

Лекция 9

4.7.5. Дозировка цинковой пыли

Осаждение золота из цианистых декантатов производят с удельным расходом цинковой пыли 4,0-4,5 кг/т руды [6].

При цементации золота из сложных растворов удельный расход пыли возрастает до 20-25 кг/м³ раствора с содержанием связанного цианида 6-8 г/л и свободного цианида — 3 г/л. Содержание компонентов в таком растворе, мг/л:

Au - 2,2-6,5; Ag - 1500-3700; Cu- 400-800;
Zn - 100-450; Fe - 45-160.

4.7.6. Операции технологической схемы

4.7.6.1. Деаэрирование и обескремнивание цианидного раствора – процесс Крау

Этот процесс проводят, распыляя раствор в вакуум — ресивере (табл. 4.16., рис. 4.62.) Деаэрированный раствор поступает в бак-сборник [2]. Незначительные количества растворенного кислорода препятствуют полноте цементационного выделения золота из продуктивных цианидно — щелочных растворов из-за «пассивации» поверхности цинка. Содержание кислорода в цианистом растворе после обескислороживания в вакууме падает до 1 мг/л и менее [1].

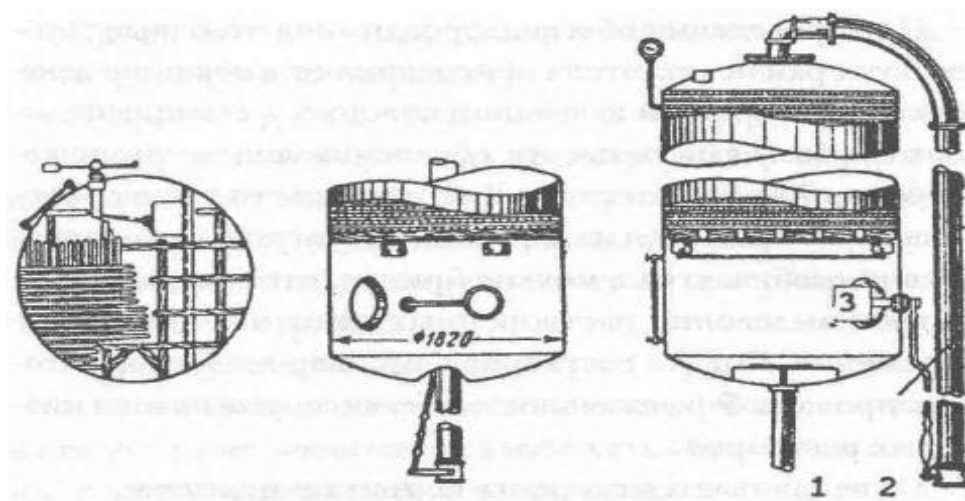


Рис. 4.62. Общий вид вакуум-ресивера для обескислороживания цианидных растворов перед цементацией золота цинковой пылью 1 - спуск раствора; 2 - подача раствора; 3 - поплавковое устройство для регулирования уровня раствора

Металлический цинк растворяется в щелочном цианистом растворе с образованием водорода. Реагируя с кислородом он сводит его остатки в растворе практически до нуля

В процессе деаэрирования из растворов удаляется и углекислый газ, который может вступать в реакции с кальцием с образованием карбоната кальция, колюматирующего осветляющие фильтры.



Рис. 4.63. Принципиальная схема цементации золота и серебра цинковой пылью из цианистого раствора [2]

При проведении обескислороживания отводные трубки вакуум-рам осветлителя присоединяют к вершине вакуум-ресивера Кро или вакуумной колонке, а его присоединяют к сухому вакуум-насосу, обеспечивающему разрежение около 700-725 мм рт. ст. В верхней части ресивера устанавливают решетки из деревянных брусков, на которых раствор разбивается в мелкие брызги, что обеспечивает быстрое выделение растворенных газов под действием разрежения. Подача растворов в ресивер-деаэратор автоматизирована. Эффективность обескислороживания цианистых растворов:

- а) увеличивается скорость цементации золота;
- б) повышается полнота осаждения золота и серебра при цементации;

в) устраняется окисление цинка и исключаются условия образования белого осадка, следовательно, снижается расход цинка примерно на 30-50 %;

г) возможность объединения процессов обескислороживания цементации в единый комбинированный процесс (в комбинации с цементацией стружкой применение обескислороживания встречается реже, но и здесь улучшается полнота цементации золота и устраняются причины образования белого осадка).

4.7.6.2. Осаждение цинковой пылью

Осаждение производится путем перемешивания с цианистым раствором и последующим фильтрованием полученных суспензий в соответствующих аппаратах:

- фильтрпрессах (рис. 4.62, 4.64);
- рамном вакуум-фильтре (рис. 4.65).

