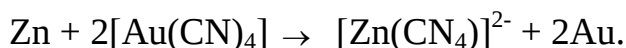


**4.7. Переработка продуктивных растворов
кучного выщелачивания**

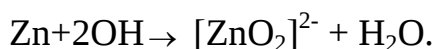
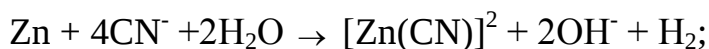
***4.7.1. Процессы цементационной переработки продуктивных
растворов***

4.7.1.1. Хронология цементационных процессов.

Осаждение золота цинковой стружкой введено в практику в 1888 г. Удачное решение этого процесса приписывается Мак-Артуру и Форресту. Процесс осаждения золота цинком идет по уравнению [1]:



Процесс сопровождается растворением цинка с выделением водорода:



В 1894 году осуществлена цементация золота цинковой пылью, а в 1893 году проведены первые опыты по осаждению золота электролизом [2] .

4.7.1.2. Области применения процессов цементации

а) извлечение меди из сернокислого раствора, и золота с серебром из цианистого раствора от $\text{pH} > 10$;

б) конверсия серебра из водной суспензии его нерастворимых солей, например, хлорида серебра с помощью металлического железа (хотя хлорид серебра и нерастворим в воде, но некоторое количество ионов серебра в водном растворе вполне достаточно для их непрерывного удаления металлическим железом и смещения равновесия до полного растворения хлорида серебра;

в) очистка растворов сульфата цинка от кадмия и таллия с помощью металлического цинка в качестве цементирующего металла, поскольку он все равно будет извлечен на последующей стадии;

г) удаление галлия из алюминатных растворов при добавлении алюминиевого порошка, однако этот процесс менее эффективен из-за растворения части алюминия и щелочном растворе с освобождением водорода и образования сплава галлия с алюминием;

д) разделение кобальта и меди при добавлении в раствор металлического кобальта, вызывающего выпадение меди (цементация меди);

е) выделение меди из растворов смеси никеля и меди при добавлении в раствор металлического никеля.

4.7.2. Цементация золота и серебра из щелочных цианидных растворов цинковой пылью

Металлический цинк легко вытесняет золото и серебро из цианистых комплексов с константами реакции для золота 1×10^{23} и для серебра 1×10^{32} . С точки зрения химической термодинамики золото и серебро могут быть полностью осаждены цинком из цианистых растворов [3].

Цинк применяют для цементации в виде стружки в аппаратах ящичного типа и в виде пыли, добавляемой к отфильтровываемому раствору, идущему на фильтр в цементационном отделении [4].

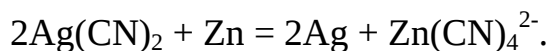
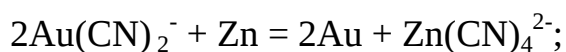
За рубежом процессы цементации золота из щелочных цианидных растворов известны под названием процессов Мерилла-Кро, по именам двух исследователей наиболее причастных к разработкам промышленных методов применения этого метода.

Для цементирования золота применяют цинк, а серебра — алюминий [5].

Цинковая пыль должна быть свободной от посторонних примесей, равномерна по ситовому составу, проходить через сито 300 меш., содержание оксида цинка не должно превышать 10%.

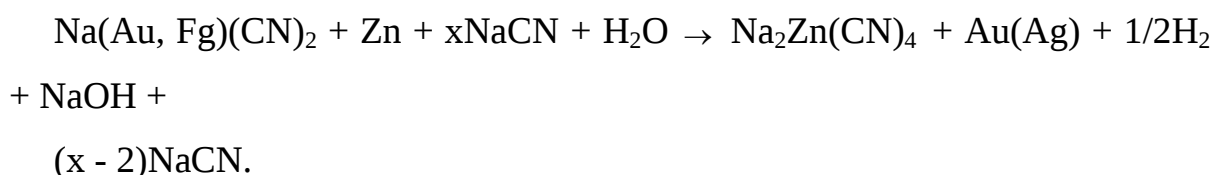
Цементацию золота из цианидных растворов проводят после предварительного обескислороживания раствора.

