

УДК 628.511:669.716

Д.В. СТАЛИНСКИЙ, докт. техн. наук, профессор, генеральный директор,**А.М. КАСИМОВ**, докт. техн. наук, профессор, главный специалист

Государственное предприятие «Украинский научно-технический центр металлургической промышленности «Энергосталь» (ГП «УкрНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

ЗАЩИТА ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА В РАЙОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АЛЮМИНИЕВОЙ ПОДОТРАСЛИ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Рассмотрены вопросы защиты воздушного бассейна от вторичного пыления с поверхностей шламонакопителей предприятий алюминиевой подотрасли цветной металлургии. Приведены данные об объемах пыли, выпадающей на почву, и запыленности атмосферы в районе шламонакопителя при вторичном пылении с его поверхности. Изложена информация о разработанных методах предотвращения пылеобразования.

Ключевые слова: цветная металлургия, производства глинозема и алюминия, красный шлам, защита атмосферы от вторичного пыления.

При получении глинозема из бокситов способом Байера, основанным на их обработке щелочью, образуются крупнотоннажные промышленные отходы (ПО) – так называемые красные шламы [1]. Их складывают на значительной площади шламовых полей вблизи глиноземных заводов (рис. 1–3). Красный шлам содержит щелочь и соединения ряда легких и тяжелых металлов, в связи с чем он представляет реальную угрозу для окружающей природной среды (ОПС) и здоровья населения.

На 1 т полученного оксида алюминия приходится 360–800 кг красного шлама. Сегодня из-за отсутствия эффективных технологий переработки шлама украинских предприятий – Николаевского глиноземного завода (НГЗ) и Запорожского алюминиевого комбината (ЗАК) – и заводов алюминиевой подотрасли цветной металлур-

гии других стран складывают в шламонакопителях (ШН), расположенных вблизи селитебных зон. Один ШН занимает примерно такую же площадь (100–200 га), как и алюминиевый завод.

Химический состав красных шламов зависит от состава бокситов, используемых для производства глинозема, и способа их переработки. На основании этих данных можно получить представление об усредненном химическом составе всех шламов завода на момент их выхода из технологического цикла, т.е. после последней стадии промывки.

Усредненные химические составы красных шламов ряда действующих глиноземных и алюминиевых предприятий приведены в табл. 1. Следует отметить, что содержание влаги в таком продукте составляет 40–60 %.

Таблица 1 – Химические составы красных шламов ряда действующих глиноземных и алюминиевых предприятий (данные за 2010–2012 гг.)

Предприятие	Вид шлама	Содержание основных оксидов, % масс.							
		п.п.п	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Na ₂ O	прочие
Уральский алюминиевый завод	Отвальный (смесь байеровского и спекательного)	5,3	12,3	9,4	51,1	10,4	5,0	4,5	2,0
		9,6	12,7	7,5	43,4	13,3	4,2	2,7	6,6
		7,6	14,9	9,6	43,3	10,7	4,2	4,2	5,5
		7,7	15,9	8,1	44,1	11,7	5,1	2,7	3,7
		5,7	12,9	7,9	45,5	13,3	4,2	2,7	7,8
		6,2	13,2	7,8	43,9	14,0	4,2	2,7	7,1
		8,4	14,0	9,4	40,0	14,2	4,1	3,8	6,1
		–	13,4	–	40,9	–	–	–	–
	Байеровский Спекательный	6,3	14,7	11,7	38,8	14,2	4,1	3,8	6,5
	Богословский алюминиевый завод	Отвальный (смесь байеровского и спекательного)	6,3	13,3	7,1	46,5	12,9	4,2	2,5
5,7			14,0	9,4	42,2	12,1	3,9	4,1	8,6
Байеровский		–	14,2	–	44,8	–	–	–	–
Спекательный		–	12,4	–	31,1	24,6	–	6,0	–



