



УДК 658.567:66.040

Д.В. СТАЛИНСКИЙ, д.т.н., генеральный директор

Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь» (УкрГНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

А.М. КАСИМОВ, д.т.н., профессор, заведующий лабораторией

Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем (УкрНИИЭП), г. Харьков

## АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ И НАКОПЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В УКРАИНЕ

В статье приведен анализ систем обращения с промышленными отходами и их влияния на окружающую природную среду. Описано экологическое состояние регионов Украины, в которых образуются и накоплены наибольшие объемы промышленных отходов. Рассмотрены основные причины сложившейся ситуации и предложен новый уровень управления промышленными отходами.

**промышленные отходы, опасные отходы, токсичные отходы, утилизация, обезвреживание, захоронение, загрязнение окружающей природной среды**

В условиях Украины из 2–2,5 млрд т/год используемых природных ресурсов около 90 % превращаются в отходы. Удельный вес ресурсоемких отраслей в экономике составляет 61 % валового внутреннего продукта, тогда как в европейских странах в среднем он равен 34 %. Общий объем накопленных в Украине отходов составляет более 28 млрд т, размещенных в отвалах, шламонакопителях, свалках, площадь которых – около 180 тыс. га и увеличивается на 3–6 тыс. га/год. Основными источниками образования промышленных отходов (ПО) в Украине являются более 3,5 тыс. предприятий горнодобывающей, металлургической, энергетической, химической отраслей промышленности. Ни на одном из месторождений Украины вскрышные породы не используются комплексно, а это более 80 % общего объема всех ПО страны [1, 2].

Стремление Украины войти в мировое сообщество будет существенно сдерживаться нерешенными проблемами экологизации предприятий – необходимостью улучшения состояния окружающей природной среды (ОПС) и условий труда, снижения энергозатрат, переработки накопленных ПО и ПО текущего производства.

Для реализации требований мирового сообщества необходима новая система управления ПО, построенная по принципу иерархии: «предприятие – административно-территориальная единица – государство». Все этапы обращения с ПО – сбор, использование, обезвреживание, захоронение – должны объединяться единой, экологически корректной, организационно и финансово устойчивой системой управления и сопровождаться техническим и финансовым обеспечением.

В системе управления ПО можно выделить технологические, экономические и информационные методы. С применением экономических методов осуществляется не прямое регулирующее воздействие на технические и эколого-гигиенические решения хозяйственных субъектов. Экономические и информационные методы взаимно дополняют друг друга, объединяя разные стороны общего подхода к решению проблемы ПО.

Несмотря на тенденцию к уменьшению объемов образования ПО, их накопление в окружающей природной среде Украины в последние годы XX в. продолжалось из-за сокращения объемов утилизации примерно на 20 % в год. Наибольшую опасность для ОПС и здоровья человека представляют токсичные отходы (ТО), 95 % которых накапливается в Днепропетровской, Донецкой, Запорожской, Луганской областях (рис. 1, табл. 1) [2–5].

В 1997 г. объем ПО I–III классов опасности в Украине составлял около 137 млн т. Этот показатель увеличился на 6 %, (по сравнению с 1992 г.), что вызвано не ростом объемов производства, а усилением контроля отчетности предприятий по ТО со стороны уполномоченных органов. В 2005 г. эта цифра увеличилась на 7 %. Подробно ситуация с образованием и накоплением промышленных отходов I–III классов опасности на предприятиях Украины по состоянию на конец 2007 г. изложена в работе одного из авторов данной статьи [6].

Объем обезвреживания ТО в Украине в последние годы XX в. снизился до 1 %, доля обезвреживаемых ТО I–II классов опасности – до 10 %. Удельный объем накопленных ТО составляет в настоящее время более 100 т/чел, в т.ч. I–II-го классов опасности – около 1 т/чел.