Обескислороженный раствор на цементацию перекачивают центробежным насосом, установленным в резервуаре с цианистым раствором (погружной насос). Насос устанавливают в чане, наполненном раствором во избежание засасывания воздуха через сальники, в также во избежание потери золотосодержащего раствора. В новых аппаратах между ресивером и затопленным насосом устанавливают воронку для введения суспензии цинковой пыли. В устройствах старой конструкции обескислороженный раствор закачивают в чан-смеситель.

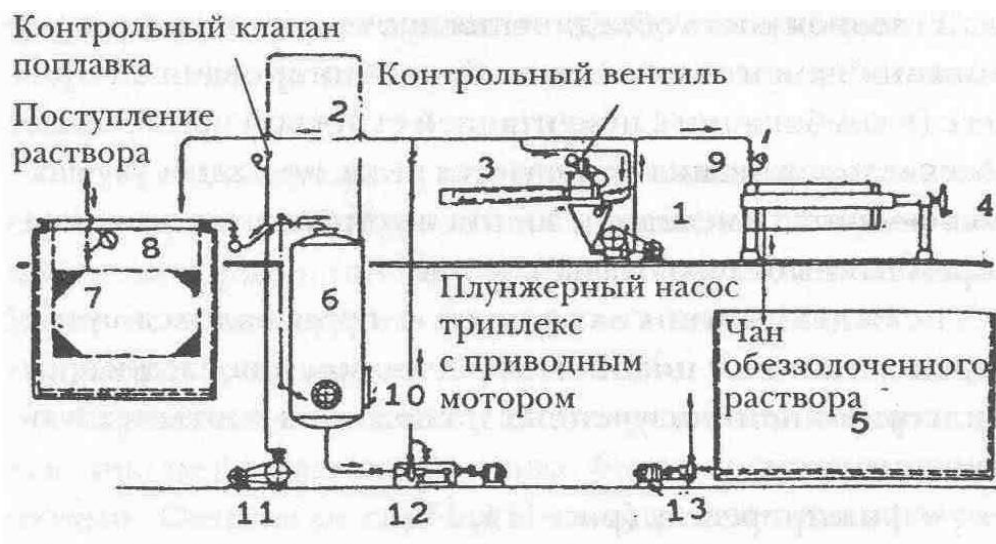


Рис. 4.64. Общий вид схемы цепи аппаратов для осаждения золота цинковой пылью с применением фильтр-пресса для отделения цементного золотосодержащего концентрата.

1 - конический смеситель; 2 - контрольный вентиль; 3 - питатель цинковой пыли ленточного типа с приводным мотором; 4 - осадительный фильтр; 5 - чан обеззолоченного раствора; 6 - вакуум-ресивер; 7-рамный осветлитель; 8 — вакуумметр; 9-манометр; 10 — индикатор уровня раствора; 11- вакуум-насос с мотором; 12 - центробежный насос с гидравлическим затвором и приводным мотором; 13 - насос для обеззолоченных растворов

Подачу раствора в чан регулируют поплавком с автоматическим клапаном. Цинковую пыль подают ленточным или шнековым питателем. Суспензию раствора с цинковой пылью из чана-смесителя или из воронки подают по трубопроводу в осадительный чан.

Длительное перемешивание с цинковой пылью не дает требуемой полноты осаждения. Она достигается при просачивании раствора через слой цементного осадка в процессе фильтрования суспензии через фильтрующий аппарат [1].

Для хорошей цементации важно иметь равномерное просачивание через фильтруемый осадок.

Для более быстрого накопления слоя осадка после пуска аппарата в начале работы количество ее подачи увеличивают на 50 % и более.

