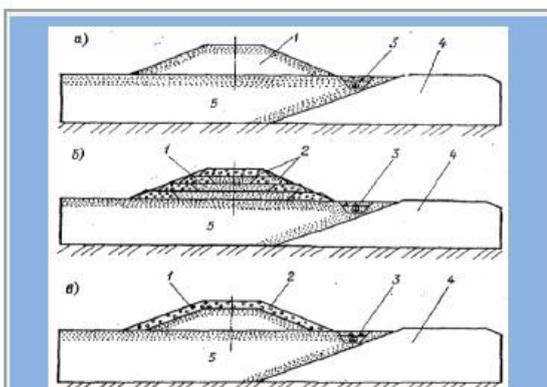


Рис. 6 Конструкции дамб наращивания объемов ЗПО

а) – однородная дамба из ЗПО; б) – дамба композитного типа с наружными призмами из грунта; в) – дамба композитного типа с обсыпкой наружного контура грунтом. 1 – золошлаковый материал; 2 – местный грунт; 3 – дренаж трубопроводный; 4 – первичная дамба; 5 – насыпь золошлаковый материал

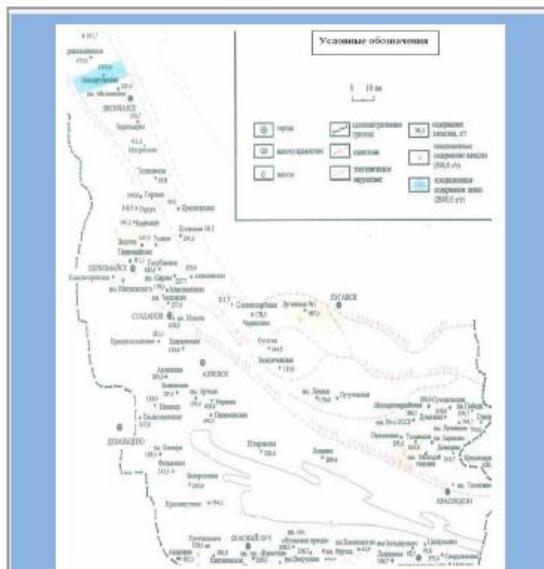


Рис. 8 Карта техногенных месторождений ванадия и цинка в золе углей шахтных полей Северного Донбасса

