

ЛЕКЦИЯ

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

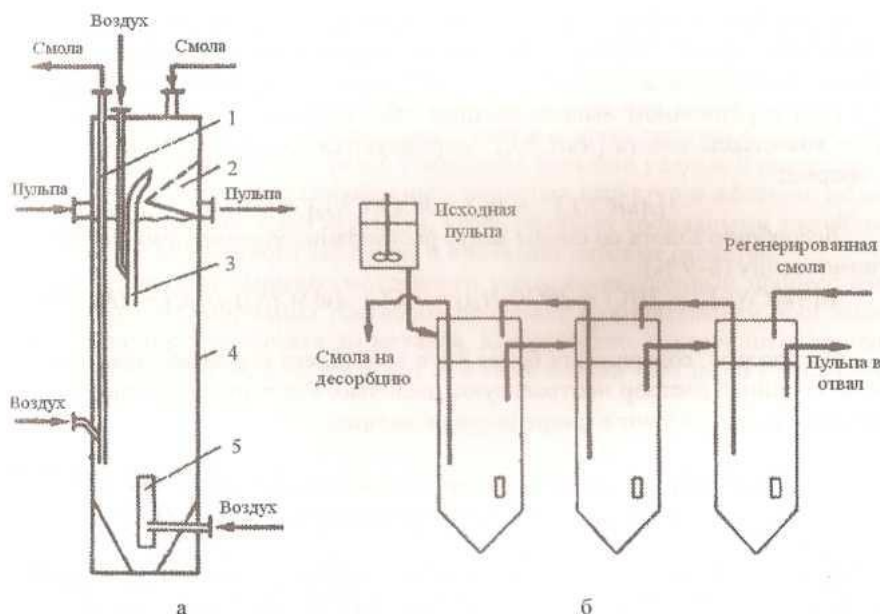
ТЕМА 6. ОСНОВЫ ПРОЦЕССА СОРБЦИОННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ (продолжение)

6.4 Ионный обмен из пульпы

Большие преимущества имеет ионообменная сорбция металлов непосредственно из пульпы без фильтрации. Последняя представляет собой дорогую операцию, требующую затрат на оборудование, большие площади и т. д.

Ионный обмен из пульпы применяют в гидрометаллургии урана, золота, молибдена. В этом случае используют механически прочные смолы с величиной зёрен 0,5-1,5 мм, которые должны превосходить крупность частиц твёрдого в пульпе (обычно меньше 0,1 мм).

Сорбцию ведут из плотных пульп ($T:Ж=1:1$) в аппаратах с пневматическим перемешиванием и аэролифтным транспортом поступающей и выгружаемой смолы (рис. 6.3, а).



1 - аэролифт для транспортировки смолы; 2 - разделительный элемент; 3 — аэролифт для транспортировки пульпы; 4 — корпус; 5 - аэролифт для перемешивания

Рис. 6.2 - Схема аппарата (а) и каскада аппаратов (б) для непрерывной противоточной сорбции из пульпы

Частицы смолы по мере их насыщения сорбируемым металлом утяжеляются и опускаются в нижнюю часть аппарата. Пульпа проходит

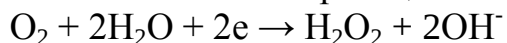
последовательно 6-7 аппаратов, противоточно пульпе перемещается смола. В таких же аппаратах или аппаратах без перемешивания ионита проводят элюирование металла со смолы. При использовании пористых ионитов повышенной прочности потери смолы (за счёт измельчения при истирании) составляют 30-150 г на 1 т обрабатываемого материала.

Схема каскада аппаратов для сорбции из пульп показана на рис. 6.2, б. Возможно совмещение выщелачивания металла из руды с сорбцией на смоле — проведение сорбционного выщелачивания. В этом случае вследствие смещения равновесия процесс выщелачивания ускоряется.

6.5 Сорбция металлов активированными углями

Несмотря на многочисленные исследования влияния различных факторов на сорбцию комплексных ионов металлов углеродными сорбентами, механизм процесса окончательно не определён. Подводя итоги предложенных вариантов механизмов, можно отметить, что рассматриваются, в основном, два из них — *ионный* и *донорно-акцепторный*.

При *ионном механизме* возможно образование химической связи ионного типа между положительно заряженным центром, зафиксированным в углеродной матрице сорбента, и отрицательно заряженным комплексным ионом. Согласно электрохимической теории при активации углей кислород восстанавливается на их поверхности с образованием пероксида водорода и гидроксильных ионов по реакции:

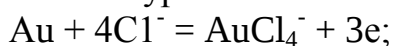


Вследствие поглощения электронов по данной реакции уголь приобретает положительный заряд. Поддержание электронейтральности на поверхности угля достигается притяжением анионов, в данном случае OH^- . На этой основе протекает, например, сорбция золота из цианистых растворов (взаимодействует анион $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ с положительным зарядом поверхности угля). В соответствии с этим объясняется повышение адсорбционной способности угля в отношении ионов золота при подкислении цианистого раствора — ионы гидроксила, составляющие обкладку двойного электрического слоя на поверхности угля, соединяются с ионами водорода кислоты с образованием воды, что, в свою очередь, приводит к повышению положительного заряда активной поверхности угля.