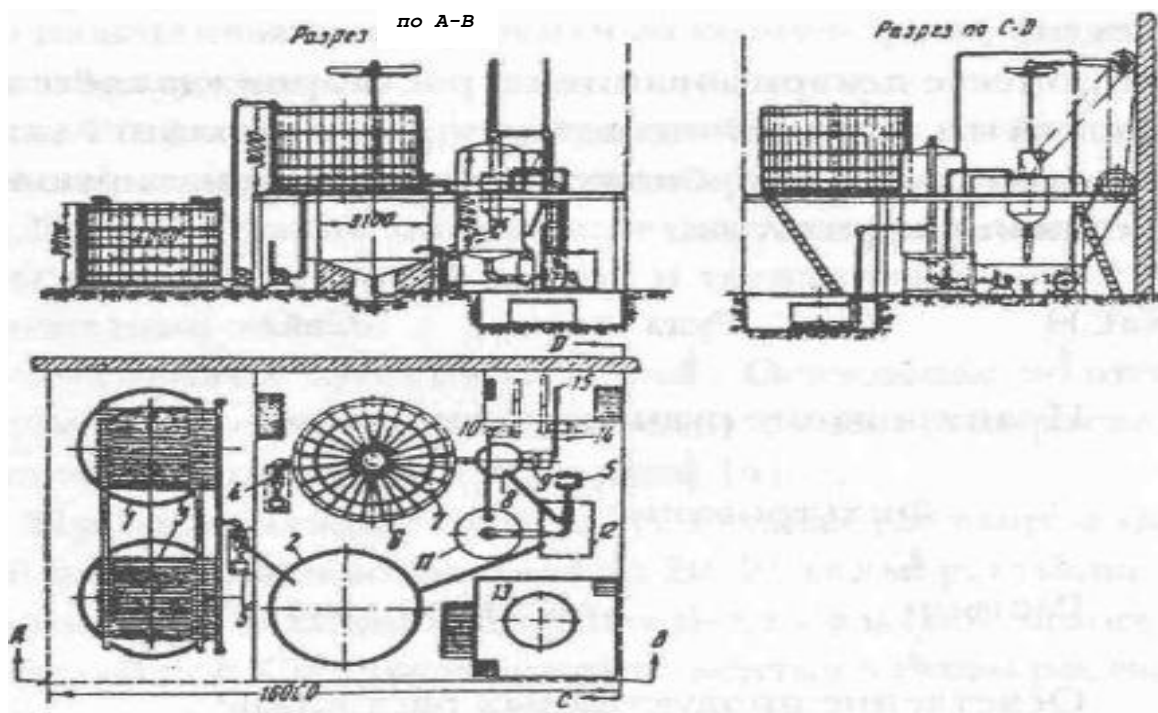


Рис. 4.65. Общий вид схемы цепи аппаратов для цементации золота цинковой пылью с применением рамного вакуум-фильтра для отделения цементного золотосодержащего концентрата:

1 - осветлительные чаны, 2 - сборный чан для осветленного раствора, 3 - рамный фильтр, 4 — центробежные насосы низкого давления; 5 - моторы, 6 - чаны металлические для фильтрации, 7 - фильтровальные рамы; 8 - смеситель, 9 -10 детали питателя, 11 — вакуум-ресивер для обескислороживания; 12 - зумпф, 13 — чан для фильтрации иламов; 14 - мотор питателя; 15 — трансмиссионное оборудование

Дозировка цементной пыли проводится в зависимости от ее состава и крупности. Присутствие в пыли окиси цинка и крупных частиц снижает качество осадителя.

Пыль хорошего качества должна содержать 95-97 % металлического цинка. Цинковая пыль легко окисляется и вследствие этого содержание в ней металлического цинка падает до 85 %. Цинковая пыль имеет примерно следующий состав, %:

Zn	87,67;
ZnO	11,4;
ZnSO ₄	.0,07.

Цинковая пыль — отход металлургического производства (пуасьера) также применяется для цементации. Она содержит 5-10 % окиси цинка, а также Hg, Cd.

Примеси Pb в цинковой пыли содержится до 2 %. Это содержание свинца содействует более быстрому осаждению золота.

Наличие Cd не имеет существенного влияния для процесса цементации.

ТУ на цинковую пыль в США с 1925 года предусматривают содержание в ней 97 % фракции крупностью — 0,044 мм. Гранулометрический состав цинковой пыли определяется неточно на рассеивающих ситах из-за неодинакового размера ячеек сит и из-за сбивания отдельных частичек в комочки. Лучшие результаты получают при седиментационном анализе порошка в CCl_4 , который предотвращает слипание частичек и дает более точные воспроизводимые результаты.

Средний расход высококачественной цинковой пыли при переработке кварцевых руд составляет:

23 г/т руды; 16 г/м³ раствора.

При цианировании флотоконцентратов и высоком содержании золота в цианистом растворе расход цинковой пыли увеличивается примерно в 2 раза: 42 г/т руды; 27 г/м³ раствора.

Расход цинковой пыли низкого качества для кварцевых руд может увеличиться до 100-300 г/м³ раствора.

Транспортировку цинковой пыли проводят в герметически закрытой таре, хранят запас пыли в сухом помещении в плотно закрывающемся сосуде.

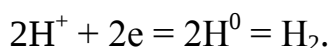
Ввиду легкой окисляемости цинковой пыли к ней нельзя близко подносить огонь.

Вначале пыль добавляли через известные промежутки времени в конус, через который проходил золотосодержащий цианидный раствор, с которым пыль и поступала на фильтрпресс. Полученный осадок цементного концентрата с соосажденными металлами собирали в рамках фильтр-пресса. Затем цинковую пыль стали смешивать с частью раствора, образуя

суспензию, затем ее соединяли с остальным раствором и уже воссоединенный продукт откачивали насосом в фильтрпресс.

В настоящее время на всех крупных предприятиях с цианистым процессом цинковую пыль подают непрерывно в движущийся цианистый раствор [1].

