

Д-р техн. наук В.П. Надутый,
канд. техн. наук В.В. Чельшикина
(ИГТМ НАН Украины)

ФИЛЬТРАЦИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Викладено дослідження процесів технології фільтрації залізорудного концентрату з використанням магнітних полів. Магнітні поля було створено у дискових вакуум-фільтрах і гідросепараторах. Обладнання пройшло випробування і залучено до постійної експлуатації на збагачувальній фабриці ВАТ «Лебединський ГЗК».

IRON-ORE CONCENTRAT FILTRATION WITH USED OF MAGNETIC FIELDS

Here are described the iron-ore concentrate filtration technology process with used magnetic fields. This fields was creating in dick vacuum filter and in hidroseparators . Equipments were tested and put into regular service at the ore-processing factory of joint stock company “Lebedinky Mininng & Dressing Plant”.

Основная тенденция развития фильтровального оборудования состоит в снижении энергоемкости процесса и влажности осадка (кека). Эти задачи решаются, в основном, путем совершенствования конструкции фильтров и разработки более эффективной технологии отвода фильтрата, способа отдувки и пр. Большое внимание уделяется поиску новых фильтровальных материалов – синтетических тканей, пористых металлов (например, прессованного титана), композитов из асбеста, пористого стекла и др.

Наряду с этим ведутся работы по применению при фильтрации дополнительных воздействий физических полей или химических реагентов. Результатом таких воздействий является структурирование частиц твердой фазы суспензии. Полагается, что структурирование увеличивает толщину канальцев для прохождения жидкости при отводе фильтрата, за счет чего возрастает скорость фильтрации и снижается влажность осадка.

Однако дополнительные воздействия, например использование поверхностно-активных веществ, перегретого пара, газа-теплоносителя, акустических полей, как правило, удорожают и без того не дешевый процесс фильтрации (около 40% всех затрат на обогащение). Исключением является использование при фильтрации магнитных полей, создаваемых постоянными магнитами, которые не влекут за собой дополнительных эксплуатационных затрат.

Известны работы по применению магнитных полей при сушке железорудного концентрата на конвейерной ленте и в лабораторных [1] и промышленных [2] барабанных вакуум-фильтрах. Однако эти способы имеют низкую производительность. Так, при фильтрации железорудных концентратов барабанные фильтры повсеместно были вытеснены дисковыми вакуум-фильтрами, которые, при примерно тех же габаритах, имеют в несколько раз большую площадь фильтрования. В литературе не выявлено информации по применению магнитных полей в конструкции дисковых вакуум-фильтров. Этот вопрос изучался в

ИГТМ НАН Украины, где на базе существующих фильтров ДУ-100-2,5 была разработана конструкция магнитного дискового вакуум-фильтра и на ОАО «Лебединский ГОК» проведены его испытания.

Совершенствование процесса фильтрации включает не только модернизацию самих фильтров, но и технологию в целом. Известно, что традиционная технология фильтрации включает перечистку перелива вакуум-фильтров на магнитных сепараторах или в дешламаторах. Продукт перечистки возвращают в питание фильтров в виде циркулирующей нагрузки. Циркуляция может составлять около 140 % от исх., что ведет к повышению влажности кека. Для снижения циркуляции нами предлагается модернизировать сопутствующее оборудование, а именно, использовать явление магнитной флокуляции пульпы не только в ваннах вакуум-фильтров, но и в рабочей зоне сгустителей (дешламаторов). Ниже мы приведем кратко основные результаты испытаний магнитного дискового вакуум-фильтра и магнитного гидросепаратора (дешламатора) на ОАО «Лебединский ГОК». Положительные результаты этих испытаний позволили разработать новую технологию фильтрации для железорудных ГОКов. Так, в статье приведен пример такой технологии для отделения фильтрации ОАО «Северный ГОК».

На обогатительной фабрике ОАО «Лебединский ГОК» в цехе № 1 на 8 технологической секции в течение года испытывался магнитный вакуум-фильтр № 8-99. Для его создания был разработан способ фильтрации (патент UA № 56022) и простая конструкция магнитной системы, показанная на рис. 1.

