

4. Добровольский И.А. Влияние промышленных загрязнений среды на искусственные лесные посадки и степной растительный покров на юге Украины (Криворожье) // Реф. докл. и сообщ. IV Урал. коорд. совещ. по проблеме «Растительность и промышленные загрязнения». – Свердловск, 1969. – С. 86-89.
5. Добровольский И.А. Эколого-биологические основы оптимизации техногенных ландшафтов степной зоны Украины путем озеленения и облесения: Автореф. дис. д-ра. биол. наук: 03.00.16. – Днепропетровск, 1979. – 36 с.
6. Малахов І.М. Техногенез у геологічному середовищі. – К., 2003. – 252 с. – С. 99-113.
7. Блощук А.В., Сметана М.Г. Структура рослинних угруповань кар'єрів Центрального гірничо-збагачувального комбінату // Проблеми фундаментальної і прикладної екології, екологічної геології та раціонального природокористування: Матеріали другої міжнародної науково-практичної конференції – Кривий Ріг, 2005. – 304 с. – С. 22-28.
8. Сметана М.Г. Рослинний покрив техногенних ландшафтів центральної та південної частини Криворіжжя // Геологічне середовище антропогенної екосистеми. Деякі чинники техногенезу. – Кривий Ріг, 2002. – С. 32-45.
9. Сметана Н.Г., Мазур А.Е., Сметана А.Н. Рост и развитие сосны крымской на железорудных отвалах Кривбасса // Интродукция и акклиматизация растений, вып. 32. – К., 1999. – С. 140-149.
10. Офіційний сайт ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» – Режим доступу: <http://www.arcelormittal.com.ua/index.php?id=23>. – 20.01.2012. – Гірничо-збагачувальний комплекс.

Рукопись поступила в редакцию 20.02.12

УДК 669.046: 504

А.В. РОМАНЕНКО, д-р техн. наук,

Л.Ф. ГОРДИЙЧУК, И.В. НИКОЛАЕВА, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗМЕЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассмотрена оценка воздействия на окружающую среду процессов складирования и переработки отвалов сталеплавильных и доменных шлаков ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», и проведен анализ полученных результатов.

**Проблема и связь с научными и практическими задачами.** Черная металлургия относится к наиболее материалоемким отраслям промышленности. При производстве металлов и сплавов образуется значительное количество попутных продуктов, многие из которых после выделения из основного технологического процесса практически не используются и представляют собой отходы производства.

Шлаки представляют собой многокомпонентные системы, в которых основными оксидами, определяющими состав шлаков, являются:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ . Известно, что выход доменных шлаков на 1 т чугуна составляет 0,4-0,7 т, а при выплавке 1 т стали выход шлаков составляет 0,1-0,3 т. Образующиеся после выплавки сталеплавильные и доменные шлаки накапливаются в отвалах, отнимая при этом городские и сельскохозяйственные земли. В связи с отсутствием рациональных технологий утилизации шлаков, предприятия складывают их в отвалах. Шлаковые отвалы занимают сотни гектаров плодородных земель, выводя эти площади из сельскохозяйственного оборота. Отвалы загрязняют атмосферу, гидросферу и почву, отрицательно воздействуют на здоровье человека и состояние окружающей природной среды, что и обуславливает необходимость оценки воздействий на окружающую природную среду (ОВОС).

**Анализ исследований и публикаций.** С точки зрения сохранения и защиты глобальной экосистемы, шлакопереработка привлекает внимание многих ученых в последние годы.

В данное время существуют различные способы переработки шлаков. Известных способов извлечения металла из жидких шлаков, опробованных в промышленных условиях не существует, поэтому металл на металлургических предприятиях извлекается только из твердых шлаков при первичной переработке их в шлаковых отделениях, и при вторичной – на дробильно-сортировочных установках. Переработка жидких шлаков с точки зрения возможности максимального извлечения металла имеет неоспоримые преимущества перед технологией переработки твердых шлаков.

Перспективным направлением использования доменных гранулированных шлаков, по мнению зарубежных специалистов, является производство реакционно-порошковых бетонов, конструкция которых основана на принципах повышения однородности композиции за счет устранения крупного заполнителя, сокращения содержания песка и увеличения плотности матрицы за счет подбора гранулометрии зерен дисперсных компонентов, включая использование прессования.

