

10. Григорченко С.А., Капустин В.И. Классификация дефектов при автоматизированном радиографическом контроле сварных соединений // Дефектоскопия. – 2006. – Т. 45. – № 9. – С. 73–87.
11. Воробейчиков С.Э., Фокин В.А., Удод В.А., Темник А.К. Исследование двух алгоритмов распознавания образов для классификации дефектов в объекте контроля по его цифровому изображению // Дефектоскопия. – 2015. – № 10. – С. 54–63.
12. Спицин В.Г., Цой Ю.Р. Интеллектуальные системы: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 176 с.
13. Богославский С.Н. Область применения нейронных сетей и перспективы их развития // Научный журнал КубГАУ. – 2007. – № 27(3). – С. 37–41.

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ ФЕРРОМАГНИТНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ (СТАЛЬ-ЧУГУН) В ШЛАКОВОМ ОТВАЛЕ

*А.А. Казанцев<sup>1,2</sup>, к.т.н., М.Ю. Блащук<sup>1</sup>, к.т.н.*

<sup>1</sup> *Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел.(38451) 777-67*

<sup>2</sup> *Федеральный исследовательский центр Угля и углехимии СО РАН*

*650000, г. Кемерово, пр-т Советский, 18, (3842) 363-462*

*E-mail: kazantsev@tpu.ru*

**Аннотация:** Представлен общий подход к разработке методики определения массовой доли ферромагнитной металлической составляющей (сталь-чугун) в шлаковом отвале и сама методика. Работа выполнена по заказу ООО «УБТ-Экология» Договор №02.09.14-69/2018 от 05.03.2018 г.

**Annotation:** A General approach to the development of methods for determining the mass fraction of the ferromagnetic metal component (steel-cast iron) in the slag dump and the technique itself is presented. The work was done by order of the company "UBT-Ekologiya" Contract No. 02.09.14-69/2018 from 05.03.2018.

### **Введение.**

Сталеплавильные (мартеновские, конвертерные и электросталеплавильные) шлаки представляют собой основной попутный продукт при производстве черных металлов. Их удельный выход составляет в среднем от 160 до 170 кг/т стали. Эти шлаки представляют собой ценный материал для использования в качестве оборотного продукта для самой черной металлургии, так как в них содержится более 80% ценных компонентов. Эти шлаки в основном используются в стройиндустрии, но значительная часть их вывозится в отвалы [1,2].

В соответствии с техническим заданием необходимо было выполнить экспериментальное определение процентного содержания ферромагнитных компонентов (сталь-чугун) в шлаковом отвале, расположенном на территории земельного участка, площадью 62 011,01 кв.м в г. Юрга. Экспериментальная часть работ предполагала взятие проб материалов шлакоотвала, отделение ферромагнитной составляющей, содержащейся в шлаке, проведение необходимых измерений. По предложению Заказчика разделение шлака на фракции и отделение ферромагнитной составляющей необходимо было провести магнитной сепарацией с использованием установки тяжёлого грохочения Extex E-7 производства «Сандвик Майнинг & Рок Технолоджи», имеющейся у Заказчика.

Анализ литературных источников показал, что детальная качественная оценка железосодержащего сырья возможна только при сочетании с гранулометрическим и химическим анализом в лабораторных условиях. Магнитное обогащение, основанное на различной магнитной проницаемости железосодержащих фаз, используют для отделения парамагнитных (слабомагнитных, например вюстит, сидерит и пирит) и ферромагнитных (сильномагнитных, например ферромагнетик  $\alpha$ -Fe, ферримагнетики магнетит и маггемит) компонентов смесей твердых материалов от их немагнитных составляющих под действием магнитного поля. Содержание сильномагнитных форм железа в железшламах по разным оценкам может составлять от 15 до 44% [1–5]. Отмечается также, что эффективность магнитного обогащения железшламов может быть очень высокой [1, 2, 6].

Согласно [7] для пробной площадки неоднородной почвы размером от 0,5 до 1 Га достаточно от трех до пяти точечных проб на один почвенный горизонт. Согласно [8] допускается механизированный способ отбора точечных проб, расхождение по массе отдельных точечных проб не должно быть более 20 %. Согласно [9] при крупности материала более 100 мм минимальная масса точечной пробы не может быть менее 8 кг. При массе партии до 500 т число точечных проб может варьироваться от 8 до 31, в зависимости от вариации качества. При этом согласно [10], масса лабораторных

проб может варьироваться в пределах от 500 до 3000 кг, масса малой технологической пробы крупностью от 50 до 70 мм может составлять от 50 до 10 кг и, согласно [11], надежная масса проб для крайне неравномерной характеристики руд составляет от 200 до 400 кг.

