

# **Гидрометаллургическая переработка хвостов обогащения и плавки месторождения р.Черная Республики Тыва**

## **Введение**

Во всем мире дорожают добыча руд и получение из них цветных металлов, особенно благородных, в частности золота и серебра. К основным причинам этой тенденции относятся следующее:

-уменьшение запасов руд цветных и благородных металлов, увеличение затрат на добычу и производство этих металлов;

-расширение национальных и международных усилий по стабилизации и контролю цен на сырьевые ресурсы;

-необходимость обходится собственными источниками сырья, особенно стратегическими;

-выполнение международных и государственных требований по охране окружающей среды, в связи с чем удаление и захоронение отходов становятся все более затруднительными;

-быстрое увеличение цен на источники сырья и энергии, что делает рецикл отработанных продуктов и оборудования более эффективным, чем использование первичного сырья.[1,2]

Республика Тыва обладает уникальным неосвоенным природно-ресурсным потенциалом. Здесь выявлены месторождения каменных углей, черных, цветных, благородных и редких металлов, нерудного сырья, подземных питьевых и минеральных вод. Разведано более 20 месторождений полезных ископаемых.

Горно-металлургический комплекс обеспечен промышленными запасами комплексных серебро-золото-медно-никель-кобальтовых арсенидных руд.

В Туве артелями-старателями золото добывается россыпное. Наряду с артелями развивается и металлургические способы получения золота. ООО «Тардан Голд» (Швеция) начала добывать золото гидрометаллургическими способами.

Один из ведущих артелей Тывы АС «Ойна».

## **Общие сведения о предприятии**

АС «Ойна» принадлежит несколько месторождений в республике Тыва и в Красноярском крае. Рассмотрим россыпное месторождение реки Черная. Входит она в состав Амыло-Систигхемского золотоносного района, расположенного на севере Республики Тыва и юге Красноярского края.

В географическом отношении оно находится на восточных отрогах западных Саян, в пределах хребта Ергак-Таргак-Тайга.

По административному делению месторождение находится на территории Тоджинского района Республики Тыва.

Речная сеть хорошо развита, принадлежит бассейну реки Систиг-Хем с ее правыми притоками—Билелиг, Алгияк, Шет-Хем, Черная.

Проект разработки, запасов месторождения россыпного золота р. Черная, выполнен в соответствии с заданием, на выполнение проекта, утвержденным председателем артели и согласованным с тувинской РГТИ Енисейского округа Госгортехнадзора РФ и органами экологического контроля Республики Тыва.

Месторождение россыпного золота река Черная АС «Ойна» разрабатывается с 1997 года по проекту ОАО «Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов». [3]

Схемы переработки песков показаны на рис.1 и 2.

## Основания для переработки хвостов

После переработки песков россыпного месторождения золота р.Черная. В хвостохранилищах остаются богатые по содержанию отходы.

Предположим производительность артели-старателей «Ойна» 2 тонны золота в год.

За один цикл переработки сырья объемом  $920 \text{ м}^3$ , с содержанием золота  $1081 \text{ г/м}^3$ , артель на аффинажный завод отправляют концентрат с массой золота  $900,106 \text{ г}$ .

Тогда пересчетный коэффициент при получении 2 т золота в год составит:  
 $2000000/900,106=2207,2$

В хвостохранилище 1 переходит  $503,62 \text{ м}^3$  хвостов обогащения на виброконцентраторе с содержанием золота  $6.393 \text{ г/ м}^3$  и массой золота  $3215,89 \text{ г}$ .

В хвостохранилище 2 переходит  $1,699 \text{ м}^3$  отходов доводки с содержанием золота  $2349,35 \text{ г/ м}^3$  и массой золота  $3992,82 \text{ г}$ , а также переходит шлак плавки объемом  $1,32 \text{ м}^3$  с содержанием золота  $4515 \text{ г/ м}^3$  и массой золота  $5979 \text{ г}$ .

Таким образом, в течение года теряется  $13,333 \text{ кг}$  золота.

