

УДК 504.75.05

## ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ООО «ЮРГИНСКИЙ МАШЗАВОД» КАК ИСТОЧНИКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Ершова Н.В.

Юргинский технологический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (652055, Кемеровская область, г. Юрга, ул. Ленинградская, д. 26.), e-mail: cool.petrovaanna2017@yandex.ru

**В статье описано влияние некоторых негативных факторов металлургического производства ООО «Юргинский машзавод» на окружающую среду г. Юрги. В соответствии с нормативными документами был изучен химический состав воздуха рабочей зоны, установлено значительное превышение ПДК по оксиду марганца (II), оксиду свинца (II), оксиду кремния (IV), а также наличие оксида серы (VI), оксида углерода (II), оксида азота (IV), аммиака. Рассчитаны выбросы загрязняющих веществ в атмосферу с поверхности шлакоотвала, которые составили по неорганической пыли 11,98 т/год (без учёта выбросов автотранспорта). Выявлено изменение химического состава вод, минерального и микрокомпонентного состава донных отложений, выброс высокотоксичных и канцерогенных веществ в атмосферу с поверхности шлакоотвала. Рассчитан годовой выход шлака металлургического производства, который составил 4320 т/год. Дана характеристика почвенного слоя и состава растительности вблизи шлакоотвала. Предложено использовать комплекс по переработке металлургического шлака для его вторичного использования.**

**Ключевые слова:** металлургическое производство, загрязняющие вещества, металлургический шлак, шлакоотвал.

## CHARACTERIZATION OF METALLURGICAL PRODUCTION OF LTD «YURGA ENGINEERING PLANT» AS A SOURCE OF ENVIRONMENTAL IMPACT

Ershova N.V.

Yurga Institute of Technology (Affiliate) of National Research Tomsk Polytechnic University (652 055, Kemerovskaya oblast, Yurga, ul. Leningradskaya, d. 26), e-mail: cool.petrovaanna2017@yandex.ru

**The article describes the influence of some negative factors of metallurgical production of LTD «Yurga engineering plant» on the environment of Jurga. In accordance with the regulations it was studied the chemical composition of the air of the working area, a significant excessive concentrations of manganese oxide (II), oxide lead (II), oxide silicon (IV) and the presence of oxide of sulphur (VI), oxide carbon (II), oxide nitrogen (IV), and ammonia. We calculated emissions of polluting substances into the atmosphere from the surface of the slag dump, which made by inorganic dust of 11.98 t/year (excluding transport emissions). It was the change of chemical composition of water, mineral and microcomponent composition of bottom sediments, and we observed the release of highly toxic and carcinogenic substances into the atmosphere from the surface of the slag dump. We designed annual output of slag of metallurgical production, which amounted to 4320 tons/year. We described the characteristic of the soil and composition of the vegetation near the room. It is proposed to use a complex on processing metallurgical slag for re-use.**

**Key words:** metallurgical production, contaminants, metallurgical slag, slag dump.

Юрга является одним из развитых культурно-промышленных городов Кузбасса. Перевод названия Юрга с татарского как «яма» обусловлен особым географическим положением города – на Западно-Сибирской равнине, в понижении ландшафта, что делает актуальной проблему борьбы с загрязнениями окружающей среды, т.к. выбросы с промышленных предприятий скапливаются над городом. Роль градообразующего предприятия многие годы выполнял ООО «Юргинский машзавод», к основным направлениям

производства на котором можно отнести металлургию и машиностроение. В последнее время предприятие находится в сложной экономической ситуации, и вследствие этого, как следует из ряда литературных источников [4], гораздо меньше внимания уделяется контролю за выделяемыми в окружающую среду токсичными веществами. Нами была предпринята попытка анализа влияния некоторых негативных факторов металлургического производства ООО «Юргинский машзавод» как источника воздействия на окружающую среду г. Юрги.

Металлургическое производство ООО «Юргинский машзавод» загрязняет окружающую среду за счёт газообразных выбросов, сточных вод и шлаков. В таблице 1 представлены газообразные выбросы металлургического производства по литературным данным [7].

