

УДК 622.34(571.56)[002]

**С.И. Саломатова, А.И. Матвеев**

**РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЗОЛОТО-СУРЬМЯНОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
«СЕНТАЧАН»**

Семинар № 22

**Р**анее технологические исследования золото-сурьмяной руды месторождения «Сентачан» проводились в институте «СРЕДНЕАЗНИПРОМ-ЦВЕТМЕТ», и в ООО «НВП ЦЕНТР-ЭСТАГЕО».

В результате исследований в институте «СРЕДНЕАЗНИПРОМ-ЦВЕТМЕТ» исходя из вещественного состава руды при наличии в них самородного гравитационно-извлекаемого золота было дано обоснование гравитационно-флотационной схемы обогащения золото-сурьмяных руд с получением «золотой головки» и флотационного золотосодержащего сурьмяного концентрата марки КСуФ.

Определены зависимости извлечения сурьмы от тонины помола руды для флотационного обогащения, измельчение руды выше 87 % контрольного класса -0,074 мм не приводит к увеличению извлечения сурьмы выше 93,3 % [1].

Минералого-технологическое изучение золото-сурьмяной руды месторождения «Сентачан» проводилось в научно-внедренческом предприятии «Центр экспертных систем технологического аудита» на базе Московского института стали и сплавов (МИСиС) в 2003 году [2].

Исследованиями выявлены особенности самородного тонкого «горчичной» разновидности золота, крупностью от 3 до 125 мкм представ-

ляющих рой и скопления, подверженных диспергации в процессе рудоподготовки.

Ранее, особенности тонкого самородного золота данной разновидности изучались в основном в работах геологов на примере Сентачанского месторождения [3].

«Горчичная» разновидность золота охарактеризована как «...в аншлифе они имеют вид нитей, заполняющих (совместно с антимонитом) микротрещинки в пирите или локализованные в швах полисинтетических двойников антимонита...», в антимоните нередко встречаются «рои» сближенных каплевидных частиц золота и группы золотинок, вытянутые в линию и, по видимому, трассирующие ослабленные проницаемые зоны в этом минерале, соответствующие плоскостям скольжения при пластических деформациях. С учетом полученных результатов, в целом, при переработке Сентачанской руды по двухстадиальной гравитационной схеме обогащения обоснованы следующие прогнозные результаты: получить «золотую головку» с содержанием золота до 5 кг на тонну при выходе 0,5 % и суммарный золотосодержащий сурьмяный концентрат с содержанием 81,38 г/т, сурьмы – 51,12 % при извлечении золота 82,90 % и сурьмы 80,41 %.

Исследования руды Сентачанского месторождения по гравитационной

схеме обогащения проводились в лаборатории обогащения полезных ископаемых ИГДС СО РАН [4].

Перед проведением исследований заказчиком ОАО «Звезда» были поставлены задачи о получении предварительных прогнозных показателей гравитационного извлечения, с учетом возможной переработки руды в условиях Сарылахской обогатительной фабрики.

Особенностью принятой технологии обогащения на Сарылахской ОФ является максимально невысокий уровень выхода конечных гравиконоцентратов 0,03-0,05 % при относительно большой разветвленной схеме гравитационного обогащения (комплекс перечистных и контрольных операций с циркулированием потоков при двух стадийном измельчении) исключительно проводимый только для извлечения гравитационно извлекаемого золота в основной массе в свободном виде, сурьма извлекается флотацией (рисунок).

Исходя из особенности принятой технологии при проведении предварительных исследований основное внимание уделено извлечению свободного золота в гравиконоцентрат при разных режимах рудоподготовки (измельчения).

Сравнительные результаты проведенных исследований руды на обогатимость при разной степени измельчения с применением шарового измельчения представлены в таблице. Из таблицы видно, что при небольшой степени шарового измельчения извлечение золота в гравиконоцентрат находится на достаточно низком уровне. Существенное увеличение степени извлечения золота в гравиконоцентрат достигается при степени измельчения выше 70 % класса - 0,071 мм.

Результаты проведенных лабораторных исследований руды в целом позволяют понять её технологические особенности, но оставались существенные противоречия по уровню гравитационного извлечения золота по результатам исследований проведенных в институте «СРЕДНЕ-АЗНИПРОМЦВЕТМЕТ», в ООО «НВП ЦЕНТР-ЭСТАГЕО» и ИГДС СО РАН.

