

ВЛИЯНИЕ МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ДОМЕННЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ НА ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

С. В. Брызгалов, К. Г. Пугин, Я. И. Вайсман, Н. Г. Максимович, Е. В. Калинина

(Пермский государственный технический университет)

Ежегодно на предприятиях черной металлургии России образуется более 40 млн т металлургических шлаков, наибольшую долю из которых составляют доменные шлаки, представляющие собой силикатные системы, содержащие наряду с основными компонентами - силикатами кальция и магния, железа и его оксидов – более 20 соединений тяжелых металлов.

До 90-х гг. XX в. образующиеся отходы складировались в отвалах, часто на берегах рек и других водных объектов. Степень использования шлаков составляла менее 20 %. В настоящее время доменные шлаки текущего выхода на большинстве металлургических предприятий утилизируются с получением шлакового щебня, пемзы и других строительных материалов, но в отвалах остается более 200 млн т отходов.

Хранение шлаков осуществляется открытым способом, вследствие чего происходят эмиссии загрязняющих веществ в воздух, объекты гидросферы и почву, а через них .оказывается влияние на состояние флоры, фауны и здоровье людей [1].

Влияние отвала доменных металлургических шлаков на атмосферу и почву зависит от гранулометрического состава складированных отходов и процессов выветривания, выноса водорастворимых компонентов и измельчения при длительном хранении. По степени связности шлаки длительного хранения приближаются к связно-сыпучеразрушенным породам. Пылевидные шлаковые частицы разносятся ветром на прилегающие территории и оказывают негативное воздействие на здоровье людей. Смытая ливневыми водами шлаковая пыль загрязняет почву, растворимые компоненты проникают в грунтовые воды и поверхностные водные объекты.

Загрязняющие вещества из шлаков, содержащиеся в пыли, накапливаются в большей степени в верхнем слое почвы и в дернине (до 10 см) и оказывают существенное влияние на жизнедеятельность луговых растений. Анализ биоразнообразия лугов четко показывает его обеднение с нарастанием техногенного загрязнения. В условиях техногенного загрязнения сорные и рудеральные виды способны накапливать в тканях значительное количество тяжелых металлов.

Основными объектами негативного экологического воздействия отвалов металлургических шлаков и шлакового щебня являются объекты гидросферы [2].

Нами были проведены исследования экологического состояния отвалов доменных шлаков ОАО «Чусовской металлургической завод» (ЧМЗ) – одного из крупных металлургических предприятий России, специализирующегося на выпуске проката для автомобильной промышленности, рессор для автомашин и феррованадия.

Отвал шлаков ЧМЗ расположен в месте слияния рр. Усьвы и Чусовой на высокой пойме и надпойменной террасе. На участках общей протяженностью около 850 м граница отвала совпадает с береговой линией, и складированные отходы размываются речной водой (рис. 1).

Усредненный химический состав отвальных шлаков, %: MgO – 8,4–10,1; CaO – 21,5–38,2; SiO₂ – 25,0–37,0; Al₂O₃ – 14,4–16,0; TiO₂ – 7,1–9,7; MnO – 1,4–2,0; FeO – 1,9–3,5; V₂O₅ – 0,1–0,32; S – 1,0–1,5.

Содержание микроэлементов по данным спектрального анализа в грунтах отвала, г/кг: Cu – до 5,7, Zn – до 1,83, Cr – до 1,7, Mn – до 2,5.

