

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ФЕНОЛСОДЕРЖАЩИХ ВСПЕНИВАТЕЛЕЙ

Звягинцева Н.А., асс,
Донецкий национальный технический университет

Представлены результаты исследования флотационной активности фенольных реагентов-пенообразователей.

The results of investigation of phenol reagents flotation ability are present.

Проблема и ее связь с научными или практическими задачами. Наиболее производительным методом для обогащения тонких угольных шламов, особенно для марок коксующихся углей, является флотационный. На данном этапе полностью исключить флотацию из технологического комплекса невозможно. Кроме получения концентрата флотация позволяет своевременно выводить тонкий илистый материал из водно-шламового цикла фабрик, снижая содержание твердой фазы в оборотной воде и улучшая условия обогащения угля в целом.

Флотация – сложный процесс, эффективность которого зависит от многих технологических факторов, режимов, конструкции машин, а также от флотационной активности и избирательности применяемых реагентов. Одним из путей совершенствования технологии флотационного обогащения является поиск и применение новых эффективных, недорогих реагентов, повышающих селективность и скорость процесса, что определяет актуальность исследований в этом направлении.

Анализ исследований и публикаций. В настоящее время на обогатительных фабриках страны функционирует 28 флотационных отделений, удельный вес флотации к общему объему технологических процессов составляет 13%, а доля флотоконцентрата в товарном концентрате достигает 27%, на отдельных фабриках приближается к 50% [1]. Отмечено, что практически ни на одном из предприятий процесс флотации не ведется в том соответствии, как это необходимо для обрабатываемого сырья и поэтому часто эффективность его бывает весьма низкой. Правильно организованный реагентный режим позволит решить эту проблему [2].

Основным назначением вспенивателей является увеличение дисперсности пузырьков воздуха в пульпе и повышение устойчивости пены, насыщенной концентратными частицами. Вспениватели замедляют всплывание пузырьков, влияют на действие собирателей и прочность прилипания частиц к пузырькам. От свойств пены во многом зависит качество концентрата и ряд эксплуатационных условий работы фабрик.

Связь качества концентрата со свойствами пены обусловлена в основном процессами вторичной концентрации в пене флотируемых минералов. Многими исследованиями доказано, что по мере приближения к верхним слоям пены возрастает относительное содержание флотируемых минералов [3]. Это явление объясняется тем, что в пене происходит частичная деминерализация пузырьков стекающими вниз потоками жидкости, причем в первую очередь выпадают зерна минералов пустой породы (процесс вторичной концентрации). Установлено [4], что значительная часть сфлотированных частиц выпадает из пены обратно в пульпу, в результате чего снижается скорость флотации и извлечение.

На обогатительных фабриках стремятся получить достаточно устойчивые, но не вязкие пены, т. к. они плохо транспортируются по желобам, перекачиваются насосами и сгущаются, неэффективно перечищаются.

Регулирование технологических свойств пены осуществляется совместным изменением физических и физико-химических условий. К физическим факторам относятся толщина пенного слоя, скорость и способ удаления пены из флотационной камеры, количество и дисперсность пузырьков и минеральных частиц, поступающих из пульпы в пену, и, наконец, интенсивность движения пульпы в подпенном слое. К физико-химическим факторам - изменения реагентного режима, влияющие на устойчивость жидких прослоек, разделяющих пузырьки, и на прочность прилипания к ним минеральных частиц. Все эти факторы должны быть тщательно подобраны с обязательным учетом их взаимосвязи [4].

Флотационные реагенты являются продуктами нефтехимической промышленности, и подорожание нефти соответственно вызывает повышение цен на них, что отрицательно сказывается на себестоимости готовой продукции. Снижение этих затрат возможно при использовании эффективных и с меньшим расходом реагентов для флотационного обогащения. В настоящее

время на рынке появляются продукты различных отраслей промышленности, предлагаемые в качестве флотореагентов, что приводит к необходимости исследования их флотационных свойств.

Постановка задачи. Целью данной работы является исследование флотационных свойств нескольких образцов реагентов-пенообразователей, содержащих фенолы.

