

**Ю.И. ТЮРЯ**, канд. техн. наук, **А.Д. ТОЛКУН**  
(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

## **СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ИЛЬМЕНИТА С ПРОДУКТАМИ ОБОГАЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИРШАНСКОГО ГОКА**

На сегодняшний день, промышленными источниками титанового сырья являются месторождения, содержащие ильменит, рутил, лейкоксен и, в последнее время, анатаз. Львиная (около 90%) часть ильменитовых, лейкоксеновых и рутиловых концентратов используются для производства диоксида титана.

Наиболее богатыми по содержанию диоксида титана являются рутиловые концентраты (93...96%), ильменитовые содержат 44...70% диоксида титана, а концентраты из лейкоксеновых руд содержат до 90%  $TiO_2$ .

Украина является второй страной СНГ по запасам титана. Разведанные запасы титана составляют 40,5% от общих запасов стран СНГ, запасы циркония – 19,1%. Основные запасы приурочены к большим ильменит-рутил-циркониевым россыпным месторождениям – Малышевскому и Иршанской группы россыпей.

Иршанский ГОК осуществляет разработку ильменитсодержащих россыпных месторождений. В настоящее время в процессе разработки находятся Иршанское, Верхне-Иршанское, Лемненское и Междуреченское месторождения.

На Иршанском ГОКе первичное обогащение выполняется на обогатительных фабриках карьеров № 5, 6, 7, 8 и 9. Доводка ильменитовых концентратов осуществляется с применением гравитационных и магнитных методов.

Технологическая схема переработки ильменитовой руды включает следующие этапы:

1. Подготовка песков к обогащению – осуществляется с целью размыва (дезинтеграции) песков, поданных на фабрику, удаления крупных (больше 4,0 мм) и мелких (меньше 0,05 мм) классов, которые практически не содержат ильменит. Продуктом подготовки песков является так называемая "зернистая масса", которая содержит 8...15% ильменита.

2. Гравитационное обогащение – осуществляется с целью удаления основной массы пустой породы. Этот этап обогащения проводится с помощью нескольких стадий винтовой сепарации. Продуктом гравитационного обогащения служит черновой ильменитовый концентрат, который содержит до 70% ильменита.

3. Доводка черновых концентратов включает мокрую магнитную сепарацию, в процессе которой осуществляется доочистка большей части черного ильменитового концентрата до массовой доли ильменита больше 94,5% (готовая продукция).

Технологическая схема Иршанского ГОКа представлена на рис. 1.

Целью настоящей работы было установить возможность снижения потерь ильменита с отходами до 1%, повысить качество черного концентрата, одновременно с этим увеличить извлечение полезного минерала в концентрат путем

## Загальні питання технології збагачення

совершенствования технологии переработки ильменитовой руды в условиях Иршанского ГОКа.

Для решения этих задач был детально изучен вещественный состав ильменитового концентрата основной винтовой сепарации; выделены разновидности основных минералов и установлены их физические свойства, которые определяют поведение минеральных зерен при применении тех или иных методов обогащения. Путем постановки лабораторных технологических исследований намечены пути достижения поставленной цели.