В США, Англии, Германии, Франции, Японии воздушно охлаждаемые металлургические шлаки в основном перерабатываются на щебень, применяемый в качестве балласта при строительстве железных дорог, а также используют как заполнитель при сооружении аэродромных покрытий и автомобильных дорог. Асфальтобетонные покрытия с применением шлакового заполнителя характеризуются высокой прочностью, устойчивостью к истиранию, большим коэффициентом сцепления, отсутствием сдвиговых деформаций.

Украинские ученые имеют примеры технологий, которые в Украине прекратили использовать на практике, хотя за рубежом пользуются большой популярностью [5]. В частности, разработана отечественными учеными плавильная печь с погруженным сжиганием газа для термической переработки шлаковых отходов металлургического производства, с помощью которой реализуется новая технология изготовления теплоизоляционной строительной шлаковаты и шлакоситалла (прочного стеклокристаллического материала, который по своим свойствам превосходит гранит). Новая технология была внедрена в Киеве в 1991 г. на ОАО «Комбинат стройиндустрии», однако, в 2005 г. производство закрыли. Зато за рубежом такие печи успешно используют для переработки отходов (в Беларуси и Иране, планируют в России).

Кроме этого, возможно использование шлаков в процессе рекультивации территории для заполнения отработанных карьерных выемок, образованных при добыче известняка и доломита, которые являются важными компонентами шихты в черной металлургии.

Использование рациональных современных способов переработки шлаковых отвалов позволит очистить территорию, занимаемую отвалами, или, по крайней мере, не расширять ее до значительных пределов.

**Постановка задачи.** Данная статья посвящена анализу материалов оценки воздействий на окружающую среду шлаковых отвалов доменного и сталеплавильного производства. Совершенствование отвальных работ с целью увеличения удельной вместимости отвалов в границах земельного отвода ПАО «АрселорМиталл Кривой Рог», проведенной государственным предприятием ГП «ГПИ «Кривбасспроект».

Главной задачей является определение путей и способов нормализации состояния окружающей среды и обеспечение требований экологической безопасности в районе размещения отвалов.

**Изложение материала и результаты.** В материалах оценки воздействий на окружающую среду рассматривались основные вопросы, позволяющие оценить потенциальную опасность загрязнения воздушного бассейна при размещении и разработке отвальных шлаков, и оценивались в зависимости от природно-климатических факторов конкретной территории, обуславливающих способность атмосферы рассеивать и сорбировать загрязняющие вещества [1].

Материалы оценки воздействий на окружающую среду переработки и размещения шлаков указанного металлургического предприятия составлены согласно положениям нормативно-методического документа.

Законодательной базой для составления материалов оценки воздействий на окружающую среду являются следующие правовые документы: Закон Украины «Об охране окружающей природной среды», Закон Украины «Об охране атмосферного воздуха», Закон Украины «Об экологической экспертизе» и другие.

В ходе планируемой деятельности в отвалах размещаются отходы производства: сталеплавильные шлаки (отходы производства стали в конверторах и мартеновских печах) и доменные шлаки (отходы производства чугуна в доменных печах).

В отходах данного предприятия преобладают сталеплавильные шлаки. Общий объем сталеплавильных шлаков на отвале - порядка 49,5 млн т (на 1.01.2009 г.). Ежегодный объем накопления шлаков в отвале сталеплавильных шлаков составит 1266 тыс. т/год (582,6 тыс. м<sup>3</sup>/год). Объем размещения переработанных сталеплавильных шлаков с учетом разработки существующих отвалов составит 5831,6 тыс. м<sup>3</sup> в год (12762 тыс. т/год), при этом объем отвала переработанных сталеплавильных шлаков будет увеличиваться на 582,6 тыс. м<sup>3</sup>/год.

Общий объем доменных шлаков на отвале составляет 25,749 млн т (на 1.01.2009 г.) Ежегодный объем накопления шлаков в отвале переработанных доменных шлаков составит 767,6 тыс. т/год (568,6 тыс. м<sup>3</sup>/год). Объем размещения переработанных доменных шлаков с учетом разработки существующих отвалов составит 2362,7 тыс. м<sup>3</sup> в год (3189,6 тыс. т/год), при этом объем отвала доменных шлаков будет увеличиваться на 568,6 тыс. м<sup>3</sup>/год.