Таблица 1 – Продолжение

Предприятие	Вид шлама	Содержание основных оксидов, % масс.							
		п.п.п	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Na ₂ O	прочие
Павлодарский алюминиевый завод	Отвальный	–	4,4	19,2	23,6	41,4	–	2,4	8,8
	Спекательный	–	4,3	21,4	22,6	41,3	–	2,1	8,3
Бокситогорский глиноземный завод	Спекательный	4,4	9,0	19,1	20,3	38,4	3,1	4,8	0,9
		4,1	7,7	17,4	24,8	35,1	3,8	5,4	1,7
Запорожский алюминиевый комбинат	Отвальный (смесь байе- ровского и спекательного)	8,6	16,6	7,0	48,8	8,2	5,3	4,8	0,7
		9,4	15,3	6,3	50,7	8,1	6,3	4,2	–
Николаевский глиноземный завод	Отвальный (байеровский)	10,7	12,1	4,1	59,7	7,7	5,7	1,7	–
		10,9	12,2	4,6	56,1	7,7	5,4	1,8	1,3
Гянджинский алюминиевый завод	Отвальный (байеровский)	14,4	24,2	5,3	45,8	–	–	2,6	–
		–	21,1	6,3	50,9	–	–	2,6	–



а



б



в

Рисунок 1 – Панорама (а) и шламонакопитель (б, в) Николаевского глиноземного завода

На рис. 4 представлены электронные микрофотографии проб красного шлама, отобранного из шламонакопителей НГЗ и ЗАК.

Красные шламы отличаются очень высокой дисперсностью (90 % этого отхода имеют размер менее



Рисунок 2 – Общий вид поверхности участка ШН красных шламов



Рисунок 3 – Шламохранилище красных шламов и результат прорыва дамбы ШН в Венгрии

5–10 мкм), поэтому при складировании массы шлама его высыхание приводит к вторичному ветровому пылеуносу, пыльным бурям и резкому снижению видимости (особенно в летний период) в селитебных зонах, находящихся в районах размещения предприятий по производству глинозема и алюминия.

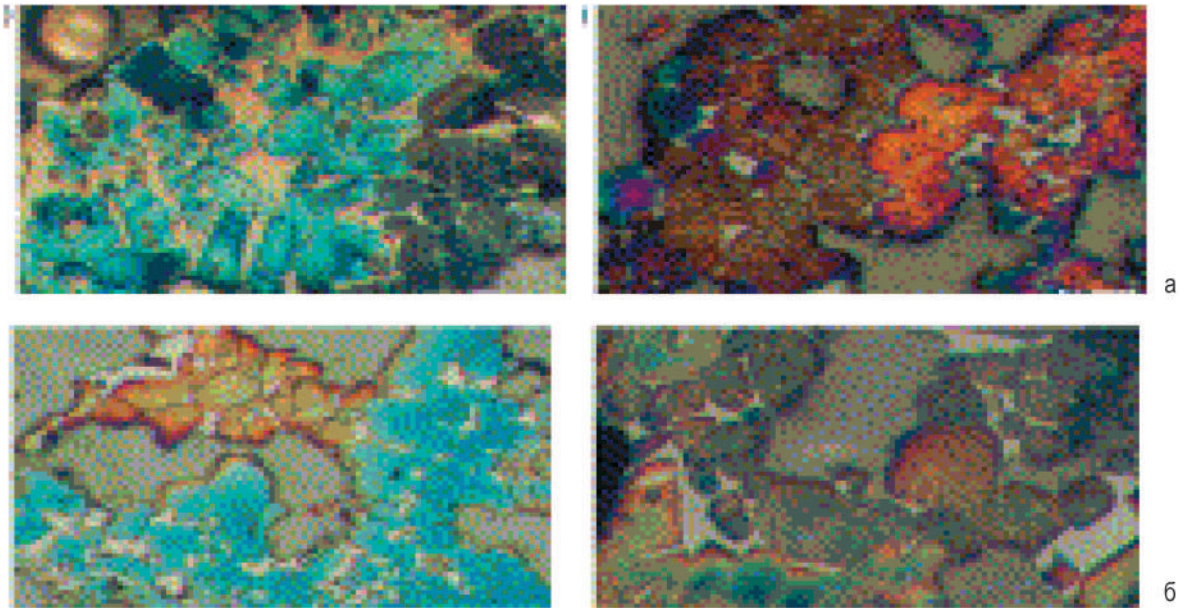


Рисунок 4 – Электронные микрофотографии образцов красного шлама:
 а – пробы НГЗ; б – пробы ЗАК (общее увеличение $\times 20000$)

Поступающие в атмосферу аэрозольные загрязнения удаляются из нее благодаря естественным процессам самоочищения. Важную роль при этом играют атмосферные осадки. В итоге выбросы промышленных предприятий в атмосферу и сбросы сточных вод создают предпосылки для поступления частиц пыли субмикронных размеров в почву, подземные воды и открытые водоемы, в растения, донные отложения, организмы животных и человека.