Предположим, что стоимость не аффинированного золота  $440$  рублей за 1 грамм, можно посчитать стоимость золота в хвостохранилищах.

$13,333*440=5866652 \text{ руб.}$

### Предлагаемая технология переработки хвостов обогащения и плавки

В технологии извлечения золота в месторождении р.Черная остаются хвосты, которые остаются в хвостохранилищах 1 и 2.

Содержания золота в продуктах:

--хвосты обогащения КЦВ (концентрат 1)- $6,3 \text{ г/м}^3$ ;

--хвосты доводки (концентрат 2)- $2300 \text{ г/м}^3$ ;

--шлак- $4500 \text{ г/м}^3$ .

Целесообразно выделить золото из хвостов обогащения и плавки. Для этого рекомендуется новая технология переработки хвостов. (рис 3).

На основании анализа состава продуктов хвостохранилищ и известных способов переработки таких материалов предложены методы их переработки.[4,5,6]

Шлак из хвостохранилища 2 с содержанием  $4500 \text{ г/м}^3$  поступает на выщелачивание (1) в серной кислоте для того, чтобы перевести в растворимые соединения (сода, карбонаты), которые составляют 20% от массы шлака. Параметры выщелачивания: расход серной кислоты (технической) плотностью  $1,83 \text{ г/см}^3$ - $0,1 \text{ кг/кг}$  шлака, отношение ж:т=1, где ж-вода. Получают нерастворимый остаток плотностью  $3,2 \text{ г/см}^3$ , а раствор собирают в пластиковых сборниках для растворов, для дальнейшего выщелачивания (4). Выщелачивание происходит в реакторе РТ-760.

Концентрат 2 из хвостохранилищ 2 с содержанием золота  $2300 \text{ г/м}^3$  поступают на выщелачивание 2 в серной и азотной кислотах, для того чтобы удалить пирит. Есть, конечно, и другие способы выщелачивания пирита (автоклавный способ и др.), но растворение азотной кислотой пирита является наиболее дешевым способом. Азотная кислота реагирует с пиритом по реакции:



$\text{Fe}(\text{OH})_3$  и  $\text{S}$  переходят в осадок и для того, чтобы  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  удалить из нерастворимого остатка нужно ввести вместе с азотной кислотой (плотностью  $1,35 \text{ г/см}^3$ ) дополнительно серную кислоту, плотностью  $1,83 \text{ г/см}^3$ . При выщелачивании концентрата 2 с содержанием пирита 10%. Параметры процесса: избыток азотной кислоты 30%, отношение ж:т=2, где ж-вода. Получают нерастворимый остаток с

плотностью 3,5 г/см<sup>3</sup>, газы и раствор, который собирают в сборниках, для дальнейшего выщелачивания (4). Выщелачивание происходит в реакторе РТ-760.

Объединенный нерастворимый остаток шлака и концентрата 2 с содержанием золота около 1кг/т поступают на выщелачивание (3) в царской водке, для того чтобы по реакции:



перевести золото из нерастворимого остатка в раствор в виде хлоридного комплекса. Параметры выщелачивания: извлечение золота в раствор 98%, избыток соляной кислоты десятикратный, избыток азотной кислоты двукратный, отношение ж:т=2, где ж-вода. Азотная кислота, плотностью 1,35 г/см<sup>3</sup>, соляная кислота плотностью 1,17 г/см<sup>3</sup>.

Получают нерастворимый остаток с содержанием золота 22,65 г/т и раствор с концентрацией золота 0,5г/л. Выщелачивание происходит в реакторе РТ-760.

Нерастворимый остаток после выщелачивания (3) отмывают и фильтруют. Параметры операции отмывки: 3 стадии отмывки, масса воды на стадию 1/3 массы нерастворимого остатка, влажность 5%, плотность раствора 1,002 г/л. Получают отмытый нерастворимый остаток, а воду сбрасывают.

