



* **ФГБУ «ВИМС»**

**Авдонин Г.И., Машковцев Г.А.,
Соколова В.,**

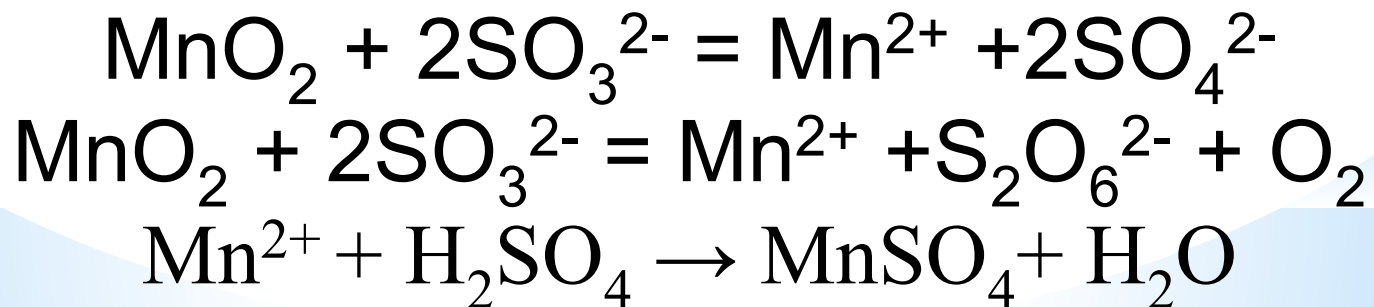
**«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
РУД НАТУРНЫМ ОПЫТОМ КУЧНОГО
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАРГАНЦА»**



В 2011 и 2012 гг фирма Kemetco выполнила гидрометаллургические исследования позволившие создать схему переработки, оксидных марганцевых руд месторождения «Artillery Mountain Manganese».

Предложенная схема предусматривала переработку исходного сырья с содержанием марганца 2,2-3,5% с суточной переработкой 3 500-7 000 т руды для производства 50 000 т/год ЭММ с чистотой выше 99,7% при общем извлечении марганца 88-93%.

Ключевым решением данной работе явилось использование того факта, что оксидные марганцевые руды могут легко выщелачиваться водным раствором сернистого газа.





Основные геологические задачи решаемые при

Поисковых работах

Определение
принципиальной
возможности отработки
руд способом КВ

Разведочных работах

Определение
технологических
параметров руд для
составления ТЭО
кондиций и постановки
запасов на учет в ГКЗ



Основные технологические свойства руд определяемые натурным опытом

При поисковых работах

- Средняя концентрация Mn в ПР.
- Максимальное извлечение Mn в ПР.
- Величина отношения Ж/Т для максимального извлечения.
- Определение скорости движения фронта выщелачивания

При разведочных работах

- Гидрофизические свойства рудного материала.
- Удельный расход реагентов.
- Динамика извлечения Mn.
- Проседание ГРМ.

