



Флотация



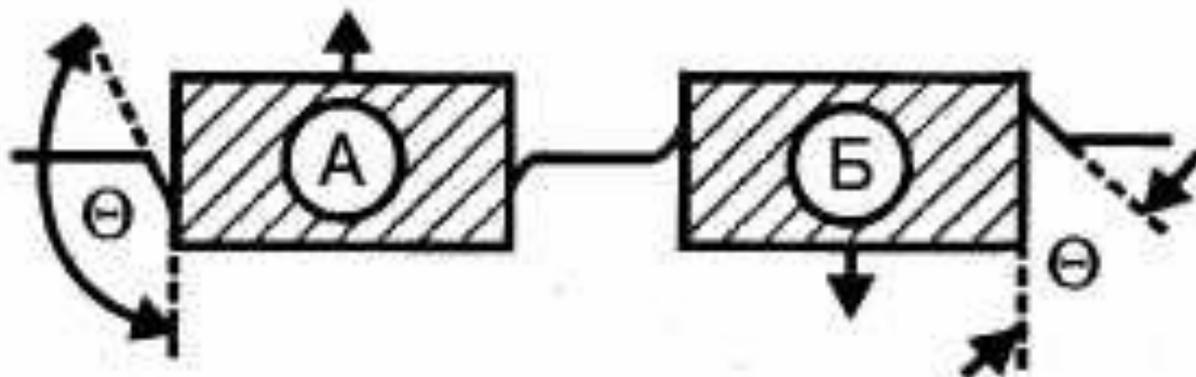
Флотация (плавание на поверхности воды) – это разделение мелких твердых частиц (главным образом минералов) с выделением капель дисперсной фазы из эмульсий, основана на различной смачиваемости частиц жидкостью (преимущественно водой) и на их избирательном прилипании к поверхности раздела.

Осуществляют флотацию главным образом с использованием специальных веществ - флотационных реагентов (флотореагентов).



Основным показателем смачиваемости минералов служит величина краевого угла смачивания, образующегося на твердой поверхности вдоль периметра смачивания, т.е. вдоль линейной границы раздела твердое тело – жидкость – воздух.

Жидкость образует с несмачиваемой частицей тупой угол, а со смачиваемой частицей — острый. Силы поверхностного натяжения стремятся выровнять уровень жидкости, в результате несмачиваемая частица выталкивается, а смачиваемая погружается.



А — не смачивается,
Б — смачивается.



С ее помощью обогащаются: медные, молибденовые и свинцово-цинковые руды, бериллиевые, висмутовые, железные, золотые, литиевые, марганцевые и др. руд; неметаллические ископаемые - апатит и фосфориты, барит, графит, известняк.

Флотацию применяют также для очистки воды от органических веществ (нефти, масел и др.), тонкодисперсных осадков солей и шламов, для выделения и разделения бактерий и т. д.

Разновидности флотации

Пенная флотация — это процесс, при котором гидрофобные частицы прилипают к вводимым в пульпу пузырькам воздуха или газа и поднимаются с ними кверху, образуя пену, а гидрофильные частицы остаются взвешенными в пульпе.

Пленочная флотация — это процесс, при котором гидрофобные частицы, попадая на поверхность движущегося потока воды, остаются на ней, образуя пленку, а гидрофильные частицы тонут.

Масляная флотация — это процесс, при котором гидрофобные частицы прилипают к каплям масла в пульпе и всплывают наверх, а гидрофильные частицы остаются взвешенными в пульпе.

Флотация твердой стенкой — это процесс флотации тонких шламов (-10 мкм) с помощью носителя — гидрофобных частиц флотационной крупности, селективно взаимодействующих с извлекаемыми шламами, при этом образующиеся агрегаты подвергаются обычной пенной флотации.

Ионная флотация — это процесс, предназначенный для извлечения из растворов ионов, образующих при взаимодействии с реагентами-собирателями тонкодисперсные гидрофобные осадки.



Вакуумная флотация — это разновидность процесса флотации с использованием газовых пузырьков, выделяющихся из растворов или суспензий в вакууме.

Электрофлотация — это процесс флотации минерального сырья пузырьками кислорода и водорода, образующимися при электролизе воды.

Флокулярная флотация — это процесс флотации, характеризующийся извлечением частиц в виде флокул, образованных в результате предварительной обработки частиц реагентами.



Пенная сепарация — это разновидность процесса флотации, при котором исходная гетерогенная смесь (суспензия) подается сверху на заранее подготовленный пенный слой без его разрушения.

Флотогравитация — это процесс обогащения минерального сырья, который заключается в сочетании флотационных и гравитационных методов обогащения и при котором смесь минералов, обработанная реагентами, подвергается гравитационному обогащению (на концентрационных столах, отсадочных машинах, суживающихся желобах).

Пенная флотация - наиболее распространенный способ, которым в мире ежегодно обогащают 1 млрд. т горной массы - более 20 типов руд. аппарат для разделения - флотационную машину.





Флотация осуществляется в трехфазной среде "твердые частицы - жидкость - газ", называемой пульпой. Твердая фаза представлена частицами минералов, получаемых при дроблении и помоле руды с целью выделения полезных компонентов из сростков с минералами пустой породы; тяжелые минералы измельчают до крупности 0,1-0,2 мм, легкие (уголь, сера, фосфаты и др.) - до 0,2-3 мм.