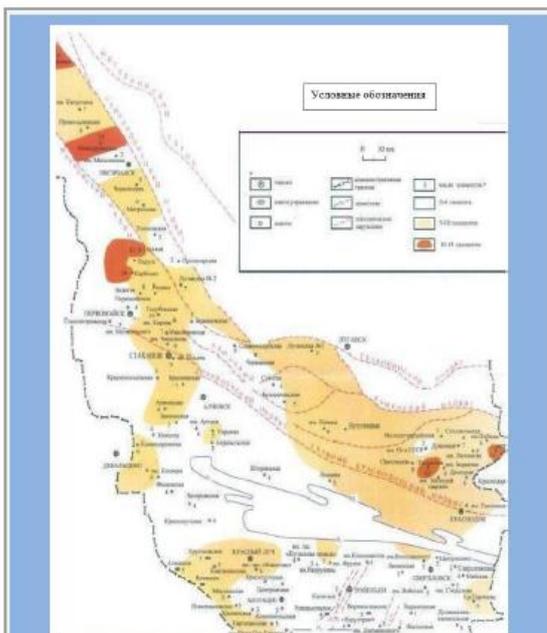


Рис. 7 Карта размещения полезных ископаемых в золе углей шахт Северного Донбасса

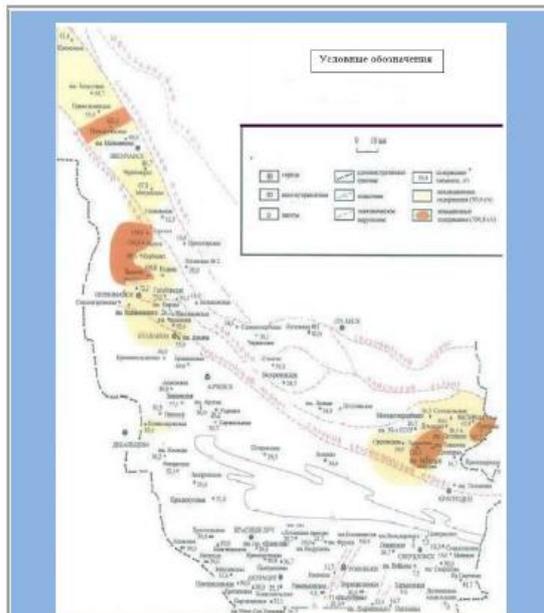


Рис. 9 Карта техногенных месторождений скандия в золе углей шахт Северного Донбасса

Выводы

1. Определены ареалы загрязнения почв в районах размещения крупных твердотопливных ТЭС Украины.
2. Изучены основные физико-химические свойства золошлаковых отходов, образующихся при сжигании ряда углей украинских угольных бассейнов.
3. Установлены территории техногенных месторождений ценных компонентов в золе углей северного Донбасса.

Библиографический список

1. Касимов А.М. Промышленные отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование / А.М. Касимов, В.Т. Семенов, А.А. Романовский. – Харьков: ХНАГХ, 2007. – 411 с.
2. Пантелеев В.Г. Состав и свойства золы и шлака ТЭС: справочное пособие / В.Г. Пантелеев, Э.А. Ларина, В.А. Меленщев [и др.]. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отд., 1985. – 288 с.
3. Семиноженко В.П. Промышленные отходы: проблемы и пути решения / В.П. Семиноженко, Д.В. Сталинский, А.М. Касимов. – Харьков: Индустрия, 2011. – 510 с.
4. Касимов А.М. Управление опасными промышленными отходами. Современные проблемы и решения: монография / А.М. Касимов, Л.Л. Товажнянский, В.П. Тошинский [и др.]. – Харьков: Издательство НТУ «ХПИ», 2009. – 510 с.
5. Горовой А.Ф. Твердые промышленные отходы Донбасса – нетрадиционный источник минерального сырья / А.Ф. Горовой, Н.А. Горовая / Тез. докл. II Международной конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов». – Харьков: ИД «ИНЖЭК», 2005. – С. 142–146.
6. Касимов А.М. Современные проблемы и решения в системе управления опасными отходами / В.Т. Семенов, Н.Г. Шербань [и др.]. – Харьков: ХНАГХ, 2008. – 510 с.
7. Удалов И.В. Трансформация геологической среды под влиянием техногенных процессов в условиях Северо-Восточного Донбасса / И.В. Удалов. – Харьков: ХНУ «ХПИ», 2016. – 176 с.
8. Касимов А.М. Изучение основных свойств экологически опасных отходов металлургических заводов / А.М. Касимов, А.А. Романовский // Вестник НТУ «ХПИ». – 2004. – № 47. – С. 9–13.
9. Удалов И.В. Вплив «мокрої» консервації шахт на еколого-радіаційний стан навколишнього природного

середовища (на прикладі Луганської області): автореф. дис. канд. техн. наук / І.В. Удалов. – Харків: УкрНДІЕП, 2007. – 23 с.

10. Удалов І.В. Еколого-геологічне картографування та моніторинг геологічного середовища: навчальний посібник для студентів геологічних, географічних та екологічних спеціальностей / І.В. Удалов, І.К. Решетов. – Харків: ХНУ «ХПИ», 2012. – 152 с.

11. Савосько В.Н. Некоторые биологические подходы к нормированию содержания тяжелых металлов в почве металлургических регионов / В.Н. Савосько, Т.В. Горбань, В.А. Гапон / Тез. докл. II Международной конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов». – Харьков: ИД «ИНЖЭК», 2005. – С. 210–211.

12. Касимов А.М. Эколого-экономическая оценка освоения техногенного месторождения ценных компонентов / А.М. Касимов // Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов: Сб. ст. X Междунар. Научно-технической конференции, 10–14 июня 2002 г., г. Щелкино, АР Крым. Т. 2. УкрГНТЦ «Энергосталь». – Харьков: Курсор, 2002. – С. 507–510.