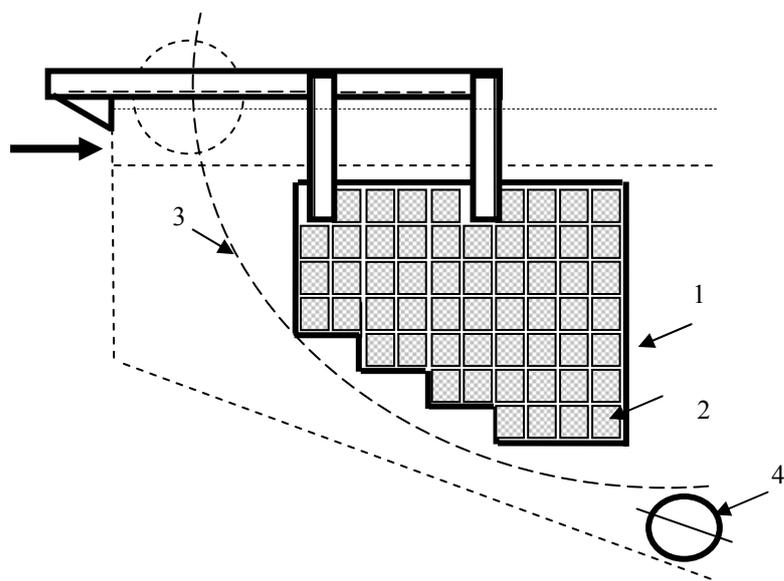


Рис.1 – Пластина магнитной системы дискового вакуум-фильтра ДОО-100-2,5

Магнитная система состоит из металлических пластин (1), которые оклеены с обеих сторон ферритобариевыми магнитами в виде прямоугольных плиток (2). В одной магнитной системе 11 таких пластин, которые размещают между 12-ю дисками вакуум-фильтра над мешалкой. Пластины крепятся с одной стороны непосредственно к карманам, с другой – на опоре, к днищу. Пульпа пере-

мешивается на этих пластинах лопастями мешалки (4). При этом на поверхности фильтроткани диска (3) образуется слой кека. Предполагалось, что поскольку в области формирования слоя кека действует магнитное поле, то за счет флокуляции частиц и усиления вытеснения нерудной фракции изменятся качественные показатели продуктов фильтрации, и обезвоживание кека будет происходить более эффективно, чем на обычных вакуум-фильтрах.

Сравнение магнитного вакуум-фильтра с тем же фильтром до установки магнитных систем показало, что за счет магнитного поля влажность кека была снижена в среднем на 0,4 % (табл. 1).

Таблица 1 – Средние показатели вакуум-фильтра № 8-99 до установки магнитной системы, этого же фильтра с магнитной системой и обычных (соседних) фильтров № 8-98 и 8-97

Тип фильтра	Питание			Скорость диска, об/мин	Толщина кека, 10^{-3} м	Влажность, W, %	Удельная произв., т/ч·м ²	Нагрузка	
	% тв.	Плотность г/л	Сод. кл.-44* 10^{-6} м, %					По твердому, т/ч	По воде, м ³ /ч
Без магнитов фильтр № 8-99	49,9	1664	91,7	0,58	7,3	9,61	0,639	63,9	64,2
С магнитами Фильтр № 8-99	50,0	1683	91,5	0,53	8,11	9,21	0,649	64,9	65,0
Обычные, № 8-98, 8-97	56,4	1841	89,5	0,67	6,30	9,05	0,649	64,9	50,1

Однако значение влажности на магнитном фильтре все же оставалось выше, чем на соседних, обычных, фильтрах (на 0,2 %). Поэтому, а также учитывая высокую детерминацию показателя влаги, влияние магнитного поля на влажность кека посчитали статистически незначительным.

