

Список литературы

1. Методы комплексной объективной оценки качества тканей для спецодежды. **М.Е. Цуцков, Л.М. Волкова, З.И. Вивилодова, С.К. Миронова**, Сб. «Пути совершенствования средств индивидуальной защиты работающих на производстве», М. 1973; с.41-43.
2. Пути повышения качества спецодежды на современном этапе. **В.И. Артемьев, В.В. Соколов**. В Сб. «Создание новых видов высокоэффективной спецодежды»; Иваново, 1988, с. 9-12.
3. Технічний регламент засобів індивідуального захисту. Постанова Кабінету Міністрів України від 27 серпня 2008г. №761

Рукопись поступила в редакцию 22.02.13

УДК 622.807

В.Ю. ТЫЩУК, канд. техн. наук

«НИИБТГ» ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ НА КАРЬЕРНЫХ АВТОДОРОГАХ НА ОСНОВЕ МИКРОКАПСУЛИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ

Разработано новое направление по борьбе с пылью на карьерных автодорогах, основанное на применении новых пылеподавляющих средств - микрокапсулированных растворов, способных образовывать в дорожных покрытиях гелеподобные структуры с удлиненным периодом связывания и аккумуляции пыли.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Карьерные автодороги являются одним из основных источников выделения пыли в атмосферу. Результаты исследований показывают, что масса пыли, которая выделяется из автодорог во время транспортировки горной массы автосамосвалами в сухой теплый период года, может достигать нескольких десятков тонн в месяц. Пыль, выделяемая из автодорог, загрязняет воздух рабочих зон карьеров и ухудшает санитарно-гигиенические условия труда горнорабочих. Высокая запыленность воздуха усложняет видимость на автодорогах, особенно в темное время суток, что создает условия для аварийных ситуаций во время движения технологического автотранспорта. Кроме того, часть пыли выносится с карьерного пространства, что приводит к загрязнению атмосферного воздуха прилегающих территорий. Дальнейший рост производства, который наблюдается в последнее время, приводит к увеличению объема перевозимой горной массы, а соответственно, будет способствовать росту пылевыведения с карьерных автодорог. В связи с этим проблема пылеподавления на карьерных автодорогах является важной, которая связана с выполнением отраслевой программы улучшения состояния безопасности, гигиены труда и производственной среды, утвержденной Министерством промышленной политики Украины.

Анализ исследований и публикаций. Ранее проводились исследования по пылеподавлению на карьерных автодорогах, чаще всего, с использованием таких средств как вода, лигносульфонаты, и отходы нефтеперерабатывающей промышленности [1]. Недостатком этих веществ является то, что вода, а в сухую жаркую погоду и лигносульфонаты, относительно быстро высыхают, что способствует дальнейшему интенсивному пылевыведению при движении автотранспорта. Отходы нефтеперерабатывающей промышленности в настоящее время находят свое применение как вторичное энергетическое сырье.

В данной работе проводились исследования по выбору, модификации и разработке более эффективных пылеподавляющих растворов и расширение их ассортимента для борьбы с пылью на карьерных автодорогах.

Постановка задания. Целью данной работы является выбор, модификация и разработка эффективных пылеподавляющих растворов, а также расширение их ассортимента для борьбы с пылью на карьерных автодорогах.

Эффективными веществами для пылеподавления на карьерных автодорогах следует считать те, которые имеют низкую интенсивность испарения, и способность к непрерывному связыванию пыли. Однако даже самое высокоэффективное пылесвязывающее вещество не может обеспечить предотвращения пылевыведения с автодороги на протяжении длительного времени, если эта дорога построена не по правилам, или представляет собой голую скальную поверхность целика. Это обусловлено тем, что раствор будет образовывать тонкую пленку, которая легко будет выноситься колесами автосамосвалов. Исходя из этого, следует отметить, что эф-