Дальность распространения и уровни загрязнения атмосферы зависят от мощности источника загрязнений, условий выбросов и метеорологической обстановки. Однако параметры распространения пылевидных частиц в воздухе промышленно-городских агломераций и городской застройки еще плохо прогнозируемы. Уменьшение концентраций аэрозолей в атмосферном воздухе с удалением от источника загрязнения происходит в основном по экспоненте, вследствие чего зона их интенсивного воздействия и ущерба, наносимого ОПС, сравнительно точно может быть определена по номограммам, разработанным авторами данной статьи (рис. 5–7) [1–3].

Естественное (фоновое) содержание соединений металлов в незагрязненной атмосфере составляет тысячные и десятитысячные доли микрограмма на 1 м^3 и менее. В нынешних условиях на обжитых территориях Украины такие уровни практически не наблюдаются. В урбанизированных зонах результирующий эффект от регистрируемого загрязнения воздуха определяется суммированием множества полей рассеяния

и обусловлен удаленностью точек замеров от источников выбросов токсикантов разных классов опасности (КО), градостроительной структурой и наличием санитарно-защитных зон вокруг предприятий.

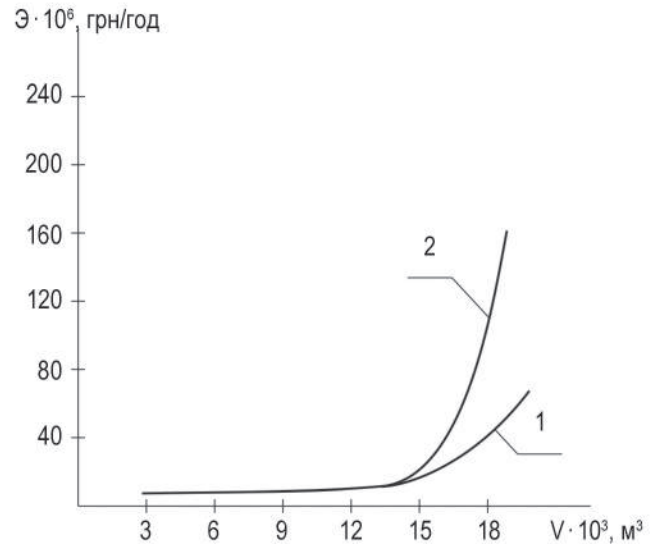


Рисунок 5 – Номограмма для определения ущерба ОПС в районе ШН в зависимости от объема размещенных ПО:
 1 – отходы III КО, 2 – отходы I КО

Во вторичных выбросах с поверхности ШН соединения алюминия находятся в основном в нерастворимой форме. По мере удаления от источника загрязнения наиболее крупные частицы оседают, а доля растворимых соединений увеличивается, в результате чего установ-

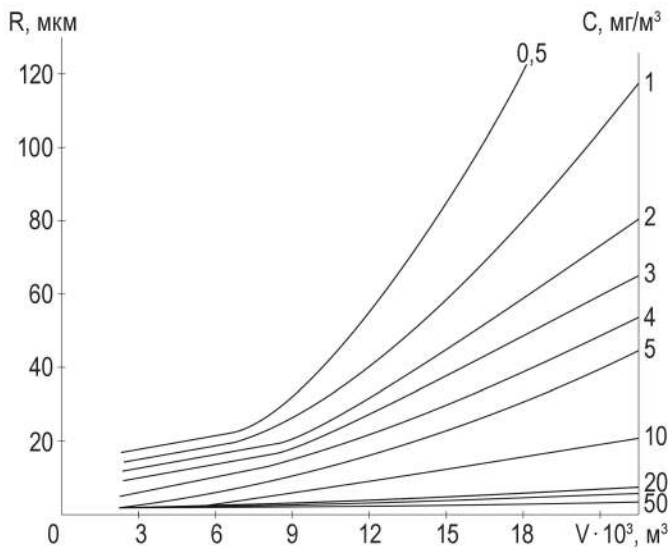


Рисунок 6 – Номограмма для определения запыленности атмосферы в районе ШН при вторичном пылении с его поверхности