В ряду напряжений металлов в цианистых растворах потенциал цинка (-1,26 В) более отрицателен, чем потенциалы золота (-0,54 в) и серебра (-0,34 В). Поэтому цинк вытесняет благородные металлы из их соединений:



По первой из реакций золото переходит из ионного состояния в металлическое, а цинк — из металлического в ионное. Реакция протекает в случае, когда она сопровождается убылью термодинамического потенциала (это происходит, когда вытесняемый металл обладает более положительным электрохимическим потенциалом, чем цинк).

В более полном виде реакции цементации имеют вид [4]:



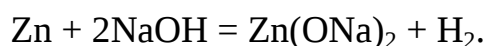
Избыток цинка может реагировать с NaCN:



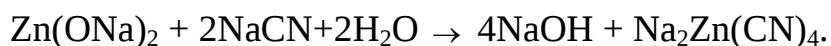
При недостатке NaCN идет реакция:



На Zn действует и свободная щелочь:



Полученный цинкат может реагировать со свободным цианидом:



Подобные реакции имеют место между оксидом и гидроксидом цинка, свободной щелочью и цианидом.

Двойной цианид Na и Zn неустоек, он диссоциирует в разбавленном растворе:



Цианистый цинк нерастворим и образует белый осадок на поверхности цинка, мешая дальнейшему его действию. Но избыток щелочи или

цианида растворяет этот осадок. Появление белого осадка в цементаторах указывает на недостаток одного из этих реагентов.

Состав исходного цианистого раствора, г/л [1]:

цианид..... 0,14; CaO 0,18.

На реакцию замещения одного металла другим, стоящим ниже его в ряду напряжений (цементации) влияет величина его концентрации в растворе. Действительный потенциал в растворе изменяется с изменением содержания его ионов в растворе. Действительная величина нормального потенциала получена при погружении данного металла в нормальный раствор его иона, т.е. в раствор с содержанием 1 г-экв/л воды [1].

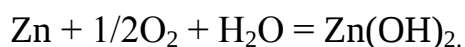
Повышение концентрации цианида натрия вызывает более интенсивное выделение газообразного водорода. Этим объясняют более быстрое и полное выделение золота и серебра при цементации цианидных растворов. Кроме того, выделение водорода обеспечивает связывание кислорода, поглощенного цианидными растворами, как в процессе цементации, так и при перекачках насосами за счет подсасывания в сальниках. В результате, не допускается растворение золота и окисление цинковой стружки [1]. В более крепких цианидных растворах цинк энергично взаимодействует с NaCN и NaOH. Это приводит к повышению расхода этих реагентов.

4.7.3. Влияние кислорода и обескислороживание цианистых растворов

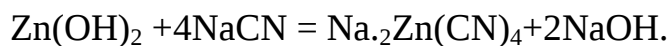
Кислород, растворенный в цианистом растворе, восстанавливается и переводит цинк в связанное состояние (пассивирует цинк).

Из-за кислорода образуется так называемый «белый осадок», который не позволяет полностью цементировать золото [1].

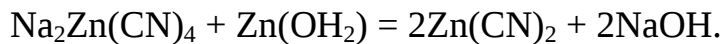
При окислении цинка идет реакция:



В избытке цианида гидроксид цинка растворяется с образованием комплексной соли:



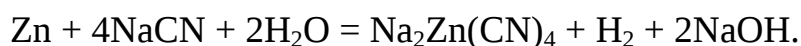
В отсутствии достаточных содержаний цианида натрия и щелочи комплексный анион цианида цинка разлагается с образованием нерастворимого цианида:



Гидроксид и цианид цинка — главные составляющие белого осадка, образующегося в случае наличия кислорода в растворах при недостаточном содержании в нем цианида натрия и щелочи.

