

ЛЕКЦИЯ

СОСТАВИТЬ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИИ В ТЕТРАДЕ!!!
Фото загрузить в личный кабинет студента одним файлом.

ТЕМА 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦИАНИРОВАНИЯ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ

(продолжение)

4.4 Факторы, определяющие скорость и полноту процесса цианирования золота в производственных условиях

Знание основных факторов, влияющих на ускорение или замедление скорости цианистого выщелачивания золота, позволяет квалифицированно управлять технологическим процессом. Основными из них являются: *концентрация цианистого натрия, температура, крупность и форма частиц золота, вязкость пульпы, интенсивность перемешивания* и некоторые другие.

Концентрация цианида в растворе

Это один из основных факторов, определяющих скорость цианирования и полноту извлечения золота в раствор. Наиболее успешное растворение золота происходит в слабых растворах цианистого натрия с концентрацией не более 0,25% по NaCN. Дальнейшее увеличение концентрации цианида в растворе не приводит к увеличению скорости растворения и полноты извлечения золота.

Применение слабых растворов цианида, особенно при переработке рудного сырья, объясняется причинами физико-химического порядка.

Дело в том, что в слабых цианистых растворах кислород имеет наибольшую растворимость. С увеличением концентрации цианида увеличивается вязкость и плотность жидкой среды. В вязких и плотных жидкостях растворимость кислорода сильно уменьшается, поэтому в фабричной пульпе с отношением жидкого к твердому 1:1 растворимость кислорода уменьшается примерно в 100 раз по сравнению с растворимостью в воде. Наличие достаточного количества кислорода способствует хорошему растворению золота в разбавленных цианистых растворах.

Увеличение концентрации цианида в растворе приводит к увеличению количества ионов CN^- , но одновременно с этим повышается вязкость среды, что отражается на скорости передвижения ионов и, вследствие этого, замедляется скорость растворения золота.

Применение слабых цианистых растворов для выщелачивания золота связано еще и с тем, что при небольших концентрациях цианида резко уменьшается скорость растворения неблагородных металлов, почти всегда присутствующих в золотосодержащих рудах в виде различных минералов.

Примесные металлы непосредственно реагируют с цианидом без участия кислорода. Неблагородные металлы быстрее растворяются в крепких цианистых растворах нежели золото, поэтому во избежание лишней траты цианистого натрия и уменьшения загрязнения золотосодержащего

раствора примесными металлами процесс цианирования стараются вести в слабых растворах цианида.

На практике золотосодержащие руды обрабатываются цианистыми растворами с концентрацией NaCN в пределах 0,05-0,15% и очень редко применяются более крепкие растворы до 0,35%.

Серебро растворяется медленнее золота и в рудах оно встречается в значительно больших количествах, чем золото. Поэтому при переработке серебряных руд концентрацию цианида поднимают до 0,5%. При этом расход цианида резко увеличивается и его стоимость становится соизмеримой со стоимостью извлекаемого серебра (т.е. стоимость расходуемого цианида приближается к стоимости серебра). В этом случае процесс цианирования ведут при меньших концентрациях цианида с целью максимального извлечения в раствор только золота, серебро при этом извлекается только как попутная продукция.

При переработке золотосодержащих концентратов применяются более крепкие цианистые растворы крепостью по NaCN до 0,25 - 0,4%

В большинстве случаев концентрация цианида в рабочих растворах несколько превышает оптимальную и процесс растворения контролируется диффузией кислорода. Поэтому снижение концентрации кислорода в результате протекания побочных реакций окисления неизбежно приводит к уменьшению скорости растворения золота. Учитывая это, вопросу интенсивной аэрации цианистой пульпы всегда нужно уделять большое внимание, стараясь поддерживать концентрацию кислорода в растворе возможно более близкой к равновесной.

Температура

С повышением температуры цианистых растворов растворимость золота несколько увеличивается. Но при этом имеет место ускорение протекания побочных реакций с неблагородными металлами, что ведет к загрязнению раствора примесями, что нежелательно для дальнейшего процесса сорбции.