Изложение материала и результаты. Пенные системы являются термодинамически неустойчивыми из-за наличия большого количества свободной поверхностной энергии. Поэтому все самопроизвольные процессы в пенах могут быть направлены только в сторону их разрушения.

При всплывании пузырька в пульпе в его верхней части образуются две поверхности раздела газ-жидкость – внутренняя и внешняя. Вода, находящаяся в прослойках, начинает вытекать под действием силы тяжести и избыточного давления, обусловленного кривизной пузырька и величиной поверхностного натяжения. Прослойка утончается до такой степени, при которой пограничные слои приходят в непосредственное соприкосновение. Такие прослойки самопроизвольно разрушаются, происходит слияние смежных пузырьков пены, являющееся элементарным актом ее разрушения. Толщина прослойки достигает размеров, при которых она является термодинамически неустойчивой и очень непрочной. При ее малой толщине значительную роль в разрушении пузырька начинает играть испарение воды.

При наличии пенообразователя пузырьки становятся более прочными из-за образования около полярных групп молекул реагента гидратного слоя. Полярные группы удерживают воду и препятствуют её стеканию из прослоек, молекулы реагента затрудняют испарение воды. Адсорбционный слой вспенивателя увеличивает эластичность оболочки пузырька, снижая вероятность его разрушения при случайных механических воздействиях.

Реагенты влияют на устойчивость флотационной пены, изменяя не только строение и состав адсорбционных слоев на поверхности пузырьков, но и характер минерального покрытия этой поверхности. Устойчивость флотационных пен определяет их основные технологические свойства.

Изменение строения и состава адсорбционных слоев реагентов по поверхности пузырьков пены в более простом случае достигается применением одного реагента-пенообразователя и оптимизацией его

концентрации (расхода). Действие реагентов на устойчивость флотационной пены во многом зависит от того, как они изменяют прочность прикрепления минеральных частиц к пузырькам. Реагенты, увеличивающие эту прочность, тем самым повышают устойчивость пены.

Пенообразователи должны быть поверхностно-активными веществами, поэтому в качестве вспенивателей применяют органические соединения с гетерополярными молекулами, включающими гидрофобную и гидрофильную части. Для практики флотации предпочтительнее применение пенообразователей, не обладающих собирательными свойствами или обладающих ими в малой степени. Эти реагенты удобно довольно точно дозировать при подаче в процесс.

Широкое распространение получили реагенты, содержащие гидрофильную группу OH , которая довольно слабо закрепляется на минералах. Поэтому вспениватели, содержащие эту группу, обладают слабым собирательным действием. Различный характер этих реагентов определяется в зависимости от строения гидрофобной группы атомов, числа групп OH в молекуле пенообразователя и их расположения по отношению к гидрофильной части и друг к другу. С помощью таких пенообразователей можно изменять в требуемом направлении свойства пены без изменения собирательного действия.

К реагентам, у которых группа OH непосредственно связана с одинарным углеводородным кольцом, относятся смеси различных фенолов. Они практически не обладают гидрофобизирующими свойствами и являются селективнодействующими. Недостаток фенолсодержащих реагентов – высокая токсичность и сильный неприятный запах.

При применении фенолов получается хрупкая, быстро исчезающая двухфазная пена. Однако, при избытке вспенивателя, придающего структурно-механические свойства прослойкам жидкости между пузырьками, высокой дисперсности пены и наличии тонких твердых частиц ее устойчивость увеличивается.

Устойчивость пены может характеризоваться её объемом, получаемым из раствора реагента при пропускании через него воздуха с постоянным расходом. Этот метод измерения пенообразующей способности является стандартным и называется методом устойчивости пены. Для исследования высоты слоя пены использовалась экспериментальная установка, показанная на рис.1.

