

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ
РАЗГРУЗКИ МЕЛЬНИЦЫ ДОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РЯДОВОГО
КОНЦЕНТРАТА ОАО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК»**

Викладена методика іспитів операції магнітної сепарації продукту розвантаження млина МШЦ 36x40, який змелює багатий (68 % Fe і вище) та дрібний залізорудний концентрат (ВАТ «Лебединський ГЗК»). Визначена залежність зменшення якості концентрату сепарації від питомого навантаження на сепаратор.

**MAGNETIC SEPARATION TESTS FOR THE PRODUCT OF MILL
OVERSPILL, WHICH DISINTEGRATES STANDART CONCENTRATE OF
JOINT STOCK COMPANY “LEBEDINSKY MINING & DRESSING PLANT”**

Methodics of magnetic separation tests for the product of mill type MSHHTS 36x40 discharge (overspill), which disintegrates rich (68 % Fe and over) and fine iron-ore concentrate (joint stock company “LEBEDINSKY MINING & DRESSING PLANT”), is presented here. Dependence between reduction of separation concentrate quality and separator specific load is determined here.

Качество железорудного концентрата 70 % Fe требуется для производства нового, более перспективного по сравнению с окатышами и агломератом, вида железорудной продукции – металлизованных брикетов.

Черновой концентрат магнитной сепарации для повышения качества дорабатывают либо флотацией (ИнГОК, ПГОК), либо по обычной магнитной схеме (ЛГОК). Для ИнГОКа и ПГОКа предполагаемое производство флотоконцентрата с качеством 70 % пока что оказалось экономически не оправданным. Объясняется это резким увеличением расходного коэффициента (тонн сырья на 1 тонну готовой продукции) с повышением качества. Например, на ИнГОКе при производстве флотоконцентрата с качеством 68 % Fe , расход рядового концентрата на 1 т готового составляет 1,136 т/т, тогда как на ЛГОКе - 1,027 т/т. Концентрат с качеством 68 % на криворожских рудах при тех же показателях хвостов, что сегодня дает флотация (выход хвостов ~12 %), вполне можно было бы получать и по обычной магнитной схеме, без экологических последствий флотации (выход хвостов на ЛГОКе – до 3 %). ИГТМ НАН Украины имеет проверенные практикой технические решения этого вопроса, но отечественные производители не пошли по пути использования магнитной технологии доработки рядового концентрата.

Сегодня ОАО «ЛГОК» совершенствует магнитную схему доработки концентрата в направлении снижения содержания кремнезема в готовом продукте до 2 % и менее. В связи с этим, в рамках хоздоговора между ОАО «ЛГОК» и ИГТМ НАН Украины, были исследованы основные операции магнитной схемы доработки концентрата на ЛГОКе. Задачей являлось: определить узкие места технологии и дать значение (цифру) снижения качества в зависимости от влияющих факторов.

Технология дообогащения рядового концентрата ОАО «ЛГМК» включает уплотнение концентрата, его шаровое доизмельчение (в замкнутом цикле с гидроциклонами) и обогащение слива гидроциклонов на дешламации и магнитной сепарации 2-й стадии. 1-я стадия магнитной сепарации используется в цикле измельчения - на сливе мельницы МШЦ 36х50.

Операция 1-й стадии магнитной сепарации является одним из узких мест технологии. Несомненно, ее положительное влияние на содержание Fe в сливе гидроциклонов, но сама операция дает невысокие показатели, а с увеличением нагрузки по питанию прироста содержания Fe в операции практически исчезают.

Цель испытаний: установить зависимость снижения прироста качества на сепараторах 1 стадии при увеличении удельной нагрузки (в абсолютных величинах); собственно, нужно было дать цифру - на сколько (% абс.) уменьшается содержание железа в концентрате сепарации по сравнению с питанием на каждую тонну увеличения нагрузки по питанию.