Кислород является главной причиной растворения цементных осадков, понижая извлечение золота на стадии цементации. В новейшей практике перед цементацией удаляют кислород из растворов и цементацию проводят в аппаратах, не допускающих растворения кислорода во время контакта раствора с цинком.

Водород выделяется на поверхности цинка при повышении концентрации цианида и при взаимодействии избытка цинка с цианидом натрия по реакции:



Из-за выделения водорода происходит поляризация цинка.

Механические примеси (взвеси) могут существенно ухудшать процесс цементации, поэтому взвешенные механические частицы удаляют из продуктивного раствора.

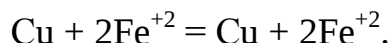
4.7.4. Примеси цианидных растворов

Растворы после цианирования руды имеют сложный состав. Присутствие в растворах Cu, Sb, As, Se, сульфита натрия мешает цементации золота. Много трудностей создают металлы с переменной валентностью, а также металлы-металлоиды, способные давать в растворах и катионы и анионы в зависимости от концентрации раствора [4].

Примеси раствора могут создавать на поверхности цинка пленки, которые нарушают контакт осадителя с раствором. При цементации протекают

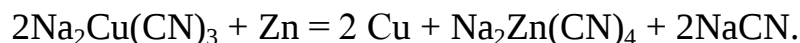
побочные реакции, зависящие от кислотности раствора, содержания в нем примесей. В результате побочных реакций расход цинка увеличивается, а качество цементного золота ухудшается. Расход цинка составляет 2 кг/кг золота или 23-50 мг/л.

Железо (Fe) причиняет много затруднений, особенно при электролизе растворов. Оно образует у анодов $\text{Fe}_2(\text{SO})_3$, которое реагирует на катоде с металлической медью до получения закисного железа по реакции:



Это дает низкий выход по току и отсюда большой расход электроэнергии. Поэтому электролит обрабатывают диоксидом серы для поддержания железа в восстановленном виде.

Медь (Cu), присутствующая в цианидном растворе, вызывает переход цинка в раствор и приводит к образованию пленки на поверхности цинка по реакции:



В случае значительного количества меди пленка на поверхности цинка может прекратить цементацию золота. Наличие в продуктивных растворах повышенной концентрации цианида предотвращает пассивацию цинка.

Наличие в растворе меди, цинка и железа приводит к изменению потенциала золота, делая его более положительным.

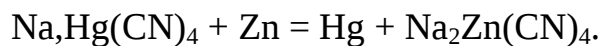
Присутствие в цианистом растворе меди вызывает растворение цинка по реакции.

$2\text{Na}_2\text{Cu}(\text{CN})_3 + \text{Zn} = 2\text{Cu} + 2\text{NaCN} + \text{Na}_2\text{Zn}(\text{CN})_4$. Во избежание этого медь предварительно выщелачивают из обрабатываемой руды и производят непрерывное или периодическое удаление меди из раствора [1]:

- а) предварительным осаждением на поверхности неосвинцованной стружки;
- б) регенерацией цианистого раствора.

в) освинцовывание цинка в случае небольших количеств меди дает возможность избежать образования плотной пленки меди на поверхности цинка.

Ртуть (Hg) осаждается из цианистого раствора по реакции:



Ртуть делает цинковую стружку хрупкой.

Кобальт и никель особенно вредны при осаждении цинка. В некоторых случаях их удаляют осаждением. Для этого используют диметилглиоксим или нитрозобетанафтол.

Сурьма, мышьяк, и натрий в цианидных растворах служат причиной образования пленок на поверхности цинка, которые понижают эффективность цементации. Наличие ионов сурьмы и мышьяка в количестве 1 мг/л снижает скорость цементации на 20 %.