рисунок 1 Типовой разрез Козинского рудопроявления марганца

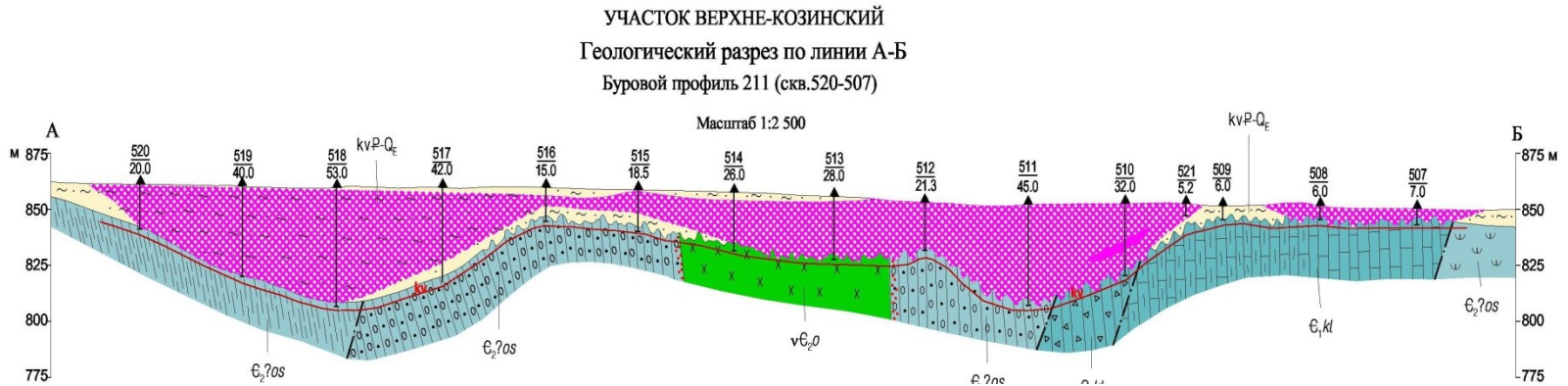




Рисунок 2

Землистая марганцевая руда с обломками рудных желваков и комков



* Таблица 1
Химический состав руды

Компонент	Содержание %	Компонент	Содержание %
MnO	17,8	TiO ₂	0,190
Fe ₂ O ₃	9,52	V	0,031
SiO ₂	59,4	Cr	0,075
Al ₂ O ₃	2,85	Ni	0,083
Na ₂ O	0,091	Cu	0,066
MgO	0,092	Co	0,005
P ₂ O ₅	0,74	Zn	0,097
K ₂ O	0,38	Sr	0.130
CaO	0,23	H ₂ O ⁺	3,19
S	0.006	ППП	6,39



* Таблица 2



Минеральный состав руды

(по данным рентгенографического фазового анализа)

№ п.п.	Минерал	Теоретическая формула	Содержание масс. %
1	Кварц	SiO_2	47
2	Пиролюзит	MnO_2	2
3	Криптомелан	$\text{K}_{2-x}\text{Mn}_8\text{O}_{16}$	2
4	Романешит	$\text{BaMn}_5\text{O}_{10}\text{H}_2\text{O}$	39
5	Каолинит	$\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	2,5
6	Гётит	FeOOH	4
7	Тодорокит	$\text{NaMn}_6\text{O}_{12}\text{x}3\text{H}_2\text{O}$	1
8	Кутногорит	$\text{Ca}(\text{Mn},\text{Mg})(\text{CO}_3)_2$	1
сумма кристаллических фаз			98,5



*** Таблица 3**
Гранулярный состав исходной
пробы руды

Класс крупности, мм	Выход класса, %
+20.0	1,2
-20.0+10.0	3,8
-10.0+5.0	10,7
-5.0+2.0	18,1
-2.0+ 1.0	14,6
-1.0+0.5	13,3
-0.5+0.2	12,3
-0.2+0.1	7,2
-0.1	18,7



* Рисунок 3

Окомкование руды

слева - чашевый окомкователь

справа - исходный и окомкованный
рудный материал





Таблица 1

Результаты работы перколяционных колонок



№ колонки	содержание Mn %	кек Mn %	съем г/т	извлечение %	расход кг/т		Ж/Т на закр.	назначение опыта
					кислота	восстановитель.		
1	12,2%	9,7%	25036,36	20,44%	92,16	0	3,8	проверка реагента
2	11,0%	10,8%	1354,00	1,36%	4,78	0	0,31	оценка устойчивости гранул
3	10,0%	8,5%	19213,41	14,64%	66,97	0	3,25	оценка устойчивости гранул
4	закольматировалась с начала опыта							оценка устойчивости гранул
5	14,4%	4,5%	98712,76	68,63%	422,76	1743	17,81	проверка реагента
6	11,6%	5,3%	62998,97	54,13%	234,31	1349	11,44	проверка реагента
7	13,2%	13,0%	55971,90	45,83%	24,79	90	1,9	оценка устойчивости гранул
8	14,2%	12,6%	15947,09	1,55%	71,9	186	3,7	оценка устойчивости гранул
9	10,1%	8,2%	19282,30	19,05%	76,45		4,54	оценка устойчивости гранул
10	9,5%	4,1%	54620,00	57,41%	123,64		10,27	оценка режима и реагента
11	10,9%	7,6%	33686,78	30,81%	95,46	0	6,37	оценка режима и реагента
12	12,6%	10,0%	26147,64	20,62%	66,89	700	6,57	оценка режима и реагента
13	12,8%	7,2%	55971,90	45,83%	277,13	830	11,78	оценка режима и реагента
14	9,3%	0,2%	91554,12	98,34%	266,93	3609	22,5	оценка режима и реагента
15	12,8%	0,2%	126241,86	98,47%	272,92	1300	20,29	оценка режима и реагента
16	11,3%	0,1%	111385,54	98,81%	159,91	2446	26,3	оценка режима и реагента
17	14,1%	2,4%	117153,89	83,05%	175,16	440	9,88	оценка режима и реагента
18	10,4%	6,3%	44040,90	39,03%	24,28	210	6,6	оценка режима и реагента