Освинцовывание пыли проводят для улучшения ее цементирующей способности путем создания рыхлого свинцового осадка, который увеличивает катодную поверхность и способствует удалению водорода. На поверхности свинца или на катодных участках самого цинка происходит восстановление водорода, так как потенциал восстановления водорода ниже потенциала других катионов раствора:



В случае отсутствия в растворе кислорода водород восстанавливается полностью на поверхности катодных участков и переходит в связанное состояние. Одновременно на поверхности цинка происходит восстановление водорода до молекулярного состояния.

Создание рыхлого осадка свинца на поверхности цинка в значительной мере подавляет поляризацию. Создание пары освинцовывания Zn-Pb благодаря значительному размеру рыхлой поверхности ускоряет удаление водорода. Освинцовывание особенно важно для растворов с невысокой концентрацией NaCN.

Для проведения освинцовывания цинка над чаном, в котором приготавливают суспензию пыли в цианистом растворе, устанавливают капельный питатель.

В качестве свинцовой соли применяют азотнокислый или уксуснокислый свинец. Удельный расход соли 10 % от веса пыли.

Концентрация щелочи в цианистом растворе должна быть не выше 0,3 г/л по CaO. Более высокая щелочность удерживает много свинца в растворе.

Дозаторы цинковой пыли бывают различные: ленточные, шнековые, барабанные.

Сполоск аппарата проводят для удаления раствора, остающегося в осадительном аппарате. Его проводят насколько возможно полнее. После завершения сполоска останавливают насос, питатель цинковой пыли и мешалки. Раствор оставляют в осадительном чане. Осветленный раствор откачивают в запасной чан.

Пуск осадительных аппаратов проводят после сполоска. Вначале опускают рамы, устанавливая их в соответствующее положение, затем присоединяют их к кольцевому трубопроводу и несколько раз пропускают («гоняют») обеззолоченный раствор, пока на рамах не наберется слой цинковой пыли. После этого присоединяют осветлительный фильтр и дают на первое время повышенное количество цинковой пыли.

Суспензию с цинковой пылью и цементированными металлами прокачивают через фильтр-пресс, который признают наилучшим аппаратом для тщательного выделения осадка. При суточной производительности по золоту 2 кг/сутки фильтрпресс занимает площадь размером 4,6 * 4,3 м. На 1 м³ раствора в сутки необходима площадь рамного фильтрпресса не менее 0,1м².

Для успешного фильтрования цианистых растворов в суспензию добавляют инфузорную землю в количестве до 8 % от веса осадка.

Для облегчения фильтрования добавляют вспомогательный порошок (цеолит), который как и цинковая пыль подается в чан ленточным питателем.

Плиты осадительных фильтрпрессов покрывают двумя накладываемыми друг на друга слоями ткани. При этом легкую киперную ткань кладут ближе к раме. Она как бы подкладка для второго слоя ткани из грубой хлопчатобумажной парусины, которая покрывает первый слой. Продолжительность службы ткани в зависимости от сорта составляет 16-30 месяцев. Средние рыночные сорта ткани служат около 3 месяцев.

Вакуумные фильтры на некоторых предприятиях используют вместо рамных фильтрпрессов. В этих аппаратах вакуумные рамы располагают радиально в чанах, они погружены в раствор (рис.4.66).