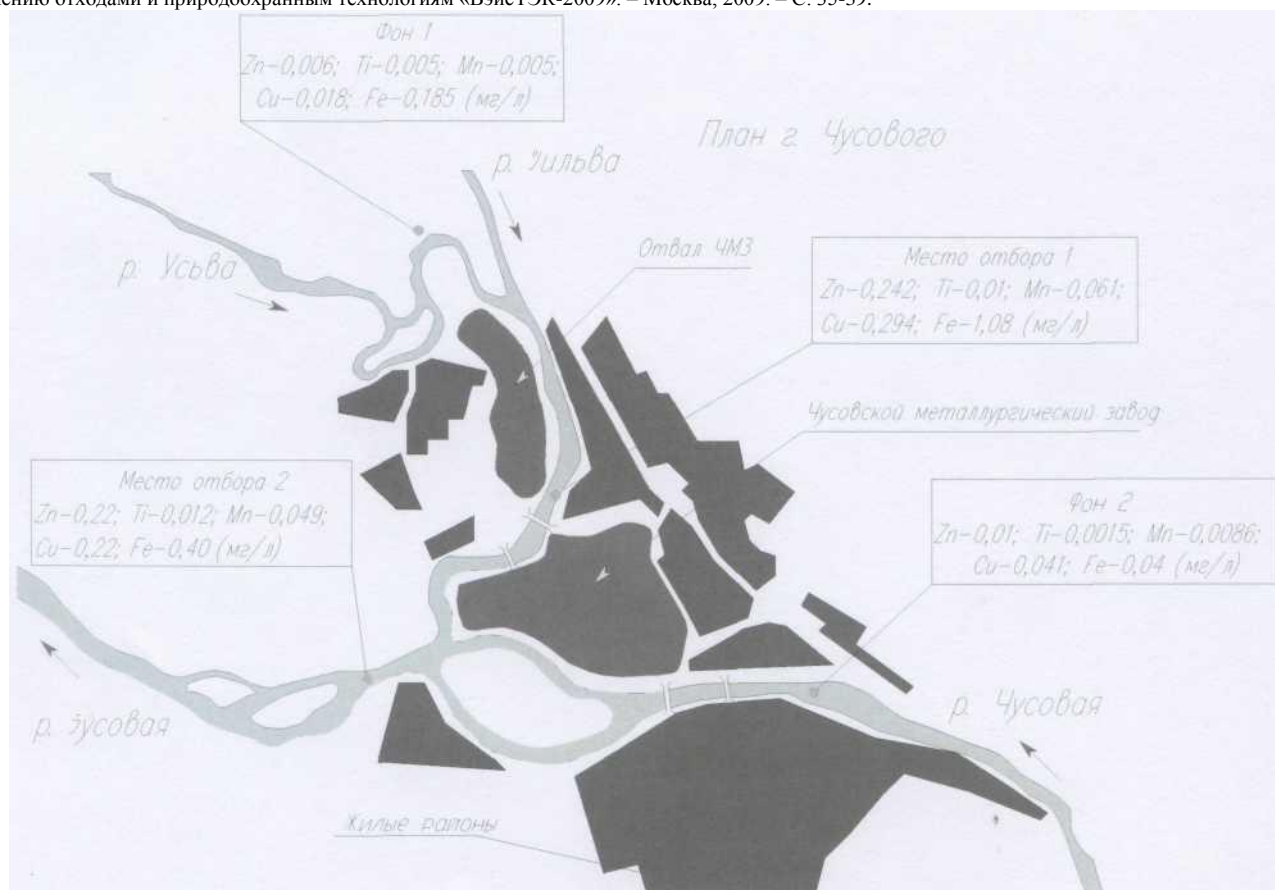


Рис. 1. Схема расположения отвала металлургических шлаков ЧМЗ и мест отбора проб воды из поверхностных источников

Отличительной особенностью шлаков ЧМЗ является высокое содержание в нем соединений титана, магния и ванадия, что связано с сырьевой базой (руда после выплавки титана и магния) и технологией переработки.

Водная вытяжка из тела отвала характеризуется щелочной реакцией среды ($pH = 9,1-12,6$), высокой общей минерализацией (5000–6935 мг/кг), представленной сульфат-ионами (72,1–350,6 мг/кг), хлорид-ионами (17,8–560,2 мг/кг), катионами кальция (300,1–5861,7 мг/кг), натрия и калия (112,5–2771,6 мг/кг). Содержание общего железа 1,1 мг/кг.

Содержание микроэлементов по данным спектрального анализа в грунтах отвала составляет, г/кг: Cu – до 5,7, Zn – до 1,83, Cr – до 1,7, Mn – до 2,5. Следует отметить, что хром и марганец, проявляющие амфотерные свойства, имеют повышенную миграционную способность в щелочной среде, характерной для отвалов [3].

Создание шлакового отвала привело к изменению гидрогеологических и гидрологических условий на этом участке. Отсыпка отвала на террасу р. Чусовой нарушила режим естественного поверхностного стока, что привело к частичной фильтрации стока через отвалы, а также к заболачиванию части прилегающей территории.

Атмосферные осадки инфильтруются через тело отвала, насыщаются водорастворимыми компонентами и, при отсутствии противofiltrационной защиты, загрязняют грунтовые воды.

Проведенные исследования проб воды, отобранных из скважин, расположенных в зоне влияния отвала, свидетельствуют об изменении солевого состава грунтовых вод, повышении pH воды до 7,8–8,9, увеличении содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, жесткости воды. Наблюдается превышение над фоновыми показателями по цинку до 8,4 раза, титану – до 2,6, хрому – до 39, никелю – 5,4, марганцу – 5,9 и меди – 9,7 раза [3].

С поверхностным и подземным стоком загрязняющие вещества поступают в поверхностные воды, существенно изменяя их химический состав.

В естественных условиях воды рр. Чусовой и Усьвы характеризуются $HCO_3^-Ca^{+2}$ составом, средней минерализацией (до 500 мг/л), слабощелочной реакцией (рН = 7,4–7,90). Влияние отвала в большей степени сказывается на химическом составе воды р. Усьвы, увеличивая концентрацию гидрокарбонат-иона до 146,4 мг/л и сульфат-иона до 66,76 мг/л. В зоне влияния отвала наблюдается увеличение содержания SO_4^{2-} , Na^+ и K^+ , общего железа (до 1,08 мг/л). Содержание цинка в воде р. Усьвы в сравнении с фоновыми значениями увеличивается в 20 раз, в воде р. Чусовой – в 22 раза; содержание титана – в 2 и 7 раз; хрома – в 10 и 9 раз; никеля – в 6 и 9 раз; марганца – в 10 и 6 раз и меди – в 10 и 8 раз соответственно. По всем компонентам зафиксировано превышение ПДКр-х, причем по цинку и меди нормативы превышены в 40–294 раза [3].