Сурьма и мышьяк обладают переменной валентностью, они не поддаются удалению обычными химическими путями. Они легко сорбируются определенными нерастворимыми гидроксидами металлов, в особенности железа и алюминия. Анионы мышьяковой кислоты хорошо поглощаются углем, альбумином и гидроксидом железа. Эти процессы хорошо изучены Локсманом и Науке. Трейтон и Лейстон удалили мышьяк и сурьму на гидроксиде железа из раствора сульфата цинка [4].

Удалить сурьму и мышьяк из продуктивного раствора можно при их обработке сульфидом натрия, так как при этом образуются нерастворимые сульфиды сурьмы и мышьяка. Однако при такой обработке теряется все содержащееся в растворе серебро.

Сульфиды, растворенные в цианистом растворе вызывают образование сульфидов цинка и свинца, которые покрывают поверхность цинка и понижают его цементирующую поверхность.

Свинец (Pb) присутствует в цианистых растворах в незначительных количествах. Он осаждается в виде плюмбита на поверхности цинка при количествах превышающих 20 мг/л.

Микропримеси в цианистых растворах находятся в количествах за пределами чувствительности анализа, но они накапливаются в цементном концентрате, где их часто и обнаруживают:

- а) Pb, Fe, As и углерод, присутствующие в металлическом цинке, не вызывают затруднений при цементации;
- б) есть и такие микроэлементы, которые могут отлагаться на поверхности цинка, и тогда они будут мешать цементации золота.

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].

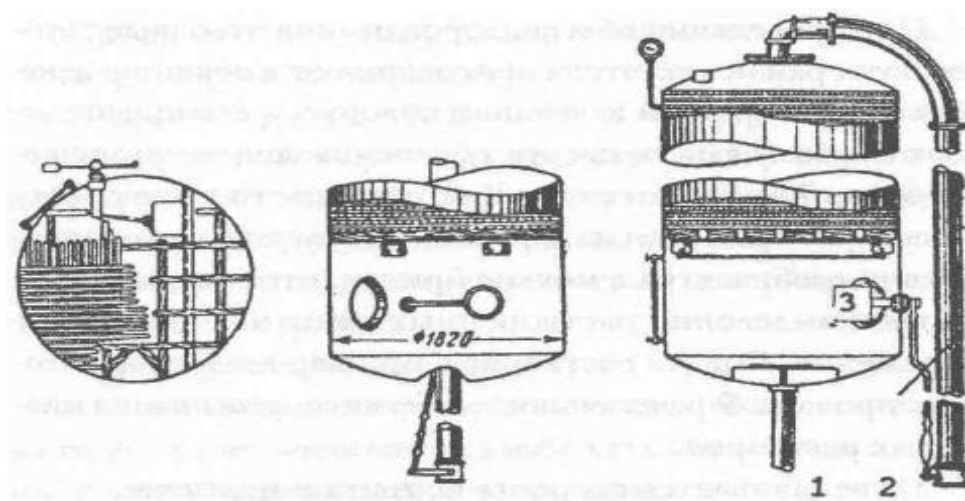


Рис. 4.62. Общий вид вакуум-ресивера для обескислороживания цианидных растворов перед цементацией золота цинковой пылью 1 - спуск раствора; 2 - подача раствора; 3 - поплавковое устройство для регулирования уровня раствора

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.

