

# Серосодержащие соединения нефти как интенсификаторы флотации

## Кужаева А. А.<sup>1</sup>, Берлинский И. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кужаева Алена Алексеевна / Kuzhaeva Alena Alekseevna – кандидат химических наук, доцент;

<sup>2</sup>Берлинский Игорь Вячеславович / Berlinskii Igor Vyacheslavovich – кандидат химических наук, доцент,  
кафедра общей и физической химии,

факультет переработки минерального сырья,

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург

**Аннотация:** достижение высоких показателей в области обогащения минерального сырья в значительной мере зависит от усовершенствования реагентных режимов флотации. Определяющая роль в повышении эффективности реагентных режимов принадлежит различным реагентам. Серосодержащие органические соединения, выделенные из нефтепродуктов, обладают высокими поверхностно-активными свойствами и являются интересными аполярными реагентами, не требующими введения дополнительных ПАВ.

**Ключевые слова:** флотореагенты, интенсификаторы, флотация, аполярные реагенты.

Одной из важнейших проблем горно-металлургического комплекса, как известно, является существенное обеднение руд, что связано с вовлечением в переработку бедных, труднообогатимых руд. Существенная роль в решении этой проблемы отводится стадии обогащения минерального сырья, разработке новых приемов и схем обогащения, новых высокоэффективных флотореагентов с целью комплексного их извлечения.

Серосодержащие соединения относятся к наиболее представительной группе гетероатомных компонентов газоконденсатных и нефтяных систем. Общее содержание серы в нефтегазовых системах колеблется в широких пределах: от сотых долей процента до 6-8 % (масс.) и более. Содержание серосодержащих соединений в некоторых нефтях достигает 40 % (масс.) и выше, в некоторых случаях нефть почти целиком состоит из них. В отличие от других гетероатомов, преимущественно концентрирующихся в смолисто-асфальтеновых веществах, значительная доля серы содержится в дистиллятных фракциях. Как правило, содержание серы в прямогонных фракциях возрастает по мере повышения температуры их кипения и общей сернистости исходной нефти.

Флотореагенты обыкновенно разделяют на три группы: собиратели, пенообразователи и модификаторы [1]. Актуальными являются исследования, направленные на разработку нового класса флотореагентов: реагентов-интенсификаторов флотации. Указанные реагенты, как правило, самостоятельно не обладают высокой эффективностью как реагенты-собиратели при флотации руд цветных металлов, но их добавки к традиционным флотореагентам существенно усиливают их собирательную способность, благодаря воздействию на физико-химические характеристики флотационного процесса.

Собиратели (коллекторы). Роль этих реагентов заключается в селективной гидрофобизации (понижении смачиваемости) поверхности некоторых минеральных частиц и возникновении, тем самым, условий для прилипания к ним газовых пузырьков. По структурным признакам собиратели подразделяют на анионные, катионные, амфотерные и неионогенные. Молекулы анионных и катионных реагентов содержат неполярные (углеводородные) и полярные (амино-, карбокси- или др.) группы. 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 представлены неполярными соединениями - углеводородными жидкостями преимущественно нефтяного происхождения (газойли, дизельные масла, керосин и т. д.), а также жирами и другие. В виде водных эмульсий они служат для флотации алмазов, графита, калийных солей, молибденита, самородной S, талька, углей, фосфатов и др. минералов с неполярной поверхностью [2].

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), содержащие терпеновые спирты, монометиловые и монобутиловые эфиры полипропилен-гликолей, полиалкоксиалканы (например, 1,1,1,3-тетраэтоксипутан) и др. Пенообразующими свойствами обладают некоторые собиратели (амины, карбоновые кислоты) [3, 4].

Модификаторы (регуляторы) позволяют сделать возможной, 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 нескольких концентратов. Модификаторы, улучшающие закрепление собирателей на

поверхности определенных минералов и ускоряющие флотацию, называют активаторами; регуляторы, затрудняющие закрепление коллекторов - подавителями, или депрессорами.

В настоящее время разрабатываются и осваиваются технологические процессы, предусматривающие выделение из нефтепродуктов органических серосодержащих соединений. Нефтяные сульфиды практически для всех нефтей, независимо от месторождения, представлены циклическими соединениями, гомологами алкилзамещенных тиофена и тиоциклоалкана. Эти продукты обладают высокими поверхностно-активными свойствами и являются интересными аполярными реагентами, не требующими введения дополнительных ПАВ [5].

В качестве флотореагентов для флотации сульфидных полиметаллических руд используют нефтяные сульфиды - алкилтиоцикланы и тиоалканы, а также соединения типа R-S-R', где R и R' - предельные или непредельные алкильные или непредельные алкильные или арильные углеводородные радикалы [6].

Таким образом, сульфиды и дисульфиды - активные флотореагенты сульфидных медно-никелевых, медно-молибденовых руд. Однако в настоящее время их использование в значительной степени тормозится из-за отсутствия рациональных способов их выделения и разделения. Необходимо еще учесть, что как основной метод удаления нежелательных в нефтепродуктах сернистых соединений применяется метод гидроочистки, который приводит к разрушению сернистых соединений с образованием углеводородов и сероводорода.

### *Литература*

1. *Богданов О. С., Гольман А. М., Каковский И. А.* Физико-химические основы теории флотации. М.: Наука 1983. – 264 с.
2. *Хан Г. А., Габриелова Л. И., Власова Н. С.* Флотационные реагенты и их применение. М. Недра. 1986. 271 с.
3. *Русанов А. И., Левичев С. Ф., Жаров В. Т.* Поверхностное разделение веществ. Л. Химия. 1981. 184 с.
4. *Evans L. Thalody B. P. Morgan J. D. Nicol S. K. Napper D. H. Warr Ion G. G.* Flotation using carboxylate soaps: role surfactant structure and adsorption behavior. *Colloids and Surfaces*. 1995. V. 102. № 13. p. 81-89.
5. *Кузина З. П., Мин Р. С., Самойлов В. Г.* Сернисто ароматические концентраты нефти - эффективные аполярные реагенты. / Тез. доклада 2-го конгресса обогатителей стран СНГ. - М.: Альтекс. - 1999. - С 62.
6. *Шубов Л. Я., Иванков С. И., Щеглова Н. К.* Флотационные реагенты в процессах обогащения минерального сырья. Справочник. В 2 кн. / Под ред. Л. В. Кондратьевой. - М.: Недра, 1990 - Кн. 1. - 400 с.