**Таблица 1 – Показатели образования ТО на предприятиях Украины и других стран**

Страна	Образование ТО (в среднем в 2005 г.)		Накопление ТО, т/км <sup>2</sup>
	млн т/год	кг на 1 чел/год	
ФРГ	6,0	78	17,2
Финляндия	0,25	50	3,0
Франция	4,0	75	6,8
Нидерланды	1,5	100	30,6
Великобритания	4,5	79	10,5
Украина:			
1992 г. I-IV классов опасности / I-III классов опасности	129,85/8,14	2500/160	213/13,5
1996 г. I-IV классов опасности / I-III классов опасности	135,2/3,15	2680/62,0	224/5,2
1997 г. I-IV классов опасности / I-III классов опасности	138,6/3,15	2710/62,3	227/5,2

В результате извлечения из недр гигантских объемов полезных ископаемых и вмещающих пород на территории Украины накоплено около 8,6 млрд м<sup>3</sup> ПО. Прирост их объемов составляет 0,5–0,6 млрд м<sup>3</sup>/год, вторичное использование не превышает 12 %, в то время как в развитых странах оно достигает 55–80 %.

Наибольшие объемы ПО образуются в Донбассе (53 %) и в Приднепровье (28 %). Вблизи шахт и углебогатительных фабрик в начале XXI в. образовывалось более 35 млн т/год ПО; уровень их использования составляет 9 % (по сравнению с 9,7 % в 90-е гг. XX в.) [3–5].

По заключению специалистов, изучавших экологическую ситуацию в ряде городов Донбасса, причинами смерти жителей в 95 % случаев явились болезни, обусловленные ухудшением среды обитания, а регион признан зоной экологического бедствия. Техногенная нагрузка на геологическую среду в регионе превышает аналогичный показатель соседних стран в 5–15 раз.

Выполненное Институтом геолого-экологических проблем Донбасса эколого-геохимическое картирование почв показало, что в их загрязнении участвуют более 40 вредных химических веществ, среди которых соединения 26 металлов, органические соединения, нитраты, нитриты, аммонийный азот, хлориды и др. На данной территории отмечены очаги химически загрязненных почв, подвергающих опасности жизнь населения.

В г. Донецке имеется 209 таких очагов, из них 192 – в промышленно-жилых массивах (их площадь 48,8 км<sup>2</sup>). В 5 из них загрязнения соединениями металлов достигло чрезвычайно опасной категории, в 47 – опасной, в остальных 157 – умеренно опасной. Анализ концентраций загрязняющих веществ показал, что в почвах региона зафиксировано содержание Zn (до 135 ПДК), As (до 100 ПДК), Pb (56 ПДК), Cd (до 125 ПДК). Изучение форм нахождения тяжелых металлов (ТМ) в почвах Донецко-Макеевской промышленной агломерации позволило проследить поведение Pb, Zn, Cu, Cr, Cd, Sn, Mn, V в широком диапазоне концентраций [2–9].



**Рисунок 1 – Образование промышленных отходов I и II классов опасности в регионах Украины**

Основное количество Cr, Sn, V присутствует в виде устойчивых форм, а Zn, Pb, Cd, Cu, Mn образуют мигрирующие формы. По нашему мнению, самым информативным показателем реального загрязнения почв является не общее содержание этих элементов, а изменение степени их подвижности по сравнению с подвижностью, соответствующей природному равновесию.

Основными причинами сложившейся ситуации в Украине являются:

- высокий удельный вес горно-металлургического и энергетического комплексов с крупнотоннажными потоками сырья и отходов;
- недооценка долговременных технических, социально-экономических и эколого-гигиенических последствий накопления ПО и ТО, нарушение экологических норм обращения с ними;
- несовершенство системы управления ПО на уровне предприятий, регионов и государства, недостаточное внимание развитию нормативно-правовой базы;
- неэффективность экономических механизмов стимулирования при решении проблемы ПО и недостаточность финансового обеспечения мероприятий;



- неполнота информационно-аналитического обеспечения при исследовании процессов образования и накопления ПО и ТО, а также их воздействия на ОПС;
- неразвитость инфраструктуры системы сбора, утилизации, обезвреживания и хранения ПО и ТО и специализированных комплексов по их переработке;
- отсутствие научно-технической и производственной базы для создания объектов, технических средств, практического опыта и квалифицированных кадров для комплексного решения проблемы обращения с ПО.