Повышение температуры растворов, кроме всего прочего, ведет к уменьшению растворимости кислорода, что также крайне нежелательно, и вызывает разложение самого цианида, приводящее к излишним потерям реагента.

В силу этих причин, а также значительного расхода энергии на нагрев больших объемов фабричной аппаратуры увеличение температуры при проведении процесса цианирования обычно не практикуется.

Крупность и состояние поверхности частиц золота

Крупность частиц золота является одним из основных факторов, определяющих скорость цианирования. Мелкие частицы золота растворяются значительно быстрее, чем крупные, поскольку их удельная поверхность значительно больше. Хотя в большинстве случаев, основная масса золота в руде представлена в виде мелких частиц размером от 1 до 50 мк, все же часть золота находится в руде в виде крупных золотинок, поэтому на растворение крупного золота затрачивается в несколько раз больше времени,

чем обычно. Как правило, на золотоизвлекательных фабриках крупное золото извлекают в голове процесса - гравитационными аппаратами в цикле измельчения руды, а остальную часть руды с тонким и мелким золотом либо полностью подвергают цианированию, либо обогащают с получением концентратов.

Сложную задачу представляет извлечение тонкодисперсного золота крупностью менее 1-5 микрон. Такое золото не всегда удается вскрыть даже при сверхтонком измельчении. Руды, содержащие тонкодисперсное золото, относятся к труднообрабатываемым (их еще называют «упорными») и для их переработки применяют специальные методы.

Тонковкрапленное золото в рудах делят на две основные категории:

- золото, распределенное в кварце,
- золото, распределенное в сульфидных минералах.

В рудах первой категории крупность золота обычно такова, что тонкое и сверхтонкое измельчение обеспечивает достаточную степень вскрытия золотинок. Для их переработки используют схемы с 3-х-стадийным измельчением, дающие весьма тонкий помол (90 – 95 класса -0,074 мм). Цианирование такого тонкоизмельченного материала позволяет, как правило, получать отвальные хвосты с невысоким содержанием золота.

Для руд второй категории характерна значительно более тонкая вкрапленность золота, главным образом, в пирите и арсенопирите. Такие руды, как правило, подвергают флотационному обогащению, извлекая в концентрат золотосодержащие сульфиды с тонким золотом.

Если крупность золота такова, что позволяет вскрыть золото тонким измельчением, флотоконцентрат доизмельчают и цианируют. В случае, если в сульфидах золото тонкодисперсное, и сверхтонкое измельчение не позволяет достичь необходимой степени вскрытия золота, такой концентрат подвергают окислительному обжигу, после чего его можно цианировать.

Величина площади поверхности частиц золота определяется не только их размером, но и формой. Поэтому форма золотинок также влияет на скорость цианирования. При равной массе золотинок скорость растворения шарообразных частиц, имеющих минимальную поверхность, меньше, чем кубических, а кубических меньше, чем пластинчатых.

В процессе цианистого выщелачивания поверхность золотинок по мере растворения уменьшается и соответственно снижается количество золота, переходящее в раствор в единицу времени. Вот почему скорость растворения на заключительных стадиях цианирования сильно замедляется и в последнем аппарате часто оказывается равной нулю.

Иногда поверхность частиц золота в руде покрыта пленками различных металлов или их окисей. Эти пленки затрудняют доступ цианида к золоту. В этом случае говорят, что золото находится в «рубашке». Такое золото плохо извлекается не только цианированием, но и методами амальгамации и флотации. Для уменьшения влияния пленок руду или концентрат подвергают дополнительному измельчению или используют химические методы разрушения пленок.