13. Касимов А.М. Внедрение системы экологического менеджмента и организация управления промышленными отходами на предприятии / А.М. Касимов, А.Н. Александров, В.В. Плющев // Вестн. науки и техники. – 2002. – Вып. 1. – С. 78–82.

14. Корицунов Б.Г. Скандий / Б.Г. Корицунов, А.М. Резник, С.А. Семенов. – М.: Металлургия, 1987. – 183 с.

15. Касимов А.М. Роль породных отвалов в формировании экологической ситуации в г. Ровеньки Луганской области / А.М. Касимов, О.Е. Леонова, А.В. Носова // Екологічна безпека: проблеми, шляхи вирішення: Зб. наук. ст. Міжнародної науково-практ. конференції, Алушта, АР Крим. Т. 2. – Харьков: УкрНИИЭП, 2007. – С. 35–39.

16. Удалов И.В. Исследование процессов миграции ионов тяжелых и редких металлов в почвах в зоне размещения накопителей золошлаков угольных ТЭС / И.В. Удалов, А.М. Касимов // Геологія - географія - екологія. – Харьков: ХНУ «ХПИ». – 2015. – № 43. – С. 189–200.

17. Касимов А.М. Угольные отвалы шахт Донбасса – сырьевой потенциал Украины / А.М. Касимов, А.В. Поваляева, Ю.А. Кононов [и др.] // Экология и промышленность. – 2010. – № 1. – С. 60–63.

Рукопись поступила в редакцию 16.08.2018

WASTE AND EMISSIONS OF UKRAINIAN POWER PLANTS WORKING ON SOLID FUELS

© I.V. Udalov, Doctor of Geological Sciences (V.N. Karazin Kharkiv National University), A.M. Kasimov, Doctor of Technical Sciences (SE "UKHIN")

The share of thermal power plants in the energy complex of Ukraine is about 67%. During the operation of solid-fuel thermal power plants, huge quantities of ash-slag waste (ash dump) and dust emissions are generated. At work of the Ukrainian solid-fuel power plants on 1 kW of the installed capacity is formed on average 500 kg / year ZSHO. When Ukrainian solid fuel TPPs operate, an average of 500 kg / year of ash dump is generated per 1 kW of installed capacity. The total output of ash dump reached 14 million tons per year and, due to deterioration in fuel quality, tends to increase. This creates technological and environmental problems as a result of increased both production costs and the cost of environmental measures.

A necessary requirement for the creation of an environmentally friendly thermal power plant on solid fuel is, in particular, the disposal of ash dump. Solid fuel ash is a complex multicomponent mineralogical system. The results of studies confirmed the high content of Hg, As, Cr, Ni, Pb, Sr, Zn, V, Sc, Cd, Co, S in the soils of coal mines areas, processing plants and thermal power plants of Ukraine.

When burning coal mines in Northern Donbass, most of the mineral matter turns into ash and less into slag. The ash of the main types of coal is $\approx 98\%$ composed of free and chemically bound oxides of Na, K, Si, Al, Ti, Ca, Mg, Fe, S. Depending on the coal deposit, the ashes contain compounds of most heavy, rare and rare earth metals, a number of toxic metalloids and radioactive elements. The slag component contains quartz contaminated with inadequate organic fuel (the bulk), feldspar (up to 10%), magnetite (10%), carbonates, glass and mica (up to 5%).

The petrographic and mineralogical composition of coal ash from a number of coal basins has been determined. When disposing and storing ash dumps and their use in construction and agriculture, their possible danger should be taken into account using the following indicators: radiative, migration, sanitary, translocation and toxicological.

Before using ash and slag waste in road construction or for recultivation of disturbed lands, they must be cleared of arsenic salts in order to prevent compounds of this toxic element from entering the groundwater.

The examples of pollution scales in all spheres of the environment by the activities of the largest coal-fired power plants in Ukraine, Tripoli and Zmiiv, have been given.