Металлургическое производство в Украине сопровождается образованием огромного количества ПО. Около 80 % из них составляют шлаки, около 20 % приходится на пыли и шламы газоочисток. До 30 % ПО от объема выпуска стали содержат металлсодержащие соединения или собственно железо, которые могут быть утилизированы. Всего на металлургических предприятиях Украины накоплено более 70 млн т шламов, из которых 21 млн т пригодны для повторного использования.

Следует особо подчеркнуть, что размещенные на территории Украины массы крупнотоннажных ПО горно-металлургического комплекса представляют собой техногенные месторождения и содержат значительные запасы стратегически ценных ТМ. Их разработка дает возможность экономически выгодного снабжения отечественной промышленности дорогостоящими и дефицитными соединениями тяжелых металлов и редкоземельных элементов, создает предпосылку для конструктивного решения проблемы снабжения предприятий металлургического комплекса Украины импортзамещающей товарной продукцией (табл. 2) [9–11].

На территории Донецкой области 7 металлургических предприятий генерируют более 14 млн т/год шлаков доменного и сталеплавильного производств, т.е. почти 50 % таких ПО, образующихся в Украине. В шламонакопителях этих заводов Донбасса отмечены промышленные концентрации 13 полезных элементов, в т.ч. Zn, Pb, Fe, Mn, Cd и Cr [10]. Исследования [3–8] свидетельствуют, что в почвах и водоемах, окружающих шламонакопители, содержание Zn, Cu, Cr, Mg, Fe выше, чем в зональных почвах и водах, в 1,5–3 раза.

Донецкая область – крупнейший индустриальный регион, обеспечивающий около 20 % промышленного производства Украины. Высокая концентрация производства в сочетании с его низким технологическим уровнем приводит к образованию и накоплению больших объемов ПО и ТО. Отсутствие адекватной реакции общества на создаваемую ими опасность привело к обострению проблемы обращения с ПО. Наиболее экологически опасными объектами в Донбассе и Приднепровье являются шламонакопители металлургических предприятий городов Донецка, Мариуполя, Енакиево, Алчевска, Кривого Рога, Днепропетровска, Луганска.

Непосредственными источниками воздействия этих предприятий на ОПС являются фильтрационные потери в почву и грунтовые воды, вторичное пыление и выделение газов, потери суспензий при транспортировке в шламонакопители, отчуждение и загрязнение земель, трансформация природного ландшафта.

Вторичное пыление с поверхности шламонакопителей и газовыделение вызывают загрязнение атмосферы и почвы токсичными соединениями, входящими в состав размещаемых ПО. Объектами воздействия являются участки приземной атмосферы и почвы селитебной зоны, а также подземные воды, связанные с ними водоемы, участки подтопления, затопления и т.п., недра – зоны изменения активности инженерно-геологических процессов, рыбохозяйственные объекты, объекты сельскохозяйственного и водопитьевого назначения.

Специфика негативного воздействия накопителей ПО на территорию связана с тем, что в отличие от выбросов в атмосферу и сбросов в водоемы, они «стационарны» и практически не подвержены «уносу». Спад или закрытие производств снижает или ликвидирует загрязнение атмосферы и водных объектов, а накопленные опасные ПО продолжают отрицательно воздействовать на ОПС.