Устойчивый результат сравнительных испытаний состоял в том, что установка магнитных систем на дисковом вакуум-фильтре позволяет примерно вдвое увеличивать прирост содержания железа в кеке, то есть без дополнительных энергетических затрат получать концентрат богаче на $0,4 \div 0,6$ %, вместо обычных для фильтрации $0,2 \div 0,3$ %, причем, содержание железа в переливе фильтра снижается на $1,5 \div 2,0$ % (рис. 2), что подтверждено «Актом промышленных испытаний...», ОАО «Лебединский ГОК»».

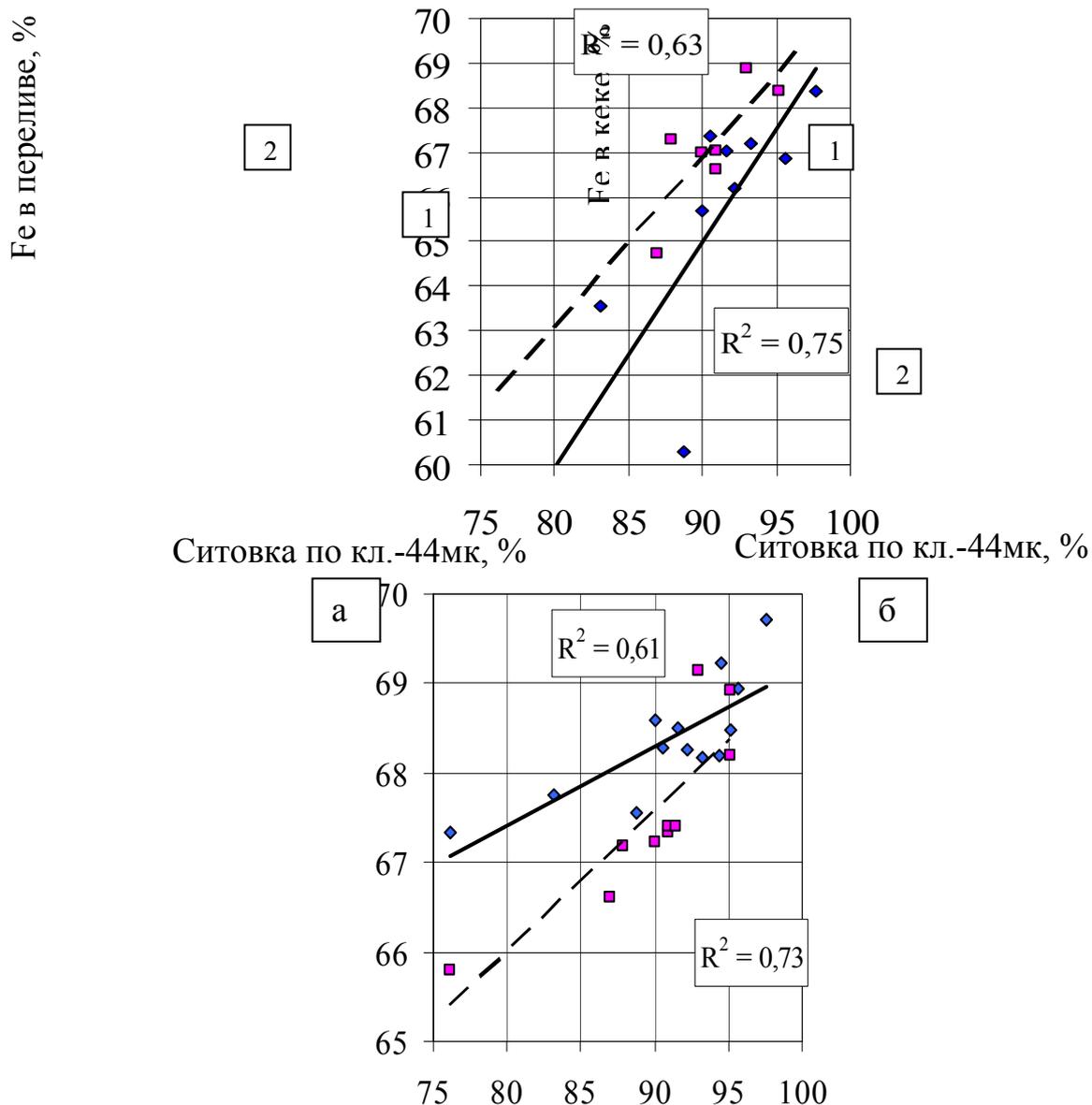


Рис. 2 – Показатели перелива (а) и кека (б) для магнитного (1) и обычных (2) дисковых вакуум-фильтров