The sites of soil pollution in the areas of placement of large solid fuel TPPs of Ukraine have been determined. The basic physicochemical properties of the ash and slag waste generated during the combustion of a number of Ukrainian coals have been studied. The territories of technogenic deposits of valuable components in the ash of coal in Northern Donbass have been established.

The results of the study of the chemical composition of the coal of Northern Donbas and the territories of the deposition of the ashes of this coal allowed to create the maps of technogenic deposits of valuable components.

Keywords: solid fuel thermal power plants, coal, ash and slag, chemical and mineralogical composition, heavy, rare, rare earth metals, waste utilization, environmental protection.

ВІДХОДИ ТА ВИКИДИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ УКРАЇНИ, КОТРИ ПРАЦЮЮТЬ НА ТВЕРДОМУ ПАЛИВІ

© І.В. Удалов, д.г.н. (ХНУ ім. В.Н. Каразіна), А.М. Касімов, д.т.н. (ДП «УХІН»)

Частка теплових електростанцій в енергетичному комплексі України становить близько 67 %. В процесі роботи твердопаливних теплових електростанцій утворюються величезні кількості золошлакових відходів (ЗШО) і викидів пилу. При роботі українських твердопаливних ТЕС на 1 кВт встановленої потужності утворюється в середньому 500 кг / рік ЗШО. Загальний вихід ЗШО досяг 14 млн. т / рік і в зв'язку з погіршенням якості палива має тенденцію до зростання. Це створює технологічні та екологічні проблеми внаслідок того, що зростають виробничі витрати і вартість природоохоронних заходів.

Необхідною вимогою створення екологічно чистої ТЕС на твердому паливі є, зокрема, утилізація ЗШО. Зола твердого палива являє собою складну багатоконпонентну мінералогічну систему. Результати досліджень підтвердили підвищений вміст Hg, As, Cr, Ni, Pb, Sr, Zn, V, Sc, Cd, Co, S в ґрунтах у районі розміщення вугільних шахт, збагачувальних фабрик і ТЕС України.

При спалюванні палива вугільних шахт Північного Донбасу велика частина мінеральної речовини перетворюється на золу і менша – на шлак. Зола основних видів вугілля на ≈ 98 % складається з вільних і хімічно пов'язаних оксидів Na, K, Si, Al, Ti, Ca, Mg, Fe, S. В залежності від родовища вугілля золи містять сполуки більшості важких, рідкісних і рідкісноземельних металів, ряд токсичних металоїдів і радіоактивних елементів. Шлакова складова містить кварц, забруднений недопалом органічної частини палива (основна маса), польові шпати (до 10 %), магнетит (10 %), карбонати, скла, слюди (до 5%).

Визначено петрографічний і мінералогічний склад золи вугілля ряду вугільних басейнів. При розміщенні і зберіганні золошлакових відвалів і їх використанні в будівництві та сільському господарстві їх можлива небезпека повинна враховуватися за показниками: радіаційного, міграційного, загальносанітарного, транслокаційного і токсикологічного.

Перед вживанням ЗШО в дорожньому будівництві або для рекультивації порушених земель їх необхідно очистити від солей миш'яку, щоб запобігти потраплянню з'єднань даного токсичного елемента в підземні води.

Наведено приклади масштабів забруднення всіх сфер навколишнього природного середовища діяльністю найбільших вугільних ТЕС України – Трипільської та Зміївської.

Визначено ареали забруднення ґрунтів в районах розміщення великих твердопаливних ТЕС України. Вивчено основні фізико-хімічні властивості золошлакових відходів, що утворюються при спалюванні ряду українського вугілля. Встановлено території техногенних родовищ цінних компонентів в золі вугілля Північного Донбасу.

Результати вивчення хімічного складу вугілля Північного Донбасу і територій розміщення відвалів золи цього вугілля дозволили створити карти техногенних родовищ цінних компонентів.

Ключові слова: твердопаливні теплові електростанції, вугілля, золошлаки, хімічний і мінералогічний склад, важкі, рідкісні, рідкісноземельні метали, утилізація відходів, охорона навколишнього природного середовища.