

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.648.24

А.А. Байченко, А.В. Кардашов

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ НА ЦОФ «БЕРЕЗОВСКАЯ»

При добыче, транспортировании и последующем обогащении рядовых углей образуется большое количество тонкодисперсных угольных частиц. Удаление их из оборотной воды позволяет с одной стороны, увеличить выход товарного угля, а с другой стороны, осуществить экологические мероприятия (ликвидировать гидроотвалы) и улучшить качество оборотной воды [1]. Введение флокулянтов в угольную пульпу обеспечивает агрегацию частиц, что позволяет улучшить фильтрацию флотоконцентрата, а также снизить его влажность и увеличить производительность вакуум-фильтров. Механизм действия полимерных флокулянтов состоит в адсорбции молекул флокулянтов из разбавленных растворов на поверхности угольных частиц. При этом образуются физико-химические связи между отдельными группами частиц. Согласно представлениям Ла-Мера длинная молекула флокулянта одновременно присоединяется к двум или нескольким частицам, связывая их через полимерные мостики [2-3]. Преимущество полимерных флокулянтов по сравнению с электролитами-коагулянтами состоит в повышенной скорости осаждения сферулитированных агрегатов по сравнению со скоростью осаждения скоагулированных частиц [4]. Процесс флокуляции применяется на ОАО ЦОФ «Берёзовская» для повышения эффективности обезвоживания при фильтровании флотационного концентрата.

В настоящее время на фабриках Кузбасса применяются устройства для растворения флокулянтов с использованием гидроэлеваторов [5-7]. На фабрике уже существовала модель гидроэлеватора транспортирующего разбавленный раствор флокулянта на отм. 12.60 м (на 5 метров выше уровня гидроэлеватора). Эта установка была впервые спроектирована и запущена в работу на ЦОФ Березовская в 1974 г. [8]. Для улучшения компоновки оборудования в отделении вакуум-фильтров возникла необходимость подавать разбавленные растворы флокулянтов в распределительный бак, расположенный на 12 метров выше уровня гидроэлеватора. Это практически не осуществимо, так как обычно гидроэлеваторы работают без противодавления или с незначительным противодавлением в трубопроводах.

На основании комплексных исследований на ОАО ЦОФ «Березовская» усовершенствована технология приготовления водных растворов полимерных флокулянтов, которая обеспечивает получение гомогенных растворов, точную дозировку и направленную подачу в технологический процесс. В соответствии с программой, разработанной институтом КузГТУ и согласованной с ОАО ЦОФ «Березовская» в январе, феврале 2003 г., проводились промышленные испытания работы усовершенствованной установки по интенсификации фильтрования флотоконцентрата (крупностью 0 -1 мм.). При этом применялся

раствор флокулянта магнафлоука М - 525 производства фирмы «Сиба» (молекулярная масса около $10 \cdot 10^6$, анионность 70 %), который разбавлялся и подавался при помощи гидроэлеватора в бак флотоконцентрата.

Промышленные исследования включали следующие этапы.

1. Подготовка к исследованиям, состоявшая в конструировании, изготовлении и монтаже установки УРГ-3 (универсальный гидроэлеватор, который используется для разбавления концентрированных растворов флокулянтов и подачи их в бак флотоконцентрата), а также опробование работы установки в промышленных условиях эксплуатации на фабрике.

2. Установление оптимального режима подачи флокулянта на вакуум-фильтры, заключающийся в оценке оптимального расхода полимера и точки его подачи.

В результате проведения промышленных исследований по указанным этапам работы было установлено следующее:

1. Проведенные в работе исследования показали, что из всех высокоскоростных растворяющих устройств, создающих большие сдвиговые напряжения [9], наиболее предпочтительным для условий фабрики по-прежнему является УРГ. В этом случае создаются благоприятные условия для мгновенного растворения концентрированного гомогенного раствора флокулянта [10,11] в струе воды без значительной

деструкции макромолекул полимера, что достигается за счет высокого градиента концентрации при кратковременном воздействии больших сдвиговых напряжений. Известно, что приготовление рабочих растворов флокулянтов осуществляется в две стадии [5,12]: в начале готовятся гомогенные концентрированные растворы (1 - 0,25 % масс.), а затем разбавленные растворы (0,1 - 0,025% масс.), которые подаются в пульпу. Так как флокулянт высокомолекулярный, а его растворы вязкие, то на фабрике готовят 0,25 % -ный раствор М-525 при медленном перемешивании в контактном чае в течение 5-и часов. Усовершенствованная конструкция гидроэлеватора позволила получать разбавленный до 0,025 % -ной концентрации раствор без установки больших промежуточных емкостей и использования центробежных насосов, в которых происходит интенсивная деструкция полимера.