Указанные различия в содержании железа в переливе и кеке объясняются влиянием магнитного поля, которое, по сути, обеспечивает дополнительное обогащение в ванне фильтра: флокулирует тонкие частицы магнетита и удерживает их от выноса в перелив, тем самым обогащая кек.

Технологически перелив и фильтрат являются питанием дешламаторов (сгустителей). Более бедный перелив, полученный на магнитном фильтре, естественно, легче обогащается. Однако можно еще больше повысить эффективность работы дешламаторов или сгустителей, если оснастить их магнитными системами.

Основанием для этого утверждения является опыт эксплуатации указанного оборудования в цехе дообогащения концентрата ОАО «Лебединский ГОК», где

на сегодня все дешламаторы МД-9 оснащены магнитными системами и переведены в МГС-9. Гидросепараторы МГС-9 работают на весьма тонком продукте – 96÷98 % кл.-44 мк. Они имеют выход хвостов ~ 1 %, прирост железа в операции около 1 %. Эти показатели примерно соответствуют показателям работы дешламаторов в существующих отделениях фильтрации. Это позволяет ожидать примерно тех же результатов от использования МГС-9 при фильтрации, что и в цехе дообогащения концентрата, где результат от использования МГС-9 вместо МД-9 состоит в снижении содержания Fe в хвостах: общего на 3÷4 %, магнитного – на 2÷3 %.

Учитывая результаты испытаний магнитного вакуум-филтра и МГС-9, была рассчитана новая технология для цеха фильтрации ОАО «Северный ГОК».

Новая технологическая схема (рис. 4) отличается от традиционной (рис. 3) только тем, что в ваннах вакуум-филтров установлены магнитные системы и дешламаторы переоснащены в МГС – магнитные гидросепараторы.