Осаждают золото из раствора выщелачивания (3) железным порошком в реакторе РТ-760. Параметры цементации: Расход железного порошка по стехиометрии реакции:



И на разрушение азотной кислоты по реакции:



Получают раствор при выщелачивании (4), газы и цементат с содержанием золота 62,8%, остаточная концентрация в растворе 0,5 мг/л.

Объединенный продукт (концентрат 1 из хвостохранилищ 1 и отмытого нерастворимого остатка объемом 505 м<sup>3</sup> с содержанием золота 7 г/м<sup>3</sup>) идет на выщелачивание (4) гипохлоритом натрия. Выщелачивание гипохлоритом натрия наиболее дешевый, простой и безопасный способ. Выщелачивание проводят в чане для выщелачивания песков просачиванием. Скорость просачивания 15 см/ч согласно практике.

Параметры выщелачивания (4): расход активного хлора 2,5 кг/т, расход серной кислоты 3кг/т, активный хлор вводят в форме товарного 20% раствора гипохлорита.

Получают нерастворимый остаток, который идет на сброс, а раствор с содержанием золота около 1 мг/л подают в сорбционную колонну, где осаждается золото активным углем, после чего получают насыщенный сорбент и раствор, который идет на сброс.

Насыщенный сорбент сжигают в трубчатой печи. По данным практики: степень удаления углерода составляет 99%, содержание золота в огарке 30%.

Получают огарок, в котором содержится: углерод-30%, золото-30%, цветные металлы, рудные компоненты -40%. Объединенный концентрат (цементат и огарок) с содержанием золота 49,8% отправляют на плавку с флюсами: сода 0,4 кг/кг концентрата, бура 0,2 кг/кг концентрата. Получают сплав с содержанием золота 95%, который отправляют на афинажный завод, шлак с содержанием Au,15%- В отвал.