Одним из наиболее экологически неблагополучных городов Украины является г. Мариуполь с развитой металлургической промышленностью (2 металлургических комбината – ММК им. Ильича и «Азовсталь» и 2 коксохимических производства). В зонах до 5 км от этих заводов

**Таблица 2 – Характеристики цинксодержащих шламов на металлургических комбинатах Украины (по данным предприятий на 2007 г.)**

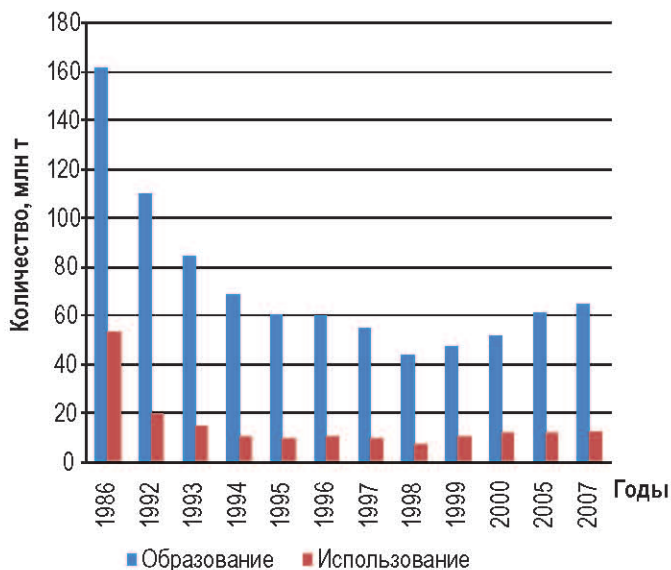
Город, предприятие	Объем накопленных шламов, млн т	Поступление, тыс. т/год	Содержание компонентов, % масс.		
			Zn	Pb	Fe <sub>общ</sub>
Мариуполь, «МК им. Ильича»*	–	До 200	0,0,5–2,8	0,0,7–1,5	45–57
Макеевка, «МакМК»	4,6	120	0,5–3,5	0,5–0,8	54–57
Алчевск, «АМК»	3,9	100	0,3–3,8	0,5–0,8	52–56

\* – переработка осуществляется на алгофабрике

отмечено устойчивое превышение ПДК по соединениям Zn, Pb, Cd и Cu в атмосфере. Основные загрязнители водных объектов – металлургические предприятия (56 %), в т.ч. комбинаты им. Ильича и «Азовсталь», Донецкий и Енакиевский металлургические и коксохимические заводы, предприятия угольной промышленности. Вместе со сточными водами в 2004 г. в водные объекты сброшено веществ, тыс. т: взвешенных – 19,1; органических – 6,6; нитратов – 16,6; азота аммонийного – 1,8. Под влиянием сброса шахтных вод и промышленных стоков минерализация речных вод повысилась в 2 раза.

Основными источниками всех загрязнений являются расположенные в акватории Азовского моря 3 крупных накопителя ПО комбината «Азовсталь»: полигон для складирования ПО (площадь – 70 га), золонакопитель заводской ТЭЦ (площадь – 53,5 га) и общезаводской шламонакопитель (площадь – 56 га).

Спад промышленного производства в Донецкой области в конце XX в. привел к снижению объемов образования ПО с 160 млн т/год до 44 млн т/год, но в 2001–2004 гг. подъем экономики вызвал рост объемов их образования до 52 млн т/год. Накопленные почти 4 млрд т ПО оказывают негативное влияние на природные ресурсы, естественные биоэкосистемы и ландшафты. Площадь земель, занятых ПО, приближается к 1 % территории области (рис. 2). Донецкая область лидирует по плотности размещения ПО (8–18 тыс. т/км<sup>2</sup>), тогда как средний уровень по Украине – 3 тыс. т/км<sup>2</sup> [2–8].



**Рисунок 2 – Динамика образования и использования ПО в Донецкой области**

Вклад области по ТО I–II классов опасности составляет 22 % от общеукраинских. В 2001 г. здесь образовано 23,5 млн т ТО, в 2004 г. – 24,2 млн т. Из них чрезвычайно