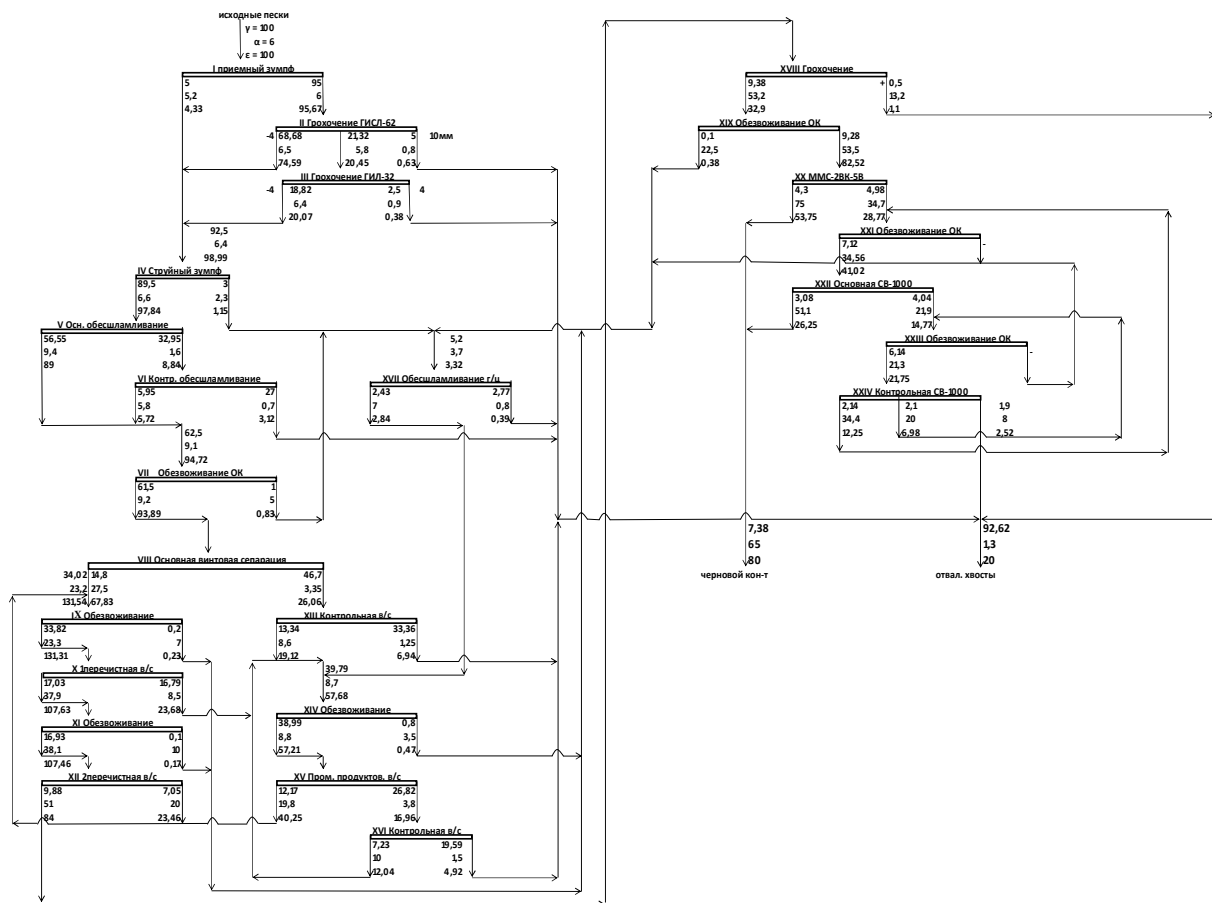


Рис. 1. Технологическая схема Иршанского ГОКа

Технологические исследования по изучению возможности повышения качества черного концентрата проводились в лабораторных условиях на пробе ильменитового концентрата. Проба была отобрана на обогатительной фабрике карьера №8 Иршанского горно-обогатительного комбината после операции основной винтовой сепарации. Гранулометрический состав и распределение ильменита по классам крупности приведены в табл. 1.

Гранулометрический состав исследуемой пробы		
Класс крупности, мм	Выход, %	Содержание ильменита, %
+1,6	3,32	22,97
-1,6+1	5,72	22,51
-1+0,63	14,04	38,23
-0,63+0,4	22,56	34,8
-0,4+0,2	31,75	22,23
-0,2+0,1	18,88	25,48
-0,1+0,05	0,96	29,32
-0,05	2,78	3,0
Итого	100	27,5

После детального изучения вещественного состава концентрата основной винтовой сепарации (табл. 1) установлено, что основная масса открытых зерен ильменита (до 38%) сосредоточена в классе -1+0,4 мм. На основании этого предложено классифицировать материал по следующим классам крупности: +1; -1+0,4; -0,4 мм, которые в дальнейшем подвергать раздельному обогащению.

Для выбора наиболее эффективного процесса обогащения данного материала применяли методы магнитного и гравитационного обогащения. Ильменитовая руда относится к слабомагнитным рудам, поэтому для ее обогащения применяют сепараторы с сильным магнитным полем. Исходя из этого, в качестве оборудования были предложены следующие аппараты: электромагнитный индукционно-роликовый сепаратор типа 138-Т и роторный магнитный сепаратор 6ЭРМ-35/315 – для магнитного обогащения. В качестве аппарата для гравитационного обогащения выбран концентрационный стол СКЛ-1.

Однако, после проведения лабораторных испытаний, которые включали магнитное обогащение исследуемой пробы, классифицированной по выбранным классам крупности (более 1 мм и -1+0,4 мм), с помощью электромагнитного индукционно-роликового сепаратора типа 138-Т, получены конечные продукты обогащения с приблизительно одинаковым содержанием ильменита в них. Поэтому классифицировать материал по крупности 1 мм и обогащать данные классы раздельно с помощью ЭРС – не целесообразно. Исходя из этого, последующим испытаниям с помощью электромагнитного индукционно-роликового сепаратора типа 138-Т подвергали материал крупностью более 0,4 мм.