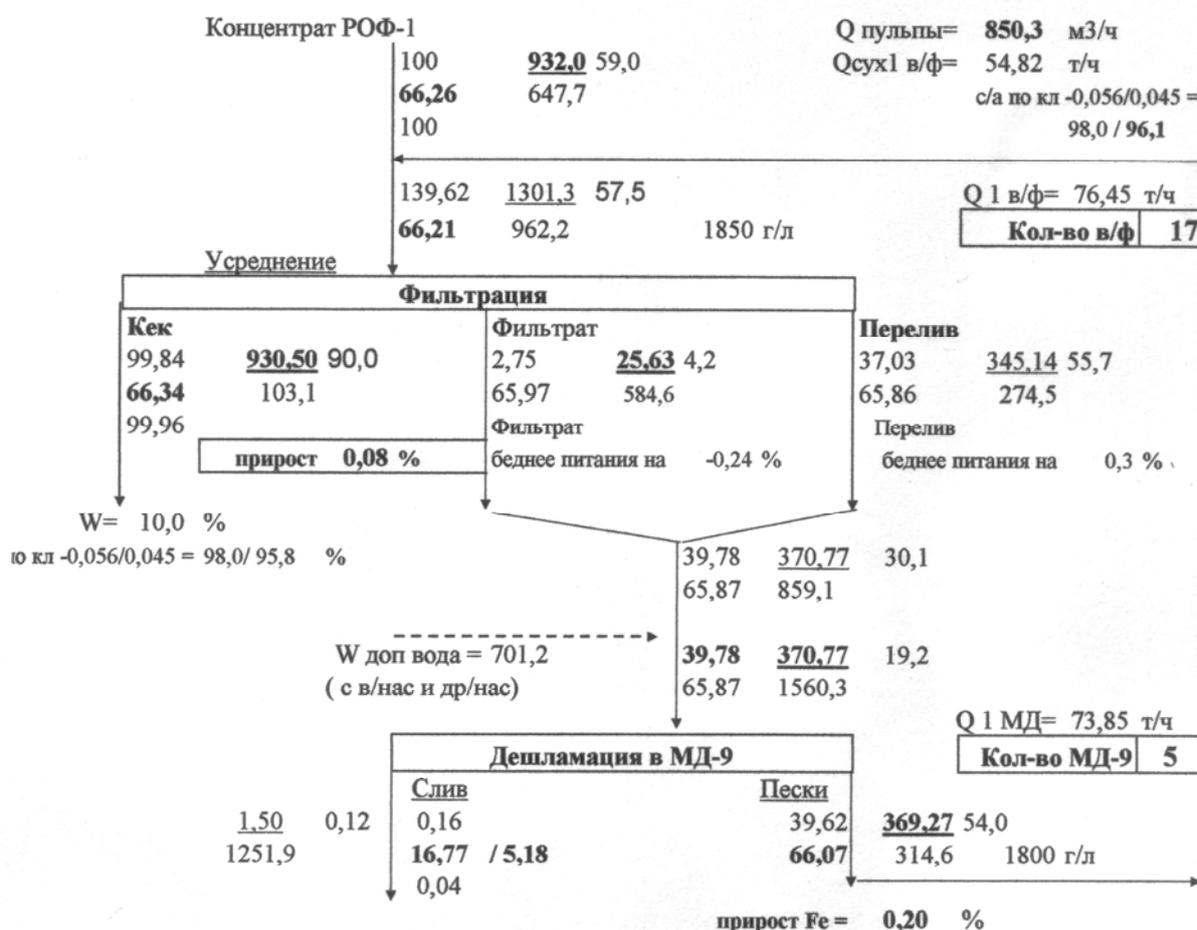


Рис. 3 – Существующая технология фильтрации ОАО «Северный ГОК»

Сравнение показателей технологий рис. 3, 4 показывает следующее:

- за счет использования вакуум-филтров с магнитными системами:
 - снижается содержание железа в переливе – на 2 %;
 - повышается содержание железа в кек: прирост на фильтрации вместо

0,08 % составляет 0,24 %.

2) за счет применения МГС-9 вместо МД-9:

- примерно вдвое увеличивается выход хвостов на дешламации;

- снижается содержание железа в хвостах дешламации: общего на $16,77 - 12,5 = 4,25$ %, магнитного – на $5,18 - 2,5 = 2,68$ %;

- повышается качество песков дешламации: прирост железа в операции вместо 0,2 % составляет 0,95 %;

- уменьшается количество песков дешламации (циркулирующая нагрузка) на $369,27 - 225,64 = 143,63$ т/ч.

