

В. И. КЛАССЕН

**АКТИВАЦИЯ ФЛОТИРУЕМЫХ МИНЕРАЛОВ ВОЗДУХОМ,
ВЫДЕЛЯЮЩИМСЯ ИЗ РАСТВОРА**

(Представлено академиком П. А. Ребиндером 17 XII 1947)

Растворенные в жидкой фазе флотационной суспензии газы влияют на процесс флотации минералов не только химическим взаимодействием с минералом и реагентами и сорбцией на минералах. Вследствие изменения условий растворимости, во флотационных машинах происходит возникновение больших количеств пузырьков, активно участвующих в пенно-флотационном процессе.

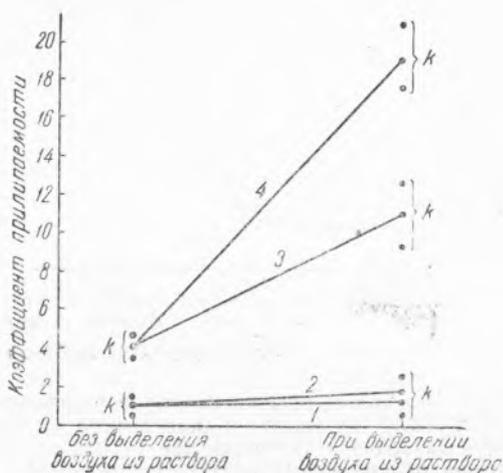


Рис. 1. Влияние выделения воздуха из раствора на прилипаемость зерен флюорита к пузырьку воздуха (k — пределы 99,7% достоверности). 1 — кварц в присутствии ксантата, 2 — кварц в присутствии жидкого стекла и олеиновой кислоты, 3 — флюорит в присутствии жидкого стекла и олеиновой кислоты, 4 — арсенопирит в присутствии ксантата

Изучение закономерностей возникновения пузырьков воздуха выделением их из раствора и влияния их на кинетику флотации привело нас к выводу, что одним из основных способов воздействия воздуха, выделяющегося из раствора, на флотируемость минералов является селективная активация поверхности последних. Этот вывод подтверждается следующими соображениями.

1. Пузырьки воздуха при выделении из раствора возникают прежде всего на поверхности минералов, подготовленных к флотации, с относи-

тельно меньшей гидратированностью поверхности. Я. И. Френкелем (1) дана кинетическая трактовка зависимости места возникновения пузырька пара от краевого угла смачивания поверхности. Нами (2) выведено уравнение (1), характеризующее ту же зависимость:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\theta}{2}}{\sqrt[3]{3 \operatorname{tg}^2 \frac{\theta}{2} + 1}} > 1, \quad (1)$$

где ω_1 — работа, которую необходимо произвести при возникновении пузырька в гомогенной среде; ω_2 — то же, в гетерогенной среде; θ — краевой угол смачивания.

2. При изменении условий растворимости зародыши пузырьков газов возникают скачком. Минимальные размеры зародышей находятся в обратной зависимости от пересыщения раствора воздуха, в реальных условиях эти зародыши имеют размеры в несколько микронов. Таким образом, при сравнительно небольшом объеме воздуха, выделяющегося из раствора, пузырьки могут покрыть значительную часть поверхности флотируемых минералов.

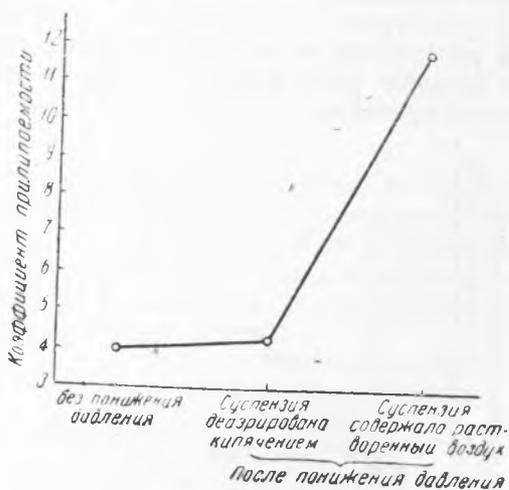


Рис. 2. Изменение прилипаемости через флюорита к воздушному пузырьку в зависимости от понижения давления в сuspензии при разной концентрации растворенного воздуха (в присутствии олеиновой кислоты и жидкого стекла)

3. Наличие дегидратированных (полностью или частично) участков на поверхности минералов облегчает прилипание к ним более крупных пузырьков, обладающих необходимой подъемной силой для всплывания с минеральными частицами с достаточной скоростью (2). Коалесценция крупных пузырьков с микропузырьками (как это доказано нами экспериментально) происходит очень быстро ввиду большой разницы капиллярных давлений в соприкасающихся пузырьках.