опасных (I класса опасности) – 919 т, опасных (II класса опасности) – 40 тыс. т, умеренно опасных (III класса опасности) – 196 тыс. т. Комплексные техногенные гидрогеохимические аномалии по отношению к ПДК характерны для промышленных городов: г. Горловка (нитраты – 5; Hg – 3; F – 1,7; Mn – 8,3); г. Дзержинск (Hg – 15–20; нитраты – 3–5; B – 1,2; As – 1,5); г. Константиновка (F – 1,2; B – 1,4; As – 1,2; нитраты – до 84); г. Макеевка (F – до 5,4; As – 24; B – 3; Hg – 6; Mn – 20–75; нитраты – до 31; нитриты – 2,5); г. Краматорск (Hg – 10; нитраты – 6–14; B – 1,7; F – 1,2; As – 1,2; Sr – 2,3); г. Мариуполь (B – 2,5; Hg – 3; нитриты – 4,5; нитраты – 2; F – 1,7; Mn – 1,7; Pb – 4); г. Славянск (Hg – 8; нитраты – 9; Pb – 2,5; B – 1,7; F – 4).

Днепропетровская область является уникальным территориально-экономическим образованием с энергоемкими производствами, огромными резервами полезных ископаемых, колоссальными объемами ПО. Объем накопления ПО после рудообогащения неуклонно растет и составил в 1998 г. 119,8 млн т по сравнению с 1997 г. – 114,4 млн т и 1996 г. – 110,2 млн т. В 2004 г. он достиг 157 млн т., в 2006 г. – 159 млн т. Ряд районов в области приравнены к зонам экологического бедствия (города Днепродзержинск, Кривой Рог, Желтые Воды, Павлоград).

Металлургические и коксохимические заводы, предприятия угольной промышленности Луганской области отличаются высокими абсолютными объемами токсичных выбросов в атмосферу, сбросов в водный бассейн, образования и накопления ПО. Здесь образуется около 12 млн т/год ПО; по данным инвентаризации, зарегистрировано 620 мест площадью 110 млн м<sup>2</sup>, где производится их удаление.

В настоящий момент на территории области в организованных местах накоплено более 112 млн т ТО. Техногенная нагрузка во многих регионах достигла уровня, являющегося угрожающим для ОПС и здоровья населения. Разрыв между объемами накопления и утилизации ПО в Луганской области усугубляет критическое состояние ОПС.

Следует учесть определяющие моменты: по принятым до 2025 г. темпам роста добычи предполагается полное или частичное исчерпание запасов ряда важнейших полезных ископаемых. Этот фактор определяет генеральную линию в поиске новых источников и их приоритетность уже в начале XXI века.

Для сокращения дефицита потребности Украины в тяжелых металлах необходимо принять меры по созданию собственных добывающих и металлургических мощностей, где важную роль могут сыграть техногенные месторождения указанных элементов [11–13]. С целью разработки системного подхода к технологической



и эколого-экономической оценке освоения техногенных месторождений ТМ необходимо провести ряд научно-исследовательских работ, включающих:

- создание новых технологий утилизации ТМ из данного ПО с определением свойств каждого из них (по видам, химическому составу, агрегатному состоянию и т.п.) и испытания разработанной технологии;
- определение методов складирования, обезвреживания и уничтожения собственных отходов разрабатываемых технологий;
- эколого-экономическую и финансовую оценку деятельности предприятия по переработке ПО и последствий воздействия его на состояние ОПС с оценкой потенциального, предотвращенного и остаточного ущерба;

В связи с этим первоочередными задачами Украины являются:

- инвентаризация, полная оценка объемов и стоимости накопленных ПО, создание их проблемно-ориентированных классификаторов;
- минимизация количества образующихся ПО;
- разработка стратегии решения проблемы ПО, стимулирующей предприятия к созданию малоотходных схем переработки ПО или реализации ресурсоценных отходов на межотраслевом рынке;
- определение наносимого и предотвращенного эколого-экономического ущерба ОПС до и после внедрения разработанных технологий.