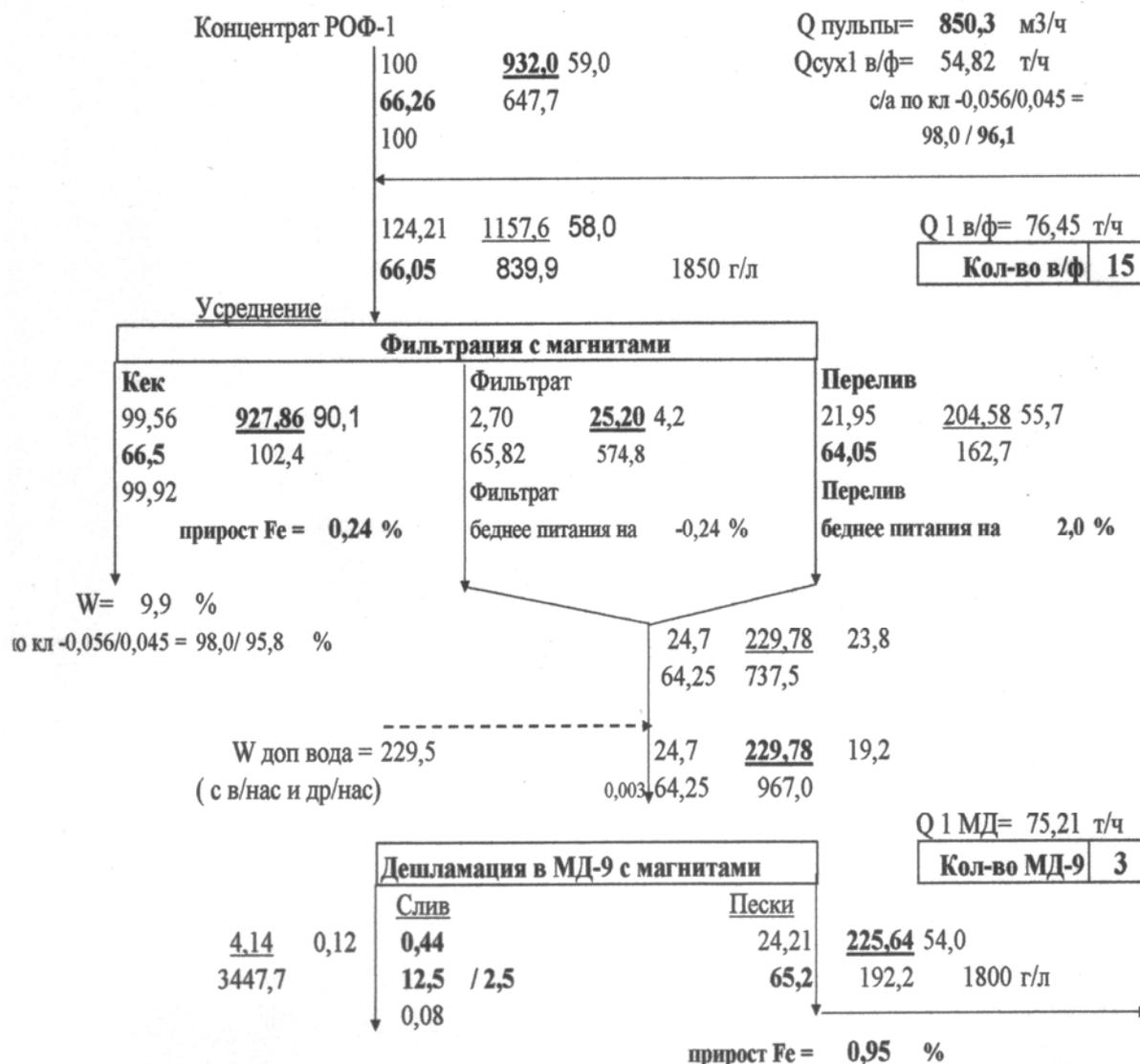


Рис. 4 – Новая технология цеха фильтрации ОАО «Северный ГОК»

Отметим, что установка магнитных систем из постоянных магнитов на оборудовании цеха фильтрации – разовое мероприятие, которое не ведет к каким-либо дополнительным энергетическим и эксплуатационным расходам по цеху. Таким образом, без дополнительных затрат: 1) повышается качество концентрата (кека), то есть на фильтрации создается дополнительный резерв по качеству; 2) уменьшается циркулирующая нагрузка на вакуум-фильтры, что позво-

ляет при сохранении примерно тех же удельных нагрузок уменьшить количество работающего оборудования.

Так, для условий СевГОКа количество вакуум-фильтров составит 15, вместо 17, дешламаторов – 3, вместо 5 (рис. 3, 4). За счет этого расход электроэнергии по цеху фильтрации снизится примерно на 6,4 млн. кВт за год.

Выводы

Для повышения показателей фильтрации железорудного концентрата предлагается оснастить действующие вакуум-фильтры и дешламаторы магнитными системами из постоянных магнитов. Влияние магнитного поля на процессы сгущения и фильтрации основано на флокуляции тонких магнетитовых частиц, что ведет к увеличению скорости фильтрования и осаждения магнитной фракции.

Основанием для модернизации существующих фильтров и дешламаторов являются положительные результаты испытаний на ОАО «Лебединский ГОК».