Рисунок 4

Общий вид колонки на разных
этапах выщелачивания

Через
5 суток



Через
25 суток



Через
75 суток



Степень извлечения Mn на
глубине от поверхности
орошения

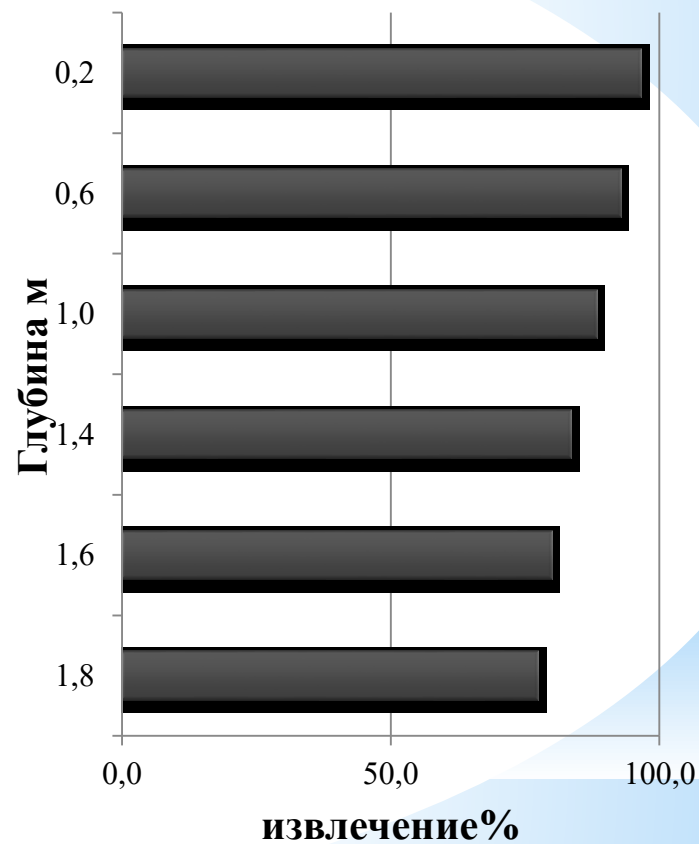




Таблица 5

Минеральный состав кеков выщелачивания (по данным рентгенографического фазового анализа)