фektivность любого пылеподавляющего раствора будет зависеть от качества дорожного покрытия. Поэтому строительство дорог необходимо производить в соответствии с действующими нормативными документами и инструкциями по строительству карьерных дорог. Эти инструкции предусматривают отсыпку полотна дороги в несколько слоев. Сначала это слой щебня фракции 70-80 мм. Поверх этого слоя формируют слой щебня фракции 30-40 мм, сверху которого насыпают слой щебня-клинца с размером частиц около 10 мм. Образовавшееся покрытие необходимо утрамбовать, используя специальную технику. Только после этого его необходимо обработать раствором с таким оптимальным расходом на 1 м² дороги, чтобы раствор мог увлажнять поверхность полотна до максимальной молекулярной влагоемкости на глубину 40-50 мм и более. Капиллярными силами и силами межмолекулярного взаимодействия влага будет удерживаться в полотне автодороги и, тем самым, обеспечивать предотвращение пылевыведения во время движения по ней автотранспорта.

В связи с этим задачи исследований следующие:

провести выбор, модификацию и разработку средств (растворов) для обработки карьерных автодорог;

провести исследования интенсивности испарения растворов с полотна автодороги;

определить способность растворов просачиваться в полотно автодороги;

установить способность растворов к пылесвязыванию.

Изложение материала и результаты. Прежде всего, рассмотрим вопросы определения объемов пылевыведения с поверхности карьерных автодорог при движении технологического автотранспорта.

Валовые объемы пыли, выделяющейся с поверхности автодороги при выполнении рейса автосамосвалом от забоя экскаватора до пункта разгрузки горной массы и обратно к забою, необходимо определять по выражению

$$P = 3,6g \times v^{-1} \times 2L \times N \times 10^{-3}, \text{ г}, \quad (1)$$

где g - интенсивность пылевыведения с автодороги при движении автосамосвала, мг/с; v - скорость движения автосамосвала, км/ч; L - расстояние от забоя экскаватора до пункта разгрузки горной массы, м; N - количество рейсов автосамосвала, шт.

Удельное пылевыведение с поверхности автодороги при движении автосамосвала необходимо определять по выражению

$$P_{уд} = P/V, \text{ г/м}^3, \quad (2)$$

где V - объем горной массы, вывозимой автосамосвалом, м³.

В табл. 1 приведены значения валовых и удельных выбросов пыли с поверхности автодорог за месяц при реальной организации работ по выемке и транспортировке горной массы в условиях Первомайского карьера Северного ГОКа. Значения валовых и удельных выбросов определялись по формулам (1) и (2).

Таблица 1

Значения валовых и удельных выбросов пыли за месяц с автодорог Первомайского карьера СевГОКа при реальной организации работ по выемке и транспортировке горной массы

Номер экскаватора	Объем горной массы для вывоза тыс. м ³	Вместимость кузова автосамосвала, м ³	Кол-во рейсов для вывоза разных пород, шт.	Расстояние транспортировки г/м от забоя до перегрузки, м	Валовый выброс пыли с автодорог, кг	Удельный выброс пыли, г/м ³ пород
1	95	35	2715	4600	3567	37,5
3	120	35	3429	5100	4995	41,6
9	110	37	2973	1900	1613	14,6
10	105	37	2838	2300	1864	17,75
16	117	42	2786	2700	2148	18,3
25	55	40	1375	4500	1767	32,1
31	115	40	2875	3200	2628	22,8
35	105	33	3182	3400	3090	29,4
сумма	822				21672	

Как видно из представленных результатов при различном режиме эксплуатации автотранспорта валовые и удельные выбросы пыли будут иметь разные значения. На величину пылевых выбросов оказывают влияние расстояние, на которое транспортируется горная масса; количе-

ство рейсов, выполняемых автосамосвалом для перевозки пород; вместимость кузова автосамосвала. Регулируя эти величины можно определить оптимальные их значения, при которых пылевыведение будет минимальным.

Целевой функцией этой задачи есть минимум пылевыведения с автодорог, при граничном условии - технико-экономические показатели процессов выемки и транспортировки горной массы не должны ухудшиться. Представленные выше мероприятия являются организационно-техническими средствами снижения пылевыведения с карьерных автодорог.