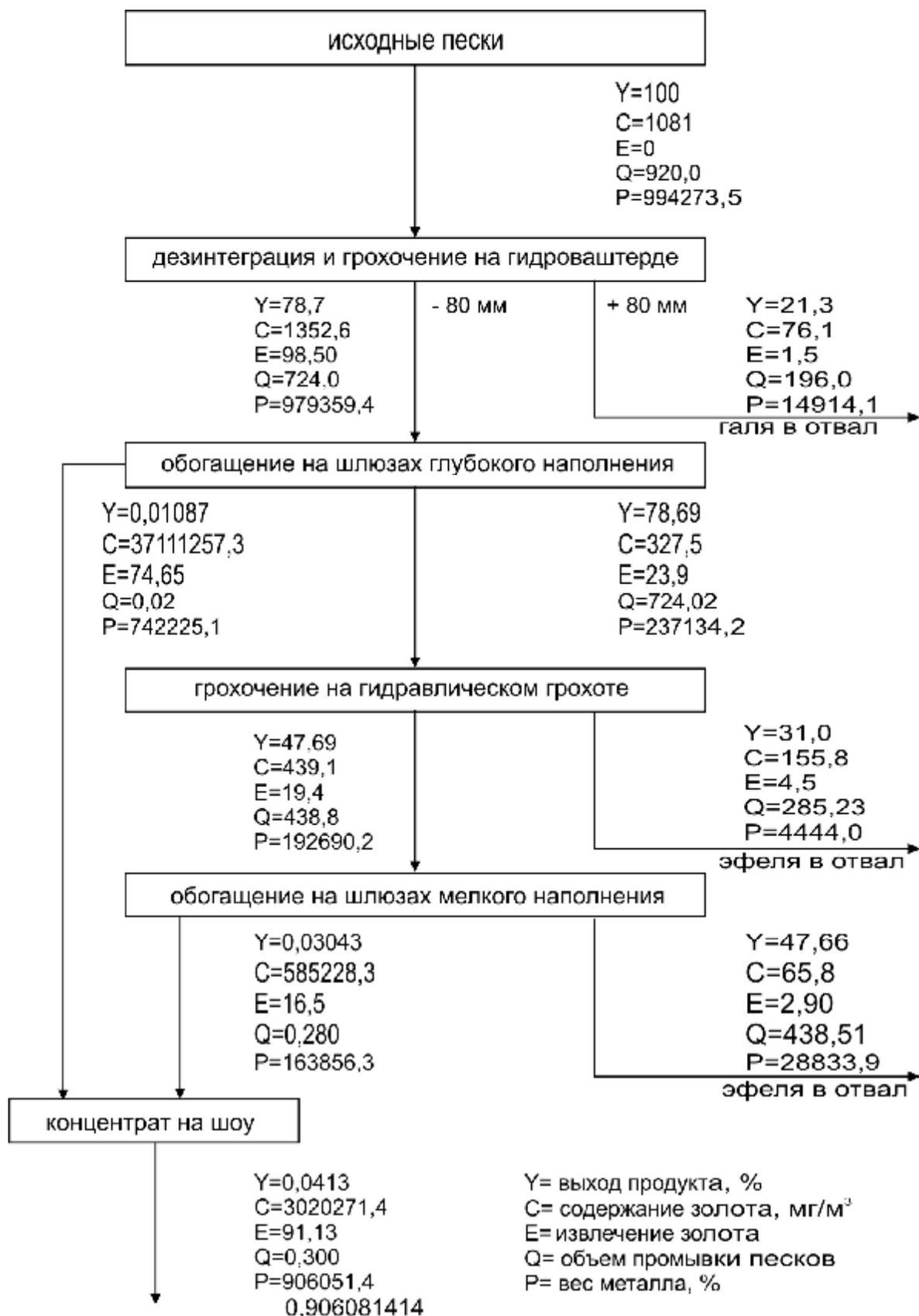