Силами ЗАО «Сарылах-Сурьма» при участии сотрудников ИГДС СО РАН проведено крупнообъемное опробование партий руды непосредственно по технологической схеме обогащения Сарылахской обогатительной фабрики с целью обоснования и расчета технологических потоков, уровня извлечения золота и сурьмы, качественно-количественной и водно-шламовой схем, баланса металлов, с учетом технологических особенностей руды, при заданной производительности фабрики 9 т/час. В 2005 г объем переработанной руды составил 2322 т [5].

Технологическая схема обогащения руд, представленная на рисунке, условно делится на три блока: основной блок, где производится рудоподготовка и классификация измельченного материала; цикл основной гравитации с получением конечных товарных концентратов, подлежащих дальнейшей доводке; шламовый цикл, где после операций классификации выводятся шламовые фракции хвостов гравитации, которые идут в отделение флотации.

Доводка гравиконоцентратов до лигатурного золота проводится по гидрометаллургической технологии.

Слив гидроциклонов (хвосты цеха гравитации), поступающий на флотацию, характеризуются измельчением до 90-92 % класса -0,074 мм – расчетного класса флотации.



**Сравнительные результаты исследований руды на обогатимость при разной степени измельчения**

Содержание золота в исходной пробе, г/т	Уровень рудоподготовки выход классов -0,071 мм, %	Уровень извлечения в «золотую» головку, %	Общий уровень извлечения золота в гравикоцентрат, %
43,65	Без измельчения	4,6	24,9
45,29	40	2,75	15,37
42,56	49	0,53	12,78
47,32	71	12,23	22,75
43,56	82	17,5	26,23
46,71	87	19,8	27,11

В качестве реагентов при флотации используются азотнокислый свинец (расход 600 г/т), бутиловый ксантогенат калия (500 г/т), Т-66.

Основная селективная часть флотации ведется во флотомашине колонного типа. Камерный продукт (хвосты) флотоколонны дофлотируется на механической флотации. Концентраты флотаций объединяются и направляются на сгущение в товарный сгуститель.

В рамках крупнообъемного опробования было проведено генеральное опробование технологической схемы Сарылахской ОФ для более детального исследования перераспределения золота по процессам обогащения, в особенности, в цикле гравитационного обогащения и для расчета количественно-качественной схемы обогащения. Точки отбора проб обозначены на рисунке в технологической схеме.

За основу расчета качественно-количественной схемы принят общий расчетный баланс металлов из условия равенства количества металлов в исходной руде, в концентратах гравитации, флотации и соответственно в хвостах гравитации и флотации.

Содержание сурьмы в руде, отобранной в течение смены с загрузочного транспортера за время проведе-

ния генерального опробования составило 27,55 %, в сливе ПЦ 50к (хвосты гравитации) – 27,55 %, в концентрате стола №3, являющемся концентратом гравитации – 55,93 %.

По цеху флотации качество концентратов по сурьме: колонной флотомашин – 58,09 %, механической машины – 62,27 %. Содержание сурьмы в общем флотоконцентрате составляет 57,22 %. В хвостах содержится сурьмы – 4,79 %. Уровень технологического извлечения сурьмы составляет 90,14 %.

В день проведения генерального опробования содержание золота в руде составило 41,5 г/т, в сливе ПЦ 50-к являющемся хвостами гравитации – 32,3 г/т, в концентрате стола №3 являющемся конечным гравикоцентратом – 82,57 г на часовую производительность фабрики, из расчета содержания золота в хвостах доводки 2130 г/т и извлеченного за смену 956 г золота при доводке. Уровень технологического извлечения золота составил: в гравикоцентрат – 22,1 %, во флотоконцентрат – 49,16 %, таким образом общий уровень извлечения золота составляет 71,26 %.

Уровень технологического извлечения сурьмы и золота в целом вяжется с результатами товарного баланса продуктов обогащения, составленно-

го после проведения опытно-промышленных испытаний руды.

В ходе опытно-промышленного испытания были отобраны технологические пробы для проведения лабораторных исследований. При исследовании исходной пробы, в условиях лаборатории ИГДС использовалось следующее оборудование: лабораторная шаровая мельница, концентратный стол СКО-0,5, анализатор минералов «Мозли». Исследования учитывали распределение золота в хвостовых шламистых фракциях, которые могли дать оценку структуры потерь золота. Было подтверждено, что на структуру потерь золота оказывает влияние степень измельчения, при этом с ростом интенсивности измельчения уровень извлечения золота в гравииоцентрат имеет тенденцию к снижению от 33,72%, до 18,24 %, прежде всего за счет увеличения доли потерь золота в шламистых фракциях. При этом общий уровень извлечения золота в ходе опытно-промышленных испытаний составляет 71 %.

