Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLVI, вып. 1, 1962 г.

МОКРЫЙ СПОСОБ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

А. А. Кемпи

Основным средством борьбы с пылью помимо вентиляции является орошение. Производственные исследования на угольных шахтах показали, что при орошении запыленность воздуха на рабочих местах уменьшается в 5—15 раз [1]. Применение этого эффективного способа пылеподавления на горных предприятиях Крайнего Севера затруднено суровыми климатическими условиями в подземных выработках и низкой температурой горных пород. Температура воздуха в большинстве выработок угольных шахт, пройденных в зоне многолетней мерзлоты, в течение всего года остается отрицательной, что исключает применение воды для пылеподавления.

Исследования мокрого способа пылеподавления при отрицательных температурах в условиях угольных шахт Норильского месторождения проведены работниками кафедры рудничной вентиляции Ленинградского горного института.

В зависимости от температуры воздуха и горных пород устанавливались условия применения орошения для борьбы с пылью в угольных шахтах Норильского комбината. Для предупреждения замерзания орошающей жидкости использовался антифриз — вещество, снижающее температуру замерзания воды. Из всех антифризов, применяемых в настоящее время в холодильной промышленности, для мокрого способа пылеподавления в условиях подземных работ подходит лишь группа минеральных солей.

Водные растворы NaCl и $CaCl_2$ замерзают при следующей температуре, *град*:

NaCl, %	$CaCl_2$, %	t°
1,65	2,15	—1
4,85	5,9	—3
9,05	10,5	—6
13,8	14,5	—10

Для повышения смачиваемости гидрофобной угольной пыли к воде рекомендуется добавлять поверхностно-активные вещества, которые понижают поверхностное натяжение воды и адсорбируются на поверхностях твердых частиц, что способствует смачиванию пылинок. В настоящее время наиболее эффективными смачивающими добавками угольной пыли являются неионогенные поверхностно-активные вещества — соединения типа полиэтиленгликоль-алгилфениловых эфиров [1, 2].

В лабораторных условиях определялась пылеулавливающая способность соляных растворов в концентрациях — 1,65; 4,85; 9,05; 13,8% NaCl с различной концентрацией (0,05; 0,1; 0,15 и 0,2%) сма-

чивающих добавок ДБ и ОП-7. Для этой цели были выполнены следующие работы: 1) определялось поверхностное натяжение растворов по методу наибольшего давления газовых пузырьков (метод П. А. Ребиндера); 2) фиксировалось полное время смачивания угольной пыли крупностью пылинок до 10μ упрощенным методом пленочной флотации [3]; 3) испытывалась пылеулавливающая способность растворов в условиях кратковременного контакта в воздухе тонкодисперсных угольных пылинок с каплями жидкости в одинаковых условиях запыленности для соляного раствора и четырех различных концентраций смачивателя при том же содержании соли. Относительная пылеулавливающая способность сравниваемых растворов определялась нефелометрически. Все исследования проводились при положительных и отрицательных температурах растворов.

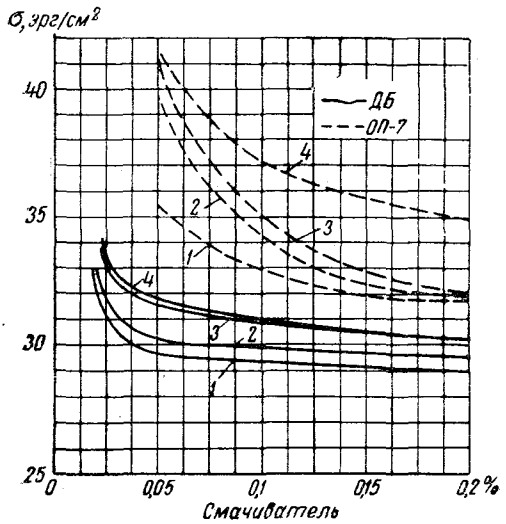


Рис. 1. Зависимость поверхностного натяжения растворов от содержания в них смачивателей при $t=0°$
NaCl, %: *1* — 1,65; *2* — 4,85; *3* — 9,05; *4* — 13,8