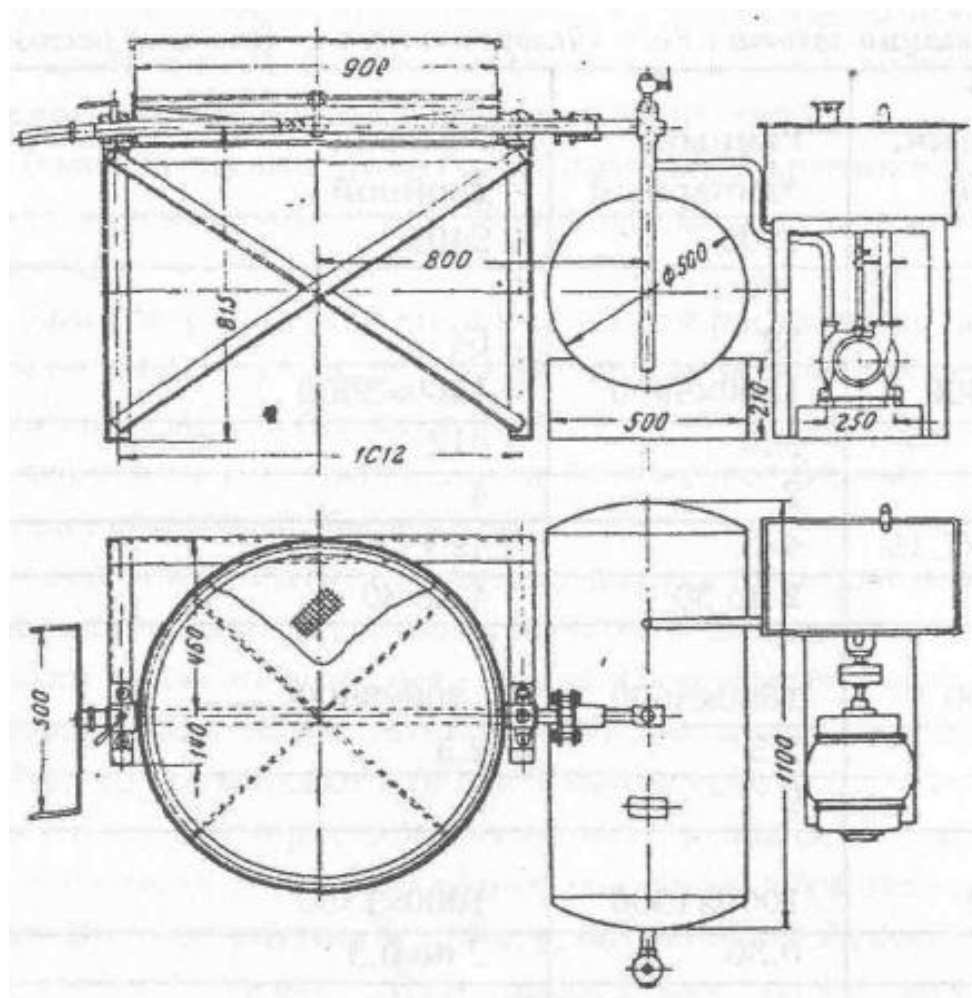


Рис. 4.66. Внешний вид опрокидывающегося рамного вакуум-фильтра для выделения цементного концентрата

В центре чана между радиальными рамами устанавливают широкую трубу, по оси которой проходит вал мешалки. Перемешивание раствора для поддержания осадка и цинковой пыли во взвешенном состоянии достигают вращением пропеллерной мешалки, расположенной у дна чана ниже уровня фильтровальных рам.

Другую мешалку в виде чугунного лопастного колеса устанавливают на том же валу немного выше половины высоты фильтровальных рам.

Над верхним уровнем рам находится слой спокойного раствора для уменьшения поглощения кислорода из воздуха. Для сохранения верхней спокойной зоны раствора над верхним краем рамы устанавливают дефлектор в виде круглого щитка слегка выпуклого кверху.

Радиально расположенные рамы при помощи патрубков и отрезков гибких шлангов присоединяют к кольцевому трубопроводу, который присоединен к

центробежному насосу. Для усиления подсоса в дополнение к центробежному насосу пользуются трубками, соединяющими первую ступень центробежного насоса с верхней частью вакуум — ресивера, установленного для предварительного обескислороживания раствора. Этой трубкой пользуются для заполнения центробежного насоса при его пуске (рис. 4.65).

Таблица 4.7.

Типовые установки Гипрозолота для цементации золота
из обескислороженного цианистого раствора

Характеристика	Тип установки Мешочный, одинарный	Мешочный, двойной	Рамный, одинарный	Рамный, двойной
Производительность, м ³ /сутки	250	500	1200	2400
Осветлитель: — число рам	20	40	32	64
— размер рам, мм	1500x1500	1500x1500	1500x3000	1500x3000
Общая площадь, м ²	90	180	306	612
Число чанов	1	1	2	4
Размеры чана, м	1,8x1,8x2,15	1,8x1,8x2,15	4x3	4x3
Объем чана, м ³	5,5	5,5	2 по 30	4 по 30
Вакуум-ресивер: — размеры, мм	5509x3000	550x3000	1800x3600	1800x3600
— сечение, м ²	0,195	0,195	2,5	2,5
— объем, м ³	0,58	0,58	9	9
Смеситель: — размеры, мм	500x750	500x750	1000x1300	1000x1300
— объем, м ³	0,050	0,050	0,30	2 по 0,3
Осадительные фильтры: — тип	Мешочный	Мешочный	Рамный	Рамный

Характеристика	Тип установки Мешочный, одинарный	Мешочный, двойной	Рамный, одинарный	Рамный, двойной
— число мешков или рам	48	96	24	48
— их размер, мм	130x1500	130x1500	1200x1940	1200x1940
— общая площадь, м ²	29	58	100	200
— число чанов	1	2	1	2
— объем чана, м ³	4	2 по 4	16	2 по 16
Насосы центроснабженные: _ -число	1	1	3	5
— размер, мм	37	50	75	4 по 75(1 по 100)
— необходимая мощность, л. с.	8	12	30	50
— общий вес без насоса, моторов и труб, кг	2500	4200	7500	13200
— необходимая площадь, м ²	50	80	200	350
— объем кубатура, м ³	250	400	1600	^2800

Мешочные фильтры удобны для установок малого и среднего размера. Смесь раствора с осадком и избытком цинковой пыли подают по трубам к

ряду ответвляющихся патрубков, на которые при помощи кольцевых устройств надевают мешки из фильтровальной ткани. Мешки находятся внутри чана, заполненного раствором.