2. Испытания работы установки УРГ-3 разработанной КузГТУ по приготовлению рабочего раствора флокулянта и возможности подачи его в бак флотоконцентрата на отм. 16.80, показали удовлетворительные результаты работы этой установки в промышленных условиях эксплуатации на фабрике. Выбор оптимальной точки подачи раствора полимера устанавливался путем сравнения результатов фильтрования флотационного концентрата при подаче раствора флокулянта в разные точки трубы питания на вакуум-фильтры: на расстоянии 5 м (нижняя точка подачи) и 12 м (верхняя точка подачи) выше отметки уровня гидроэлеватора. Было установлено, что заметной разницы в показателях работы вакуум-фильтров при подаче раствора флокулянта в разные точки нет, однако подачу раствора в верхнюю точку (бак флотоконцентрата на отм. 16.80) можно считать более целесообразной, так как в этом

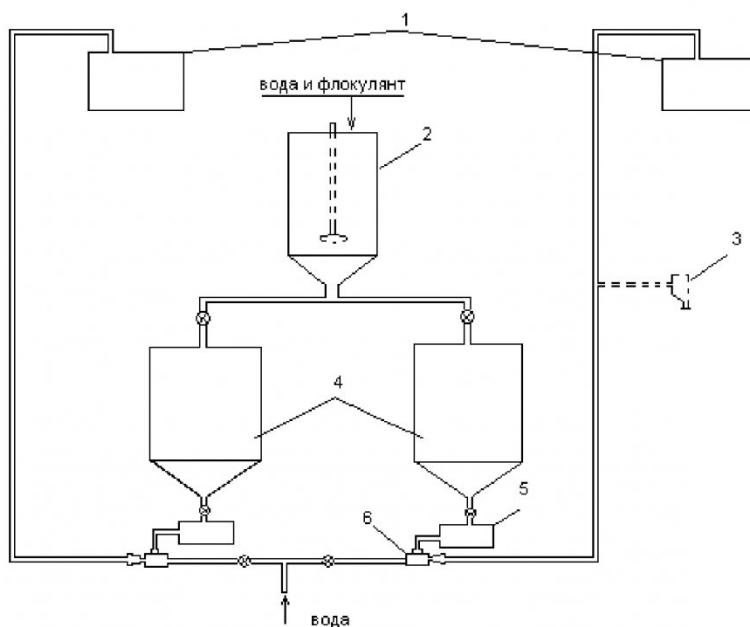


Рис. 1. Усовершенствованная схема приготовления и подачи разбавленных растворов М-525. 1 – бак на отм. 16.80 м.; 2 – смеситель; 3 – бак, работавший на отм. 12.60; 4 – аккумулирующий бак; 5 – автоматический дозатор; 6 – гидроэлеватор.

случае обеспечивается лучшее контактирование полимера с угольными частицами (рис. 1).

Необходимость разбавления больших количеств вязкого раствора флокулянта, а также наличие противодавления в трубопроводах потребовало создания гидроэлеватора, который обеспечил бы достаточную производительность по инжектируемому раствору. В УРГ-3, как и в любом струйном аппарате, происходит смешение двух потоков с образованием смешанного потока со средним

давлением. Среда большого давления называется рабочей, а среда низкого или не имеющая давления, называется инжектируемой (рис. 1). При расчете гидроэлеваторов принято считать [13-14], что конечное сечение свободной струи должно быть равно входному сечению камеры смешения. Необходимо отметить, что излишнее приближение насадки к камере смешения приводит к уменьшению рабочей длины камеры смешения за счет того, что струя пролетает часть длины

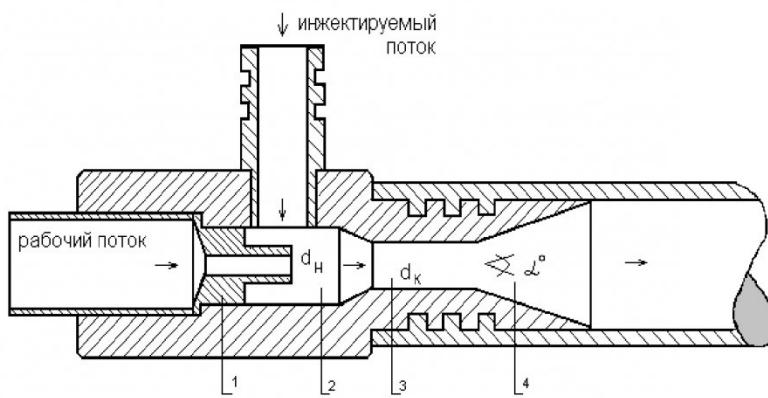


Рис. 2. Принципиальная схема гидроэлеватора
1 – рабочая насадка; 2 – приемная камера; 3 – камера смешения;
4 - диффузор