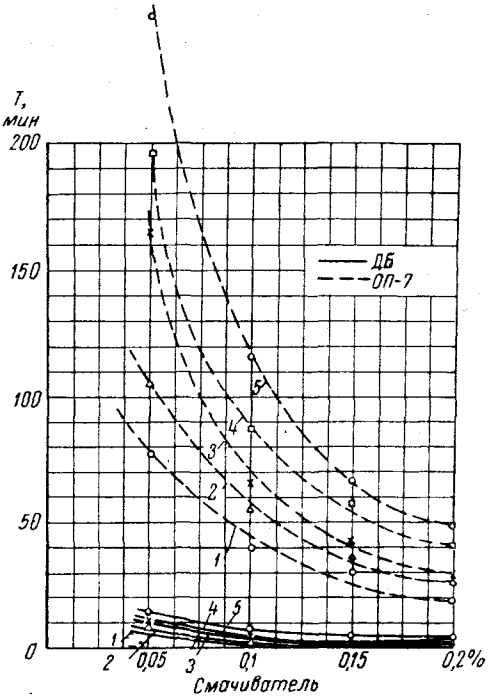


Рис. 2. Смачиваемость угольной пыли в зависимости от концентрации смачивателей при $t=3°$
1 — H_2O; HCl, %: *2* — 1,65; *3* — 4,85; *4* — 9,05; *5* — 13,8

Как видно из рис. 1, поверхностное натяжение σ соляных растворов резко снижается при содержании 0,05% ДБ. При дальнейшем увеличении смачивателя σ уменьшается незначительно. Насыщение адсорбционного слоя смачивателем ОП-7 достигается на границе раздела вода—воздух при 0,15-процентной концентрации раствора.

Зависимость времени полного смачивания угольной пыли исследуемыми растворами от концентрации смачивателей показана на рис. 2. При увеличении концентрации смачивателя ДБ выше 0,1% пылеулавливающая способность соляных растворов практически не изменяется. Для соляных растворов с добавкой ОП-7 резко снижается время смачивания с увеличением концентрации ОП-7 до 0,15%. При дальнейшем увеличении содержания ОП-7 в растворе его пылесмачивающая способность улучшается незначительно. Опыты показали, что в статических условиях смачивания насыщение адсорбционных слоев на границе твердое тело — жидкость происходит при концентрациях 0,1% ДБ и 0,15% ОП-7.

При отрицательной температуре растворов пылеподавляющая способность смачивателя ДБ значительно выше, чем ОП-7. Так, например,

при —3° для 4,85% NaCl+0,15% ОП-7 время полного смачивания в 13 раз больше, чем для раствора ДБ тех же концентраций соли и поверхностно-активной добавки. Изотермы времени смачивания соляных растворов ОП-7 проходят значительно выше изотерм растворов ДБ. Это свидетельствует о более высоких пылесмачивающих свойствах добавки ДБ.

Как видно из рис. 2, содержание соли значительно ухудшает пылеулавливающую способность растворов ОП-7 по сравнению с растворами ДБ. Чем ниже содержание ОП-7 в растворе, тем больше отрицательное влияние соли на смачиваемость пыли.

Установлено, что температура практически не оказывает влияния на пылесмачивающие свойства растворов ДБ, снижение же температуры растворов ОП-7 сильно ухудшает их пылеулавливающую способность (рис. 3). Так, для 0,05% ОП-7 снижение температуры на 18° увеличило время смачивания на 70%.

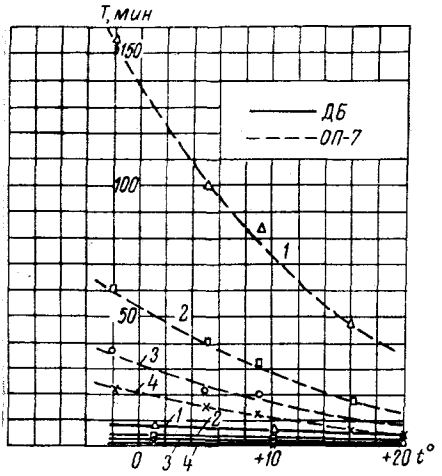


Рис. 3. Изменение смачивающих свойств растворов от их температуры при 4,85% NaCl
Смачиватель, %; *1* — 0,05; *2* — 0,1; *3* — 0,15; *4* — 0,2