Таблица 1 – Газообразные выбросы металлургического производства

| Компоненты выбросов | Количество, кг/ т стали |
|---------------------|-------------------------|
| Пыль                | 13–32                   |
| СО                  | 0,4–0,6                 |
| Оксиды серы         | 0,4–35                  |
| Оксиды азота        | 0,3–3                   |

Основными операциями, регламентирующими газообразные выбросы металлургического предприятия, являются выплавка, разливка стали, и загрузка шихтовых материалов в печь. В электродуговых печах на каждую тонну жидкой стали образуется 10–20 кг пыли, содержащей соединения железа, марганца, алюминия, кремния, магния, хлора, хрома и фосфора. По статистике, загрязнение окружающей среды в зависимости от господствующих ветров ощущается в радиусе 20–50 км. На 1 м<sup>2</sup> этой территории выпадает 5–15 кг/сутки пыли [1].

В рамках данного исследования нами проводилось изучение химического состава воздуха рабочей зоны в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [6] и ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [2]. Результаты анализа химического состава воздуха рабочей зоны сталевара при разливке жидкой стали и загрузке шлака для транспортировки показывают, что содержание оксида марганца (II), оксида свинца (II), оксида кремния (IV) в воздухе рабочей зоны значительно превышает ПДК. Из остальных изученных веществ отмечено наличие оксида серы (VI), оксида углерода (II), оксида азота (IV), аммиака, их уровень не превышает ПДК.

Используя данные расчётов мощности выбросов пыли, содержащей диоксид кремния, представленные в работе сотрудников ГП «ГПИ Кривбасспроект» [10], нами были

определены расчётные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу с поверхности шлакоотвала, где шлак складывается на открытом пространстве, без каких-либо укрытий. Расчеты приземных концентраций загрязняющих веществ проводили согласно «Методике расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятия. ОНД-86» [8].

Шлакоотвал относится к площадным источникам, который можно представить в виде совокупности  $N$  равномерно рассредоточенных одиночных источников. Значение  $N$  рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{25 \cdot S \cdot u}{L^2}, \quad (1)$$

где  $S$  – площадь рассматриваемого объекта,  $\text{м}^2$ ;

25 – статистический коэффициент,  $\text{с/м}$ ;

$u$  – расчётная скорость ветра,  $\text{м/с}$ ;

$L$  – расстояние от центра объекта до точки расчёта,  $\text{м}$ .

Рассчитанное значение составило 31 250 000, следовательно, для точек, находящихся от центра шлакоотвала на расстояниях, больших 5,6 км источник можно рассматривать как одиночный точечный. В этом случае мощность выброса  $M$  ( $\text{г/с}$ ), соответствующая заданному значению максимальной концентрации  $c_m$  ( $\text{мг/м}^3$ ), определяется по формуле:

$$M = \frac{c_m H^2}{A F m n \eta} \sqrt[3]{V_1 \Delta T}, \quad (2)$$

где  $H$  – высота устья источника выброса, для наземных источников принимается равной 2 м;

$A$  – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, на территории Сибири равен 200;

$F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе, для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы), для которых скорость упорядоченного оседания практически равна нулю, равен 1;

$m$  и  $n$  – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса, для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы) на шлакоотвалах, принимаются равными 1;

$\eta$  – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км равен 1;

$\Delta T$  – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси и

температурой окружающего атмосферного воздуха, в данном случае равна 1;

$V_1$  – расход газовой смеси, который определяется с учётом числа равномерно рассредоточенных одиночных источников.

