

УДК 622.83

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАВ НА АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ПЫЛИ

Елкин И. С., к.т.н., доцент
Дятлова Д. А., студент гр. ГБб-201, I курс
Москвин Д. А., студент гр. ГБб-201, I курс

Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Аннотация

В работе представлены результаты исследования влияния смачивателей на эффективность пылеподавления, адгезионные свойства пыли. Разработан лабораторный комплекс для исследований и методика проведения исследования. Показано, что размер частиц определяет оптимальную концентрацию ПАВ в растворе.

Ключевые слова: пылеподавление, уголь, угольная пыль, фракция, смачивание, увлажнение, поверхностно-активные вещества, орошение, адгезия, безопасность.

Актуальность. Угольная промышленность остается в России одной из главных отраслей экономики страны и энергетической стабильности. В шахтах ежедневно работают тысячи людей. Главной опасностью, вызывающей тяжелые заболевания при отработке угольного пласта, является угольная пыль, пылевыделение [1], [2]. При отбойке угля в очистном забое на одну тонну отбитого угля может выделяться от 50 до 1500 г мелкодисперсной пыли. При этом определяющим в этом процессе является физико-химические свойства угля, технологии, применяемые для его извлечения.

Основным методом борьбы с пылью является орошение при забойной области и рабочей зоны очистного забоя. Орошение позволяет снизить запыленность рабочего пространства очистного забоя на 70-80%. Кроме того, на пылеобразование положительное влияние оказывает предварительное низконапорное увлажнение угольного пласта.

Повышение эффективности мероприятий по обеспыливанию рабочего пространства является одним из важных направлений научных исследований.

Целью работы является изучение влияния поверхностно-активных веществ (ПАВ) на адгезионные свойства угольной пыли и изучение процессов смачивания пыли растворами ПАВ.

Задачи исследования: разработать лабораторную установку для исследований, методику проведения лабораторных исследований; провести исследование

дования влияния ПАВ на адгезионные свойства части угля при их смачивании.

Для повышения обеспыливания в шахтах используют несколько методов и самым распространенным из них на сегодня является «мокрый метод», который заключается в том, что на какой-либо объект, поверхность направляют поток распыляемой воды. Данный метод заключается в том, что происходит увлажнение и связывание пыли с горной массой, а также улавливание и осаждение взвешенной пыли в воздухе водяными каплями [3]. Частицы угольной пыли при столкновении с потоком движущихся капель воды в воздухе увлажняются и под действием силы инерции и силы тяжести осаждаются. Но данный метод не является достаточно эффективным, по той причине, что происходит значительный расход воды, а его эффективное действие сохраняется лишь в течение 6-10 часов, что соответствует лишь одной рабочей смене.

Поэтому более эффективным методом считается орошение мелкодисперсной пыли раствором ПАВ, причем с определённой оптимальной концентрацией. Основная роль ПАВ заключается в снижении поверхностного натяжения на границе раздела фаз «жидкость-твёрдое тело» и прежде всего воды, составляющего 70–73 мН/м², что достигается за счёт их способности адсорбироваться в поверхностном слое. Такая способность обусловлена особым строением молекулы ПАВ, одна часть которой представлена полярной (гидрофильной) группой, а другая – неполярной (гидрофобной) группой. Полярными являются группы типа –ОН, –NO₂, –COOH, –NH₂, неполярной – углеводородный радикал [4].

На эффективность орошения с использованием ПАВ влияет ряд факторов: температура; влажность; давление; плотность орошаемого угля; размер частиц, фракционный состав орошаемого угля; физико-химические свойства угля (марка угля) и др., чтобы дать более точную оценку эффективности ПАВ, необходимо дополнительно проверить следующие критерии [5]: величину поверхностного натяжения; краевой угол смачивания; показатель относительной влагоемкости. Относительная влагоемкость – это количество влаги в пробе мелкодисперсного насыщенного водой угля, оставшееся после его фильтрации.

На поверхности жидкости и, в частности, на границе раздела фаз жидкость-твёрдое тело при взаимодействии пылевых угольных частиц с водой или с ПАВ действуют силы поверхностного натяжения, стремящиеся сократить свободную поверхность тела до минимальной. Не скомпенсированные силы притяжения стремятся переместить молекулы жидкости с поверхности внутрь объема. Это в свою очередь это является преградой для интенсивного межфазного взаимодействия и снижает смачиваемость угольной пыли [6].

Нами был разработан метод исследований, позволяющий оценить эффективность влияния ПАВ при его взаимодействии с частицами угля. Сущность метода заключается в следующем:

- 1) Предметное стекло предварительно смачивается исследуемым раствором ПАВ концентрацией 0-0,8%;
- 2) На стекло рассеивается исследуемая пылеобразная угольная масса, размер частиц в фракциях которой составляет 0,125-3 мм;
- 3) Стекло опрокидывается для сброса несмоченных частиц;
- 4) С помощью мультиметра и фотоэлемента, прикрепленного к предметному стеклу, определяются масса частиц смоченных раствором.