Согласно техническому заданию химический анализ взятых проб и гранулометрический анализ не требовался, поэтому уменьшение по крупности и массе также не требовалось [12]. При взятии проб ручным а также частично-механизированным способом допустимое отклонение по массе не должно превышать 20 % [13]. Учитывая вышеизложенные рекомендации и имеющуюся информацию о шлакоотвале было предложено механизированным способом с использованием оборудования имеющегося у заказчика (экскаватор HITACHI ZX330) отобрать 10 точечных проб, с последующим уточнением их числа. Схема расположения точек взятия проб материала шлакоотвала приведена на рисунке 1. Для экскаватора с емкостью ковша 1,0 м<sup>3</sup> число черпаний для одной пробы должно составлять не менее одного-двух раз.

Подготовка участка к взятию проб

Работы по подготовке участков отвала к взятию проб и непосредственно опробование велось в соответствии с техническим заданием с использованием технологического оборудования Заказчика.

При наличии транспортного доступа к местам отбора проб на площадках, указанных на рисунке 1, машинист бульдозера по указанию руководителя эксперимента предварительно расчищает и зачищает площадку (забой) от навала.

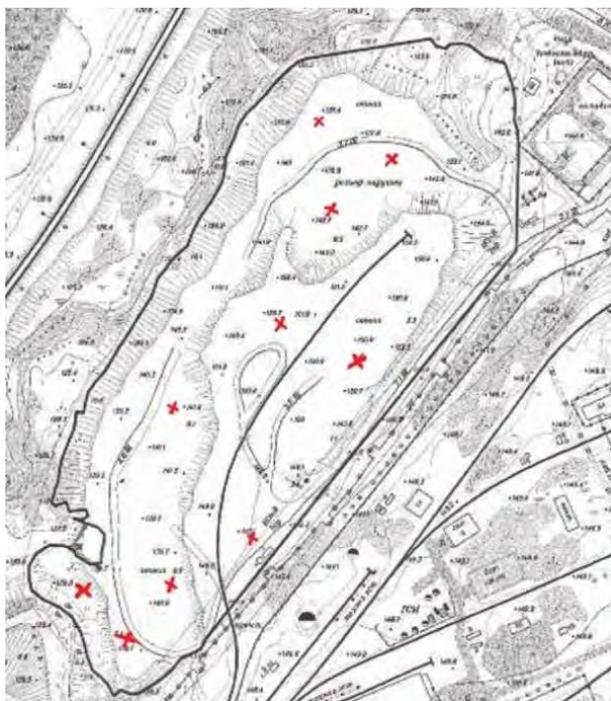


Рис 1. Предполагаемые места отбора проб  
места взятия проб отмечены знаком « x »

При черпании ковшем экскаватора машинисту и руководителю эксперимента необходимо следить за полной наполнения ковша, стараясь набирать при каждом черпании одинаковый объем материала. Также при черпании в случае попадания в ковш экскаватора негабаритных кусков (длинные негабаритные элементы – арматура, металлический профиль и др.), такие пробы не брать.

Первую взятую пробу складировать непосредственно в тару. Руководитель эксперимента должен зафиксировать в протоколе дату и место отбора пробы, количество полных ковшей экскаватора, для определения объема пробы. После этого проба должна быть отправлена на взвешивание. Масса каждой пробы (с одной точки отбора) должна быть не менее 400 кг. Объемы последующих проб не должны отличаться от первой более чем на 20%. Масса каждой взвешенной пробы также фиксируется в протоколе. Руководитель эксперимента рассчитывает распределенную плотность пробы по формуле [14] и фиксирует его в протоколе.

При отсутствии транспортного доступа к местам отбора проб на площадках, указанных на рисунке 1, машинист экскаватора по указанию руководителя эксперимента с нижних уступов очищает торцовый забой уступа, наиболее близко расположенный к месту отбора пробы от навала, навесей, козырьков и заколов.

Тара для пробы и железосодержащей ферромагнитной составляющей должны быть предварительно взвешены.

**Отбор проб и определение плотности материала шлакоотвала.**

При наличии транспортного доступа отбор проб производится машинистом экскаватора с поверхности площадки путем среза грунта ковшем экскаватора в форме канавы на ширину режущей части ковша. Глубину реза принять не более 0,5 м.

При отсутствии транспортного доступа отбор проб производится машинистом экскаватора с нижнего уступа путем тонкого среза ковшем экскаватора в виде ленты на всю вертикальную мощность уступа. Глубину реза принять в зависимости от емкости ковша, так чтобы наполнить его за одно черпание.

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{m_{\text{пр}}}{V_R}, \text{ кг/м}^3 \quad (1)$$

где  $m_{\text{пр}}$  – масса пробы, кг;

$V_R$  – объем пробы,  $\text{м}^3$ .

По результатам взятия первых трех проб руководитель эксперимента рассчитывает:

– среднеарифметическое значение массы пробы:

$$\bar{m} = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3}, \text{ кг} \quad (2)$$

где  $m_1, m_2, m_3$  – масса первой, второй и третьей проб соответственно.