Расчётная мощность выбросов пыли в атмосферу составила: при работе двух бульдозеров – 2,62 т/год, при работе экскаватора – 0,118 т/год. При статическом хранении шлаков на территории отвала расчётный выброс пыли, содержащей диоксид кремния, значителен и достигает 11,98 т/год (без учёта выбросов автотранспорта). Результаты расчётов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу

| Загрязняющее вещество           | ПДК, мг/м <sup>3</sup> | Мощность выброса |        |
|---------------------------------|------------------------|------------------|--------|
|                                 |                        | г/с              | т/год  |
| Оксид серы (VI) SO <sub>3</sub> | 0,5                    | 0,0014           | 0,0445 |
| Пыль неорганическая             | 0,5                    | 0,56             | 11,98  |

Анализ литературных данных [7, 9] также свидетельствует о существенном негативном влиянии шлаковых отвалов металлургических заводов на водные объекты, атмосферу и почву. Влияние проявляется в изменении химического состава вод, минерального и микрокомпонентного состава донных отложений; в атмосферу происходит выброс высокотоксичных и канцерогенных веществ.

Основным загрязняющим веществом, выбрасываемым в атмосферный воздух при разработке шлакоотвалов, является неорганическая пыль, содержащая диоксид кремния. Выбросы пыли в ходе разработки отвальных шлаков имеют место при работе бульдозеров и экскаватора, транспортировке самосвалами и статическом хранении шлаков на территории отвалов из-за ветров, а также при погрузке шлаков в вагоны. 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 и сдуве ее с поверхности материала в кузове машины. Кроме того, хранящиеся на открытом воздухе шлаки подвергаются действию осадков и водяных паров, находящихся в воздухе. Газообразные выбросы от шлаков, образующиеся в результате контакта с водой, представляют большую экологическую опасность. В результате процесса выщелачивания компоненты из шлаков реагируют с водой и создают взрывчатые, ядовитые газы и/или газы с неприятным запахом: водород (H<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>), аммиак (NH<sub>3</sub>), фосфин (PH<sub>3</sub>) [3].

Результаты расчета рассеивания показали, что расчетные приземные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе соответствуют границе санитарно-защитной зоны. Поэтому нельзя допускать нарушения санитарно-защитной зоны, которая для

электросталеплавильных шлакоотвалов составляет 500 м, а также необходимо проводить постоянный контроль запыленности атмосферного воздуха на участке отвала.

Годовой выход шлака  $V_r$  текущего производства ООО «Юргинский машиностроительный завод» складывается из объёмов производства цехов 10 и 11 и рассчитывается по формуле (3).

$$V_r = V_{пм} \cdot 12 \cdot B_{шл}, \quad (3)$$

где  $V_{пм}$  – объём производства стали в месяц, т;  $B_{шл}$  – выход шлака.

Для цеха 11:  $V_r = 3000 \cdot 12 \cdot 0,1 = 3600$  т/год;

Для цеха 10:  $V_r = 600 \cdot 12 \cdot 0,1 = 720$  т/год, итого 4320 т/год, что при плотности 2 т/м<sup>3</sup> составляет объём 2160 м<sup>3</sup>. Общий объём шлакоотвала на начало 2014 г. составляет 865,8 тыс. т. При хранении отходов происходят процессы, изменяющие свойства исходной отвальной массы, например, химический, минеральный и гранулометрический составы, прочность, плотность и др.

Шлакоотвал ООО «Юргинский машиностроительный завод» представляет собой площадку, расположенную за пределами территории предприятия площадью примерно 0,5 км<sup>2</sup>. Шлакоотвал находится в городской черте, нарушая ландшафт (рисунок 1) и отчуждая дефицитные земельные ресурсы.



Рисунок 1 – Шлаковый отвал ООО «Юргинский машиностроительный завод»

Эксплуатация шлакоотвала продолжается с 1943 г. Высота слоя шлака составляет более 30 м, шлак хранится навалом, насыпью, в виде гряд. Шлакоотвал охраняется, свободный доступ исключён.