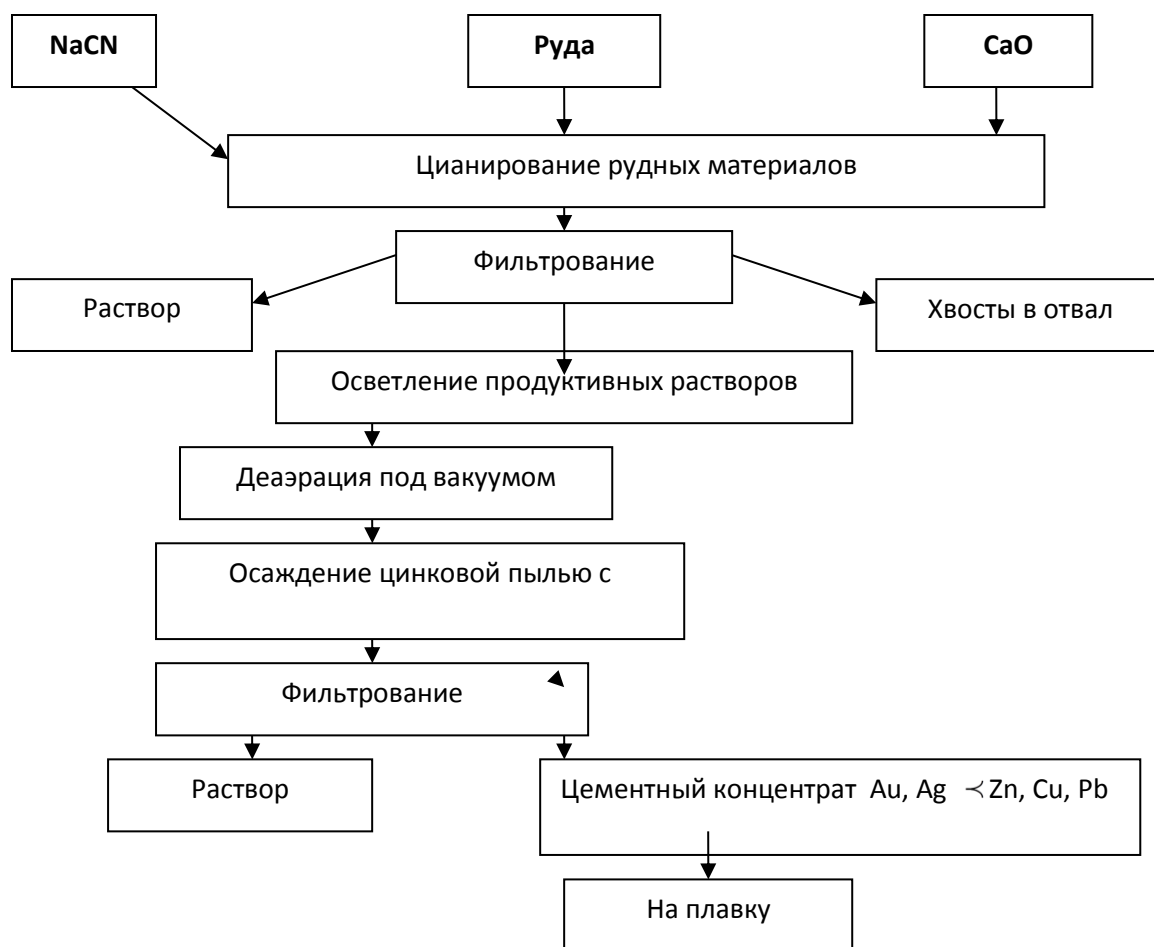


Рис. 4.63. Принципиальная схема цементации золота и серебра цинковой пылью из цианистого раствора [2]

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.