Отвал оказывает существенное влияние на *донные отложения* рр. Усьвы и Чусовой. Вследствие размыва отвалов речными водами, особенно в период паводка, смыва ливневыми водами, отходы попадают в реки и переносятся водным потоком на значительные расстояния.

В районе отвалов в составе *донных отложений* установлено присутствие оксидов и гидрооксидов железа (суммарное содержание до 10,9 %), металлоидных шлаковых частиц (содержание до 30,5 %), керамических частиц (0,6–0,9 %), характерных для вещества отвала. В районе отвала наблюдается увеличение содержания, мг/кг: SO_4^{2-} – до 1818, Cl^- – до 94, NO_3^- и NO_2^- – до 121 и 5 соответственно. Отмечается повышенное содержание в донных отложениях ниже отвала, мг/кг: Ti – до 510, Cr – до 1200, Ni – до 1050, Mn – до 290, Cu – до 330. В донных отложениях отмечается накопление таких микроэлементов, как Zn, Cr, Ni, Cu, которое прослеживается на р. Чусовой и на расстоянии 2 км ниже отвала. Максимальная аккумуляция для цинка фиксируется на расстоянии 800–1500 м ниже отвала, хрома – 1500–2000 м ниже отвала, никеля – 500 м, меди – 500–1200 м.

Проведенный анализ экологического состояния шлаковых отвалов свидетельствует, что их ликвидация и рекультивация мест складирования является одной из важных задач охраны окружающей среды.

Площадки временного складирования шлаков и/или обогащенного шлакового щебня должны отвечать современным требованиям, предъявляемым к обустройству полигонов захоронения промышленных отходов. Для минимизации воздействий объектов складирования на окружающую среду необходимо обустройство их дренажной системой, противofильтрационной защитой, обеспечение изоляции поверхности складированных отходов (рис. 2). При этом попадание поверхностного стока с площадок должно быть исключено путем обваловки и других мероприятий.



Рис. 2. Система обустройства площадки хранения шлаков

Площадку складирования целесообразно разбить на несколько рабочих карт, минимум 2. Дно карт следует проектировать с уклоном по длине. В карте, где производится прием щебня, дно целесообразно разделить на два или три отсека дамбами из глины или суглинка высотой 1,0 м, позволяющими разделить дождевые воды на чистые и загрязненные.

Сооружение системы противofильтрационной защиты основания площадки складирования призвано ограничивать просачивание фильтрата в водоносный слой с тем, чтобы предотвратить ухудшение качества грунтовых и поверхностных вод. Система противofильтрационной защиты основания состоит из расположенного в основании противofильтрационного экрана и дренажной системы сбора и отвода фильтрата. Собранный фильтрат целесообразно направлять для очистки на очистные сооружения металлургического предприятия.

Анализ патентно-технической информации и собственные исследования позволили разработать конструкцию и состав противofильтрационного экрана, обладающего низким коэффициентом фильтрации ($8 \cdot 10^{-8}$ см/сут) и высокой сорбционной способностью по отношению к ионам тяжелых металлов.

Для снижения экологической нагрузки, формируемой «старыми» отвалами, необходимо проведение их реконструкции с целью создания системы отвода поверхностного стока, обвалования.

Выводы:

1. Неблагоустроенные отвалы доменных шлаков металлургического производства оказывают существенное негативное экологическое влияние на состояние рр. Чусовой и Усьвы, которое проявляется в изменении химического состава вод, минерального и микрокомпонентного состава донных отложений.

2. Для минимизации воздействий мест складирования вновь образованных шлаков на окружающую среду необходимо обустройство площадок их хранения в соответствии с современными природоохранными требованиями: обустройство дренажной системы, противofильтрационной защиты, изоляции поверхности складированных отходов.

3. В связи с большими объемами накопленных шлаков в отвалах необходима их рекультивация.

Список литературы

1. Баталии Б. С. Вред и польза шлаковых отвалов / Б. С. Баталии.— Режим доступа: <http://vivovoco.rsl.ru/vv/journal/nature/1003/dreck.htm>, свободный.

2. Пугин К. Г. Снижение экологической нагрузки на водные объекты при размещении не утилизированных отходов предприятий черной металлургии / К. Г. Пугин, Н. Е. Куропова // Вода и экология: проблемы и решения. - 2008. - № 4. - С. 57-62.

3. Максимович Н. Г. Влияние отходов металлургического производства на состояние р. Чусовой / Н.Г. Максимович, Е.А. Меньшикова, СМ. Блинов // Геодинамика и геоэкология: матер, меж-дунар. конф. Архангельск, 1999. - С. 227-229.