Для достижения намеченных целей предлагается изменить действующую технологическую схему фабрики, заменив при этом перечистные операции винтовой сепарации (4 стадии) и операцию мокрой магнитной сепарации на обогащение в одну стадию магнитными методами с помощью электромагнитного индукционно-роликового сепаратора типа 138-Т и роторного магнитного сепаратора 6ЭРМ-35/315. Технологическая схема предложенного блока представлена на рис. 2.

Применение данного блока в технологической схеме обогащения ильменитовой руды в условиях Иршанского ГОКа позволяет получить конечные про-

## Загальні питання технології збагачення

дукты разделения: концентрат с содержанием ильменита 90,12% и отходы с содержанием ильменита 2%, при эффективности обогащения  $E=67,84\%$ . Однако, при этом выход концентрата 4,55% – низкий, а содержание ильменита в отходах не удовлетворяет условиям поставленной задачи, а именно снижение потерь ильменита с отходами до 1%.

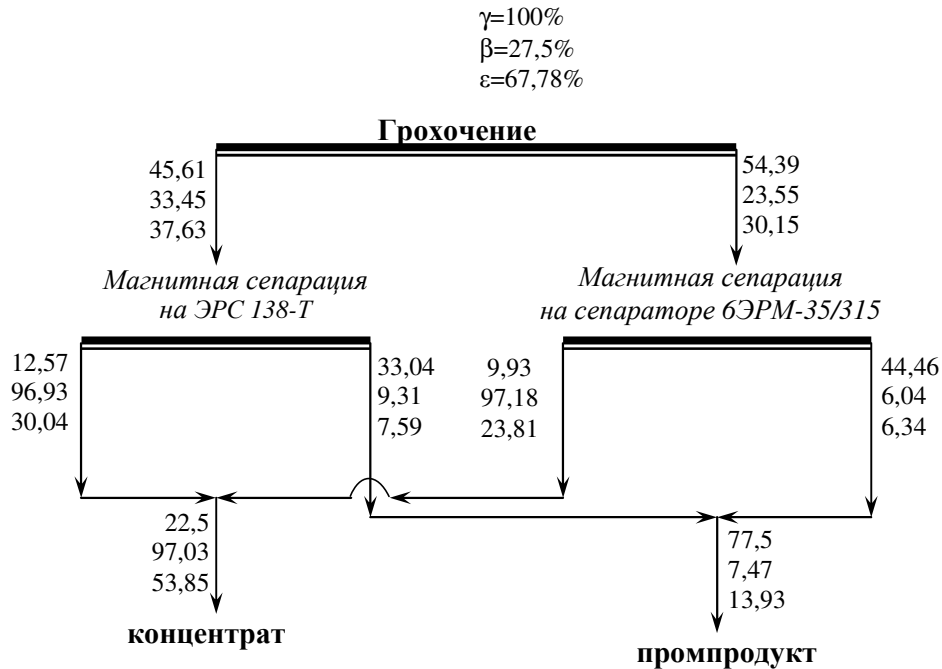


Рис. 2. Технологическая схема предложенного блока

Проанализировав вещественный состав полученных продуктов разделения с помощью минералогического анализа, установлено, что в крупном классе более 1 мм присутствует большое количество сrostков. Большая часть сrostков попадает в отходы, что приводит к увеличению потерь ильменита с данным продуктом. Исходя из вышеописанного, следует, что материал более 1 мм является нераскрытым, необходимо сrostки разрушить, выделив при этом свободные зерна ильменита и кварца. Для этого материал крупностью более 1 мм подвергли измельчению, уменьшив крупность до -1 мм. После этого выделили два класса крупности: -1+0,4 и -0,4 мм, которые обогащали раздельно магнитными и гравитационными методами.

Для исследований были предложены три варианта технологических схем-блоков, которыми заменяли в действующей технологической схеме обогатительной фабрики карьера №8 перечистные операции винтовой сепарации (4 стадии) и операцию мокрой магнитной сепарации.

### *Вариант 1*

Схема-блок №1 содержит: классификацию материала по крупности 1 и 0,4 мм, измельчение материала более 1 мм, который в дальнейшем классифицировали по крупности 0,4 мм, обогащение полученных классов крупности

## Загальні питання технології збагачення

магнитним (с использованием электромагнитного индукционно-роликового сепаратора типа 138-Т) и гравитационным методами (рис. 3).

