

СЕЛЕКТИВНАЯ ВЫЕМКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТИПОВ РУД В УСЛОВИЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УШКАТЫН-III

Руды месторождения Ушкатын-III выгодно отличаются самым низким среди месторождений СНГ, включая Каражальскую и Джездинско-Улутаускую группы месторождений, содержанием фосфора (0,012-0,047%), однако технологическая сортность ушкатынских руд, схемы добычи и переработки до конца не разработаны несмотря на то, что месторождение фактически эксплуатируется в течение более 20 лет. Особую проблему представляет собой переработка железистых сортов марганцевых руд (9-15%) /1/.

Усреднение по содержанию железа требует пропорциональной добычи железистых и маложелезистых сортов марганцевых руд, что при неравномерном пространственном размещении указанных сортов, в свою очередь, приводит к необходимости организации не менее двух фронтов добычных работ.

Таким образом, основной задачей является определение технологических типов марганцевых руд месторождения в тесной увязке технологических возможностей горного, обогащательного и металлургического переделов ушкатынских руд.

Известные по результатам детальной разведки месторождения природные типы железных марганцевых руд (гематитовые, гаусманитовые, браунитовые, браунит-гаусманитовые, якобитовые и пиролюзит-псиломелановые) находятся большей частью по разрезу в сложном чередовании, сменяя друг на друга по простиранию и падению. Собственно железными рудами считаются мономинеральные участки гематитовых и яшмогематитовых руд.

В действующих кондициях учтены три промышленных сорта руд:

1. железные;
2. марганцевые первичные (окисные);
3. марганцевые окисленные руды.

Поуступное распределение запасов железо-марганцевых руд в объединенном карьере Ушкатын-III, выполненное Жаильминской ГРП /3/, учитывает особенности пространственного распределения технологических типов .

Результаты поуступного перераспределения запасов железо-марганцевых руд показали, что железистые типы окисленных и первичных (окисных) марганцевых руд, составляющие в общих запасах открытой добычи около 41%, имеют средние и рядовые содержания железа, значительно превышающие усредненную характеристику по детальной разведке железистого подтипа руд (8,5% железа) и по запасам марганцевых руд месторождения в целом (железа 6,20%), а исследованные технологические лабораторные и полупромышленные пробы руд месторождения характеризуют только маложелезистый тип руд.

В целом рудная толща четко делится на верхнюю и нижнюю пачки, разделяемые горизонтом (30-40 м) ссых органогенно-дистриловых известняков. Нижняя пачка, состоящая из шести пластов (рудных горизонтов), представляет наибольшую промышленную ценность. Верхняя пачка (восемь горизонтов) не содержит якобитовых руд, в ней преобладают гематитовые руды.

Отмечаются развитие маложелезистых руд к югу от профиля XIII-XIII и железистых севернее данного профиля. Распределение железистого и маложелезистого сортов окисных руд по /2/ подчиняется закономерности: южные и западные линии 1а-1а во всех пластах преобладают маложелезистый сорт. Севернее XIII в пластах 1,2 руды только железистые.

По минеральному составу и количественным соотношением полезных рудных минералов на месторождении Ушкатын-III выделены природные типы марганцевых руд /2/:

гаусманитовые,
браунитовые,
гаусманитовые-браунитовые,

якобитовые (железо-марганцевые),
пиролюзит-псиломелановые
(окисленные).

Гаусманитовые руды распространены в северной части месторождения (разведочные линии П-Х) в пластах 4, 6, 8, 9, 10-13, представляя собой чередование гаусманитовых прослоев (0,3-0,5 м), серых детритовых и красноцветных узловатых известняков (0,05-0,5 м), с редкими прослоями браунита и гематита. Для руд характерно крупно-кристаллическое зернистое строение, темно-бурая, шоколадно-бурая окраска, слоистые текстуры, особенно отчетливые в присутствии послойных и секущих прожилков силикатов марганца или кальцита. Структура гаусманита разномерная от тонко- до крупнозернистой с разномерностью выделения минерального зерна от 0,001 до 0,05 мм. Крупнокристаллический гаусманит представлен удлиненно-призматическими, спутанно-волоконистыми, игольчатыми и изометричными зернами с пластинчатыми двойниками. Более поздний по отношению к брауниту и сопровождается ассоциацией метаморфогенных силикатов марганца (фриделит, пеннантит, тефроит, родонит).