С целью оценки состояния воздушной среды в районе размещения отвалов определены расчетные выбросы загрязняющих веществ в воздушную среду и выполнены расчеты их рассеивания в атмосфере. Расчеты приземных концентраций загрязняющих веществ проводили для неблагоприятных метеоусловий согласно «Методики расчета концентраций в атмосферном

воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятия. ОНД-86» [3] по программе «ЭОЛ» (версия 5.23) с учетом одновременной работы на участке всех машин и механизмов.

Оценка возможных неблагоприятных воздействий размещения и разработки сталеплавильных и доменных шлаковых отвалов на окружающую среду позволила получить следующие результаты.

В ходе размещения сталеплавильных отвалов шлаков образуется пыль, частицы которой, включают диоксиды кремния (вещество третьего класса опасности).

При статическом хранении шлаков на территории отвалов (участок на котором проводится отсыпка шлаков, а также отвальные работы в течение года) (площадь участка 262,3 тыс. м<sup>2</sup>) расчетный выброс содержащей диоксид кремния пыли значителен и достигает 3,032 г/с (39,772 т/год).

При разгрузке шлаков на территории отвалов расчетный выброс пыли, содержащей диоксид кремния значителен и достигает 2,084 г/с (65,721 т/год).

Движение автотранспорта на участке отвалов обуславливает загрязнение атмосферного воздуха пылью и токсичными примесями выхлопов двигателей внутреннего сгорания. Пыль выделяется при взаимодействии колес автотранспорта с полотном дороги. Расчетный выброс пыли при автотранспортных работах равен 0,453 г/с или 14,286 т/год. Мощность выброса токсичных газов соответственно составила, г/с (т/год): оксид углерода - 0,152 (4,801); углеводороды - 0,024 (0,772); диоксид азота - 0,084 (2,66); сажа - 0,019 (0,616); ангидрид сернистый - 0,014 (0,445).

Для пылеподавления на отвалах переработанных сталеплавильных шлаков при работах, выполняемых подрядными организациями, рекомендуется: применять поливомоечные машины с гидромонитором на базе автомобиля БелАЗ-7523, а также закрепление поверхности постоянных отвалов переработанных шлаков водными растворами известкового молока с расходом 3 л/м<sup>2</sup> [4].

Для пылеподавления на отвалах переработанных шлаков применяют техническую воду, которая прошла специальные лабораторные исследования и применение которой согласовано в органах санитарного надзора.

Расчетные суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по ингредиентам представлены в табл. 1.

Таблица 1

Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу

Наименование загрязняющего вещества	ПДК*, мг/м <sup>3</sup>	Мощность выброса	
		г/с	т/год
Диоксид азота	0,2	0,084	2,66
Сажа	0,15	0,019	0,616
Ангидрид сернистый	0,5	0,014	0,445
Оксид углерода	5,0	0,152	4,801
Углеводороды предельные	1,0	0,024	0,772
Пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния менее 20 %	0,5	5,569	119,779
Всего		5,862	129,073

Примечание: \*ПДК максимальная разовая для населенной зоны

Анализ результатов расчета рассеивания показал, что расчетные значения приземных концентраций загрязняющих веществ в воздухе на границе санитарно-защитной зоны (шириной 300 м) ниже нормативов экологической безопасности и составляют, в долях ПДК максимальной разовой для населенных мест: пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния менее 20 % - от 0,065 до 0,41; диоксид азота - от 0,057 до 0,24; сажа - менее 0,1; диоксид серы - менее 0,1; углеводороды предельные - менее 0,1; оксид углерода - менее 0,1; вещества, обладающие суммацией вредного действия: диоксид азота и ангидрид сернистый - от 0,06 до 0,26. Из вышеизложенного следует, что приземные концентрации загрязняющих веществ на границе населенной зоны не превышают нормативы экологической безопасности.

Для предупреждения загрязнения воздушной среды предусмотрено: не допускать нарушения требуемой ширины санитарно-защитной зоны, принятой для отвалов сталеплавильных шлаков равной 300 м; проводить постоянный контроль запыленности атмосферного воздуха на участке отвалов; в летний период обеспечить пылеподавление на автодорогах, используя для этой цели поливочную машину.