Однако, эффективная защита воздуха рабочих зон карьеров от загрязнения пылью, выделяющейся с карьерных автодорог, является применение специальных способов и средств пылеподавления. Перспективным направлением пылеподавления на карьерных автодорогах является использование модифицированных растворов. Модификация - это направленное изменение физических, химических, механических свойств растворов под действием других химических веществ. В результате образуются жидкие коллоидные системы, термодинамически устойчивы, называемые микроэмульсиями [2]. Образуются они самопроизвольно при смешении двух жидкостей с ограниченной взаимной растворимостью в присутствии мицеллообразующих ПАВ. При добавлении к основному пылесвязывающему раствору порции модификатора происходит микроэмульсионное инкапсулирование, т.е. заключение в оболочку частиц пылесвязывающего раствора слоем модификатора. Микроэмульсионное инкапсулирование представляет собой совокупность ряда межфазных явлений, связанных с микроэмульгированием пылесвязывающих компонентов, т.е. адсорбцией и образованием межфазных слоев полимеров на границе раздела фаз «жидкость-жидкость» и образованием агрегативной устойчивости полученных микрокапсул. В результате свойства пылесвязывающей частицы зависят от природы эмульгатора, т.е. в данном случае от модификатора, а пылеподавляющее воздействие композиции в целом резко возрастает.

Для исследований по выбору и модификации растворов для борьбы с пылью на карьерных автодорогах были приняты: щелочной сток производства капролактама (ЩСПК), химическое название которого - адипинат натрия; ССБ; «Северин» - отход, образованный в результате переработки нефти, являющийся тяжелым нефтяным осадком; «Северин» с добавкой синтетического каучука СКС-30; смесь ЩСПК и ССБ; раствор ССБ, которая была модифицирована отдельно ортофосфорной, лимонной, молочной кислотами и углещелочным реагентом (УЩР).

Результаты исследований по модификации ССБ кислотами показали, что ортофосфорная и лимонная кислоты не способны изменить ее свойства. Смесь ССБ с этими кислотами после высыхания создают ломкую корку, с низкой прочностью, которая практически ничем не отличается от корки, образованной с использованием чистой ССБ. Молочная кислота способствует переводу ССБ в пластичное состояние. Пластичность сухого остатка и время его пребывания в пластическом состоянии зависит от количества вводимой в его состав молочной кислоты. Пластические свойства начинают проявляться при наличии в составе ССБ молочной кислоты в количестве не менее 10 мас. %. При наличии молочной кислоты в ССБ в количестве, превышающем 30 %, образуется не очень вязкая, текучая, липкая масса, которая на твердой поверхности не высыхала на протяжении 3-х мес. Исследования показали, что сухой остаток ССБ с добавкой молочной кислоты в количестве 10-20 мас. % не высыхает на протяжении до 30 суток при температурах воздуха 20-25 °С. Исследования по приготовлению смеси «Северина» и каучука показали, что растворы с содержанием каучука 15 % могут свободно разбрызгиваться по поверхности. При содержании каучука в растворе более 15 % он становится вязким и плохо растекается по поверхности.

Результаты исследований испарения растворов показали, что наибольшей интенсивностью испарения владеет ССБ, а наименьшей - «Северин» и смесь ССБ с молочной кислотой в соотношении, соответственно, 60 и 40 %. Другие вещества и смеси имеют приблизительно одинаковую интенсивность испарения. Результаты исследований пылесвязывающей способности растворов показали, что наиболее низкой пылесвязывающей способностью владеют «Северин» и ССБ, а наиболее высокой - смесь «Северина» и каучука. Исследования по просачиванию растворов в полотно автодороги свидетельствуют о том, что практически все они способны в большей или меньшей степени проникать в ее слой.

Лабораторные исследования, проведенные на модели полотна автодороги, показали, что ЩСПК и его смесь с ССБ, а также смесь «Северина» с каучуком будут способствовать укреплению верхнего слоя полотна автодорог и превращению его в сплошную структуру, что улуч-

шит эксплуатационные показатели автодорог. Исследования температуры замерзания растворов показали, что только ЩСПК и «Северин» не замерзают до температурных показателей, соответственно, -26 и -50 °С.

В табл. 2 представлены результаты промышленных исследований пылеподавления на карьерных автодорогах Первомайского карьера Северного ГОКа с использованием чистых и модифицированных растворов.