Жидкая фаза содержит воду, продукты выщелачивания минералов, флотореагенты, растворенные газы, продукты износа оборудования, коллоидные частицы и т. д. Газовая фаза состоит из пузырьков (размеры от десятков мкм до 1-2 мм), образующихся при прохождении воздуха через диспергирующее устройство (аэратор). Положительную роль во флотации могут играть газовые пузырьки, выделяющиеся из раствора.

Флотационные реагенты

Для ускорения процесса флотации систему вспенивают путем интенсивного перемешивания (механические флотационные машины) или барботажа воздуха через систему (пневматические флотационные машины).

В процессе флотации гидрофобный компонент образует с пузырьками воздуха минерализованную пену, отделяемую от жидкой фазы, в которой остаются гидрофильные компоненты. Результат флотации зависит от различия в гидрофобности (гидрофильности) компонентов обогащаемого сырья.



Флотореагенты - химический вещества (чаще всего применяют ПАВ), которые добавляют при флотации в пульпу для создания условий селективного (избирательного) разделения минералов.

Флотореагенты позволяют регулировать взаимодействие минеральных частиц и газовых пузырьков, химические реакции и физико-химические процессы в жидкой фазе, на границах раздела фаз и в пенном слое путем гидрофобизации поверхности одних и гидратации поверхности др. твердых частиц.



По назначению различают три группы флотореагентов:

- 1. Собиратели.**
- 2. Пенообразователи.**
- 3. Модификаторы.**

По химическому составу флотореагенты бывают органическими (преимущественно собиратели и пенообразователи) и неорганическими (в основном модификаторы) мало или практически нерастворимыми в воде (неионогенные) и хорошо растворимыми (ионогенные).

Собиратели (коллекторы)

Роль коллекторов заключается в селективной гидрофобизации (понижении смачиваемости) поверхности некоторых минеральных частиц и возникновении условий для прилипания к ним газовых пузырьков.

Гидрофобизация достигается вытеснением гидратной пленки с поверхности частиц. Закрепление на ней может быть обусловлено ван-дер-ваальсовыми силами (физическая адсорбция) либо образованием химической связи (хемосорбция).

Собиратели (коллекторы)

По структурным признакам собиратели подразделяют на

- 1. Анионные.**
- 2. Катионные.**
- 3. Амфотерные.**
- 4. Неионогенные.**

Молекулы анионных и катионных реагентов содержат неполярные (углеводородные) и полярные (амино-, карбокси- или др.) группы. Последние сорбируются на поверхности частиц и гидрофобизируют ее, а неполярные группы обращены в воду, отталкивают ее молекулы и предотвращают гидратацию поверхности частиц.

Анионные собиратели

К анионным собирателям относятся соединения, которые содержат сульфгидрильную (меркапто-) или гидроксильную группы, а также их производные - так называемые сульфгидрильные и оксгидрильные реагенты.

Сульфгидрильные реагенты предназначены для флотации минералов сульфидных руд Cu, Pb, Zn, Ag, Au, Co, Ni, Fe .

Оксгидрильные реагенты применяют для флотации карбонатов, оксидов, сульфатов, фосфатов, фторидов и некоторых др. минералов.

Катионные собиратели

Катионные собиратели (алифатические первичные амины, вторичные амины (в керосине), соли четвертичных аммониевых оснований и аминоэфиры с короткой разветвленной цепью) используют для флотации калийных солей (главным образом KCl при отделении его от NaCl), кварца, силикатов, сульфидов и т. д.

Амфотерные собиратели

Амфотерные собиратели имеют в своем составе амино- и карбоксильную группы, благодаря чему сохраняют активность как в кислой, так и в щелочной средах. Данные коллекторы особенно эффективны для флотации минералов класса оксидов в воде повышенной жесткости.

Неионогенные собиратели

Неионогенные собиратели представлены неполярными соединениями - углеводородными жидкостями преимущественно нефтяного происхождения (газойли, дизельные масла, керосин и т. д.), а также жирами.

В виде водных эмульсий они служат для флотации алмазов, графита, калийных солей, молибденита, самородной серы, талька, углей, фосфатов и др. минералов с неполярной поверхностью.

Пенообразователи (вспениватели)

Пенообразователи (вспениватели), адсорбируясь на поверхности раздела газ - жидкость, понижают поверхностное натяжение, способствуют образованию устойчивой гидратной оболочки пузырьков воздуха, уменьшают их крупность и препятствуют коалесценции, умеренно стабилизируют минерализованную пену.

В качестве вспенивателей используют одноатомные алифатические спирты (например, метилизобутилкарбинол), гомологи фенола (крезолы и ксиленолы), технические продукты (пихтовое и сосновое масла).

Модификаторы (регуляторы)

Модификаторы (регуляторы) позволяют усилить, ослабить или исключить адсорбцию собирателей на минералах.

Благодаря регуляторам уменьшается расход собирателей, достигаются разделение минералов с близкой плотностью, обогащение руд сложного состава с получением несколько концентратов.

Модификаторы, улучшающие закрепление собирателей на поверхности определенных минералов и ускоряющие флотацию, называют активаторами.

Регуляторы, затрудняющие закрепление коллекторов, называют подавителями, или депрессорами.



Для минералов класса оксидов потенциалоопределяющими являются ионы H^+ и OH^- ; их концентрации изменяются путем подачи кислот, щелочей и соды.

Для сульфидов потенциалоопределяющими служат катионы металлов и анионы HS^- и S^{2-} .

Жидкое стекло применяют как депрессор флотации силикатных материалов.

Известь и цианиды подавляют флотацию пирита, сульфидов Cu и Zn и т. д.