Эффективность смачивания определяется по формуле по расчету показателя:

$$v = \frac{\Delta m(\Phi_0 - \Phi)}{\Delta M d},$$

где v – показатель смачиваемости частиц угля раствором ПАВ; Φ_0 – начальный фототок; Φ – фототок через частицы смоченные раствором ПАВ; Δm – масса смоченных частиц; ΔM – масса раствора ПАВ; d – диаметр частиц.

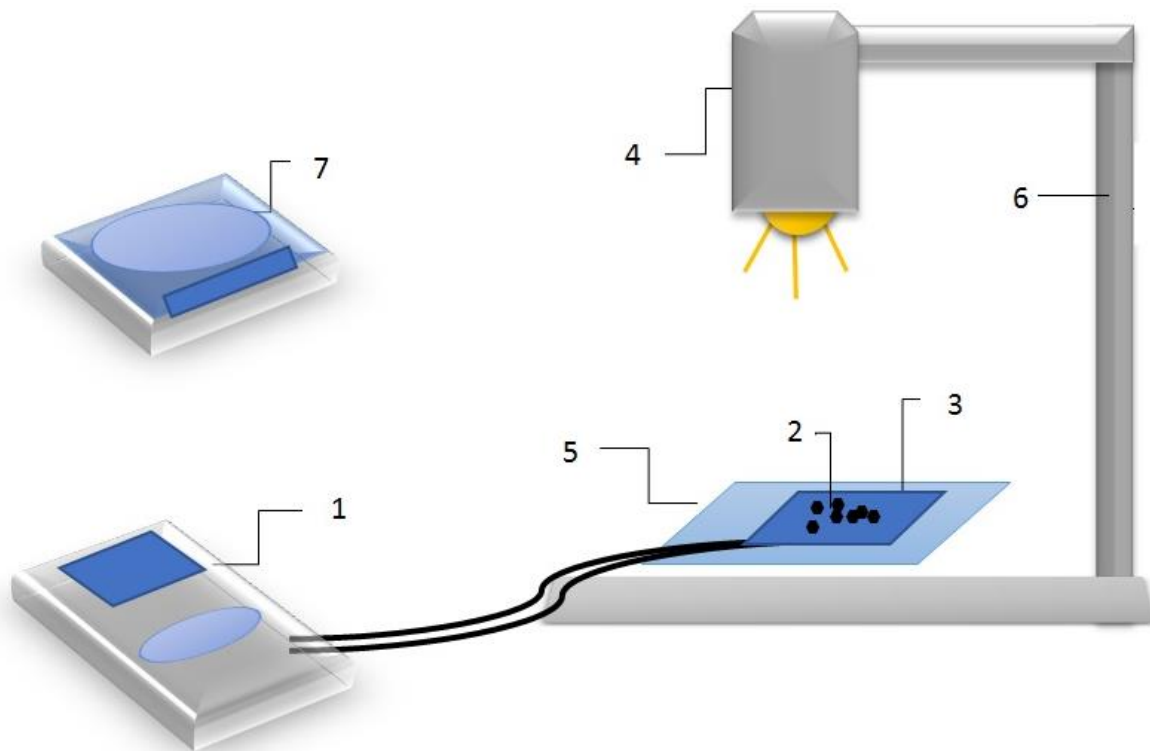


Рис.1. Установка для изучения влияния ПАВ на адгезионные свойства частиц угля: 1. – цифровой мультиметр; 2 – частицы угля; 3 – фотоэлемент; 4 – источник света; 5 – предметное стекло; 6 – штатив; 7 – весы

На рис. 2 представлены результаты исследований в виде зависимостей показателя смачиваемости частиц при взаимодействии с раствором ПАВ в зависимости от его концентрации.

В условиях лаборатории мы провели эксперимент по оценке эффективности ПАВ. Для этого мы использовали уголь различных фракций, воду, ПАВ «Неолас», весы, мультиметр и источник света.