Вязкость пульпы

Коэффициент диффузии, следовательно, и скорость цианирования в большой степени зависят от вязкости пульпы. Вязкость пульпы определяется соотношением в руде кристаллических и коллоидных частиц и степенью разжижения пульпы, выражением которой является отношение $T : Ж$. Говоря о коллоидных частицах, называемых *илами*, имеются в виду частицы высокой дисперсности, размеры и свойства которых приближаются к коллоидным. На практике под илами обычно понимают наиболее мелкие дисперсные частицы руды, чаще всего аморфные, которые чрезвычайно медленно оседают из пульпы при ее отстаивании.

Илы подразделяют на *первичные* и *вторичные*. Первичные илы образуются в самом месторождении и представляют одну из составных частей руды. В чисто кварцевых рудах количество илов ничтожно мало, но в некоторых рудах их содержание достигает 30-35%. Обычно это глинистые и охристые руды.

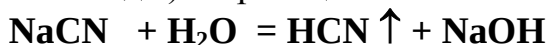
Вторичные илы образуются в результате истирающего действия дробильно-измельчительных машин и состоят из весьма мелких частиц кварца, силикатов и других переизмельченных пород.

В отличие от кварцевых глинистые и охристые руды при пониженных степенях разжижения образуют пульпы с повышенной вязкостью, возрастающей при длительном перемешивании вследствие набухания коллоидных частиц. Высокая вязкость обуславливает резкое снижение скорости растворения золота в таких пульпах. Поэтому их цианирование возможно только при повышенных отношениях $T : Ж$.

Однако, увеличение $T : Ж$ требует увеличения объема аппаратуры, необходимой для цианирования, увеличения расхода реагентов. Кроме того, присутствие в пульпе большого количества илов сильно затрудняет последующие операции сгущения, фильтрации и промывки. Поэтому руды с высоким содержанием природных илов обычно относят к категории упорных.

4.5 Гидролиз цианистых растворов. Защитная щелочь.

При приготовлении технологических цианистых растворов и проведении процесса цианирования пульпы часто наблюдается выделение в воздух паров синильной кислоты HCN . Это происходит в результате гидролиза цианистого натрия (гидролиз - это разложение веществ под действием воды) по реакции:

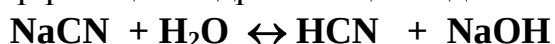


В результате этой реакции образуется летучая синильная кислота и щелочь. Обычно гидролизу подвержены химические соединения, состоящие из кислотного остатка слабых кислот и щелочных металлов сильных оснований. Цианид натрия относится как раз к таким веществам. Гидролиз цианистых растворов приводит к существенным потерям цианида и

заражению атмосферы цеха парами цианистого водорода, который оказывает вредное воздействие на человеческий организм.

Чтобы защитить цианистые растворы от разложения, в них вводят так называемую “защитную” щелочь. Установлено, что присутствие в растворе 0,01% NaOH полностью подавляет гидролиз цианида. Однако, при цианировании руды в результате образования кислот и различных реакций взаимодействия с рудными компонентами расход щелочи увеличивается и указанной концентрации может не хватить для полного обеспечения защитного действия. Поэтому в процессе цианирования поддерживают такую концентрацию щелочи, чтобы в растворе всегда был некоторый ее избыток.

Защитное действие щелочи объясняется тем, что при добавлении ее в раствор реакция гидролиза цианида смещается в обратном направлении:



в результате чего вновь образуется NaCN и гидролиз прекращается.

В качестве защитной щелочи на большинстве золотоизвлекательных фабрик используют обычную негашеную известь. Но в последнее время стоимость извести резко возросла и поэтому все чаще в качестве защитной щелочи при цианировании применяется каустическая сода NaOH.

Ряд условий проведения цианистого процесса не позволяют повышать концентрацию щелочи сверх необходимого минимума. К таким условиям относятся следующие:

- в цианистых растворах с повышенной концентрацией щелочи понижается скорость растворения золота вследствие образования на поверхности золотин пленок;
- взаимодействие цианида с некоторыми минералами, например, сурьмянистыми значительно усиливается в присутствии щелочи.