Таблица

Влияние давления воды, противодавления на выходе из диффузора и диаметра насадка на остаточное давление P_o в гидроэлеваторе

Давление воды, Па · 10^5	Остаточное давление P_o , Па · 10^3 при противодавлении на выходе из диффузора, Па · 10^5		
	0,5	1,0	1,5
Диаметр насадка $d = 4$ мм			
4	28,2	60,9	65,0
5	28,0	55,6	28,6
6	27,7	50,3	27,0
Диаметр насадка $d = 5$ мм			
4	9,6	25,6	57,0
5	9,2	23,7	30,6
6	9,0	22,9	26,3

смесительной камеры, не касаясь ее стенок. Чрезмерное удаление насадки от камеры смешения приводит к увеличению длины свободной струи и конечного ее сечения. В этом случае свободная струя не вписывается в сечение камеры смешения, и поэтому часть жидкости будет выбрасываться обратно в приемную камеру, создавая тем самым противотоки, снижающие эффективность работы гидроэлеватора. Для расчета длины камеры смешения и расстояния от выходного сечения насадки до начала камеры смешения рекомендуется принимать соответственно: $L = (6 \div 10) d_K$, $l = 1,5d_H$. Угол конусности диффузора принимается в пределах $2 \div 10^\circ$.

Длина диффузора определяется по формуле

$$ld \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{dk - db}{2},$$

где db – выходное сечение диффузора.

Проанализировав приведенные формулы и опытные соотношения, стало очевидным, что геометрические размеры гидроэлеватора, определенные при помощи этих формул, будут находиться в довольно широком интервале. Это можно объяснить тем, что выбор оптимальных размеров гидроэлеватора и установление рациональных режимов его работы зависит в значительной степени от назначения гидроэлеватора и условий его работы.

Для решения этой задачи было изучено влияние противодавления и количества инжектируемой жидкости на конструктивные параметры гидроэлеватора (табл. 1).

На основании этих данных выбрана насадка диаметром 5 мм. Были проведены исследования по изучению влияния

конструктивных параметров и отдельных факторов на эффективность работы УРГ - 3 (например, рассмотрены другие формы и размеры насадка и диффузора: увеличивалась и уменьшалась их длина, варьировались диаметры и углы конусности). Затем, на основе полученных результатов исследования, были созданы модели гидроэлеватора, испытания которых в промышленных условиях позволили установить наиболее целесообразную его конструкцию. При противодавлении перед диффузором до $1 \cdot 10^5$ Па заданное количество ($0,36 \text{ м}^3/\text{ч}$) концентрированного раствора полимера может полностью инжектироваться при давлении воды перед насадкой от 5 до $6 \cdot 10^5$ Па. В нашем случае применение гидроэлеватора в установке по растворению флокулянта М-525 позволило совместить операции разбавления и транспортировки рабочих растворов флокулянтов к точкам подачи их в технологический процесс. Таким образом, усовершенствованная конструкция гидроэлеватора обеспечила создание аппарата, позволяющего подавать раствор флокулянта на 12-15 м выше отметки, где расположен гидроэлеватор, и обеспечить тем самым рациональную схему подачи флокулянтов на вакуум-фильтры при различной компоновке оборудования на фабрике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байченко А. А. Интенсивная технология обогащения угольных шламов. // Уголь.-1990. №10. С.49-51.
2. La Mer V. K. Filtration of Colloidal Dispersions Flocculated by Anionic and Cationic Polyelectrolytes // Disc. Faraday Soc. 1966. № 42. P. 248-254.
3. Баран А. А. Полимерсодержащие дисперсные системы. – Киев: Наукова думка, 1986. 204 с.
4. Мягченков В. А. , Баран А. А. , Бектуров Е. А. , Булидорова Г. В. Полиакриламидные флокулянты. – Казан. Гос. Технол. ун-т, Казань, 1998. 288 с.
5. Байченко А. А. , Байченко Ал. А. , Козяк А. Г. Использование полиоксиэтилена для интенсификации фильтрования угольных шламов. // Уголь.-1975. №11. С. 65-67.
6. Байченко А. А. , Байченко Ал. А. Применение полимеров при замкнутом водоснабжении на углеобогатительных фабриках // Известия вузов. Горный журнал. – 1981. № 4. С.81-85.
7. Байченко А. А. , Евменова Г. Л. Разработка технологии использования флокулянтов // Сб. докл. на

международн. симпозиуме по химии горного дела. Киев, 6-9 октября, 1992. С. 273-281.

