

охране труда на предприятиях отрасли необходимо строго контролировать соблюдение требований правил безопасности, в которых конкретно и точно указаны виды работ, которые запрещено выполнять в одно лицо.

2. Построенную математическую модель можно использовать для прогноза количества несчастных случаев в последующие годы, рассматривая каждый из факторов как переменную, зависящую от времени.

Список использованных источников:

1. Романов В. Позицію профспілок підтримуємо / В. Романов // Охорона праці.-2007.-№9.-С.16-17.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителями (ПТЭЭП-86).
3. Правила безопасности в газовом хозяйстве предприятий черной металлургии(ПБГЧМ-86).
4. Лук'яненко І.Г. Економетрика / І.Г. Лук'яненко, Л.І. Краснікова // – К.: Товариство «Знання», 1998. – 494 с.
5. Гаркавий В.К. Математична статистика / В.К. Гаркавий, В.В. Ярова // Навчальний посібник. – К.: ВД «Професіонал». - 2004. – 384 с.

Рецензент: Размышляев А.Д.
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 07.12.2010

УДК 669.162:628.534

Никош И.А.¹, Томаш А. А.², Капустин А.Е.³

УСТРАНЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛА ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Установлена опасность загрязнения водной среды соединениями серы при использовании необработанного шлака в гидротехническом строительстве. Предложен и опробован в опытно-промышленных условиях способ обработки поверхности шлака с целью получения безопасного строительного материала.

Ключевые слова: шлак, соединения серы, гидротехническое строительство.

Нікош І.А., Томаш А. А., Капустін А.Е. Усунення забруднення водного середовища при використанні металургійних шлаків, в якості матеріалу для гідротехнічного будівництва. Встановлена небезпека забруднення водного середовища поєднаннями сірки під час використання необробленого шлаку у гідротехнічному будівництві. Запропоновано і випробувано у дослідно-промислових умовах спосіб обробки поверхні шлаку з метою отримання безпечного будівного матеріалу.

Ключові слова: шлак, поєднання сірки, гідротехнічне будівництво.

L.A. Nikosh, A.A. Tomash, A.E. Kapustin . Elimination of water environment pollution at utilization of iron and steel slag's as the material for hydraulic engineering construction. The danger of contamination of water environment by chemicals of sulphur at the use of untitled slag in marine building is proved. The method of treatment of surface of slag was offered and tested in experimentally-industrial conditions with the purpose of receipt of a safe build material.

Keywords: slag, sulfur compounds, hydraulic engineering.

Постановка проблемы. Шлак является побочным продуктом получения чугуна и стали на металлургических предприятиях. При современном уровне технологии в Украине общий выход шлака в доменном и сталеплавильном производстве составляет 450-600 кг/т стали. Еже-

¹ аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

² д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

³ д-р хим. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

ты и сульфиды. Основное количество серы, более 90 %, приходится на молекулярную. На этом процесс восстановления молекулярной серы не оканчивается – через 6 месяцев молекулярная сера в растворе перешла в сульфид-ионы. Сульфаты в растворе практически отсутствовали, а концентрация молекулярной серы снижалась, а затем оставалась постоянной. Изменение концентрации молекулярной серы адекватно описывается уравнением Михаэлиса – Ментена [2], характеризующим рост колоний бактерий:

$$v = k\tau/(1+\beta\tau),$$

где v – скорость изменения концентрации молекулярной серы;
 τ - время процесса.

При помещении в морскую воду, предварительно прогретую до 100 °С в течении 3 часов, образцов шлака, прогретых в течении суток при 110 °С (такие условия, по нашему мнению, обеспечивают требуемую стерильность, в том числе и внутренних порах шлака), подобных явлений не наблюдалось. Результаты опытов позволяют предположить, что при попадании в морскую воду необработанного шлака на его обогащённой серой поверхности начинают развиваться колонии серобактерий, восстанавливающих соединения серы до сульфидов.