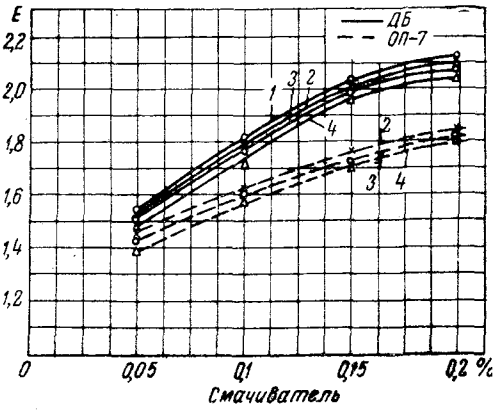


Рис. 4. Пылесмачивающая способность соляных растворов антифриза в зависимости от концентрации смачивателей NaCl, %
1 — 1,65; *2* — 4,85; *3* — 9,05; *4* — 13,8

Определение пылесмачивающих свойств соляных растворов с добавкой поверхностно-активных веществ ОП-7 и ДБ методом пленочной флотации не учитывает кинетики смачивания пыли при кратковременном контакте пылинок с каплями жидкости в процессе орошения. В соответствии с методикой определения пылеулавливающей способности растворов с учетом кинетики смачивания [4, 5] нами был сконструирован капельный прибор, с помощью которого исследовалась смачиваемость тонкодисперсной угольной пыли в динамических условиях. При кратковременном контакте частиц пыли с каплями растворов ДБ и ОП-7 определилась более высокая пылеулавливающая способность E растворов ДБ (рис. 4). С увеличением концентрации ДБ от 0,05 до 0,2% пылеулавливающая способность растворов возрастает в большей степени, чем растворов с добавкой ОП-7. При содержании смачивателя 0,1% в 4,85% NaCl пылеулавливающая способность растворов ДБ на 9% выше, чем ОП-7.

Если при определении пылесмачивающих свойств растворов методом пленочной флотации смачиваемость пыли практически не изменялась при увеличении концентрации поверхностно-активной добавки свыше 0,1% ДБ и 0,15% ОП-7, то в условиях кратковременного контакта пыли с каплями жидкости E возрастает при повышении содержания в растворе смачивателей до 0,15% ДБ и 0,2% ОП-7.

Увеличение концентрации соли в растворах NaCl+ДБ и NaCl+ОП-7 несколько снижает E. Увеличение содержания NaCl в 0,15% ОП-7 с 1,65 до 13,8% понизило E всего на 2,3%.

Исследования пылесмачивающих свойств водных и соляных растворов с поверхностно-активными добавками ОП-7 и ДБ, проведенные в статических и динамических условиях, позволили сделать следующие выводы:

1. Пылеулавливающая способность воды и растворов NaCl значительно повышается при добавлении поверхностно-активных веществ ДБ и ОП-7. При этом пылеулавливающая способность растворов ДБ значительно выше, чем ОП-7. В качестве поверхностно-активной добавки к соляному раствору для мокрого способа пылеподавления в условиях отрицательных температур рекомендуется смачиватель ДБ.

2. Смачивающие добавки ДБ и ОП-7 в растворах NaCl не вступают в химическое взаимодействие с солью, не выпадают в осадок и не теряют своих смачивающих свойств при отрицательных температурах.

3. В исследованных пределах оптимальная концентрация смачивателей ДБ и ОП-7 соответственно равна: в водных растворах 0,05 и 0,1%; в соляных 0,1 и 0,15% — при смачивании пыли в статических условиях и 0,15 и 0,2% — при кратковременном контакте с каплями жидкости.

4. С увеличением концентрации соли ухудшается пылеулавливающая способность растворов NaCl+ОП-7. Изменение процентного содержания соли в растворах NaCl+ДБ практически не влияет на их смачивающие свойства.

5. С понижением температуры ухудшается пылеулавливающая способность водных и соляных растворов ОП-7. Изменение температуры не оказывает существенного влияния на пылеулавливающие свойства растворов ДБ.

Эффективность разработанного способа пылеподавления определялась нами непосредственно на угольных шахтах Норильского горно-металлургического комбината при различных производственных операциях, сопровождающихся большим выделением пыли.

Испытания при работе добычного комбайна К-52М проводились в лаве 231 шахты «Норильская». В шахтной вагонетке емкостью 2 $м^3$ приготовлялся концентрированный соляной раствор со смачивателем ДБ. Затем раствор перекачивался в противопожарные баки емкостью 100 $м^3$, где доводился до концентрации 5% NaCl и 0,1% ДБ. Концентрация соли в растворе контролировалась ареометром. Из противопожарных баков раствор подавался по общешахтной водяной магистрали к местам пылеобразования.