Таблица 2

Результаты промышленные исследований пылеподавления на карьерных автодорогах

Тип пылеподавляющего раствора	Температура воздуха, °С	Время с момента увлажнения автодорог до начала отбора проб, час	Запыленность воздуха возле дороги, мг/м ³
Вода	+25 ÷ +26	0,5	2,6–3,7
Вода	+25 ÷ +26	2	9,8–11,2
ССБ	+24 ÷ +26	7	3,8–6,2
ССБ	+25 ÷ +27	24	12,8–14,0
ССБ + УЩР (0,5 %)	+25 ÷ +26	5	2,2–2,5
ССБ + УЩР (0,5 %)	+25 ÷ +27	24	6,0–7,2
ЩСПК	+20 ÷ +22	72	2,0–2,7
ЩСПК	+24 ÷ +25	120	6,9–9,2
ЩСПК+ССБ(80+20 %)	+20 - +22	72	1,2–1,8
ЩСПК+ССБ(85+15 %)	+24 ÷ +26	120	2,8–3,1
ЩСПК+ССБ(75+25 %)	+24 ÷ +26	120	3,5–3,6
ЩСПК	-9÷-14	144	1,6–1,9

Как видно из результатов, модифицированные растворы имеют более длительный срок пылесвязывающего действия и в большей мере снижают массу пылевых выбросов в атмосферу из карьерных автодорог. Например, при обработке автодорог чистым раствором ССБ концентрация пыли около дороги через 24 часа достигает 14,0 мг/м². При обработке автодороги модифицированным раствором, который включает ССБ и 0,5 % ВЛР максимальная концентрация пыли около автодороги через 24 часа составляет 7,2 мг/м³. Другой пример свидетельствует, что когда автодорога увлажнена раствором ЩСПК концентрация пыли на ее обочине через 120 часов достигает 9,2 мг/м³, а при обработке дороги модифицированным раствором, который включает 85 % ЩСПК и 15 % ССБ максимальная концентрация пыли вблизи дороги через 120 часов составляет 3,1 мг/м³.

Опираясь на фундаментальные научные положения, можно утверждать, что модификация пылеподавляющих растворов приводит к изменению их термодинамических свойств. При этом часть внутренней энергии остается в растворе и поддерживает его молекулярную структуру, которая снижает интенсивность испарения и продлевает срок пылесвязывающей жидкости. Следует обратить внимание, что на качество пылесвязывающего действия раствора оказывают температуры воздуха. Например, в зимний период года немодифицированный раствор УЩР обладает высоким пылесвязывающим действием на карьерных автодорогах, который составляет не менее 144 ч. При этом концентрация пыли находится ниже ПДК и составляет 1,6–1,9 мг/м³.

Выводы и направления дальнейших исследований. В результате выполненных исследований, получили дальнейшее развитие научные основы пылеподавления на карьерных автодорогах, базирующиеся на использовании модифицированных растворов, имеющих низкую интенсивность испарения и способных создать в полотне автодорог пластическую массу, обладающую повышенной пылеемкостью и более длительным сроком пылесвязывания по сравнению с немодифицированными средствами пылеподавления. Полученные результаты свидетельствуют, что разработано новое направление в отрасли борьбы с пылью на карьерных автодорогах, которое характеризуется тем, что традиционные пылесвязывающие растворы в совокупности с другими веществами образуют новый тип раствора, который позволяет повысить срок пылесвязывания, в течение которого концентрация пыли на автодорогах не будет превышать ПДК.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на поиск новых модификаторов, которые способны увеличить срок пылесвязывающего действия растворов на карьерных автодорогах.

Список литературы

1. Борьба с пылью на открытых горных работах / [А.И.Лобода, Б.Н.Ребристый, В.Ю.Тыщук, А.А.Фаермарк, В.А.Чупрун] – К.: Техника, 1989. – 152 с.
 2. Солодовник В.Д. Микрокапсулирование / В.Д. Солодовник. - М.: Химия. – 1980. – 215 с.
- Рукопись поступила в редакцию 22.02.13