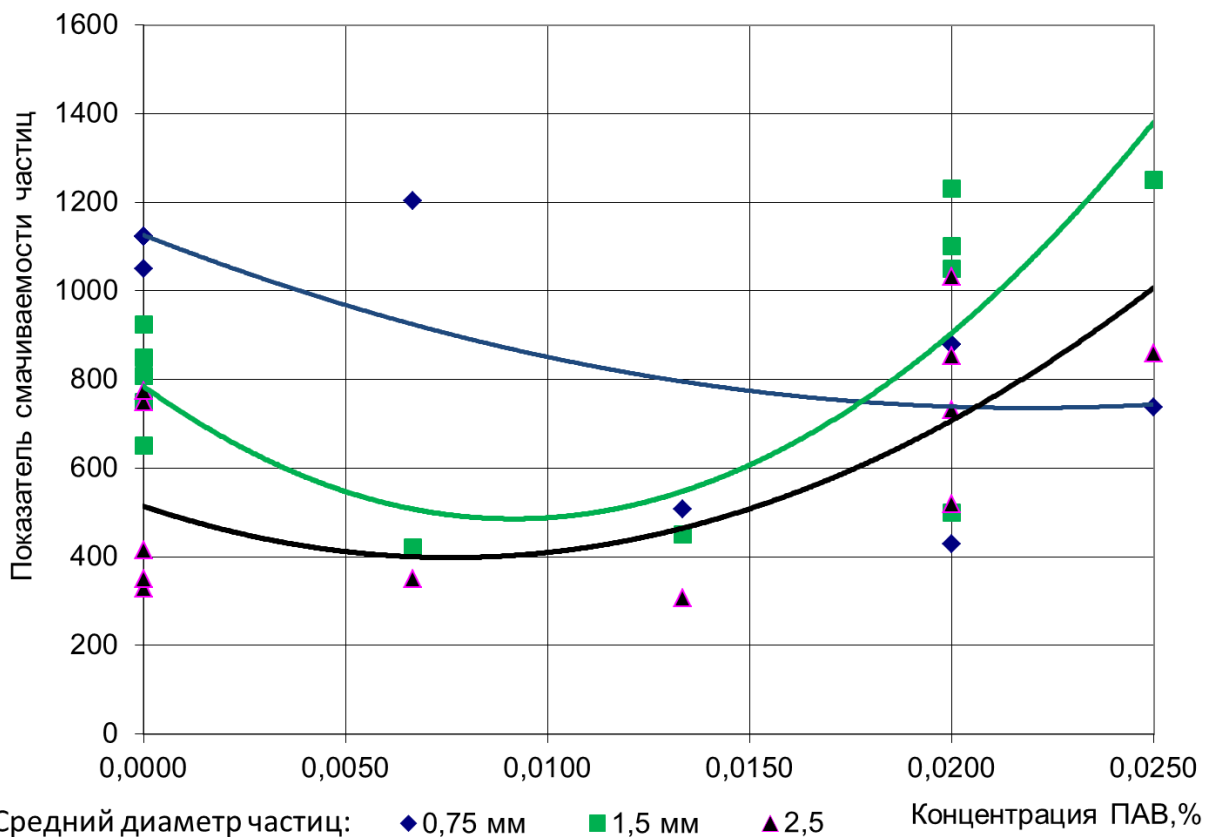


Рис. 2. Зависимость показателя смачиваемости от концентрации ПАВ

В ходе эксперимента, проводимого в наших условиях, выяснили:

- 1) при определенной оптимальной концентрации ПАВ «Неолас» в растворе происходит максимальное смачивание частиц;
- 2) наиболее эффективно смачиваются частицы размером 1 – 2 мм;
- 3) количество смоченных частиц обратно пропорционально фототоку;
- 4) смачивание частиц приводит к их коагуляции, слипанию друг с другом и к повышению их адгезионных способностей к другим материалам;

Список литературы:

1. Чернов, О. И. Подготовка шахтных полей с газовыбросоопасными пластами / О. И. Чернов, Е. С. Розанцев. – М. : Недра, 1975. – 287 с.
2. Елкин, И. С. Повышение эффективности низконапорного увлажнения угольных пластов / И. С. Елкин, В. В. Дырдин, В. Н. Михайлов. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2001. – 100 с.
3. Ищук, И. Г. Средства комплексного обеспыливания горных предприятий / И. Г. Ищук, Г. А. Поздняков – М.: Недра, 1991. – 252 с.

4. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы // Учебник для вузов. М.: ООО ТИД «Альянс». – 2004. – 464 с.
5. Голинько, В. И. Контроль пылеотложения в горной выработке по содержанию пыли в воздухе с учетом закономерностей ее оседания / В. И. Голинько, В. Е. Колесник // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2002. – № 1. – 194 – 197 с.
6. Коршунов, Г. И. Эффективность применения поверхностно-активных веществ для борьбы с угольной пылью / Г. И. Коршунов, Е. В. Мазаник, А. Х. Ерзин, А. В. Корнев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – № 3. – С. 55–61.
7. Голоскоков, С. И. Выбор оптимальной концентрации растворов поверхностно-активных веществ по отношению к пыли угольных шахт для борьбы с запыленностью / С. И. Голоскоков, Н. М. Недосекина, М. С. Сазонов, Е. И. Голоскоков, Н. А. Терентьева // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2013. – № 2. – С. 5 – 9.