Таким образом, применение необработанного металлургического шлака, в состав которого входит сера, как в молекулярно виде, так и в виде различных соединений серы, прежде всего сульфидов, для морского строительства экологически небезопасно. Известные способы обработки шлака водой [3] и продувки кислородом в ковше [4] малоэффективны или очень дороги. К тому же окисление молекулярной серы кислородом в ковше сопровождается значительными выбросами сернистого ангидрида в воздушную среду.

При охлаждении шлака растворимость молекулярной серы уменьшается, сера переходит на границу раздела фаз, окисляется и попадает в окружающую среду, воздушную или водную, загрязняя её. Оставшаяся на поверхности сера при еще высокой температуре восстанавливается, образуя поверхностные сульфидные соединения. Удаление серы из шлака можно провести ускоренно и контролируемо, связывая серу в устойчивые соединения. Удалить серу из шлака можно, обрабатывая его водным раствором Ca(OH)₂.

Необработанный образец шлака помещали на 24 ч в 1 % раствор известкового молока, промывали и помещали в дистиллированную воду (см. табл. 1, образец № 5). После обработки известковым молоком перехода молекулярной серы, сульфидов и сульфатов в воду не наблюдается. На поверхности шлака происходит процесс образования CaS, который и переходит в раствор известкового молока.

Опытно-промышленные испытания нейтрализации шлака известковым молоком проводили на ОАО МК «Азовсталь». 40 т доменного шлака загружали в бетонный бассейн и заливали 20 м³ известкового молока с pH = 8,5. Пробы шлака отбирались в течение суток на анализ.

Общее содержание серы в шлаке в течение первых 1,5 ч сократилось с 3,42 до 1,80 % (рис. 1). Основную угрозу для водной среды представляет поверхностные соединения серы. Поскольку распределение серы в шлаке от центра к поверхности увеличивается вследствие изменения растворимости при охлаждении шлака, можно считать, что в основном уменьшение содержание серы связано с поверхностными соединениями. Содержание серы на поверхности, опре-

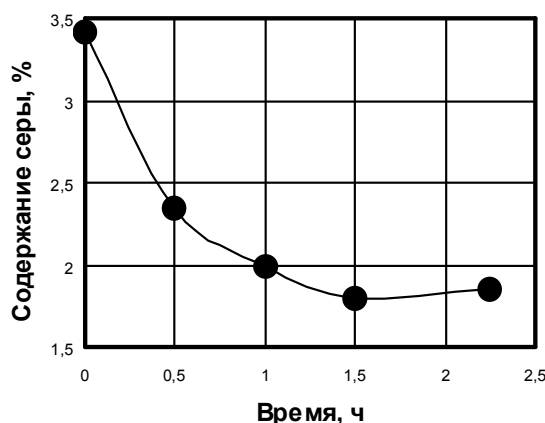


Рис. 1 - Изменение общего содержания серы в шлаке при обработке известковым молоком

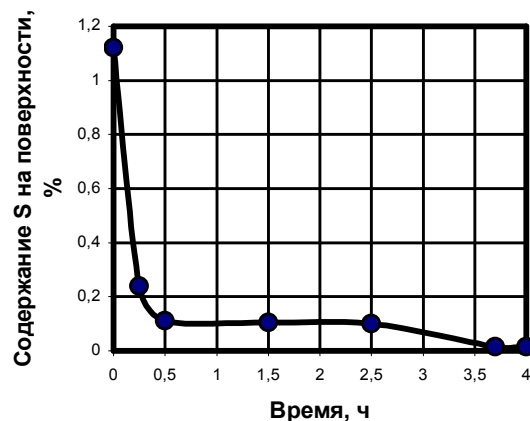


Рис. 2 – Изменение содержания серы на поверхности шлака при обработке известковым молоком

деленное методом ионного обмена, снизилось в первые 15 минут проведения эксперимента с 1,112 до 0,104 % (см. рис. 2). В дальнейшем содержание серы снижалось медленно и к концу 1 суток уменьшилось до 0,015 %. Конечное значение pH водной среды в бассейне увеличился до 13,5.