Для достижения цели испытаний нужно было решить задачу - как измерить нагрузку по питанию на сепараторы 1 стадии и при этом наиболее быстрым образом набрать необходимую базу данных (питанием сепараторов 1 стадии является слив мельницы, включающий циркулирующую на гидроциклонах нагрузку).

Для решения этой задачи были разработаны две оригинальные методики испытаний: 1) предложено при постоянной производительности секции искусственно варьировать нагрузку на сепараторы по питанию и рассчитывать нагрузку на сепараторы по уровню пульпы в пульподелителе питания; 2) предложено для разной производительности секции рассчитывать нагрузку на сепарацию не так как это общепринято - по данным хим.анализа продуктов узла измельчения и классификации в гидроциклонах, а по измерению плотности продуктов. После того, как озвучены идеи, используемые в методиках, сами методики испытаний представляются простыми и очевидными, но попробуйте предложить решить указанную выше задачу любому обогатителю, и вы вряд ли услышите какие-либо другие предложения, кроме как провести полный хим.анализ продуктов узла измельчения, классификации и подмельничной сепарации (время, необходимое для выполнения хим.анализа данного набора продуктов, составляет 2-4 недели). Ниже кратко изложена первая из указанных методик опробований и приведены их результаты согласно сформулированной цели испытаний.

Обычно нагрузка на первую стадию сепарации определяется по результатам полных опробований узла измельчения, которые проводятся одновременно с опробованиями подмельничной сепарации [2]. Однако в течение одной серии опробований, на которые, как правило, уходит вся смена, можно получить показатели сепарации только для одного значения нагрузки по питанию - оно определяется сменным заданием производительности секции. Поскольку производительность секции в течение смены постоянна, то циркулирующая

нагрузка на мельнице тоже примерно постоянна и, соответственно, на сепараторы 1 стадии поступает примерно одно и тоже количество питания.

Разработана оригинальная методика позволяющая искусственно варьировать нагрузку на сепараторы в течение одной смены, то есть при одной и той же производительности секции. В операции 1 стадии работает 10 сепараторов (в один прием), размещенных параллельно на двух нитках – 5 сепараторов на левой нитке и 5 на правой. Предложено принудительно изменять нагрузку на ту часть сепараторов (например, на левую нитку), которая подвергается опробованиям. Это позволило при одной и той же производительности мельницы получить данные о работе сепараторов при трех разных значениях нагрузки по питанию:

– нормальной, когда шибера питания на всех сепараторах открыты. При этом на обе нитки сепарации подается одинаковая нагрузка. Это позволяет определить показатели опробуемой нитки при номинальной нагрузке на сепаратор, которая соответствует производительности секции на момент опробования.

– минимальной, когда шибера на опробуемой нитке закрыты. На нее поступает меньше питания, а на неопробуемую нитку – больше. Это позволяет определить показатели на опробуемой нитке при нагрузке, меньшей номинальной, но производительность секции остается той же.

– максимальной, когда шибера на опробуемой нитке открыты, а на неопробуемой, соседней, нитке закрыты производительность секции остается той же.

Нагрузка на сепарацию в целом и на опробуемую нитку в отдельности оценивалась по уровню заполнения пульподелителя и плотности питания:

$$V = 9085 b (H_o^{1,5} - H_n^{1,5}), \quad (1)$$

где: V – уровень, м³/ч; b – ширина отверстия, м; H_o – расстояние от верхнего края пульподелителя до нижнего края отверстий, м; H_n – расстояние от верхнего края пульподелителя до уровня пульпы, м.

$$Q = \rho_m V (\rho_n - \rho_v) / (\rho_m - \rho_v), \quad (2)$$

где: Q – производительность, т/ч; ρ_m – плотность твердого в пульпе, т / м³; ρ_n – плотность пульпы в питании сепарации, т / м³; ρ_v – плотность воды, т / м³.