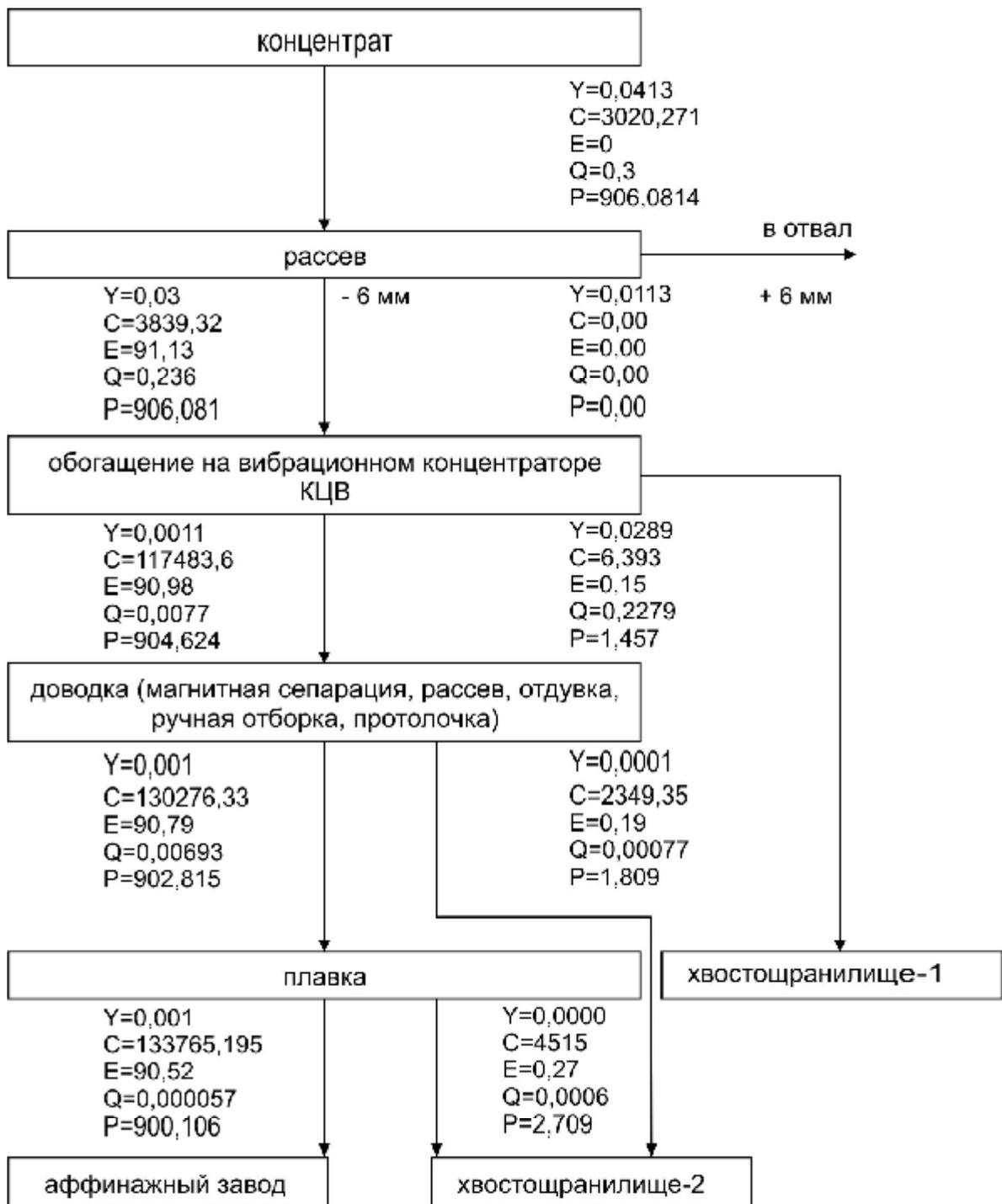