Результаты проведенных сопровождающих лабораторных исследований показали, что:

- потери золота по схеме Сарылахской ОФ происходят исключительно за счет свободного золота, размерность которого меньше 0,044 мм, и за счет переизмельченных золотин и нераскрытого тонковкрапленного золота связанного с кварцем;

- свободное золото мелких фракций, которые не извлекаются в гравииоцентраты, способно циркулировать по гравитационной схеме обогащения, что часто приводило к увеличению содержания золота в циркуляционной нагрузке двух мельниц (пески ГЦ-25 и ГЦ-500) за периоды безостановочной работы фабрики, что требует определенных технологи-

ческих решений вывода из технологического цикла промпродуктов в отдельное производство;

- накопление мелкого циркулирующего золота в технологической схеме гравитационного обогащения фабрики связано с переизмельчением или диспергированием золота в процессе многократного циркулирующего измельчения, в частности было подтверждено, что при циклическом измельчении на лабораторной шаровой мельнице уровень извлечения золота в гравииоцентрат имеет тенденцию к снижению от 33,72 %, до 18,24 %, прежде всего за счет увеличения доли золота в тонких классах, более половины которого составляют фракции -0,044 мм.

Второе крупнообъемное опробование проведено в 2007 г, при переработке 5260 т руды. Среднее содержание в руде составило: сурьмы 21,99 %, золота 29,6 г/т, что несколько ниже, чем в руде, перерабатываемой в 2005 г. По данным геологической службы в ближайшей перспективе планируется добыть и перерабатывать руду приблизительно такого качества, для чего по результатам технологических исследований разработан технологический регламент [6].

По результатам опробования уровень извлечения сурьмы во флотоконцентрат составил 92,14 %, золота в гравииоцентрат – 25,14 %, общее извлечение золота с учетом концентрации золота во флотоконцентрат составил 75,23 %.

Технологическим регламентом предусматривается выведение промпродуктов после отработки гравииоцентратов и получения «золотой головки» и переработки их металлургическим способом в рафинировочной печи ОАО «Звезда».

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Отчет по теме 14-76-045 «Технологические испытания переработки руды Сентачанского месторождения» (Лабораторные исследования, обогатительная часть).* Институт цветной металлургии «СРЕДНЕАЗ-НИПРОМ-ЦВЕТМЕТ». Алмалык.-1977 г. 56 с.
2. *Отчет «Минералого-технологическое изучение золото-сурьмяной руды месторождения «Сентачан»».* Научно-внедренческое предприятие «Центр экспертных систем технологического аудита». ООО «НВП ЦЕНТР-ЭСТАГЕО». Москва.- 2003.
3. *«Сарылахское и Сентачанское золотосурьмяные месторождения: Геология, минералогия и геохимия / В.А. Амузинский, Г.С.Анисимова, Ю.Я.Жданов и др.- М.: МАИК «Наука/Интерпериодики. 2001.- 218 с.*
4. *Отчет по х/д теме Ф-04-01 «Проведение исследовательских работ по технологическому испытанию руд золото-сурьмяного месторождения «Сентачан».* ИГДС СО РАН, Якутск.- 2004 г. 127 с.
5. *Технологический регламент обогащения руд золото-сурьмяного месторождения «Сентачан» на Сарылахской ОФ /Ин-т горн. Дела Севера СО РАН; рук. Матвеев А.И.; исполн. Еремеева Н.Г., Слепцова Е.С., Львов Е.С. и др. г. Якутск- 2005 -135 с.*
6. *Технологический регламент обогащения руд золото-сурьмяного месторождения «Сентачан» на Сарылахской обогатительной фабрике / Ин-т горн. Дела Севера СО РАН; рук. Матвеев А.И.; исполн. Саломатова С.И., Львов Е.С., Осипов Д.А. г. Якутск- 2007 -150 с. **ИИЭБ***

**Коротко об авторах**

*Саломатова С.И.* – кандидат технических наук,  
*Матвеев А.И.* – доктор технических наук, ст. научный сотрудник,  
 Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского СО РАН.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 22 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.М. Авдохин.*



**ДИССЕРТАЦИИ**

**ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ  
 ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ**

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
<b>ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ                      «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ СТАЛИ И СПЛАВОВ»</b>			
НИКОЛАЕВ Александр Александрович	Оптимизация процесса селективной флотации свинцово-медных концентратов с использованием хромпиковой технологии	25.00.13	к.т.н.