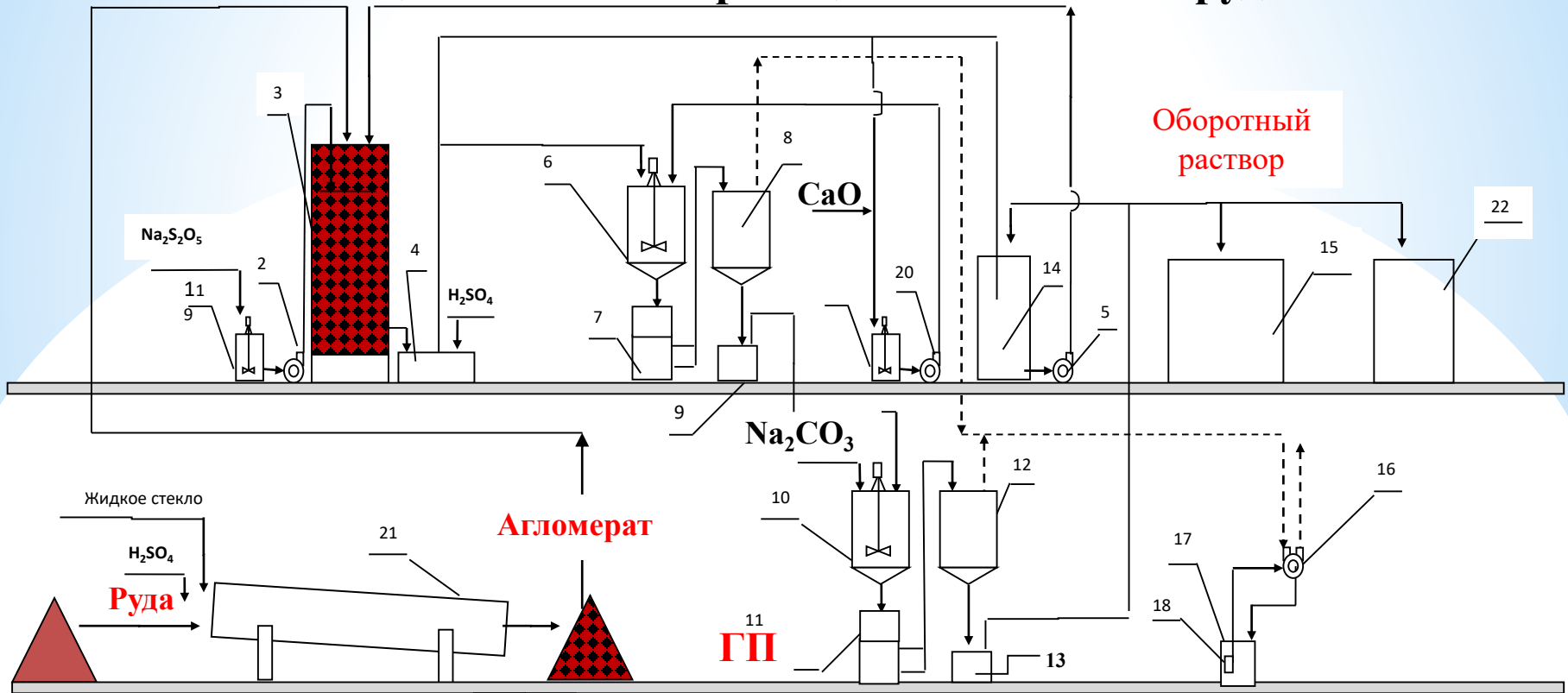
№ п.п.	Минерал	Теоретическая формула	Содержание масс. %			
			исходная	верх	середина	низ
1	Кварц	SiO_2	47	70	66	48
2	Каолинит	$\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	2,5	4	5	3,5
3	Пиролюзит	MnO_2	2		1	1,5
4	Криптомелан	$\text{K}_{2-x}\text{Mn}_8\text{O}_{16}$	2	1	2	2
5	Романешит	$\text{BaMn}_5\text{O}_{10}\text{H}_2\text{O}$	39		5	18
6	Тодорокит	$\text{NaMn}_6\text{O}_{12}x3\text{H}_2\text{O}$	1			
7	Кутногорит	$\text{Ca}(\text{Mn},\text{Mg})(\text{CO}_3)_2$	1			
8	Гётит	FeOOH	4	2	2	3
9	Крандаллит	$\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3)(\text{OH})_6$		1		1
10	Барит	BaSO_4		3	3	2,5
11	Гидрослюда	$\text{K}(\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2xn(\text{H}_2\text{O})$		4	4	
сумма кристаллических фаз			98,5	85	88	79,5



Рисунок 5



Аппаратурная схема опытной установки кучного выщелачивания марганца из окисленных руд.