ливается равновесное соотношение между растворимой и нерастворимой формами.

Атмосферный путь поступления загрязняющих веществ в ОПС в районе селитебной зоны является основным. Однако уже на небольшом удалении от нее, в частности в районах пригородного сельского хозяйства, главными источниками загрязнения ОПС тяжелыми и легкими металлами могут быть сточные воды и отходы, попадающие в почву.

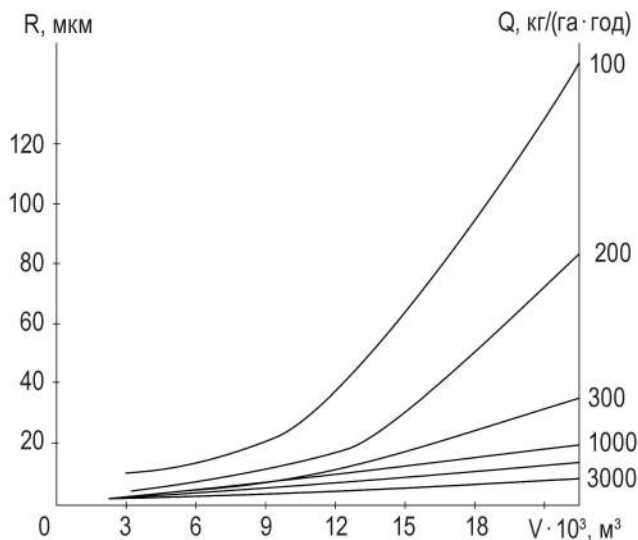


Рисунок 7 – Номограмма для определения удельного количества пыли, выпадающей на почву в районе ШН при вторичном пылении с его поверхности

Зона максимальных концентраций соединений металлов в воздухе (первая зона) распространяется на расстояние ~ 3,5 км от пространственного источника. Содержание

таких соединений в приземном слое атмосферы этой зоны в 100–1000 раз (а в снеге – в 500–1000 раз) выше местного геохимического фона. В 3–4 км от первой зоны располагается вторая зона, где содержание соединений металлов в воздухе приблизительно в 10 раз ниже, чем в первой. Далее следует третья зона протяженностью 4–12 км, в которой лишь отдельные пробы показывают повышенное содержание токсикантов [4–7].

По мере удаления от источника соотношение разных форм рассеивающихся соединений меняется. В первой зоне водорастворимые соединения составляют всего 5–10 %, а основную массу выпадений загрязняющих веществ образуют мелкие пылевидные частицы сульфидов и оксидов. Относительное содержание водорастворимых соединений с увеличением расстояния от источника возрастает. Значения площади загрязнения снегового покрова и интенсивности выпадений соединений металлов во взвешенной форме убывают в ряду Zn, Cu, Ni, Pb, Ti, Al, что характерно для интегральных потоков загрязнения от крупного мегаполиса с многопрофильной промышленностью.

В настоящее время остро стоит вопрос обеспечения экологической безопасности в районах размещения хранилищ красного шлама на Николаевском глиноземном заводе и Запорожском алюминиевом комбинате.

ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» (Центр) имеет значительный опыт в области управления крупнотоннажными отходами, в т.ч. в разработке комплексных мероприятий по обеспечению экологической безопасности и защите здоровья населения в районах размещения шламокопителей предприятий черной и цветной металлургии. Центром создан ряд рецептур технических смесей для орошения поверхностей пылящих ШН с использованием доступных и экологически безопасных неорганических компонентов. Эти смеси наносят распылом в виде тонкой пленки (до 0,5–1 мм). В результате на поверхности отвала формируется сплошная корка, обладающая достаточной прочностью, эластичностью, хорошей адгезией и устойчивостью к воздействию влаги, что исключает биохимическое или химическое выщелачивание.