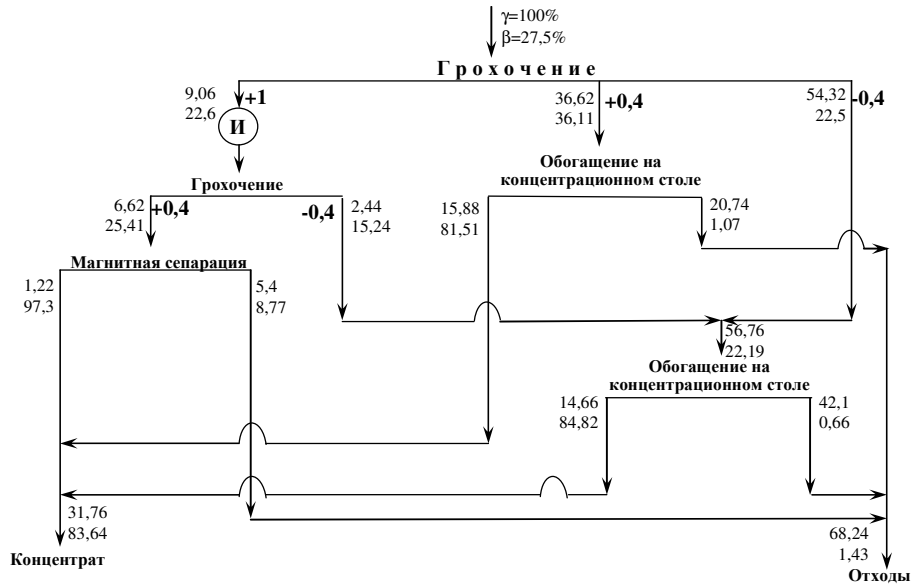


Рис. 3. Технологическая схема-блок №1

### Вариант 2

Схема-блок №2 содержит: классификацию материала по крупности 1 и 0,4 мм, измельчение материала более 1 мм, который в дальнейшем классифицировали по крупности 0,4 мм, обогащение полученных классов крупности гравитационным методом (рис. 4).

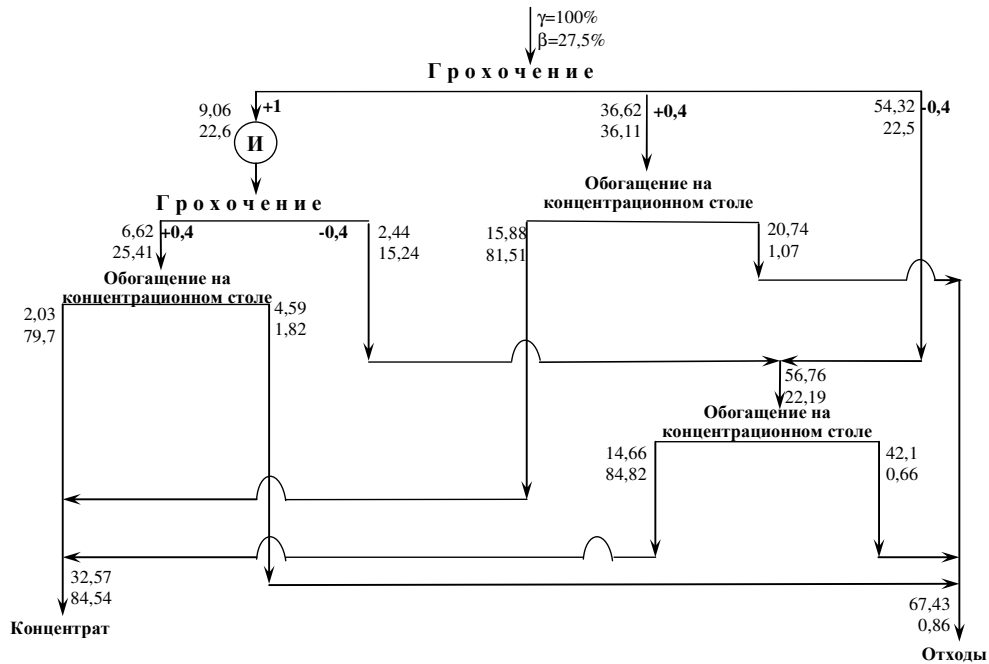


Рис. 4. Технологическая схема-блок №2

## Загальні питання технології збагачення

### Варіант 3

Схема-блок №3 содержит: классификацию материала по крупности 1 и 0,4 мм, измельчение материала более 1 мм, который в дальнейшем классифицировали по крупности 0,4 мм, обогащение полученных классов крупности магнитным (с использованием роторного магнитного сепаратора 6ЭРМ-35/315) и гравитационным методами (рис. 5).