(1-реактор приготовления метабисульфита; 2,5 -насосы подачи раствора на орошение; 3 – колонна КВ; 4_{1,2} - приемные емкости ПР; 6- реактор осаждения Fe; 7,11-нутч-фильтры; 10 - реактор осаждения Mn; 9,13 -канистры; 8,12- вакуум-сборники; 14 – сборник оборотного раствора; 15 – сборник раствора Fe; 16 –вакуум-насос; 17 – сборник воды; 18-циркуляционный насос; 19 – реактор приготовления изв. молока; 20 – насос для изв. молока; 21 – окомкователь; 22 – сборник раствора сульфата натрия.)



Рисунок 6

Окомкование руды в трубчатом агломераторе





* Рисунок 7

Общий вид опытной установки КВ





* Таблица 6

Требования к качеству исходного карбоната марганца



Наименование показателя	Значение %	
Массовая доля основного вещества %, не менее	95	95
Массовая доля марганца %, не менее	42	43
Массовая доля хлоридов %, не более	0,02	-
Массовая доля общего азота %, не более	0,1	-
Массовая доля железа (II) %, не более	0,01	0,03
Массовая доля кальция %, не более	0,3	0,3
Массовая доля цинка %, не более	0,03	0,16
Массовая доля Cu, Ni и Co %, не более	0,01	0,18



* Рисунок 8 Сорбционная очистка растворов



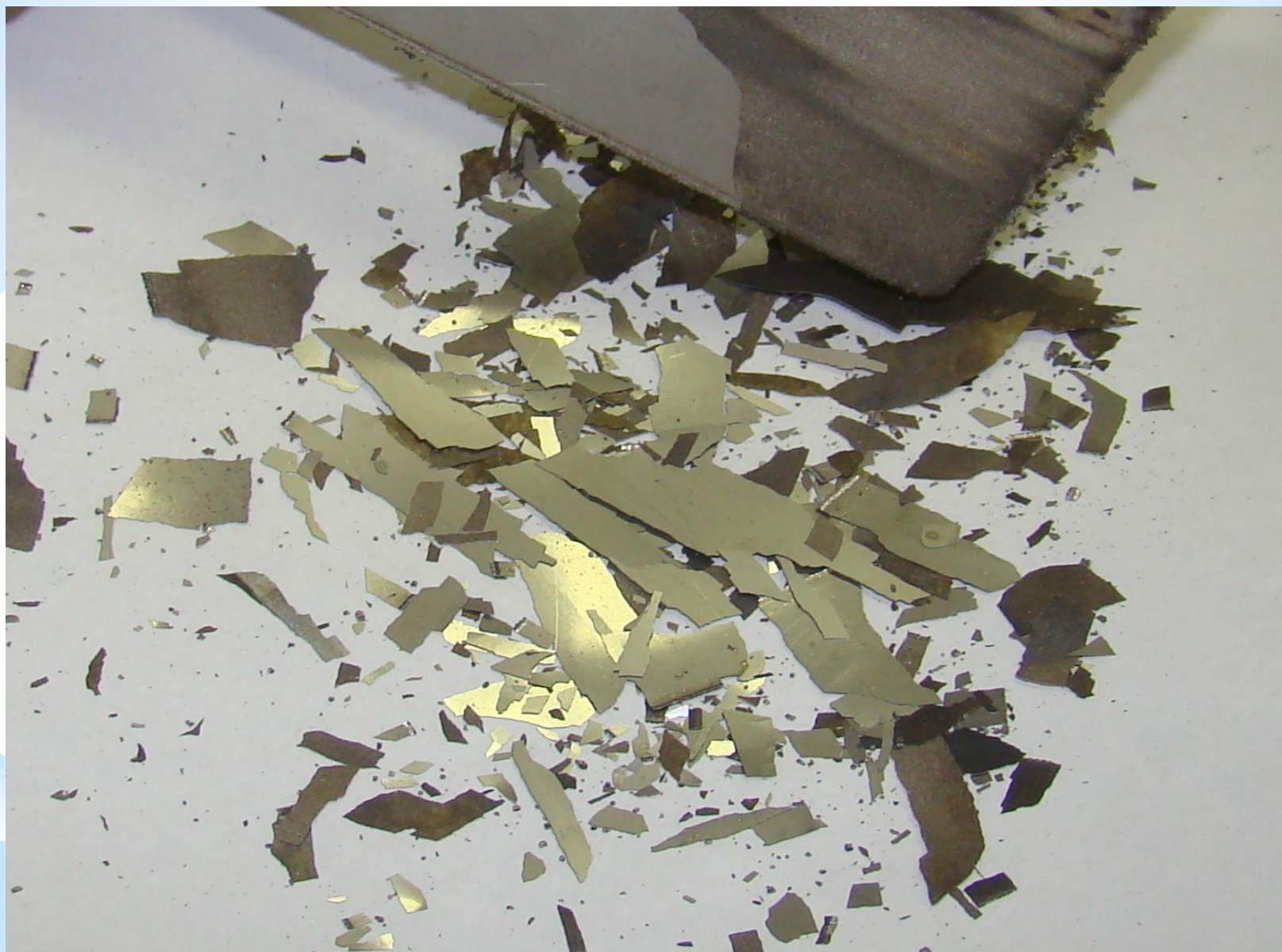
* Таблица 7 Химический состав растворов электролитов очищенных сорбентом Lewatit MonoPlus TP 207