В основе *химических теорий* лежит представление о том, что характер сорбции ионов активными углями определяется, как и в случае синтетических ионитов, химической природой функциональных групп, находящихся на их поверхности. С этой точки зрения сорбционные свойства обычного угля - анионита объясняются наличием на его поверхности основных оксидов углерода хинонных и ксантогенных структур. Способность окисленного угля к обмену катионов связывается с содержанием в нём функциональных групп кислого характера, прежде всего карбоксильных, фенольных и гидрохинонных.

В целом угли напоминают высокополимерные или высокомолекулярные органические вещества, заключающие в своём составе полярные группы, реакции которых зависят от pH среды. Располагая большой удельной поверхностью (до 1000 м²/г), широким разнообразием пористых структур и жёстким, не набухающим в отличие от смол каркасом, уголь обладает громадными адсорбционными силами дисперсного характера и проявляет ситовые свойства.

В отличие от вышерассмотренного угольносорбционный процесс извлечения золота из хлоридных растворов протекает с обязательным восстановлением хлоридного комплекса до металла. Как известно, в хлоридных растворах золото находится в виде анионов AuCl_4^- и катионов Au^{3+} согласно уравнениям:



Ввиду высокого положительного потенциала золота в хлоридных растворах, сорбция его комплекса сопровождается восстановлением до металла на поверхности угля. Золотом насыщена периферическая часть гранул угля, т. е. скорость восстановления Au весьма значительна, и ионы не успевают продиффундировать к центру зерна. После того как периферийная часть зерна покрывается золотом, начинается цементация на его внутренней части, поэтому при увеличении емкости сорбента скорость поглощения золота углем снижается, так как ионы AuCl_4^- должны диффундировать через внешний слой угля, покрытый золотом. Следовательно, только при достаточной длительности процесса золото поглощается полностью углем из хлоридных растворов.

В настоящее время активные угли используются в золотодобыче в технологии сорбционного цианирования шламистых и кучного выщелачивания бедных руд. Содержание золота в нагруженном угле составляет 10-15 г/кг. Десорбция осуществляется щелочно-цианистыми растворами при 90 °С. После чего уголь реактивируется в течение приблизительно 30 мин при температуре 600-900 °С (в зависимости от сорта угля).

6.6 Сравнение свойств активных углей и ионообменных смол

В настоящее время для извлечения золота и серебра применяются почти в одинаковой мере ионообменные смолы и активные угли. В этом плане интересно сопоставить их свойства и на основе этого дать оценку применимости.

Активные угли	Ионообменные смолы (аниониты)
1. Имеют высокую термическую и химическую устойчивость, которая позволяет проводить десорбцию металлов при температуре до 185 ⁰ С, а регенерацию сорбционных свойств угля при температуре 600-700 ⁰ С. Не боятся мороза, их можно	1. Аниониты работают при температуре до 60—80 °С и неустойчивы к действию крепких кислот и щелочей, а также сильных окислителей. Очень боятся минусовых температур, т.к. содержащаяся в ионите влага на морозе раскалывает зерна смолы.

хранить в любых условиях 2. Эффективная десорбция угля требует высоких температур и сосудов под давлением 3. Активированные угли нуждаются в периодической термической регенерации для удаления адсорбированных органических веществ 4. При замачивании не набухают, их можно многократно увлажнять, высушивать, транспортировать и хранить в сухом состоянии при любых температурах. 5. Производятся из дешевого сырья (каменный уголь, древесина, отходы различных производств). 6. Имеют меньшую механическую прочность и поэтому подвержены большому абразивному истиранию и износу. Даже самые прочные отечественные и зарубежные активные угли имеют механическую прочность не более 90-95% 7. Поскольку имеют макропоры, то их поверхность шероховатая, а это усиливает истирание абразивной пульпой в сорбционных аппаратах, а также при транспортировке угля аэролифтами в дренажных устройствах пачуков. 8. Во влажном состоянии гранулы угля имеют больший объемный вес, чем смола. Это позволяет пропускать растворы через уголь, загруженный в колонны, в 10 раз быстрее, чем через ионит. 9. Отмывка угля от илов и щепы происходит быстро и качественно. 10. Применяют при переработке более сложных по химическому составу руд и концентратов 11. Вне конкуренции там, где необходимо перерабатывать золотосодержащие растворы и пульпы с высоким содержанием серебра и примесных металлов – меди, цинка, железа и др. Перспективны также при переработке глинистых руд.	Поэтому хранить и применять анионит в отличие от угля нужно в определенном интервале температур – от 0⁰С до 60⁰С, что накладывает определенные ограничения на использование ионообменных смол в промышленности. 2. Смолы могут десорбироваться при комнатной температуре 3. Не требуется для смол. Меньше насыщаются кальцием, чем уголь. 4. При высушивании и повторном увлажнении растрескиваются, поэтому их производят влажными и они не могут транспортироваться и храниться при отрицательных температурах. 5. Для производства используются дорогостоящие продукты, производимые химической промышленностью, - стирол, дивинилбензол, амины. 6. Имеют механическую прочность 99%. 7. Не истирают поверхность аппаратов 8. Имеют меньший объемный вес, поэтому медленнее пропускают растворы. 9. Медленно и не совсем качественно 10. При переработке растворов сравнительно простого состава 11. Хорошо могут работать на растворах с простым ионным составом и на пульпах с высокой абразивностью рудных частиц.
---	---