Химические анализы гаусманита с незначительными примесями других минералов показали, что содержание марганца в минерале колеблется от 53,2% до 66,6% железа - 0,28-1,34% /2/.

Браунитовые руды являются основным типом окисных руд месторождения. Браунит - $3 \text{ Mn}_2\text{O}_3$ (Mn, Mg, Ca) $\times \text{SiO}_2$ по анализам химического состава содержит железа от 0,3% до 0,78%, марганца 54,2-59,4%, кремнезема 10,6-14,6%. По М.М.Каюповой (1974) химический состав браунита: 2,05% MnO ; 52,0% $-\text{Mn}_2\text{O}_3$; 27,85% $-\text{MnO}_2$; 11,85% SiO_2 ; 1,22% Fe_2O_3 ; 3,01% $-\text{As}_2\text{O}_3$; 1,26% MgO ; 0,11% CaO ; 0,6% H_2O^1 .

В северной части месторождения браунитовые руды встречаются редко в виде прослоев (0,2-2,0 м) в пластах 4, 6, 8. В центральной части преобладают в пластах 1, 6,8 и 9-10. На юге практически все пласты марганцевых руд сложены браунитом с мощностью 0,3-1,5 м. Плотные, с отчетливо выраженной слоистостью, контакты с нерудными прослойками изрезаны, нередко пережимы и разлинзованность. Пересчет результатов химических анализов и фазовые анализы показывают, что в минералогическом составе браунитовых руд преобладают браунит (68-89%) и кальцит (11-32%).

В полупромышленной пробе - браунита 55%, фриделита 23%, карбонатов марганца 15%, родонита 3%.

Якобитовые руды. Распространены на большей части во 2-ом пласте, встречаются в пластах 1, 3 и нижней части пласта 4, представляя собой чередование прослоев (1-30 см), узловатослоистых гематитсодержащих известняков, гематита, якобита и гаусманита. Имеют темно-серый цвет со слабозеленоватым оттенком, сильно магнитны, текстуры узловато-слоистые, слоистые, брекчиевидные: структуры от пелитоморфной до мелкозернистой с размером зерен якобита 0,0001-0,2 мм, в среднем 0,001-0,1 мм. Особенность химического состава якобита (MnFe_2O_4) является примерно равные содержание марганца и железа и повышенное содержание цинка (0,13-0,48%). Концентрация марганца в минерале колеблется от 20,66% до 30,47%; железа от 25 до 29,71% /2/. По Каюповой (1974) присутствуют в рудах две разновидности якобита: ферроцинковая и цинковая. Форма зерен изометричная, неправильная, редки октаэдрические кристаллы (0,1-0,3 мм). В пласте 2 широко распространены ритмиты - тонкое чередование прослоев гематита и якобита мощностью от 1 до 5 мм. При поздних изменениях замещается гаусманитом, сфалеритом и ассоциирует с тефроитом, фриделитом пеннантитом, марганецкальцитом и родохрозитом.

Пирролюзит-псиломелановые руды. Сосредоточены в коре выветривания и образовались за счет окисления марганцевых и железомарганцевых руд. Распространены на глубинах 50-80 м с отдельными карманами на глубинах до 120 м. Сближенные пласты 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6, 9-13, сливаются, образуя шляпу окисленных марганцевых руд. Представлены двумя разновидностями: прочными, плотными и рыхлыми, сажистыми. Первые образуются при окислении богатых окисных марганцевых руд, вторые - по бедным и содержат значительную примесь глинисто-кремнистого материала. По результатам детальной разведки между первичными и окисленными рудами установлена зона смешанных руд незначительной мощности от 1-3 до 10 м с различным соотношением гипо- и гипергенных минералов марганца.