– выборочное среднеквадратичное отклонение по данным наблюдений:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}{n}}, \quad (3)$$

где  $n$  – количество проб, шт.

– коэффициент вариации

$$V = \frac{\sigma}{\bar{m}} \cdot 100\% \quad (4)$$

В случае значения коэффициента вариации не более 20% [9] считать, что масса проб подобрана верно. При превышении порога 20% необходимо скорректировать массы проб №2 и №3. Далее необходимо повторить процессы отбора и опробования еще для 7 мест отбора проб. По результатам взвешивания определить коэффициент вариации заново по всем 10 пробам, при необходимости скорректировать массы отдельных проб и провести процесс опробования заново.

По результатам взятия 10 проб рассчитывается средняя плотность материала

$$\bar{m}_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n}, \text{ кг} \quad (5)$$

### **Опробование.**

Взвешенная проба должна быть перемещена к месту проведения магнитной сепарации. Взвешенная проба выгружается на площадку в непосредственной близости к агрегату магнитной сепарации.

Тара, предназначенная для сбора железосодержащей ферромагнитной фазы пробы должна быть пустой.

Выгруженный материал подвергнуть магнитной сепарации отдельными порциями и наблюдать отделение ферромагнитной фазы пробы в пустую тару.

Далее тара с ферромагнитной фазой должна быть промаркирована и отправлена на взвешивание. После определения массы ферромагнитной фазы пробы её значение фиксируют в протоколе.

Массовая доля ферромагнитных компонентов (сталь-чугун) пробы рассчитывается по формуле [13] и фиксируется в протоколе

$$\alpha = \frac{K_\alpha}{M} \cdot 100\% , \quad (6)$$

где  $K_\alpha$  – масса измеряемого компонента в опробуемом продукте, кг;

$M$  – масса опробуемого продукта, кг.

Далее необходимо повторить процессы отбора проб и взвешивания еще для двух мест отбора проб.

Все пробы после магнитной сепарации складываются на отдельной (по возможности крытой) площадке с транспортным и пешим доступом, и хранятся там в нетронутым виде до окончания экспериментальных работ.

#### **Определение вариации массы ферромагнитной фазы в пробе.**

Определяется среднее квадратичное отклонение массы отделенной магнитной сепарацией ферромагнитной фазы первых трех проб по формуле (3). Затем, определяется коэффициент вариации по формуле (4).

В случае значения коэффициента вариации в пределах определенного участка менее 15% [14] вариацию массы считать малой и продолжить определение массы ферромагнитной фазы оставшихся семи проб. При значении коэффициента вариации в пределах от 15 до 20% или более необходимо увеличить количество проб и согласовать точки отбора с учетом транспортного доступа и повторить эксперимент.

Среднее значение массовой доли ферромагнитных компонентов (сталь-чугун) по результатам десяти проб определяется как среднее арифметическое

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}, \% \quad (7)$$

где  $\alpha_i$  – массовая доля ферромагнитных компонентов (сталь-чугун) в соответствующей пробе, %;

n – число проб, шт.

#### **Выводы по эксперименту.**

По результатам эксперимента, провести необходимые расчеты по формулам (1) – (6), сделать выводы о плотности материала шлакоотвала и содержании ферромагнитной фазы в общем объеме шлакоотвала по среднему арифметическому значению процентного содержания ферромагнитной фазы в общем количестве проб.

#### **Список литературы:**

1. Исследование техногенных отходов черной металлургии, в том числе отходов от обогащения и сжигания углей, и разработка технологий их переработки. Зоря В.Н. диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Новокузнецк, 2015. – 207 с.
2. Разработка и внедрение процесса комплексной переработки отвалов металлургических шлаков с целью извлечения металлических компонентов и получения строительных материалов. Ларионов В.С. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Москва, 2001. – 116 с.
3. Оценка селективности дезинтеграции металлургических шлаков. И.В. Шадрунова, Е.Г. Ожогина, Е.В. Колодежная, О.Е. Горлова // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2013. – №5. – с. 180-190.
4. Технологии переработки металлургических отходов: учебное пособие / Д.В. Валуев, Р.А. Гизатулин. ЮТИ ТПУ, Томск. – Изд-во ТПУ. – 2012. – 196 с.
5. Экстракция чёрных металлов из техногенного сырья: учебное пособие / В.П. Чернобровин, В.Е. Рошин, Т.П. Сирина, М.В. Чернобровина. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 173 с.
6. Комплексное устойчивое управление отходами. Металлургическая промышленность: учебное пособие / Н.В. Немчинова, Л.В. Шумилова, С.П. Салхофер, К.К. Размахнин, О.А. Чернова. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. – 494 с.
7. ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб».
8. ПНД Ф 12.4.2.1-99 «Отходы минерального происхождения. Рекомендации по отбору и подготовке проб. Общие положения».
9. ГОСТ 15054-80 «Руды железные, концентраты, агломераты и окатыши. Методы отбора и подготовки проб для химического анализа и определения содержания влаги».
10. Комплексное устойчивое управление отходами. Металлургическая промышленность: учебное пособие / Н.В. Немчинова, Л.В. Шумилова, С.П. Салхофер, К.К. Размахнин, О.А. Чернова. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. – 494 с.