На каждый патрубок обычно подвешивают сдвоенные мешки (один вложен в другой). Осадок вместе с внутренним мешком после съема направляют на дальнейшую обработку. Мешочные фильтры работают при небольшом положительном давлении (не более $0,6 \text{ кг/см}^2$). Производительность этих фильтров не выше других аппаратов. Она зависит от характера цементного концентрата, толщины чека и пр.

Контрольный фильтр цементационной установки установлен на трубе подающей раствор. В случае внезапной остановки он автоматически закрывается. Это избавляет от обратного насоса для возврата раствора с осадком и от снятия мешков при возможном их порыве.

Отфильтрованный осадок — это цементный концентрат (цементные шламы). Они представляют собой неоднородную механическую смесь благородных металлов, избытка цинковой пыли и примесей некоторых неблагородных металлов, оксидов цинка и цианидов. Содержание золота и серебра в шламах колеблется от 20 до 50 %, но чаще находится на уровне 5-15 % [1].

В шламах много оксидов и сульфатов металлов, кремнезем, глинозем, известь и металлический цинк. Содержание цинка достигает 30 %. Для удаления балластных примесей цементные шламы подвергают кислотной обработке.

Практика

Задание:

Изучить материал по Совершенствованию технологии переработки золотосодержащих руд методом кучного выщелачивания

Предложенная в данной работе технология переработки горнорудной массы включает в себя следующие шаги:

1. Выдача горнорудной массы на поверхность.
2. Отправка её на рудосортировку на основе рентгено-радиометрического оборудования;
3. Сортировка горнорудной массы на следующие категории:
 - Богатая руда;
 - Рядовая руда;
 - Бедная руда;
 - Забалансовая руда;
 - Пустая порода;

Где богатая и рядовая руда отправляются на шихтовочный склад, после чего, посредством перемешивания усредняется содержание полезного компонента, на которое настроена золотоизвлекательная фабрика, после чего руда отправляется на дальнейшую переработку.

Бедная руда отправляется на кучное выщелачивание.

Забалансовая руда, её переработка экономически нецелесообразна в настоящий момент времени, она транспортируется в отвалы, и хранится там до тех пор, пока состояние экономики не позволит её переработать.

Пустая порода отправляется в отвалы.

В итоге, полученный концентрат при цианистом выщелачивании на ЗИФ и из продуктивного раствора при КВ идёт на гидрометаллургический узел для дальнейшей переработки.

Схематично технология показана на рис.4.