Основными минералами марганца в окисленных рудах по результатам минералогических исследований выполненных Шибриком В.И., Радченко Н.М. (Центральная геохимическая партия ПГО "Центрказгеология") являются псиломелан, пирролюзит, редко встречаются вернадит, манганит (MnOOH), коронадит. По исследованиям Института геологии рудных месторождений АН СССР

• Технические науки

среди окисленных марганцевых руд месторождения Ушкатын-III выделяются три типа руд: криптомелановые, криптомелан-тодорокитовые и криптомелан-пирролюзитовые.

Криptomелановые руды - единственный тип руд на глубинах ниже 7-10 м от поверхности, плотные, массивной текстуры с тонкозернистым до криптокриталлического строения. Криptomелан - пирролюзитовый тип наблюдается на эрозионном срезе и до глубин 15-20 м. Криptomелан - тодорокитовые руды развиты на тех же площадях, но в других горизонтах. Главный минерал тодорокит.

Таким образом, главными рудными минералами окисленных руд, кроме пирролюзита являются минералы со структурой типа голландита ($X \times R \cdot Mn^{4+}_6O_{16}$), где X - K₂, Ba, Pb R- Mn, Fe, Cu, Zn для криптомелана характерен калий, для голландита барий, для коронадита - свинец.

Нахождение данных минералов в различных количественных соотношениях, но с преобладанием криптомелана, хорошо увязывается с химическими анализами окисленных марганцевых руд, показывающими постоянно повышенное содержание калия, бария, Pb, Zn, Cu (табл. 1, 2).

Раннее выполненными исследованиями в лабораторном и полупромышленном масштабах показано возможность получения из ушкатынских руд и концентратов стандартных марок ферромарганца и силикомарганца, но при соотношении в концентрате марганца к железу не менее 6-8. Таким требованиям удовлетворяют маложелезистые окисленные и окисные руды месторождения и получаемые из них марганцевые концентраты.

Технологические типы (промышленные сорта) рудного сырья в настоящее время выделяются с учетом комплекса требований и технических возможностей взаимосвязанных горного, обогащенного и металлургического переделов с получением конечной товарной продукции

Для марганцевых руд месторождения Ушкатын-III конечной товарной продукцией является стандартные марки марганцевых ферросплавов, поэтому при рассмотрении технологических типов руд необходимо учитывать требования ферросплавного производства, из которых, кроме содержания основного металла, имеет технологическое значение содержание железа и количество вредных примесей, в первую очередь, фосфор.

Таблица 1. Среднее содержание и колебание компонентов в марганцевых рудах месторождения Ушкатын-III, % (по данным Химико-металлургического института АН КазССР)

Компонент	Окисленные руды					первичные руды				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Марганец	40,68-50,64	36,11-47,58	30,09-33,80	20,05-29,26	20,05-50,64	40,77-45,98	35,19-38,60	30,49-34,2	15,80-31,11	15,80-45,98
	43,57	39,12	32,69	22,35	39,95	45,25	36,34	32,50	20,85	29,53
	1,00-5,65	3,82-9,64	2,90-7,10	3,70-20,00	1,00-20,00	2,26-3,93	1,11-4,61	1,59-3,07	1,01-20,0	1,01-20,00
Железо	4,30	8,10	6,58	10,85	6,73	2,91	3,89	3,43	8,86	5,79
	5,46-14,56	6,76-18,26	23,0-32,60	15,64-37,77	5,46-37,77	5,40-9,61	7,27-10,65	7,41-13,91	6,86-18,64	5,40-18,64
	11,74	16,45	25,22	33,00	19,60	7,16	9,50	9,68	11,32	10,03
Кренизем	0,01-0,052	0,016-0,050	0,021-0,086	0,016-0,068	0,010-0,086	0,013-0,052	0,012-0,060	0,011-0,080	0,004-0,074	0,004-0,076
	0,019	0,046	0,065	0,026	0,028	0,026	0,022	0,013	0,019	0,019
	0,91-2,06	0,77-1,43	0,77-1,81	0,78-3,64	0,77-3,64	8,67-13,90	8,84-16,32	13,25-23,58	7,80-32,18	7,80-32,18
Оксид кальция	1,31	1,03	1,35	1,64	1,38	10,46	10,64	17,89	21,06	17,03
	0,71	1,19	0,72	0,70	0,75	0,91	1,05	1,00	1,17	1,07
	0,03	0,28	0,48	0,45	0,36	0,02-	0,12	0,03	0,45	0,23
окись свинца	0,50	0,34	0,45	0,31	0,43	0,26	0,31	0,17	0,13	0,19
окись цинка										