Номинальная $Q_{ном}$ и максимальная Q_{max} нагрузка по твердому на опробуемую нитку сепарации определяется непосредственно по формулам (1), (2). Минимальная нагрузка определяется по формуле:

$$Q_{мин} = 2 Q_{ном} - Q_{max} \quad (3)$$

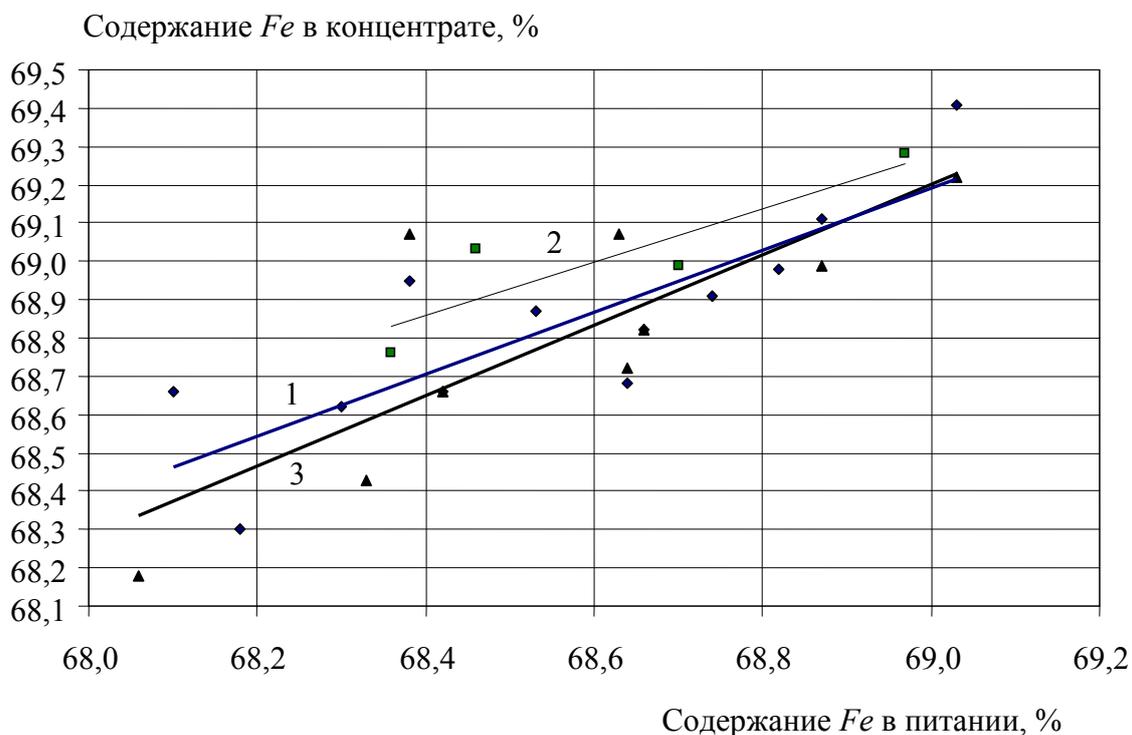
Изложенный расчет применялся для опробования 5 сепараторов из 10 работающих в первой стадии на секции № 1 цеха обогащения № 4 ОАО «ЛГОК». Методика опробований была интерполирована для испытаний одного сепара-

тора в операции. При этом за максимальную нагрузку принимали номинальную (“норму” – при полностью открытых шиберах питания всех сепараторов). Далее шибер на одном опробуемом сепараторе поджимали на 82 % и затем на 35 % – эти опыты соответствовали новой “норме” и минимуму. При расчетах использовали относительное изменение нагрузки на операцию, при опробованиях определялся не уровень заполнения всего пульподелителя, а уровень заполнения карманов питания опробуемых сепараторов. При этом объем питания определялся не по формуле (1), а по зависимостям:

$$V = V_{\text{макс}} (H_{\text{оп.}} / H_{\text{макс}})^{0,5} \quad \text{- для трех сепараторов (3 т.с.)} \quad (4)$$

$$V = V_{\text{ном}} (H_{\text{оп.}} / H_{\text{ном.}})^{0,5} \quad \text{- для одного сепаратора (1 т.с.)}$$

Результаты испытаний иллюстрируют рис. 1-3. Из рис. 1 видно, что показатели сепарации 1 стадии зависят как от величины нагрузки (т/ч) на операцию, так и от массовой доли железа в питании.