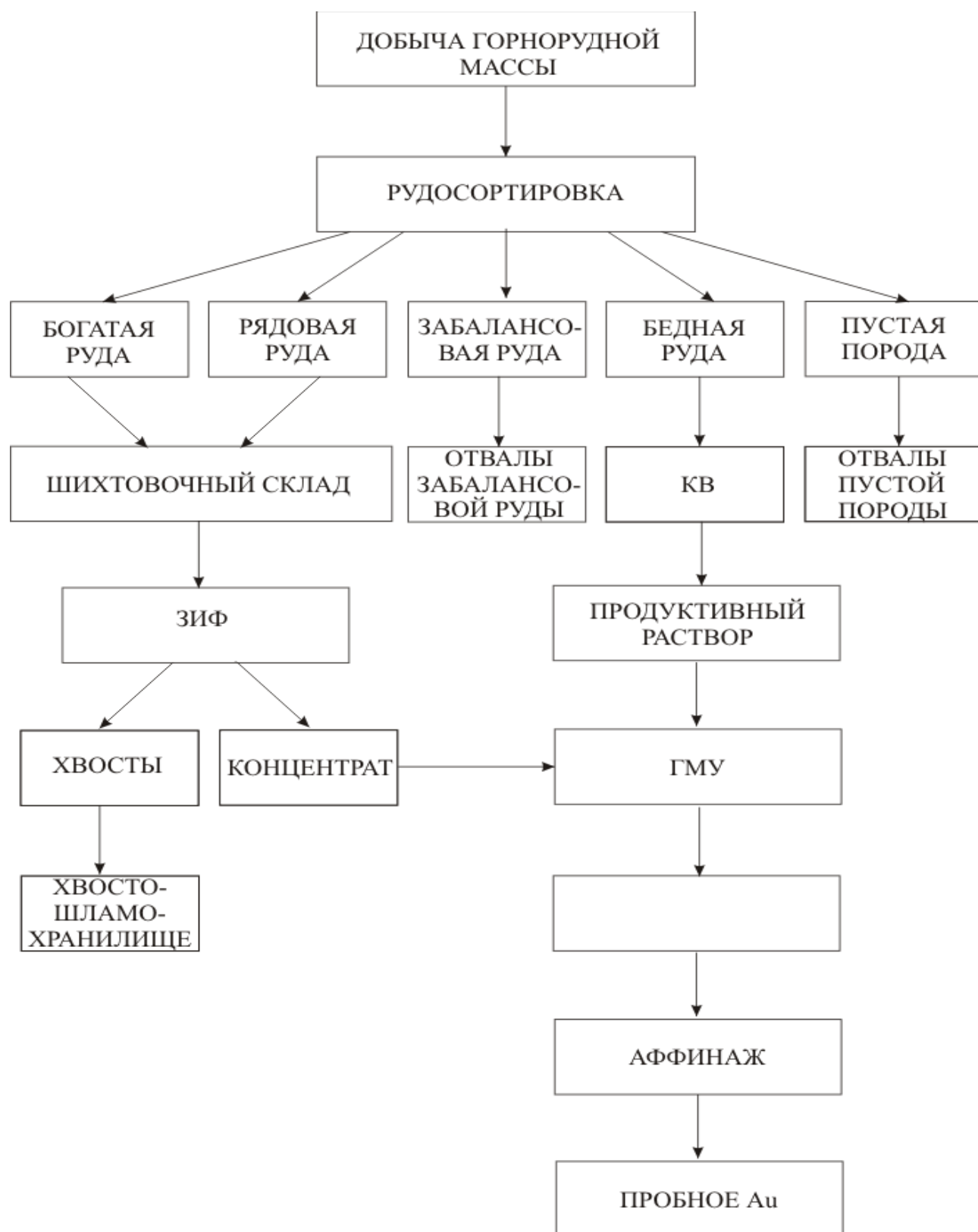


Рис.4. Блок-схема предлагаемой технологии переработки минерального сырья.

5.2 Рудосортировка

Для повышения эффективности переработки руд Дарасунского месторождения предложено использование рентгено-радиометрической сепарации (PPC) на основе разработок ООО «Радос» (г. Красноярск), позволяющие рассортировать добытую руду практически всех видов металлического и неметаллического сырья и выделить из них продуктивную часть для дальнейшей переработки традиционными или геотехнологическими методами.

Засыпанная в приемный бункер руда вытягивается из бункера через затвор на вибропитатель (рис. 3), вибрирующий под воздействием возбудителя вибрации электромагнитного типа. Далее руда поступает на второй элемент вибротранспартной системы - раскладчик. Вибрация, в котором возбуждается под воздействием двух инерционных вибраторов ИВ-107.



Рис. 3. Схема вибропитателя

Под воздействием вибрации и специальной конструкции лотковых желобов раскладчика, поток руды, во время движения по лоткам, распределяется из монослоя в одноручейный поток, обеспечивающий

последовательный сход (падение) кусков руды с лотков в зону измерения рентгеновского блока.

В этой зоне каждый кусок руды облучается первичным рентгеновским излучением (X-1). В поверхностном слое кусков происходит возбуждение вторичного характеристического рентгеновского излучения (X-2), которое регистрируется блоками детектирования ДЭУ. Излучение (X-2) образует спектр, состоящий из характеристического рентгеновского излучения (ХРИ) элементов и первичного рассеянного излучения (РИ) рентгеновского генератора. Аппаратурный спектр анализируется измерительно-управляющей системой сепаратора (ИУС) расположенной в блоке БРС (рис. 2).



Рис. 4. Блок рентгено радиометрической сепарации (БРС)

В результате анализа по заданному алгоритму (разделительному признаку) для каждого куска определяется аналитический параметр, величина которого отражает наличие или отсутствие определяемых химических элементов относительно некоторого, также задаваемого, порогового содержания. Фактически для каждого куска производится

распознавание его рентгеновского образа в реальном масштабе времени.

При превышении этого порога ИУС формирует управляющий сигнал для срабатывания исполнительного механизма. Сигнал управления срабатывания исполнительного механизма задерживается на время, необходимое для пролета куска руды от зоны измерения до зоны отбора. При этом длительность управляющего сигнала пропорциональна линейному размеру отбиваемого куска руды.

При срабатывании исполнительного механизма кусок за счет ударного воздействия отбойника отклоняется от естественной траектории падения и направляется в дальнюю течку продуктов сортировки и далее на конвейер отбираемого продукта (обогащенной или бедной руды, в зависимости от установленной логики отбора). Не подвергшиеся воздействию отбойника куски руды проходят в свою приемную течку без отклонения траектории и выводятся из-под сепаратора другим конвейером (рис. 5).



Рис. 5. Разделительное устройство, делящее поток руды на классы

Исполнительные механизмы, в зависимости от установленной логики отбора в ИУС, могут работать в 2-х режимах:

отбор рудных кусков;

отбор пустой породы.