Примечание - первый сорт; II - второй сорт; III - третий сорт; IV - четвертый сорт; V - первый-четвертый сорта; 1,2 строки - пределы колебаний; 3 строка - среднее.

Таблица 2. Химический состав окисленных и окисных ушкатынских марганцевых руд по результатам детальной разведки

Компоненты	Окисленные руды			окисные руды		
	Мас. доля, %			Мас. доля, %		
	От	До	среднее	от	до	Среднее
Марганец	13,38	50,64	30,56	17,91	49,15	25,68
Железо	1,0	34,16	8,20	0,50	53,93	6,36
Фосфор	0,002	0,600	0,039	0,002	0,53	0,018
Сера	0,004	0,21	0,051	0,02	0,54	0,13
Мышьяк	0,006	0,248	0,039	0,003	1,00	0,06
Кремнезем	5,46	51,18	23,92	1,70	27,10	11,76
Глинозем	1,14	11,70	4,12	0,60	4,01	1,58
Оксид кальция	0,40	13,74	2,95	4,55	32,92	19,23
Оксид магния	0,0	4,30	0,54	0,0	6,74	0,99
Оксид калия	0,30	2,90	1,14	0,1	2,30	0,30
Оксид натрия	0,20	1,30	0,45	0,10	2,30	0,38
Свинец	0,013	1,7	0,34	0,04	3,30	0,16
Цинк	0,01	0,85	0,26	0,005	0,93	0,11
Медь	0,002	0,03	0,006	0,001	0,014	0,003
П.п.п.	5,22	17,0	8,41	9,33	27,38	17,42

Таким образом, учитывая, что основность марганцевого сырья перед плавкой регулируется флюсовыми добавками, то основным показателем качества ушкатынских руд является содержание железа и отношение марганца к железу (модуль железистости), от значения которых зависит и схема обогащения и номенклатура получаемых ферросплавов. Анализ результатов технологических исследований лабораторных и полупромышленных проб показывает прямую зависимость качества марганцевых концентратов, получаемых по проектной гравимагнитной схеме обогащения, от исходного содержания металлов в руде. Из окисленных руд концентраты, пригодные для выплавки ферромарганца, получаются в интервале рядовых содержаний марганца 18-25% при содержании железа в руде не более - 5,0%, из окисных - при концентрации железа не более 3,5-4,0%. Для выплавки силикомарганца аналогичные содержания железа составляют 5,5-6,0% и 5,0-5,5%, соответственно.

В то же время сопоставление средних содержаний металлов в погоризонтных запасах товарной руды показывает, что из железистой части запасов марганцевых руд месторождения получить по гравимагнитной схеме концентраты для выплавки стандартных марок ферромарганца или силикомарганца невозможно.

Однако новая область применения ушкатынских концентратов и части руд в качестве заменителя малофосфористого шлака (или богатого марганцевого шлака) значительно повышает предельно допустимые содержания железа в подготовленной к обогащению руде.

Сопоставление качества марганцевых руд в погоризонтных запасах с ожидаемым качеством концентратов при переработке по гравимагнитной схеме

обогащения и качеством продуктов металлургического передела концентратов показывает, что кондиционные концентраты возможно получить при содержании железа в интервале содержания марганца 17-28% (диапазон колебания содержания металла в погоризонтных запасах) для окисленных руд 10,4-11,3%, для окисных 8,5-10,4%.