11. Опробование месторождений полезных ископаемых. Альбов М.Н. Изд. 5, перераб. и доп. М. «Недра». 1975. – 232 с.
12. ГОСТ 25470-82 Руды железные, концентраты, агломераты и окатыши. Метод определения степени однородности по химическому и гранулометрическому составу.
13. Козин В.З. Опробование на обогатительных фабриках. – М.: Недра, 1988. – 287 с.
14. ГОСТ 17495-80 (СТ СЭВ 1197-78) Руды железные, концентраты, агломераты и окатыши. Методы отбора и подготовки проб для гранулометрического анализа (с Изменениями № 1, 2).

**МОДИФИКАЦИЯ ШОВНОГО МАТЕРИАЛА  
ДЛЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ХИРУРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ИНИЦИАТОРОВ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ: ПЕРЕКИСЬ БЕНЗОИЛА И  
ДИНИТРИЛ АЗОБИСИЗОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ**

*Т.Н. Акентьева<sup>1</sup>, м.н.с., С.В. Лузгарев<sup>2</sup>, к.х.н, доц., Ю.А. Кудрявцева<sup>1</sup>, д.б.н., зав. отделом*

*<sup>1</sup> ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем  
сердечно-сосудистых заболеваний»*

*650002, г. Кемерово, ул. Сосновый бульвар, 6, тел. 8-923-606-07-07*

*<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

*650043, г. Кемерово, ул. Красная, 6, E-mail: t.akentyeva@mail.ru*

**Аннотация:** Развитие послеоперационных осложнений в сердечно-сосудистой хирургии нередко связано с хирургическим шовным материалом [3, 4, 5, 6, 7]. Модификация полипропиленовой нити раствором 3-полигидроксибутиратвалериата и нефракционированного гепарина может стать перспективным решением в повышении биосовместимых свойств шовного материала. Для придания прочности и равномерности модифицирующему слою применяли химическую реакцию с такими инициаторами, как перекись бензоила и динитрил азобисизомасляной кислоты. Оценку качества присоединения гепарина к шовному материалу оценивали с помощью метода спектроскопии диффузного рассеяния. Полученные результаты показали, что модификация шовного материала с использованием радикальных инициаторов химической реакции позволяет осуществить закрепление гепарина на поверхности нити.

**Abstract:** The development of postoperative complications in cardiovascular surgery is often associated with surgical suture material [3, 4, 5, 6, 7]. Modification of polypropylene yarn with a solution of 3-polyhydroxybutyratevalerate and unfractionated heparin can be a promising solution in increasing the biocompatible properties of suture material. To impart strength and uniformity to the modifying layer, a chemical reaction was used with initiators such as benzoyl peroxide and dinitrile azobisisobutyric acid. Evaluation of the quality of adherence of heparin to the suture material was assessed using diffuse scattering spectroscopy. The obtained results showed that the modification of the suture material using radical initiators of the chemical reaction makes it possible to fix the heparin on the surface of the filament.

Влияние шовного материала на развитие послеоперационных осложнений является весьма существенным [3, 4, 5, 6, 7]. Создание хирургического шовного материала, способного уменьшить негативную реакцию на нить является перспективным решением данной проблемы. Проведенное ранее нами исследование, посвященное модификации шовного материала раствором биополимера и гепарина, показало возможность применения окислительной обработки (под действием озона) с получением на поверхности шовного материала перекисных и гидроперекисных групп. Нанесенные активные группы являлись инициаторами прививочной полимеризации метакрилоилхлорида [1]. Однако данный метод пока для массового производства технологически не доработан. В настоящее время представляется более простым и перспективным процесс термохимического иницирования привитой сополимеризации в присутствии радикальных инициаторов. Поэтому целью настоящего исследования стала разработка химической модификации шовного материала с помощью радикальных инициаторов для профилактики послеоперационных осложнений в сердечно-сосудистой хирургии.

**Материал и методы.**

В данной работе использовали шовный материал на основе полипропилена. Затем ее дополнительно покрывали 3-полигидроксибутиратвалериатом (ПГБВ), в состав которого были добавлены либо перекись бензоила (ПБ) (рис. 1), либо динитрил азобисизомасляной кислоты (ДАК) (рис. 2) в количестве 5% от веса ПГБВ.