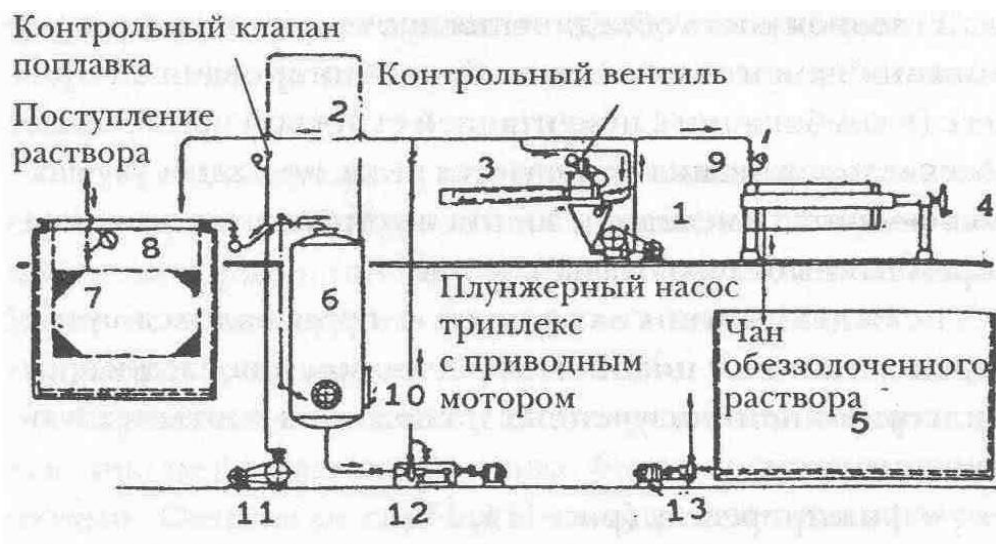


Рис. 4.64. Общий вид схемы цепи аппаратов для осаждения золота цинковой пылью с применением фильтр-пресса для отделения цементного золотосодержащего концентрата.

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.

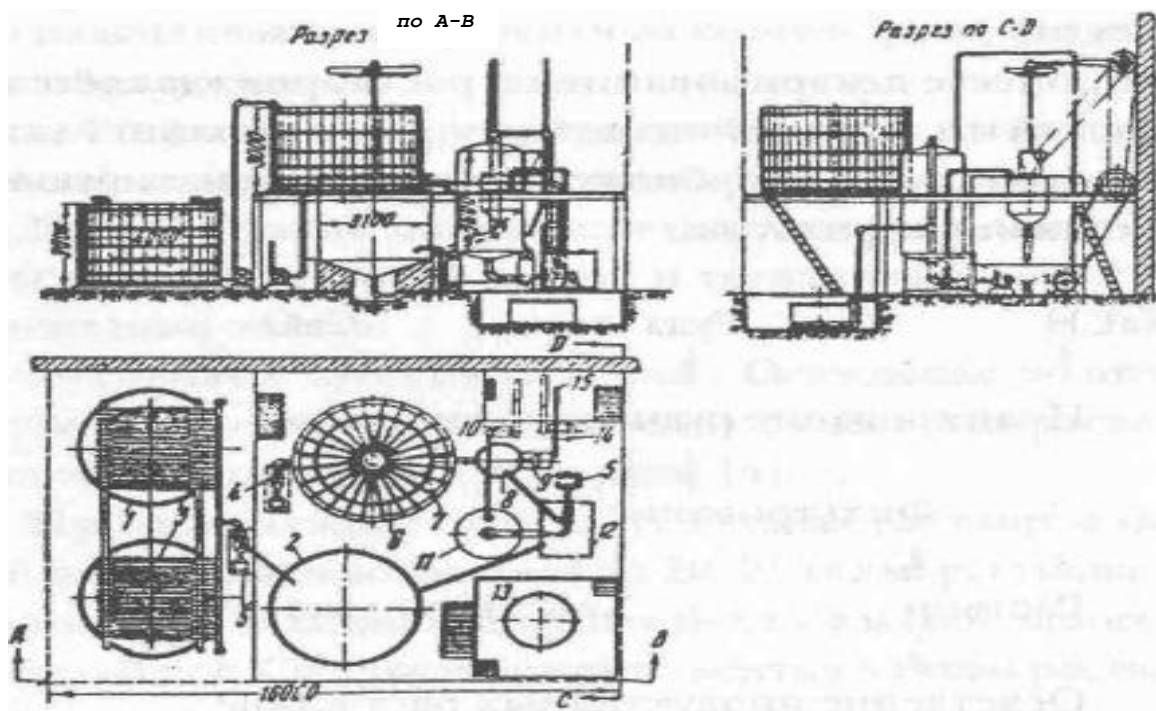


Рис. 4.65. Общий вид схемы цепи аппаратов для цементации золота цинковой пылью с применением рамного вакуум-фильтра для отделения цементного золотосодержащего концентрата:

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.