№ пробы		Содержание в электролите, мг/л					Остаток в электролите, %				
		Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Mn	Co	Ni	Cu	Zn
№6	до сорбции	30900	0,18	7,68	0,77	2,18	94,2	34,6	35,1	0	25,0
	после сорбции	29100	0,06	2,69	0	0,54					
№9	до сорбции	37500	2,44	4,00	0,28	5,86	85,9	1,0	0	27,9	3,1
	после сорбции	32200	0,02	0	0,08	0,18					
№11	до сорбции	35800	3,33	10,10	0,52	2,54	91,4	1,0	0	24,0	16,8
	после сорбции	31500	0,03	0	0,12	0,41					



* Рисунок 9. Электролитический марганец
металлический ЭММ ГОСТ-6008-90



За 78 суток работы колонки:

- **Ж/Т достигло величины 9,9;**
- **съем Mn составил 117,1кг/т или 85% от рассчитанного содержания в окомкованной руде;**
- **расход серной кислоты на выщелачивание составил 175кг/т (с учетом окомкования 235кг/т)**
- **расход метабисульфита натрия 3,8кг/т Mn (2,6кг/т по SO₂),**
- **средняя концентрация Mn в ПР составила около 7 г/л;**
- **Скорость движения фронта выщелачивания (с 80% извлечением) составила 0,021 м/сут.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате натурных работ показано:

- Бедные оксидные руды марганца, землистой текстуры, могут быть отработаны способом КВ с получением товарного карбоната марганца пригодного для получения ЭММ или ЭДМ.**
- Проведенные натурные испытания и мировая практика лабораторных и опытных работ, по выщелачиванию Mn в открытых массивах, показывает, что наиболее приемлемыми для переработки способом КВ являются руды с содержанием MnO от 8 до 15% (Mn 6-12%).**
- Железомарганцевые и фосфористые руды Сейбинского и Порожинского рудных узлов являются типовыми объектами для применения кучного выщелачивания.**



Для создания предприятия по производству марганца производительностью 20 тысяч тонн ЭММ в год необходимо строительство сернокислотного цеха производительностью 50 – 100 тысяч тонн моногидрата в год, при этом цех будет вырабатывать до 1,22т энергетического пара (P=4,0МПа T° 440°С) с тонны моногидрата.

- ✓ Производительность предприятия по руде составит 230тыс. т при среднем содержании марганца 11%
- ✓ Выход товарной продукции составит до 20 000 тонн/год (в пересчете на металлический марганец) в виде ЭММ и ЭДМ.

Попутно могут быть получены:

- никель катодный — до 72 тонн/год;
 - кобальт — до 11 тонн/год;
 - медь катодная — до 32 тонн/год;
 - цинк металлический — до 110 тонн/год;
 - сульфат натрия технический — до 50 000 тонн/год.
- выручка от реализации товарной продукции — 3 479,7 млн руб/год;