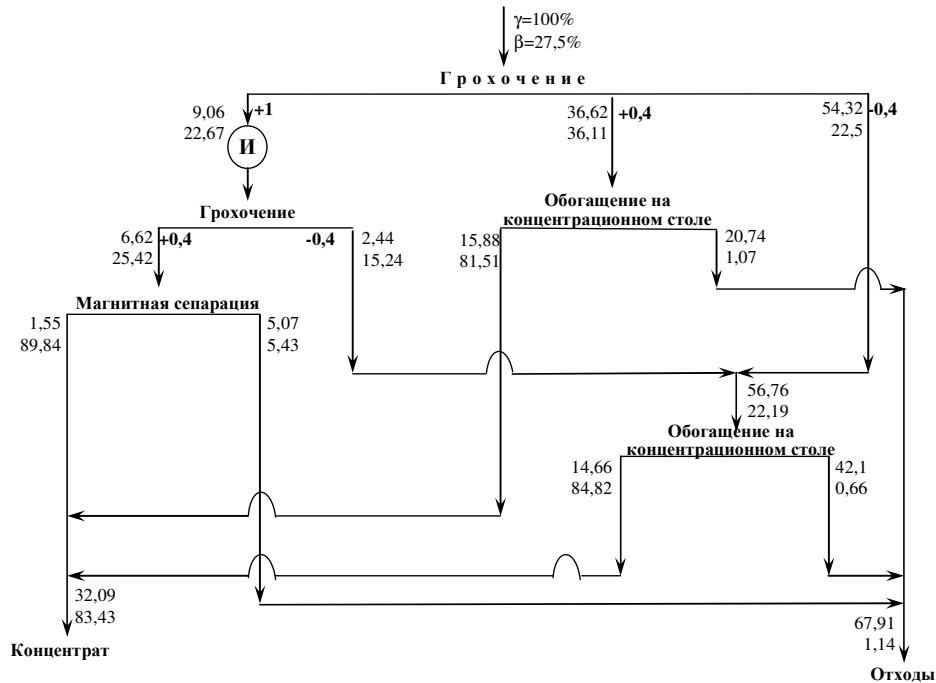


Рис. 5. Технологическая схема-блок №3

Результаты, полученные после испытаний исследуемой пробы материала по предложенным схемам-блокам, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительные показатели продуктов обогащения, полученных после испытаний по предложенным схемам-блокам

Показатели	Вариант №1		Вариант №2		Вариант №3	
	концентрат	отходы	концентрат	отходы	концентрат	отходы
Выход $\gamma$ , %	4,7	10,1	4,82	9,97	4,75	10,05
Содержание ильменита $\beta$ , %	83,64	1,43	84,54	0,86	83,43	1,14

Сравнение полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что применение схемы-блока №2 позволяет снизить потери ильменита с отходами до 0,86 %. Исходя из этого, в действующей технологической схеме фабрики возможно схемой-блоком №2 заменить перечистные операции винтовой сепарации (4 стадии) и операцию мокрой магнитной сепарации. Сравнительные показатели качества продуктов обогащения, полученных по действующей технологической схеме фабрики и предложенного схемы-блока представлены в табл. 3.

## Загальні питання технології збагачення

Таблиця 3

Показатели	Концентрат		Отходы	
	Действующая технологическая схема	Предложенная схема-блок №2	Действующая технологическая схема	Предложенная схема-блок №2
Выход, $\gamma$	7,38	6,64	92,62	93,36
Содержание ильменита $\beta$ , %	65	76,53	1,3	0,98
Извлечение $\epsilon$ , %	80	84,73	20	15,27
Эффективность обогащения $E$ , %	77,26	83,08		

Анализ полученных результатов показывает, что при замене перемесных операций винтовой сепарации (4 стадии) и операции мокрой магнитной сепарации в действующей технологической схеме Иршанского ГОКа схемой-блоком №2 возможно получить концентрат с содержанием ильменита 76,53% и отходы с содержанием – 0,98%. При этом, эффективность обогащения составляет  $E=83,08\%$ , что в сравнении с применяемой технологией на ГОКе выше. Достигается это за счет следующих мероприятий: раскрытие материала крупностью более 1 мм, классификация материала по крупности 0,4 мм, раздельное обогащение полученных классов крупности гравитационным методом с применением концентрационного стола. Выполнение данных мероприятий позволит снизить потери полезного минерала с отходами до 1%, повысить качество черного концентрата, увеличить извлечение полезного минерала в концентрат, что соответствует поставленной задаче.

© Тюрю Ю.И., Толкун А.Д., 2011

*Надійшла до редколегії 17.05.2011 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*