Накопление токсичных техногенных веществ при эксплуатации приводит к ломке и перестройке структуры ландшафта и его деградации. Общая схема нарушения ландшафта под влиянием металлургических шлаков следующая: ограничение видового разнообразия в элементах ландшафта – выпадение элемента – ломка структуры компонента ландшафта по пути его упрощения – выпадение компонента ландшафта – ломка вертикальной и горизонтальной структур ландшафта, упрощение его морфоструктуры за счет выпадения и

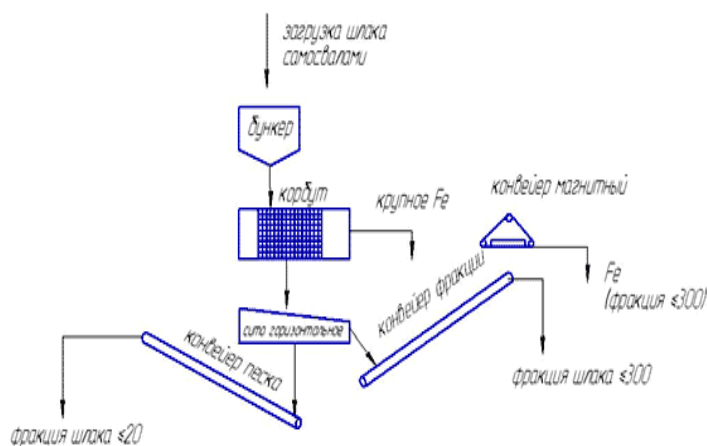
образования техногенно трансформированных морфологических частей – нарушение массоэнергообмена в ближайшем окружении ландшафта (нарушение водного режима, усиление массопереноса – эрозия) – уменьшение запаса жизни – снижение либо полная потеря биогеогоризонтов и т.д., переход на менее устойчивый уровень. Нарушения структуры ландшафта происходят под влиянием механических, термических и химических воздействий. При воздействии металлургических производств трансформации ландшафтов настолько сильны, что их дальнейшее развитие идет в сторону более просто организованной биоты. Например, на расстоянии от 500 до 1000 м от шлакоотвала широколиственные деревья отсутствуют, подрост с преобладанием клёна мелкий, групповой, сомнительного состояния. На 300-500 м от шлакоотвала подрост из клена и акации в основном мелкий, неблагонадежный, располагается одиночно и неравномерно. Очевидно, что это вызвано отрицательным воздействием шлакоотвала. На расстоянии до 300 м от шлакоотвала подрост нет совсем. Его отсутствие напрямую связано с близостью шлакоотвала. По мере приближения к шлакоотвалу густота подроста снижается до полного исчезновения, а состояние его ухудшается.

Почвенно-растительный слой на территории отвала металлургических шлаков отсутствует. Поэтому по окончании эксплуатации отвала его территорию необходимо рекультивировать. Отвалы и свалки занимают огромные полезные площади, не говоря уже о нагрузке на окружающую среду. Основной путь сокращения объема складирования отходов – их вторичное использование.

С целью решения ресурсоэффективности мы предлагаем осуществлять комплексную переработку шлака, для чего использовать комплекс по переработке металлургического шлака 794-01 [5]. Назначением комплекса по переработке металлургического шлака (рисунок 2) является рассев шлака на составляющие (фракции): крупную  $\leq 300$  мм, мелкую  $\leq 20$  мм, с последующей магнитной сепарацией крупной фракции с целью выделения железосодержащих частей шлака. Образующиеся при этом продукты отсева и сепарации могут использоваться в качестве сырья в строительстве и металлургии. Комплекс по переработке металлургического шлака позволяет выделить из шлака металлосодержащие концентраты, которые будут возвращаться в сталеплавильное производство. Оставшийся после переработки фракционный шлак можно использовать при строительстве дамбы шлакохранилища, а также отгружать потребителям для отсыпки автомобильных дорог, рекультивации карьеров и угольных разрезов. Таким образом, использование комплекса увеличит общий объем переработки шлаков до 80%.