Потенциальную опасность загрязнения атмосферного воздуха в процессе размещения и разработки доменных отвалов шлаков оценивали аналогично сталеплавильным отвалам шлаков.

Основным загрязняющим веществом, выбрасываемым в атмосферный воздух при размещении отвалов доменных шлаков, является неорганическая пыль, содержащая диоксид кремния. Выбросы пыли в ходе размещения и доставки отвальных шлаков имеют место при работе бульдозера и экскаваторов на стационарных тупиках, транспортировке самосвалами.

Расчетная мощность выбросов пыли, содержащей диоксид кремния, атмосферу составила, г/с (т/год): при работе бульдозера - 0,028 (0,362); при работе экскаватора (погрузка доменного шлака в автотранспорт в стационарных тупиках №№5,6,9) - 0,096 (0,784); при работе экскаватора (погрузка доменного шлака в автотранспорт в стационарных тупиках №№7,8) - 0,092 (0,522). Мощность выброса токсичных газов при работе бульдозера соответственно составила, г/с (т/год): оксид углерода - 0,316 (4,152); углеводороды - 0,054 (0,715); диоксид азота - 0,276 (3,633); сажа - 0,034 (0,444); ангидрид сернистый - 0,044 (0,577).

Движение автотранспорта на участке отвалов обуславливает загрязнение атмосферного воздуха пылью и токсичными примесями выхлопов двигателей внутреннего сгорания. Пыль выделяется при взаимодействии колес автотранспорта с полотном дороги. Расчетный выброс пыли при автотранспортных работах равен 0,088 г/с или 2,775 т/год. Мощность выброса токсичных газов соответственно составила, г/с (т/год): оксид углерода - 0,039 (1,226); углеводороды - 0,006 (0,197); диоксид азота - 0,022 (0,679); сажа - 0,005 (0,157); ангидрид сернистый - 0,004 (0,114).

Расчетная мощность выброса пыли при разгрузке доменных шлаков на отвалах расчетный выброс содержащей диоксид кремния пыли значителен и достигает 1,036 г/с (32,671) т/год.

При статическом хранении доменных шлаков на территории отвалов расчетный выброс содержащей диоксид кремния пыли значителен и достигает: I этап - 3,542 г/с (34,764 т/год), на II этапе - 2,676 г/с (9,389 т/год).

При мокрой грануляции доменных шлаков на территории ШПЦ имеет место выброс в атмосферу серосодержащих веществ, г/с (т/год): ангидрид сернистый - 0,267 (2,107); серная кислота - 1,02 (8,056); сероводород - 0,094 (0,744).

Суммарные выбросы в атмосферу при размещении отвалов доменных шлаков и грануляции огненно-жидкого доменного шлака в гидрожелобном агрегате по загрязняющим веществам представлены в табл. 2.

Таблица 2

Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу

Наименование загрязняющего вещества	ПДК*, мг/м <sup>3</sup>	Мощность выброса	
		г/с	т/год
Диоксид азота	0,2	0,298	4,312
Серная кислота	0,3	1,02	8,056
Сажа	0,15	0,039	0,601
Ангидрид сернистый	0,5	1,035	4,693
Сероводород	0,008	0,349	1,414
Оксид углерода	5,0	0,355	5,378
Углеводороды предельные	1,0	0,06	0,912
Пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния 70...20 % (I этап)	0,3	4,882	46,503
Пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния 70...20 % (II этап)	0,3	4,016	47,592
Всего (I этап):		8,038	71,869
Всего (II этап):		7,172	72,958

Примечание: \* ПДК максимальная разовая для населенной зоны

Результаты расчета рассеивания показали, что расчетные приземные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны составляют, в долях ПДК: пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния (I этап) - от 0,021 до 0,29; пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния (II этап) - от 0,019 до 0,26; диоксид азота - от 0,011 до 0,12; серная кислота - от 0,028 до 0,12; сероводород - от 0,12 до 0,53; оксид углерода - менее 0,10; углеводороды - менее 0,1; сажа - менее 0,1; ангидрид сернистый - менее 0,1; вещества, обладающие суммацией вредного действия: кислота серная и ангидрид сернистый - от 0,035 до 0,14; ангидрид сернистый и сероводород - 0,13 до 0,55; диоксид азота и ангидрид сернистый - 0,015 до 0,15. Из вышеизложенного следует, что приземные концентрации загряз-

няючих веществ на границе санитарно-защитной зоны и населенной зоны не превышают нормативы экологической безопасности.