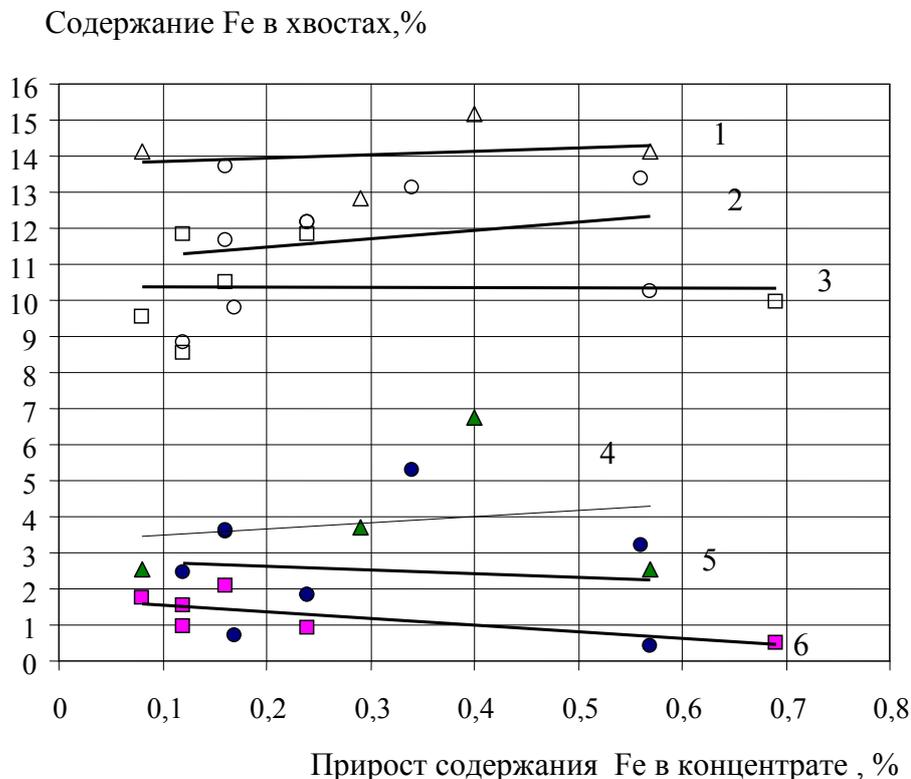
1 – норма, 82 %; 2 – минимум, 3 5%; 3 – максимум, 100%.

Рис.1- Зависимость содержания *Fe* в концентрате от содержания *Fe* в питании 1 стадии магнитной сепарации (на разгрузке мельницы) при разной удельной производительности.

На богатом питании концентрат получается богаче, но прирост содержания железа в операции уменьшается. Это известная общая закономерность для маг-

нитной сепарации [2]. Однако обычно остается неясным вопрос - как при этом изменится содержание железа в хвостах. Считается, что оно может как вырасти, так и уменьшиться.

Анализ рис. 2 показывает:



Содержание *Fe* общ.: 1 - с минимальной нагрузкой; 2- с нормальной (обычной) нагрузкой; 3 - с максимальной нагрузкой.

Содержание *Fe* магн: 4 - с минимальной нагрузкой; 5- с нормальной (обычной) нагрузкой; 6 - с максимальной нагрузкой.

Рис. 2 - Зависимость между содержанием *Fe* в хвостах и приростом содержания *Fe* в концентрате 1 стадии магнитной сепарации при разной удельной производительности

1. При одном и том же приросте качества в операции массовая доля железа в хвостах увеличивается при уменьшении величины нагрузки.