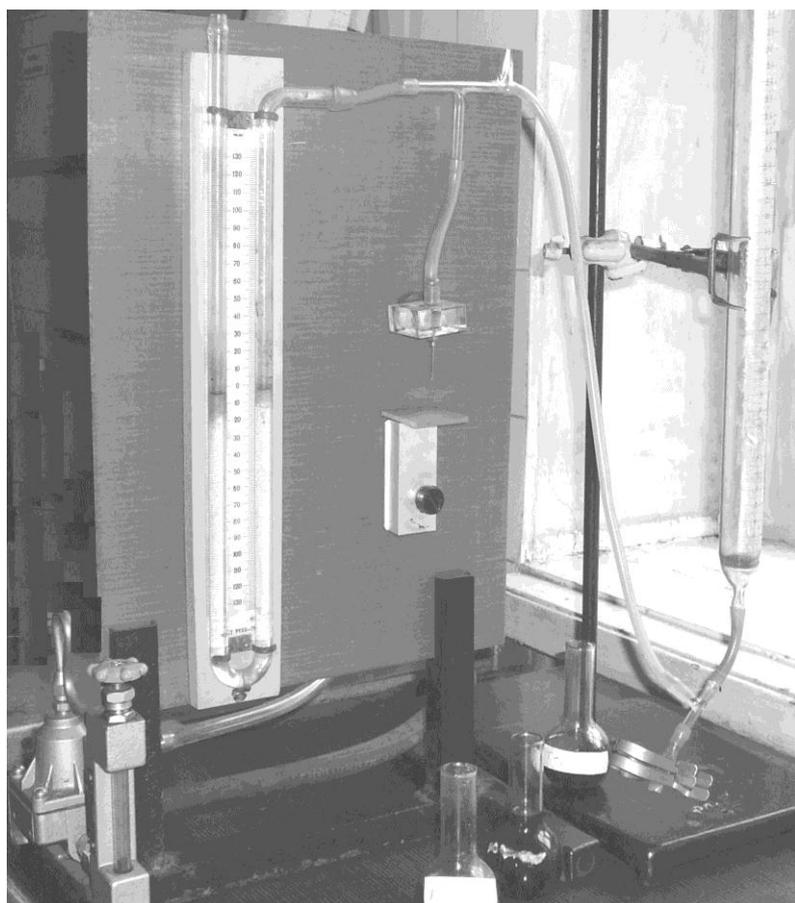


Рис. 1 – Экспериментальная установка

Установка имеет цилиндрическую трубку со шкалой и впаянным в ее основание фильтром Шотта, ротаметр, ресивер и вентиль для регулирования расхода воздуха. Были подготовлены водные растворы исследуемых реагентов-вспенивателей с концентрацией $C = 1-3$ мл/л. Для определения высоты пенного слоя H проводилось несколько измерений и по средним значениям построены графики зависимости высоты от концентрации раствора (рис. 2).