В современных условиях это может быть достигнуто только на основе комплексности использования первичного и вторичного сырья, в результате внедрения малоотходных технологий, роста уровня межотраслевой кооперации, координации научных работ в области утилизации ПО и защиты ОПС.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України / [Данилишин Б.М., Дорогунцов С.І., Міщенко В.С. і др.]. – К. : РВПС України НАН України, 1999. – 716 с.
2. Куруленко С.С. Состояние обращения с отходами в Донецкой области / С.С. Куруленко, Г.И. Бородай // «Регион: проблемы и перспективы». – 2002. – Спецвыпуск – С. 20–23.
3. Шевченко О.А. Экологические аспекты загрязнения подземных вод Донецкой области // Экологические аспекты загрязнения окружающей среды : тез. докл. междунар. научн.-практ. конф. Ч. 2. – К. : Об-во «Знание», 1996. – С. 88–89.
4. Цыганков В.Н. Оценка техногенно-экологической опасности накопителей промтоходов, размещенных на побережье Азовского моря / В.Н. Цыганков, Н.Г. АнтимONOва, С.Ю. Пустовойтова // Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов : сб. научн. тр. XIII междунар. научн.-технич. конф. / УкрВОДГЕО. – 2005. – Т. 1. – С. 157–163.
5. Касимов А.М. Мероприятия по снижению степени отрицательного воздействия на окружающую среду шламонакопителей промышленных предприятий / А.М. Касимов, А.А. Романовский // Вісник міжнар. слов'янського університету. Сер. «Технічні науки». – 2004. – Т. VII, № 1. – С. 37–40.
6. Миняйло В.П. Экологический аудит и комплексная оценка территории при решении проблемы образования и хранения промышленных отходов / В.П. Миняйло, А.М. Касимов // Экология и промышленность. – 2008. – № 4. – С. 24–28.
7. Атабекян Т.В. Формы нахождения токсичных металлов в загрязненных почвах Донецко-Макеевской и промышленно-городской агломерации / Т.В. Атабекян, Г.К. Еременко // Экологические аспекты загрязнения окружающей среды : тез. докл. междунар. научн.-практ. конф. Ч. 2. – К. : Об-во «Знание», 1996. – С. 24–25.
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. Касимов А.М. Пути сокращения ущерба окружающей среде при размещении шламонакопителей промышленных предприятий / А.М. Касимов, А.А. Романовский // Проблеми охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки : зб. наук. пр. – Харків : Факт, 2004. – С. 237–244.
10. Тетячук Н.С. Перспектива развития минерально-сырьевой базы редких металлов Донецкой области // Редкие металлы Украины – взгляд в будущее. – К. : ИГН НАНУ, 2001. – С. 92–93.
11. Горовой А.Ф. Твердые промышленные отходы Донбасса – нетрадиционный источник минерального сырья / А.Ф. Горовой, Н.А. Горовая // Сотрудничество для решения проблемы отходов : тез. докл. II Междунар. конфер. – Х. : ИД «ИНЖЭК», 2005. – С. 142–146.
12. Касимов А.М. Эколого-экономическая оценка освоения техногенного месторождения ценных компонентов // Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов : X Юбилейная междунар. науч.-техн. конф., 10–14 июня 2002 г. г. Щелкино / УкрГНТЦ «Энергосталь» : сб. науч. статей. – Х. : Курсор, 2002. – С. 507–511.
13. Касимов А.М. Шламонакопители металлургических заводов – техногенная минерально-сырьевая база тяжелых металлов / А.М. Касимов, А.А. Романовский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2004. – № 4 (10). – С. 142–145.

Поступила в редакцию 04.02.2009

У статті наведено аналіз систем поводження з промисловими відходами та їх вплив на навколишнє природне середовище. Наведено дані про екологічний стан у регіонах України, де утворюються та накопичені великі обсяги промислових відходів. Розглянуто основні причини ситуації, що склалася в Україні, та запропоновано новий рівень управління промисловими відходами.

The article is devoted to the important issue of industrial solid waste management and their effect on environment. It shows progressive system of industrial waste management at an individual enterprise level and tools which ensure significant improvement of industrial waste management. It is characterized industrial waste problem, ways for their utilization in Ukraine and objects of influence on environment. New level of ecological management in Ukraine is proposed.