Температура воздуха в лаве во время испытаний —1°. Запыленность воздуха определялась весовым методом в зоне дыхания комбайнера при работе комбайна К-52М без орошения, с орошением 5% NaCl без смачивателя и с добавкой 0,1% ДБ.

Как видно из таблицы, при работе комбайна К-52М с орошением 5% NaCl запыленность воздуха снижается на 44,6%. При добавке к этому раствору 0,1% ДБ запыленность на рабочем месте комбайнера снижается на 69%. Следовательно, пылеулавливающая способность соляных растворов при добавке 0,1% смачивателя увеличилась на 24%.

Эффективность предлагаемого мокрого способа пылеподавления при работе проходческого комбайна ПК-3 проверялась при проходке печи с транспортного штрека 113 шахты «Западная-Коксовая». Растворы соли и смачивателя приготовлялись в баке емкостью 3,5 $м^3$, установленном на западном уклоне у транспортного штрека 113. Из бака промывная жидкость подавалась насосом к комбайну. Температура воздуха в забое +1°, на месте расположения бака —2°.

Результаты исследования пылеподавления

Условия работы	NaCl, %	ДБ, %	Средняя запыленность воздуха, *мг/м³*
При работе комбайна К-52М			
Без орошения	—	—	860,0
С орошением	5	—	478,0
» »	5	0,1	267,0
При работе комбайна ПК-3			
Без орошения	—	—	4536
С орошением	5	—	612
» »	5	0,1	375
При перегрузке угля с конвейера			
Без орошения	—	—	167
С орошением	5	—	30,2
» »	5	0,1	18,9

В таких условиях орошение раствором 5% NaCl снизило запыленность воздуха на рабочем месте комбайнера на 86%. Добавка 0,1% ДБ снизила запыленность воздуха на 92%.

Эффективность пылеподавления при орошении растворами соли и смачивателя проверялась также в месте перегрузки угля с конвейера на транспортерном штреке 182 на конвейер бремсберга 4 пласта II на шахте «Норильская». Ороситель МакНИИ устанавливали над местом пересыпки угля. Смачивающая жидкость поступала из противопожарных баков по общешахтной кольцевой магистрали. Струя жидкости направлялась навстречу пылевому потоку. Запыленность воздуха определялась весовым методом на расстоянии 3 *м* от места пересыпки угля по ходу вентиляционной струи. Температура воздуха на месте работы оросителя —3°.

Как видно из таблицы, орошение на месте перегрузки угля 5% NaCl снижает запыленность воздуха на 82%. Добавка смачивателя в концентрации 0,1% снижает запыленность воздуха на 88%.

Таким образом, испытания в производственных условиях показали возможность применения мокрого способа пылеподавления при отрицательных температурах на угольных шахтах Норильского месторождения. Однако одно орошение не снижает запыленности воздуха в местах интенсивного пылеобразования до санитарной нормы. Необходимо предложенный способ пылеподавления применять в комплексе с другими мероприятиями, например с интенсивным проветриванием выработок.

Во время испытаний мокрого способа пылеподавления соляными растворами в условиях отрицательных температур образования наледей в выработках не наблюдалось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барон Л. И. Профилактика силикоза и антракоза при горных разработках. Углетехиздат, 1954.

2. Шановская С. С. О применении смачивателей при борьбе с угольной пылью методом орошения. Сб. «Борьба с силикозом», ч. I. Изд-во АН СССР, 1953.

3. Шеина З. Г., Федорова Г. Г. Метод контроля концентрации различных смачивателей. Сб. работ по силикозу, вып. 1. Изд-во УФАН СССР, 1956.

4. Ребиндер П. А., Серб-Сербина Н. Н. и Кордюкова С. А. Повышение пылеулавливающей способности воды посредством добавок смачивателей. Сб. «Борьба с силикозом», ч. I. Изд-во АН СССР, 1953.

5. Таубман А. Б., Никитина С. А. Физико-химическое исследование смачивателей, применяющихся при пылеулавливании. Сб. «Борьба с силикозом», ч. II. Изд-во АН СССР, 1955