Мероприятия, предусмотренные по снижению загрязнения атмосферного воздуха в районе доменных отвалов, те же, что и для сталеплавильных отвалов.

В результате оценки воздействий на окружающую среду объем выброса загрязняющих веществ в атмосферу без учета мероприятий (с учетом мероприятий) по сталеплавильным шлакам составляет - 2563,456 (49,05) т/год, а по доменным шлакам - 733,798 (13,272) т/год (I этап), 842,787 (14,363) т/год (II этап).

**Выводы.** Проведена оценка воздействия на окружающую природную среду размещения отвалов доменных и сталеплавильных шлаков (ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог»). Установлено, что размещение и переработка данных шлаков оказывает незначительное вредное воздействие на окружающую природную среду на участках их размещения.

В целом, учитывая масштаб и интенсивность рассмотренных воздействий на окружающую среду, планируемую деятельность при выполнении предусмотренных природоохранных мероприятий, можно считать экологически приемлемой.

#### *Список литературы*

1. Рабочий проект «Шлакоперерабатывающий цех. Шлаковые отвалы доменного и сталеплавильного производства. Совершенствование отвальных работ с целью увеличения удельной вместимости отвалов в границах земельного отвода», Оценка воздействий на окружающую среду, ДП «ДПИ «Кривбасспроект», Кривой Рог, 2009. – 121 с.
2. ДБН А.2.2-1-2003. Состав и содержание материалов оценки воздействий на окружающую среду (ОВОС) при проектировании и строительстве предприятий, зданий и сооружений. – 23 с.
3. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеиздат, 1987 – 91 с.
4. В.А. Михайлов, П.В. Бересневич, В.Г. Борисов, А.И. Лобода. Борьба с пылью в рудных карьерах М., Недра, 1981. – 262 с.
5. М.И. Панфилов. Металлургический завод без шлаковых отвалов. М., «Металлургия», 1978. – 248 с.

Рукопись поступила в редакцию 20.02.12  
УДК 628.515: 504

І.П. АНТОНІК, В.І. АНТОНІК, кандидати біол. наук, доценти,  
А.М. БОНДАРЕНКО, д-р мед. наук, А.П. ЧЕРНЯВСЬКА, студентка,  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ГІДРОМАКРОФІТІВ ДЛЯ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ТЕХНОГЕННИХ ВОДОЙМ ВІД ІОНІВ ТА СОЛЕЙ ЗАЛІЗА**

Проведено дослідження вмісту заліза в типових водних об'єктах міста Кривого Рогу, вивчена здатність різних видів вищих рослин гідроценозів до акумуляції іонів та солей заліза і на цій основі здійснено вибір найбільш ефективних водних макрофітів для біологічної очистки водних ресурсів Криворіжжя від металів.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** У річки та водойми міста Кривого Рогу за рік в середньому надходить понад 200 млрд м<sup>3</sup> неочищених або недостатньо очищених технологічних стічних, фільтраційних та шахтних забруднених вод. Крім інших компонентів, у складі забруднювачів стічних вод є солі важких металів, концентрація яких може перевищувати гранично допустимий рівень у 2-7 разів.

Метали слід розглядати як одну з найбільш небезпечних груп хімічного забруднення гідроценозів. На відміну від органічних поллютантів, метали не зазнають деструкції, поступово накопичуються у водних екосистемах та перерозподіляються між окремими видами організмів і неорганічними складовими водойм. Динаміка міграційної рухомості металів визначається головним чином їх фізико-хімічними властивостями та активністю процесів кругообігу речовин.

Існуючі методики видалення металів із стічних вод підприємств гірничо-видобувного комплексу недостатньо ефективні та економічно не вигідні, пов'язані з утворенням великої кількості токсичних шлаків [1;2]. На наш погляд, більшого ефекту у цій діяльності можна досягти при поєднанні гідротехнічних та гідробіологічних заходів. Останнє можна реалізувати, наприклад, шляхом стимуляції природного самоочищення водойм з використанням водної рослинності, що здатна по-