Модернизация дисковых вакуум-фильтров позволяет:

- снизить содержание железа в переливе вакуум-фильтров на $1,5 \div 2$ %;
- без энергетических затрат повысить содержание железа в кеке, то есть качество концентрата. На магнитном фильтре, по сравнению с обычными, прирост содержания железа в кеке, по меньшей мере, вдвое выше.

Модернизация дешламаторов (или сгустителей) отделения фильтрации позволяет:

- снизить содержание железа в отходах;
- примерно вдвое увеличить выход отвальных хвостов.

Последнее ведет к снижению величины циркулирующей нагрузки на вакуум-фильтры. Это позволяет сократить количество работающего в цехе фильтрации оборудования и снизить расход электроэнергии, например, по СевГОКу на 6,4 млн. кВт за год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. The use of magnetic forces to enhance solid/liquid separation of magnetic pulps in a laboratory drum vacuum filter / Watson J.L., Zhicheng Li.- Department of Metallurgical Engineering, University of Missouri-Rolla, USA.// [Minerals Engineering](#). - Volume 12, Issue 10. - October 1999. - Pages 1253-1262.

2. Підвищення ефективності зневоднення та розділення сипкої гірської маси при різних силових впливах на основі виявлення закономірностей механізмів процесу: звіт з НДР (проміжний): 42-44 / ІГТМ НАНУ; кер. Надутий В.П.; виконав.: Чолишкіна В.В. [та ін.]. - Дніпропетровськ, 2011, - 95 с. - Бібліогр.: с. 87. - № ДР 0108U001985.

Д-р техн. наук В.П. Надутый,
инж. П.В. Левченко,
канд. техн. наук Е.З. Маланчук
(ИГТМ НАН Украины)

**МОДЕЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ
ИЗВЛЕЧЕНИЯ САМОРОДНОЙ МЕДИ ИЗ ПОРОД
БАЗАЛЬТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДОМ
ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ**

Представлено результати моделювання експериментальних результатів з визначення залежності вилучення самородної міді методом електричної сепарації із основних складових базальтової сировини у вигляді регресійних рівнянь.

**MODELLING REPRESENTATION OF DEPENDENCE
EXTRACTION NATIVE COPPER FROM BREEDS
BASALT DEPOSIT BY A METHOD
ELECTROSTATIC SEPARATION**

Modelling representation the results of modeling of experimental results by definition of dependence of extraction native copper by a method of electrical separation from the basic components of basalt raw material as the regression equations are submitted.

Результаты исследований базальтовых месторождений Волыни показали их богатый элементный состав, указывающий на необходимость комплексной безотходной переработки. Уникальность месторождения заключается в наличии высокого содержания самородной меди. Основными составляющими месторождения являются непосредственно базальт и сопровождающие породы в виде туфа и лавобрекчии. Если в настоящее время добытый базальт используют для строительства, то туф и лавобрекчия складироваться в отвалах. При этом все три оставляющие имеют высокое содержание самородной меди, а отвалы по своим объемам и содержанию представляют собой техногенные месторождения. Исходя из этих соображений, выполнен комплекс исследований по содержанию, добыче, рудоподготовке и извлечению железосодержащих компонентов вместе с титаном и марганцем (около 45÷47 %) и самородной меди (от 0,4 до 4,0 %). Одной из возможных операций в технологической схеме извлечения меди является электростатическая сепарация подготовленной горной массы.

Предварительные лабораторные исследования показали эффективность этого метода [1, 2], и возникла необходимость модельного представления экспериментальных результатов для подбора параметров оборудования, разработки технологии извлечения меди, как на проектном этапе, так и при создании участка переработки.

Целью работы является построение на основании экспериментальных данных идентификационных моделей зависимости производительности извлечения меди из основных трех компонентов базальтового сырья от их крупности и напряженности электростатического поля сепаратора.

Полученные ранее [3] экспериментальные результаты по извлечению меди на электростатическом сепараторе представлены в табл. 1