8. Байченко А. А. и др. Использование полиоксиэтилена для интенсификации фильтрования флото-концентратра в промышленных условиях. В сб. «Вопросы горного дела», Кемерово, 1974. вып. 68. 403 с.

9. Вейцер Ю. И. , Минц Д. И. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки воды. – М.: Стройиздат, 1975. 191 с.

10. Байченко А. А. , Владимирцева Н. П. , Тарасова Н. Я. Деструкция высокомолекулярных флокулянтов в растворе // Вопросы горного дела: Сб. научн. тр. – Кемерово: 1975. вып. 79. С. 249-254.

11. Евменова Г. Л. , Байченко А. А. Эффективная технология приготовления водных растворов порошкообразных флокулянтов // Химия и технологическая технология. Сб. научн. Трудов, Кемерово: 1995. С. 70-74.

12. Справочник по обогащению углей. // Под редакцией Благова И. С., Коткина А. М., Зарубина Л. С. -М.: Недра, 1984. 614 с.

13. Каменев П. Н. Гидроэлеваторы в строительстве. М.: Стройиздат, 1964. 403 с.

14. Соколов Е. Я. , Зингер Н. М. Струйные аппараты. М.: изд-во «Энергия», 1970. 287 с.

□ Авторы статьи:

Байченко

Кардашов

Арнольд Алексеевич

Андрей Вячеславович

- докт. техн. наук, проф., зав. каф.
обогащения полезных ископаемых.

- аспирант КузГТУ

УДК 622.648.24

А.А Байченко, А.Н Батушкин

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ АПОЛЯРНЫХ РЕАГЕНТОВ ПЕРЕД ПОДАЧЕЙ ИХ ВО ФЛОТАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС

Флотация является не только практически единственным способом обогащения угольных шламов, но и важнейшим процессом регенерации оборотной воды и снижения потерь угля со сбросами шламовых вод. Одной из нерешенных проблем флотации остается малоэффективность флотации частиц крайних размеров. Тонкодисперсные частицы (менее 10 мкм) разделяются недостаточно селективно, что приводит к снижению качества концентрата, а наиболее крупные угольные зерна неполно извлекаются в пенный продукт и тем самым увеличивают потери угля с отходами флотации [1].

Известно что, аполярные реагенты при флотации избирательно закрепляются на неполярных участках минеральных поверхностей частиц в виде отдельных капелек и при обычных условиях не растекаются по ним с образованием сплошных пленок [3].

Непосредственное введение масляных реагентов в процесс флотации малоэффективно даже при использовании маловязких углеводородов типа керосина, так как во флотационной машине они обычно диспергируются недостаточно хорошо [1]. При этом, как правило, часть реагента вслывает и переходит в пенный продукт, что приводит к его потери и загрязнению сточных вод обогатительных фабрик.

В связи с этим возникает необходимость предварительного эмульгирования труднорасторвимых реагентов. Как показывает практический опыт эмульгирования реагентов, наиболее эффективными являются методы с применением ультразвуковых и акустических устройств, обеспечивающих получение тонкодисперсных и однородных по гранулометрическому составу [4].

На кафедре обогащения полезных ископаемых КузГТУ разработан ультразвуковой дис-

пергатор - установка по эмульгированию реагентов, который широко используется на фабриках Кузбасса. Эта установка была впервые спроектирована и запущена в работу на ОАО ЦОФ «Березовская» в 1972 г. Применение эмульгированных реагентов позволяет снизить их расход, увеличить выход флотационного концентрата и повысить зольность отходов. При этом улучшается качество концентрата и возрастает скорость флотации.

В соответствии с программой, разработанной институтом КузГТУ и согласованной с ОАО ЦОФ «Березовская» в январе, феврале 2003 г., проводились промышленные испытания усовершенствованной установки по интенсификации флотации угольных шламов (крупностью 0 -0,5 мм.).

Плотность питания флотации составляла 115 г/л, нагрузка на флотационную машину — 80 т/ч, в качестве реагентов использовали газойль [5]