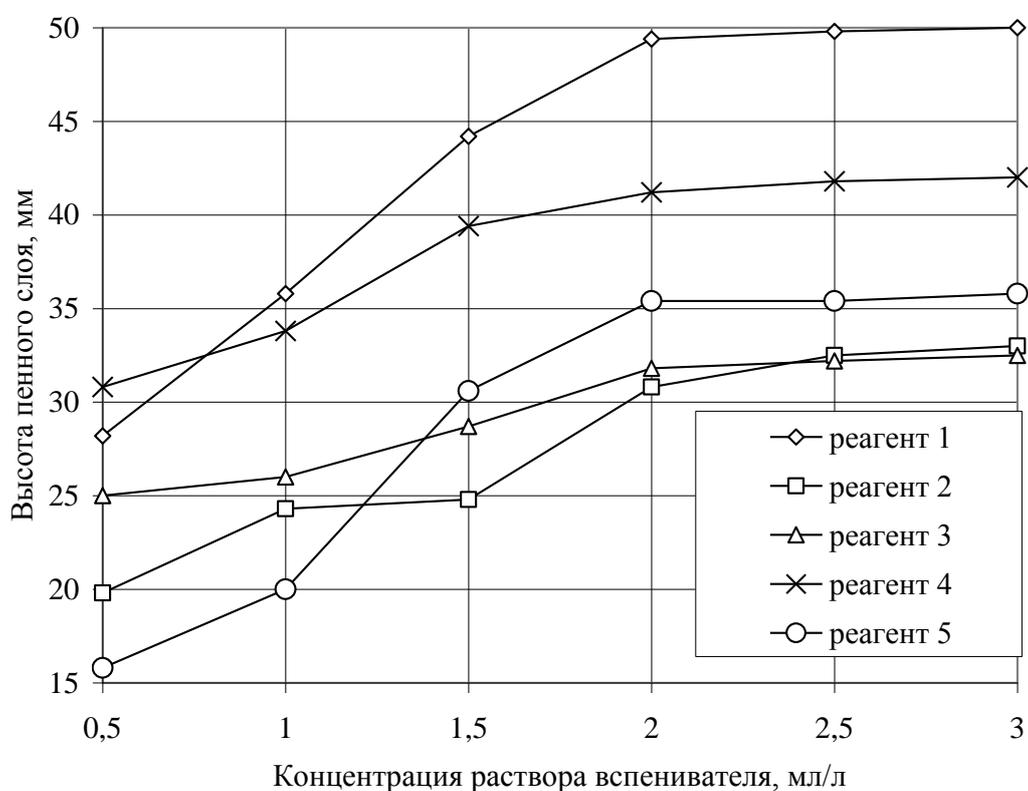


Рис. 2 – Зависимость высоты пены от концентрации реагентов

Обработка полученных данных свидетельствует о том, что зависимость высоты слоя пены H от концентрации вспенивателя C имеет логарифмический вид (табл.) и при достижении некоторой концентрации высота слоя практически не увеличивается (см. рис. 2).

Таблица – Зависимость высоты двухфазного пенного слоя от концентрации растворов фенолсодержащих вспенивателей

Реагент	Уравнение регрессии	Параметр аппроксимации
Реагент 1	$H = 13.36 \ln C + 37.5$	$R^2 = 0.96$
Реагент 2	$H = 7.78 \ln C + 24.4$	$R^2 = 0.93$
Реагент 3	$H = 4.77 \ln C + 27.4$	$R^2 = 0.92$
Реагент 4	$H = 6.95 \ln C + 35.4$	$R^2 = 0.95$
Реагент 5	$H = 12.74 \ln C + 23.7$	$R^2 = 0.92$

Выводы и направление дальнейших исследований.

Эксперименты позволяют заключить, что исследованные реагенты обладают достаточными пенообразующими свойствами. Зависимость высоты пены от расхода реагентов имеет логарифмический характер. Реагент 1 обеспечивает получение двухфазного пенного слоя с наибольшей высотой – до 50 мм. Реагенты 2, 3 и 5 создают пенный слой относительно небольшой высоты 20-35 мм и имеют близкие пенообразующие свойства по этому параметру.

Визуально отмечено, что размер пузырьков в пене для всех реагентов примерно одинаковый и находится в пределах 2-3 мм.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение устойчивости пен для этих реагентов и проведение непосредственных флотационных экспериментов угольных шламов.

Список источников.

1. Золотко А.А., Морозова Л.А., Морозов О.А., Мавренко Г.А., Спинеев В.А. Опыт и перспективы развития техники и технологии разделения угольных шламов методом флотации. // Научно-технічна збірка «Збагачення корисних копалин». Дніпропетровськ. - випуск № 21 (62).- 2005р. – С. 94-97.
2. Пилов П.И., Анисимов Н.Т. Флотационный процесс, перспективы развития технологии и техники в угольной промышленности // Научно-технический сборник «Обогащение полезных ископаемых». Днепропетровск. - выпуск № 18 (59).- 2003г. – С.93-95.
3. Классен В.А., Мокроусов В.А. Введение в теорию флотации. М.: Металлургиздат, 1953. - 463 с.
4. В.А. Глембоцкий, В.И. Классен. Флотация. М.: Недра, 1973. – 384 с.
5. Теория и технология флотации руд. О.С. Богданов, И.И. Максимов, А.К. Поднек, Н.А. Янис. Под общей ред. О.С. Богданова. – М.: Недра. – 1990. – 364 с.