Применение указанных рецептур технических смесей для орошения сухих поверхностей ШН НГЗ и ЗАК, а также предотвращения вторичного пыления может дать быстрый эффект прежде всего в летне-осенний период, когда в районах размещения этих шламоотвалов отмечаются максимальные отрицательные атмосферные явления, в т.ч. перенос ветром больших количеств пыли, вследствие чего дневная видимость на улицах и дорогах сокращается до 15–20 м, и автотранспорт вынужден двигаться в жилых массивах с включенным дальним светом фар даже в светлое время суток.

Подобные явления загрязнения атмосферы особо опасны в связи с расположением ШН указанных украинских предприятий в непосредственной близости от русла основной водной артерии Украины – реки Днепр, куда в конечном счете попадает большая часть токсичных вторичных пылевидных соединений.

ВЫВОДЫ

Разработанные Центром композиции обладают хорошей адгезией, не смываются водой и образуют на поверхности шламонакопителя эластичные воздухо непроницаемые корки.

Применение этих недорогих композиций, содержащих безвредные для ОПС неорганические вещества, может стать составной частью проекта и регламента для экологически безопасной эксплуатации ШН Николаевского глиноземного завода, Запорожского алюминиевого комбината и предприятий подобного профиля других стран.

Более детальная информация о составе технических смесей и технологии орошения поверхностей ШН будет опубликована после получения охранных документов в патентных ведомствах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семиноженко В. П. Промышленные отходы: проблемы и пути решения : монография / В. П. Семиноженко, Д. В. Сталинский, А. М. Касимов. – Х. : Индустрия, 2011. – 510 с.

2. Управление опасными промышленными отходами. Современные проблемы и решения : монография / А. М. Касимов, Л. Л. Тобахьянский, В. И. Тошинский, Д. В. Сталинский ; под ред. А. М. Касимова. – Х. : Изд-во НТУ «ХПИ», 2009. – 500 с.
3. Касимов А. М. Промышленные отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование / А. М. Касимов, В. Т. Семенов, А. А. Романовский. – Х. : ХНАГХ, 2007. – 411 с.
4. Дворецкая Ю. Б. Геоэкологическая оценка влияния глиноземного производства на окружающую среду (на примере г. Ачинска) / Ю. Б. Дворецкая; Институт цветных металлов и золота Сибирского федерального университета. – Красноярск, 2007. – 22 с.
5. Теоретико-практичні основи методології комплексної оцінки екологічності територіальних і об'єктових систем / Т. В. Козуля, Н. В. Шаронова, Д. І. Ємельянова, М. М. Козуля // Проблеми інформаційних технологій. – 2012. – № 01(011). – С. 37–45.
6. Щербань М. Г. Формування еколого-гігієнічних підходів до визначення оцінки ризику здоров'ю на корпоративній основі / М. Г. Щербань, Т. В. Козуля, О. А. Шевченко // Експериментальна і клінічна медицина. – 2009. – № 2. – С. 153–156.
7. Липин В. А. Комплексное использование бокситов как способ решения экологических проблем получения глинозема / В. А. Липин // Экология и промышленность России. – 2006. – Ноябрь. – С. 12–14.

Поступила в редакцию 19.08.2014

Розглянуто питання захисту повітряного басейну від вторинного пилення з поверхонь шламонакопичувачів підприємств алюмінієвої підгалузі кольорової металургії. Наведено дані щодо обсягів пилу, який випадає на ґрунт, і запиленості атмосфери в районі шламонакопичувача при вторинному запиленні з його поверхні. Викладено інформацію щодо розроблених методів запобігання пилоутворенню.

In article we have examined questions for air basin protection when secondary dusting from surfaces of slurry accumulating devices of enterprises of aluminium subindustry of non-ferrous metallurgy. One be provided data about dust volumes falling on soil, and dusting of air in areas of slurry accumulating device when secondary dusting from its surface. Information about developed methods for dust forming prevention was stated.