а



б

Рисунок 2 – Комплекс по переработке металлургического шлака 794-01: а – общий вид; б – модульная схема работы

Состав оборудования комплекса: корбута с приводом; бункер загрузочный; питатель кривошипно-шатунного типа; конвейер ленточный для фракции  $\leq 300$ ; конвейер ленточный для фракции  $\leq 20$ ; подвесной магнитный конвейер для фракции  $Fe \leq 300$ ; сито горизонтальное (грохот); рама. Основные характеристики комплекса приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные технические характеристики комплекса по переработке металлургического шлака 794-01

| Наименование параметра  | Величина           |
|---|--------------------|
| Производительность по сырью, т/год                              | 240000             |
| Производительность комплекса, т/час                             | 60                 |
| Крупность фракции после корбута, мм                             | 300                |
| Объём загрузочного бункера, м <sup>3</sup>                      | 13                 |
| Потребляемая мощность, кВт                                      | 85                 |
| Габаритные размеры комплекса: длина, мм; ширина, мм; высота, мм | 38000; 25000; 8400 |

Одной из главных экологических проблем Кемеровской области, и, в частности, г.Юрги, является минимизация техногенного воздействия металлургических предприятий на окружающую среду. В ходе выполнения исследования был оценён вред, наносимый окружающей среде от шлакоотвала металлургического производства, а также предложены мероприятия по снижению негативного воздействия металлургических шлаков на объекты окружающей среды. Тем не менее важно продолжить работу в направлении поиска способов вторичного использования металлургических шлаков в промышленном производстве, что будет способствовать улучшению экологической обстановки в городе Юрга.

#### Список литературы

1. Актуальные экологические проблемы урбанизированных территорий [Электронный ресурс] / Stud24. – Режим доступа: <http://stud24.ru/ecology/aktualnye-jekologicheskie-problemy-urbanizirovannyh-territorij/135816-398796-page1.html>. Дата обращения: 14.03.2015 г.
2. ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [Электронный ресурс] / Библиотека ГОСТов и нормативов. – URL: [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/42/42033/](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/42/42033/). Дата обращения: 19.03.2015 г.
3. Еремин Л.П. К вопросу об исследовании выделения сварочного аэрозоля при сварке горношахтного оборудования / Л.П. Ерёмин, В.М. Гришагин, Л.Г. Деменкова // Энергетика: экология, надежность, безопасность: материалы докладов XVI Всероссийской научно-технической конференции; ТПУ – Томск: ТПУ, 2010. – С. 187–188.
4. Информация о результатах проверок [Электронный ресурс] / Департамент природных ресурсов и экологии Кемеровской области. – Режим доступа: [http://kuzbasseco.ru/o-sostoyanii-okruzhaychequ-sredi-ko/http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/doklad\\_2014.pdf](http://kuzbasseco.ru/o-sostoyanii-okruzhaychequ-sredi-ko/http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/doklad_2014.pdf). Дата обращения: 16.09.2016 г.
5. Ларионов В.С. Комплексная переработка отвалов металлургических шлаков с целью извлечения металлических компонентов и получения строительных материалов / В.С. Ларионов. – М.: Металлургия, 2014. – 128 с.
6. Руководство Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [Электронный ресурс] / Кадровик. – URL: <http://www.kadrovik.ru/docs/rukovodstvo.2.2.2006-05.htm>. Дата обращения: 18.10.2016 г.
7. Снижение экологической нагрузки на водные объекты при размещении неутраченных отходов предприятий черной металлургии / К.Г. Пугин // Вода и экология: проблемы и решения. – 2008. – № 4. – С. 57–62.
8. Урбанизация. Экология урбанизированных территорий [Электронный ресурс] / Ecosmena. – Режим доступа: <http://ecosmena.com/istochniki-energii/biodizel-i-bioetanol/urbanizatsiya-ekologiya-urbanizirovannykh-territoriy.html>. Дата обращения: 13.10.2016 г.
9. Шаповалов Н. А., Рациональные пути использования сталеплавильных шлаков / Н.А. Шаповалов, Л.Х. Загороднюк, И.В. Тикунова, А.Ю. Шекина // Фундаментальные исследования. – 2013. – №1-2 – С.439–443.
10. Щербак С.А. Общая характеристика металлургических шлаков / С.А. Щербак, Н.В. Калиниченко, М.О. Елисеева // Вісник ПДАБА. – 2010. – №2–3(143–144). – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/obschaya-harakteristika-metallurgicheskikh-shlakov> (дата обращения: 20.10.2016).