При погоризонтном усреднении среднее содержание металлов в товарной руде полностью попадает в область, где соотношения марганца и железа позволяют получить кондиционные концентраты, которые полностью могут быть использованы в металлургическом переделе. Усреднению подлежат отдельные блоки, в которых содержания железа повышает предельно допустимые значения и таким образом, в процесс усреднения вовлекается лишь часть рудной массы.

Таким образом с точки зрения требований горного, обогатительного и металлургического переделов в запасах марганцевого сырья месторождения Ушкатын-III выделяются два технологических типа марганцевых руд: окисные и окисленные, пространственно залегающие раздельно, с крупными запасами (15,3 и 84,7%, соответственно), с различными физико-химическими свойствами (рыхлые и плотные) и, соответственно, с разной схемой рудоподготовки:

высокремнистые, с одной стороны, и карбонатные, с другой, требующие различных флюсовых добавок, причем часть окисленных руд может быть переработана прямым металлургическим переделом.

Железистые сорта марганцевых руд и пероксидные руды являются технологическими сортами окисных и окисленных руд.

Окисленные и оксидные (окисные) марганцевые руды, как основные технологические типы сырья месторождения размещаются обособленно. Окисленные руды, являясь продуктом вторичных изменений оксидных руд, локализованы в коре выветривания на верхних 10 горизонтах (390-288). Пространственное размещение маложелезистых и железистых сортов руд более сложное. В горизонтальном плане отмечаются преобладание железистых сортов севернее XIII профиля, а к югу от XIII профиля - преобладание маложелезистых руд. С глубиной (по вертикали) встречаются как первые, так и вторые сорта с преобладанием или более частой встречаемостью маложелезистых сортов висячем борту (нижней рудной бочке) рудных тел.

Как известно, в настоящее время основной проблемой освоения месторождения Ушкатын-III является переработка железистых оксидных руд.

Анализ зависимости качества концентратов, получаемых по гравимагнитной схеме обогащения, от содержания металлов в исходной руде с учетом области использования ушкатынского сырья в качестве малофосфористого шлака, позволяет определить предельно допустимые содержания железа в исходной руде в диапазоне рядовых содержания марганца в эксплуатационных блоках (табл 3), позволяющая получать товарную продукцию (кондиционные концентраты и ферросплавы) при обогатительном и металлургическом переделах ушкатынских марганцевых руд.

Таблица 3. Предельно допустимые содержания Fe в товарной марганцевой руде

Окисленные руды			оксидные руды			Окисленные руды			оксидные руды		
Содержание, %		Mn Fe	Содержание, %		Mn Fe	Содержание, %		Mn Fe	Содержание, %		Mn Fe
Mn	Fe		Mn	Fe		Mn	Fe		Mn	Fe	
17	10,4	1,63	2,0	8,5	2,0	24	10,9	2,20	2,50	9,6	2,50
18	10,5	1,71	2,07	8,7	2,07	25	10,95	2,28	2,55	9,8	2,55
19	10,6	1,79	2,16	8,8	2,16	26	11,0	2,36	2,63	9,9	2,63
20	10,7	1,87	2,22	9,0	2,22	27	11,1	2,43	2,67	10,1	2,67
21	10,75	1,95	2,26	9,3	2,26	28	11,2	2,50	2,72	10,3	2,72
22	10,8	2,04	2,34	9,4	2,34	29	11,3	2,57	2,79	10,4	2,79
23	10,85	2,12	2,42	9,5	2,42	30	11,4	2,63	2,86	10,5	2,86

Установление уровня допустимого содержания железа в добытой руде в зависимости от содержания марганца позволяет вести усреднения руд только в блоках с содержанием железа выше допустимого, шихтуя их необходимым количеством маложелезистых руд. Процесс усреднения возможно вести как на усреднительных складах, так и усреднять концентраты на фабрике, соблюдая очередность переработки добытых железистых и маложелезистых сортов в намеченных к усреднению объемах.

Таким образом упрощается технология селективной выемки сортов /5/ с применением малопроизводительного оборудования и объем перемешивания руд.