2. При одной и той же нагрузке на сепарацию с увеличением прироста по качеству общее железо в хвостах растет, а магнитное – уменьшается. Этот результат в практике обогащения получен впервые.

С уменьшением нагрузки на сепаратор прирост качества в концентрате увеличивается (рис. 3).

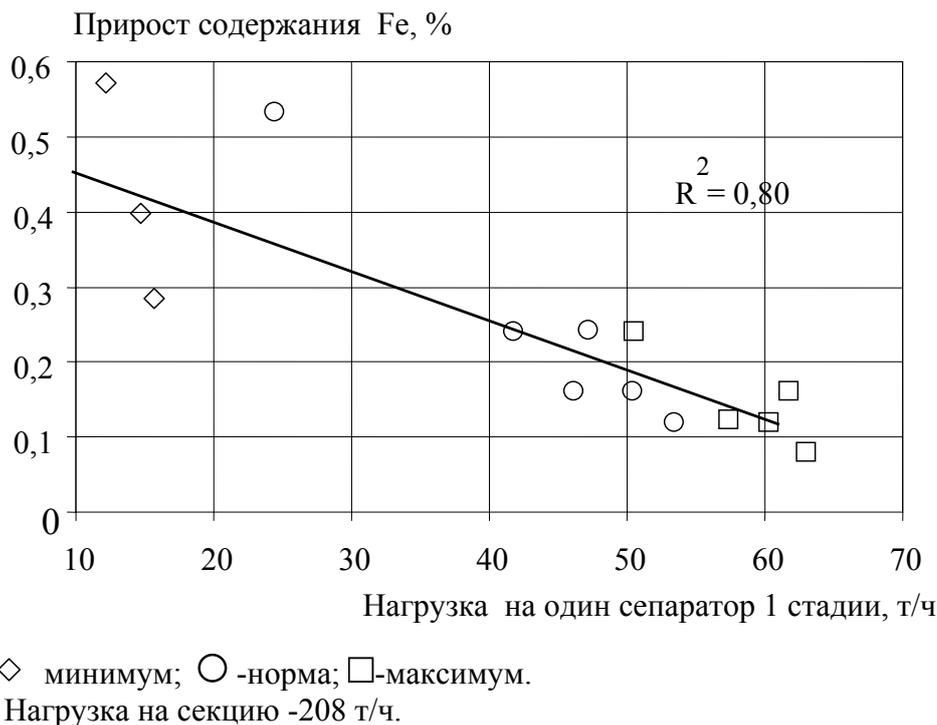


Рис. 3 – Прирост качества в операции 1 стадии магнитной сепарации от нагрузки на один сепаратор

Наибольшие приросты наблюдаются на бедном питании, на более богатом они снижаются. Установлена корреляционная зависимость прироста качества в концентрате сепарации ΔFe (%) от удельной нагрузки на один сепаратор $Q_{yд}$ (т/ч):

$$\Delta Fe = 0,518 - 0,0066 Q_{yд} \quad (5)$$

Увеличение нагрузки на 1 сепаратор ~ на 15 т/ч (с 48 до 63 т/ч) приводит к уменьшению прироста качества на 0,1% (с 0,2 до 0,1%), то есть зависимость имеет динамику - 0,1% снижения качества на 15 т/ч увеличения нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование процессов гидросепарации и гидроклассификации тонких железорудных суспензий с использованием слабонапряженных магнитных полей для разработки оборудования и создания технологий обогащения железных руд различного вещественного состава: отчет о НИР (заключит.): 42-44 / ИГТМ НАНУ; рук. Надутый В.П.; исполн.: Чельшкина В.В. [и др.].- Днепропетровск, 2007. -156 с.- Библиогр. 28: с. 118.- № ГР 0103V 001637.

2. Справочник по обогащению руд: Специальные и вспомогательные процессы / О. С. Богданов, В. И. Ревнивцев и др. – М.: Недра, 1983. – С. 74 – 77.

3. А. Ф. Тагарт Основы обогащения. - М.: Наука, 1958. – 567 с.