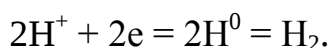
Ввиду легкой окисляемости цинковой пыли к ней нельзя близко подносить огонь.

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).

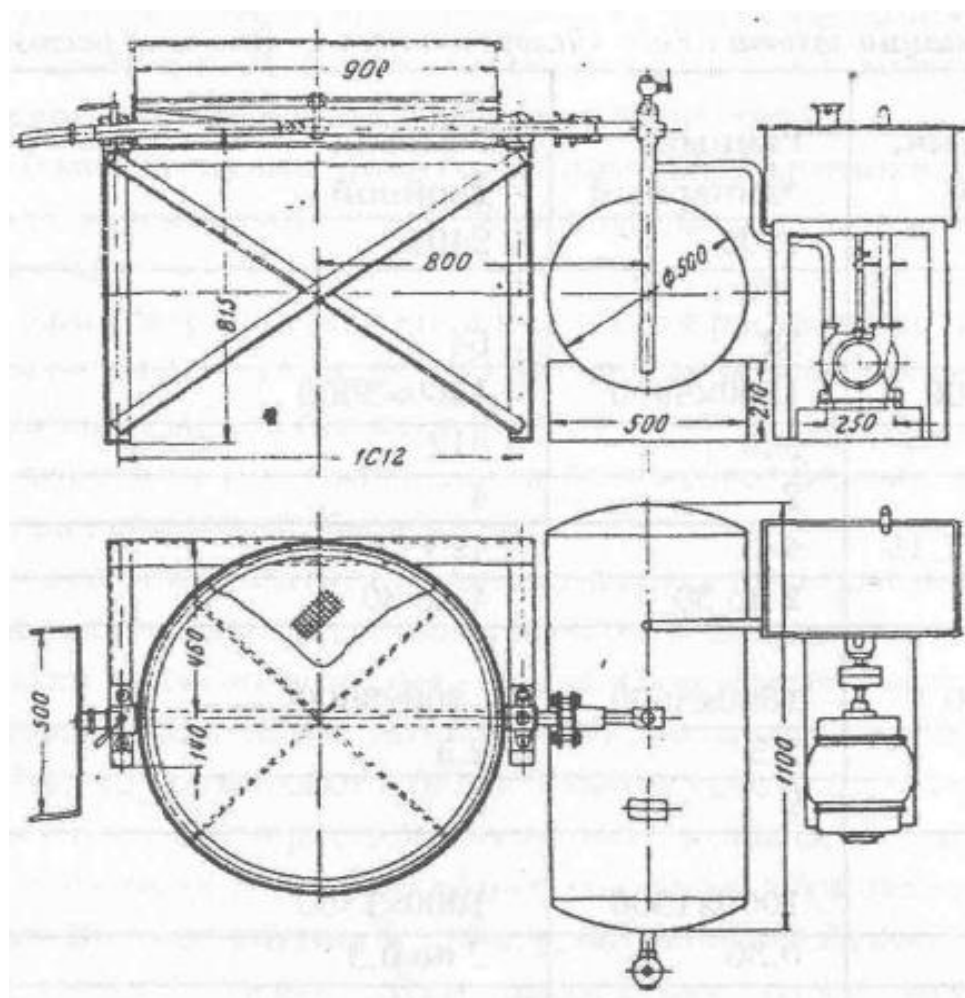


Рис. 4.66. Внешний вид опрокидывающегося рамного вакуум-фильтра для выделения цементного концентрата

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

Окон чание таблицы 4.7.

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 кека 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.