Анализ распределения запасов товарной руды в контуре открытой разработки месторождения по простиранью рудных тел показывает, что для рационального развития горных работ с целью достижения пропорционального соотношения объемов железистых и маложелезистых руд, позволяющие получить кондиционные концентраты из всей добытой рудной массы в короткие календарные сроки необходимо вести одновременное вскрытие, подготовку и выемку запасов севернее и южнее XII профиля. В этом случае возможно сбалансировать объемы железистых и маложелезистых руд и выдержать содержание железа на требуемом уровне.

Такой принцип должен быть положен в основу перспективного и оперативного планирования добычных работ на месторождении.

Таким образом, пространственное размещение технологических типов руд месторождения, кроме вторичной зональности, определяется размещением железистых сортов руд, которое должно учитываться при планировании развития горных работ и составлении календарных графиков добычи руд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Определение требования к окисленным и первично-окисным концентратам месторождения Ушкатын-III (Заключение). - Харьков. Украинский научно-исследовательский институт специальных сталей, сплавов и ферросплавов. 1989 г. -47 с.

2. О разведке комплексного месторождения Ушкатын-III (марганец, железо, свинец, барит) по состоянию на 01.01.1984 г.: Отчет о детальной разведке. Жайремская ГРЭ ПГО "Центрразгеология"; Рожнов А.А., Бузмаков Е.П., Середа В.Я. и др. -№42-7765/4. - Караганда. 1983 г. - в 5 томах, 21 книга.

3. Изучение особенностей распределения различных технологических типов железо-марганцевых руд на месторождении Ушкатын-III: Отчет по уступному перераспределению запасов в контуре карьера Ушкатын-III, Жайльминская ГРП ЦКГР И ТЭ ПО "Казвинец"; Федоров В.И., Валюс И.И. -№42-86-121/2. - пгт Жайрем. 1988 г.

Резюме

Қайта өндіру және металлургиялық шектеулі шамасына тәуелді кеніштерінің марганец кенінің технологиялық түрлері анықталған.

Summary

There were found out technological types of the manganese ores deposit on the dependence of the process schemes and metallurgical sphere.

АО «Центр инжиниринга и трансферта технологий»

Поступила 10.09.2009 г.

УДК 625.041.03

Е.Е. Баубеков

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КОРРОЗИОНО - УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН В ПОДОШВЕ РЕЛЬСОВ

Много споров вызывают и изломы рельсов под поездами по дефекту 69 – классифицируемые как коррозионно-усталостные трещины в подошве рельсов [1]. На страницах журналов «Вестник ВНИИЖТа» и «Путь и путевое хозяйство» опубликован ряд работ А.Д. Конюхова, В.С. Лысюка, П.С. Иванова, М.И. Уманова и др., в которых высказаны различные и довольно противоречивые подходы по механизму возникновения и развития дефекта 69.

Так, в работе А.Д. Конюхова [2] отмечается, что выполненные во ВНИИЖТе и в НИЦ-Путь Горьковской дороги исследования свидетельствуют о том, что причиной изломов рельсов по дефекту 69 является коррозионная усталость рельсового металла, возникающая в результате длительного увлажнения подошвы рельса в зоне контакта с подрельсовой резиной или резино- кордовой прокладкой в сочетании с высоким уровнем изгибных напряжений и дополнительных напряжений от кручения.

Ежегодно на сети дорог России происходит 250...300 изломов рельсов под поездами из- за коррозионно-усталостных трещин в подошве. Количество изломов по дефекту 69 по отношению к количеству рельсов, изымаемых из пути по другим дефектам, невелико и составляет менее 1%. Однако если рассматривать только случаи излома рельсов под поездами, исключив из рассмотрения острodefектные и дефектные рельсы, обнаруженные средствами дефектоскопии, то картина резко меняется. Так, в 1998 г. на Московской дороге произошел 91 случай излома рельсов под поездами, из них 69 случаев (более 70 %) – из-за коррозионно-усталостных трещин в подошве рельсов (дефект 69). В этом состоит истинный масштаб проблемы и ее следует решать с учетом необходимости обеспечения безопасности, графиков и скорости движения поездов при одновременном снижении затрат на содержание пути.