При этом, соответственно, изменяется название и назначение течек.

Сепараторы совместно с узлом подготовки руды образуют единый комплекс для сортировки руды, общая производительность которого определяется технологическими задачами, гранулометрическими составами данного типа руды, количеством сепараторов.

Принципиальная схема расположения цепи агрегатов рудосортировочного комплекса представлена на рис. 6.

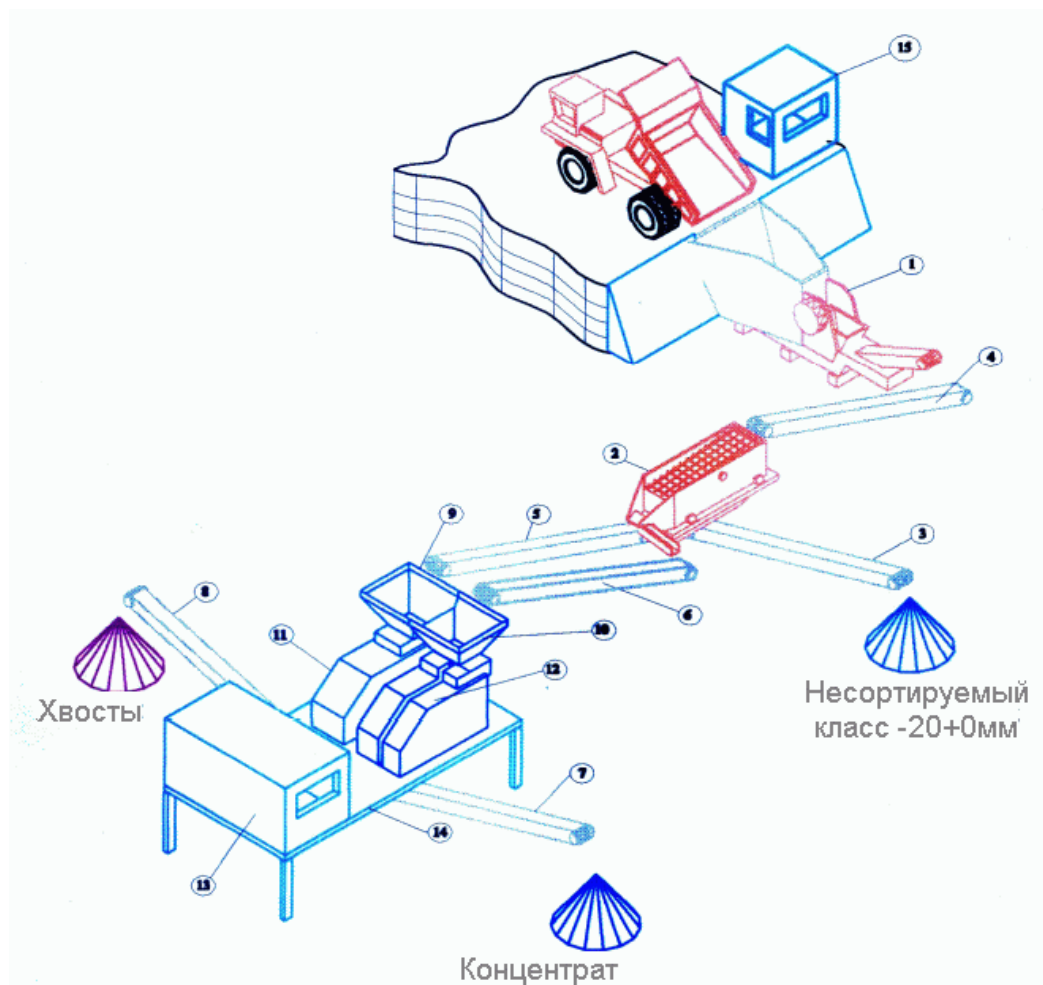


Рис. 6. Принципиальная схема расположения цепи агрегатов рудосортировочного комплекса:

1 - агрегат среднего дробления СМД-186 (с колосниковой решеткой); 2 - агрегат сортировки СМД-174А; 3,4,5,6,7,8 - конвейеры; 9,10 - приёмные бункеры машинных классов (-150+50; -50+20); 11 - сепаратор рентгенорадиометрический СРФ4-150 (1); 12 - сепаратор рентгенорадиометрический СРФ4-50 (2); 13 - операторская; 14 - эстакада

Курсовое проектирование

1. Собрать Исходные данные для проектирования:

- породы, вмещающие оруденение;
- содержание полезного компонента;
- запасы руды;
- количество металла в руде;
- крепость руд;
- трещиноватость руд;
- мощность рудных тел;
- исходные размеры блока (штабеля): длина, ширина, высота.

2. Приступить к написанию раздела «Технология ведения работ» согласно выданному заданию на проектирование.