Рис. 1. Качественно-количественная схема промывки песков на промприборе ППШИ



$Y$  = выход продукта, %  
 $C$  = содержание золота,  $mg/m^3$   
 $E$  = извлечение золота  
 $Q$  = объем концентрата  
 $P$  = вес металла, г

Рис. 2. Качественно-количественная схема доводки концентрата на ШОУ

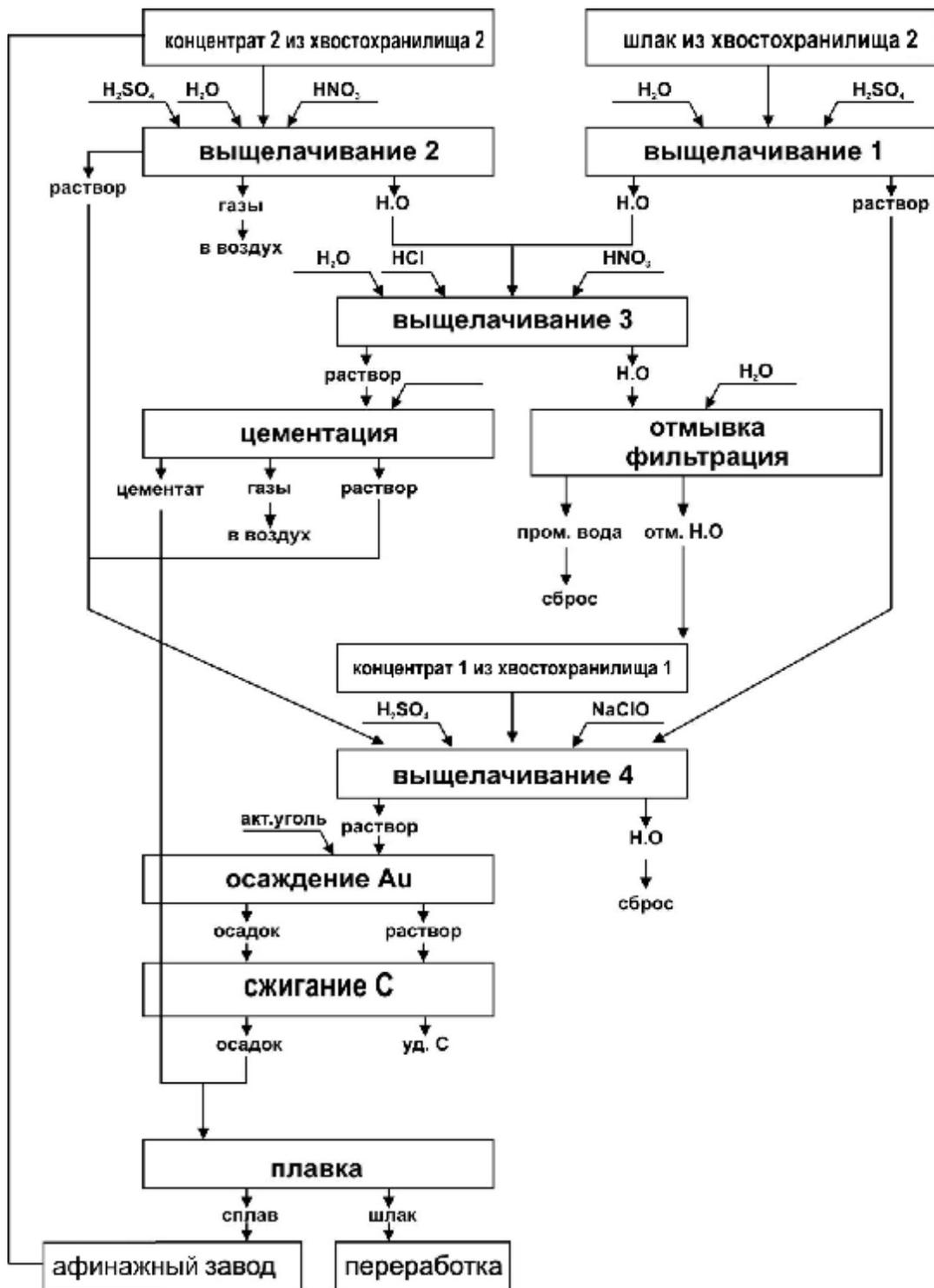


Рис. 3. Технологическая схема переработки шлака и хвостов обогащения

## Заключение

В данной работе были рассмотрена технология переработки песков россыпного месторождения золота р.Черная Артели-старателей «Ойна». При этом было обращено внимание на хвосты, которые складировались в хвостохранилищах 1и2. Хвосты оказались достаточно богатыми, для обработки металлургическими методами. Примерно за год в хвостохранилищах терялось 13 кг золота.

Задачей и целью данной работы стало максимальное выделение золота из хвостов обогащения и плавки.

Для этого была предложена наиболее дешевая и простая в реализации технологическая схема, основанная на использующихся технологий извлечения благородных металлов России и Зарубежья.

Значение данной работы в том, что во всем мире дорожают добыча руд и получение из них цветных металлов, особенно благородных, в частности золота и серебра. К одним из основных причин этой тенденции относятся уменьшение запасов руд цветных и благородных металлов. Поэтому экономически целесообразно выделить золото из хвостохранилищ.

Данная работа может дать толчок Артели-старателей «Ойна» для дальнейшего развития.

## Список литературы:

1. Ивановский М.Д., Зефирова А.П. Металлургия золота. ОНТИ,1998г.
2. Техника, технология извлечения золота из руд за рубежом/Под ред. Лодейщикова В.В.-М.:Металлургия.-1973.-288 с.
3. Проект ОАО "Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов" Месторождение россыпного золота р. Чёрная АС "Ойна" ,1997 г.
4. Вязельщиков В.П., Парицкий З.Н. Справочник по обработке золотосодержащих руд и россыпей. Под.ред. Ивановского М.Д.Металлург-Издат,1963г.
5. Барышников И.Ф. Гидрометаллургия и обогащение золотосодержащих руд.ЦИИНЦМ,1959г.
6. Труды ЦНИГРИ «Технология обработки вещественный состав золотосодержащих руд и песков», вып.82,1969г, с.3-15 и 27-40