Таким образом, обработка металлургического шлака известковым молоком в течение 15-20 минут нейтрализует шлак и даёт возможность его дальнейшего применения для морского строительства [5].

Промышленная реализация. В промышленных условиях обработку шлака можно производить в желобных мойках (рис. 3) производительностью до 50-70 т/ч. Обработка шлака происходит в противотоке. Шлак поднимается шнековым питателем или скребковым конвейером вверх по желобу, а раствор известкового молока стекает сверху. И использованный раствор направляется в бассейн. В бассейне раствор отстаивается. После оседания твёрдых включений известковое молоко из бассейна поступает в оборотный цикл и используется для обработки шлака повторно. Накапливающаяся в бассейне масса периодически удаляется грейферным краном и складывается в отвал. При этом масса материала (выпадающие из известкового молока нерастворимые сульфиды и продукты их превращения) в формируемом отвале в 75-100 раз меньше, чем в исходном шлаке.

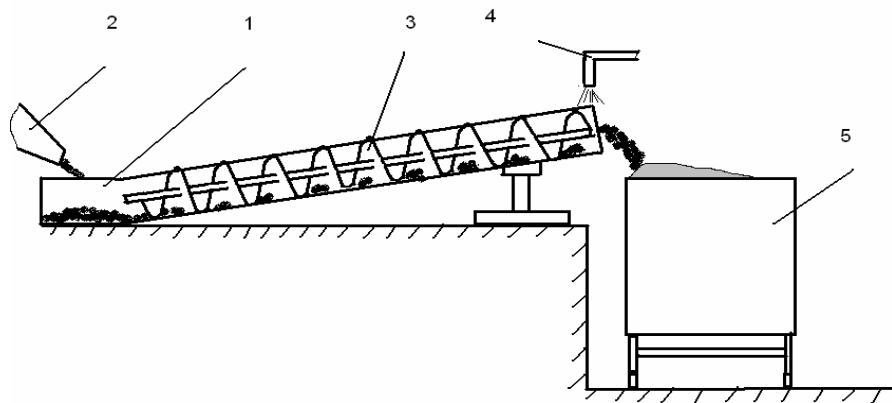


Рис. 3 – Желобная мойка для обработки шлака известковым молоком: 1 – лоток для подачи необработанного шлака, 2 – наклонный желоб, 3 – шнековый питатель, 4 – подача раствора известкового молока, 5 – вагон для обработанного шлака

Выводы

1. Складирование и использование не обработанных шлаков в морском строительстве наносит вред окружающей природной среде, длительность воздействия при существующих кинетических параметрах процесса не менее 3000 лет.
2. Разработан и опробован эффективный способ удаления серы из металлургических шлаков.
3. Обработанный металлургический шлак может служить безопасным заменителем природного гранитного щебня при отсыпке дамб, причалов, укреплении берегов, улучшения качества донных отложений, значительно удешевляя строительство.

Список использованных источников:

1. Yabuta K. Новые виды продукции из металлургических шлаков в Японии / К. Yabuta, Н. Tozava, Т. Takahashi // Новости чёрной металлургии за рубежом. - 2006. - № 1. – С. 95 – 98.
2. Коргиш-Боуден Э. Основы ферментативной кинетики / Э. Коргиш-Боуден. – М.: Мир, 1979. – 280 с.
3. Ефименко Г.Г. Металлургия чугуна / Г.Г. Ефименко, А.А. Гиммельфарб, В.Е. Левченко - К.: Вища школа, 1978 - С. 472 - 429.
4. Чудаков В.Я. Технологические особенности факельной обработки шлакового расплава в ковшах / В.Я. Чудаков // Шлаки чёрной металлургии. – Свердловск, 1973. – С. 64 – 68.
5. Патент № 80666. Украина. МПК С04В 5/00. Способ удаления серы из металлургических шлаков / И.А. Никош, А.А. Томаш, А.Е. Капустин и др.// Бюл. № 16. – 2007.

Рецензент: В.П. Власов
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ЛГТУ»

Статья поступила 01.12.2010