4. Образование дегидратированного зародыша контура прилипания, как это показано А. Н. Фрумкиным (3) и В. С. Веселовским и В. Н. Перцовым (4), является наиболее длительным этапом прилипания; выполнение этого процесса пузырьками, возникающими из раствора, содействует более быстрому прилипанию минерала к пузырьку.

5. Нами экспериментально доказано (рис. 1), что прилипаемость к пузырьку флотируемых минералов (арсенопирита и флюорита) и, в мень-

шей мере, минерала пустой породы (кварца) находится в прямой зависимости от выделения воздуха из раствора*. Изменение давления во флотационной суспензии улучшает прилипаемость только в случае наличия растворенного воздуха (рис. 2). В случае предварительного удаления из воды растворенного воздуха кипячением, прилипаемость улучшается очень незначительно**. Многочисленные измерения, подобные приведенным, подтверждают эту закономерность.

6. Исследования гидроаэродинамических процессов, происходящих во флотационных машинах, свидетельствуют о наличии многочисленных перепадов давлений, возникающих при турбулентном движении флотационной суспензии при выбрасывании ее импеллером и подъеме вверх.

Непосредственные измерения, проведенные в нашей лаборатории А. П. Тороповым, показали, что в точках перемешиваемой флотационной суспензии, расположенных на расстоянии 10 мм друг от друга, концентрация растворенного кислорода значительно меняется. Отсюда следует, что при флотации выделение воздуха из раствора происходит в больших количествах.

7. Опыты флотации чистых минералов в лабораторных условиях позволили установить влияние воздуха на скорость флотации. Последняя характеризовалась уравнением К. Ф. Белоглазова (5). Результаты опытов приведены на рис. 3 и позволяют отметить следующее.

а) Воздух, выделяющийся из раствора, самостоятельно флотирует часть минеральных зерен; крупные зерна флотируются им несколько хуже, очевидно, вследствие недостаточной подъемной силы пузырьков и не оптимального соотношения размеров пузырьков и минералов (6).

б) Механически диспергированные пузырьки флотируют несколько лучше минералы крупной фракции.

в) Совместное применение пузырьков, возникших из раствора и диспергированных механически, в данных условиях повысило скорость флотации примерно в 4 раза. Если бы это было следствием только параллельной флотации теми и другими пузырьками, то скорость флотации должна была бы повыситься на 25% для фракции крупностью 147—74 μ и на 50% для фракции меньше 48 μ . Соответствие размеров пузырьков и минеральных частиц, необходимое для эффективной флотации (6), играет в этом случае подчиненную роль. Очевидно, здесь имеет место качественно новое явление — повышение скорости минерализации крупных воздушных пузырьков присутствием на флотируемых зернах минералов мельчайших пузырьков, возникших выделением из раствора.

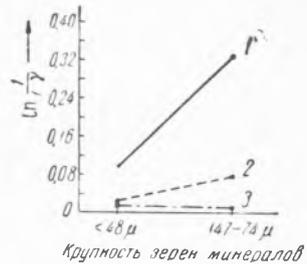


Рис. 3. Скорость флотации при разных методах аэрации суспензии (для мелких и средних фракций): 1 — комбинированная аэрация, 2 — аэрация при механическом диспергировании воздуха, 3 — аэрация только воздухом, выделившимся из раствора

Государственный научно-исследовательский институт
горно-химического сырья, Москва, и
Лаборатория Средне-Азиатского
геолого-разведочного треста
цветных металлов, Ташкент

Поступило
25 IX 1947

* Опыты производились Е. Д. Богдановой и Э. А. Пябус.

** Коэффициентом прилипаемости названа величина, обратная минимальному сближению пузырька и частицы (и минимальному времени их соприкосновения), необходимому для прилипания.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Я. И. Френкель, Кинетическая теория жидкости, изд. АН СССР, 1945.
² В. И. Классен, Цветные металлы, № 5 (1946). ³ А. Н. Фрумкин, ЖФХ, 12, в. 4, 5—6 (1938). ⁴ В. С. Веселовский и В. Н. Перцов, ЖФХ, 8, в. 2 (1936).
⁵ К. Ф. Белоглазов, Закономерности флотационного процесса, 1947. ⁶ З. В. Волкова, ЖФХ, 20, в. 10 (1946).