

відходи виробництва будівельних матеріалів.

Відходи за методами переробки розподіляються на наступні групи :

- відходи, які підлягають повторному використанню у власному і суміжному виробництві ;
- відходи, які направляються для одержання інших цінних продуктів;
- відходи, що підлягають попередній обробці перед складуванням або зхованням ;
- відходи, які складуються або скидаються в навколишнє середовище без попередньої обробки.

Всього в Україні в теперішній час у відвалах промислових підприємств знаходиться 7 – 7,6 млрд. куб. м всіляких відходів, в тому числі : 4,8 млрд. куб.м золошлаків, порід вуглевидобутку і вуглезбагачення ; 11,6 млрд. куб. м металургійних шлаків, розкривних порід гірничорудних і гірничодобувних комбінатів ; 0,6 млрд. куб. м відходів хімічної і харчової промисловості ; 0,5 млрд. куб. м відходів видобутку та виробництва будівельних матеріалів.

Радикально вирішити проблему прогнозу і боротьби з раптовими викидами і вибухами у вугільних та інших шахтах і виробках можна на засадах нової моделі. Геолого – геохімічна (вибухова) модель раптових викидів і вибухів у своїй основі відрізняється від відомих тим, що причина провокування і розвитку процесу розглядається у зв'язку із самовільним розкладанням критичних концентрацій в шарі і забої ненасичених енергомістких сполук, перш за все ацетилену. Розроблена і запропонована для гірського масиву, вона також може пояснити причини катастроф, пов'язаних із вибухами і пожежами на нафтових і газових свердловинах, на нафто - і газопроводах.

Література

1. Лісіцин Ю.П. Спосіб життя і здоров'я населення. - М., 1982.
2. Доклад государственного управления экологической безопасностью в Донецкой области «О состоянии окружающей природной среды в Донецкой области за 1999 год. — Донецк, 2000.

Гого В.Б., Попов А.А.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Актуальность темы обусловлена ускоренным развитием угольной промышленности Украины, как основы для национальной энергетической независимости, которая немыслима без решения особо важных задач по охране труда. Тревожной является статистика о профессиональных заболеваниях шахтеров вызванных рудничной пылью, а также последствий от взрывов пылевоздушных смесей. По данным Государственного Макеевского научно-исследовательского

института по безопасности работ в горной промышленности страна ежегодно несет потери от указанных причин на сумму более 1,5 млрд. гривен.

В условиях угольных шахт основными источниками пыли в горных выработках являются процессы очистных и проходческих работ, транспортировки горной массы и т.д. Анализ научных исследований и технических решений, показал, что основным способом борьбы с пылью является гидрообеспыливание (орошение), т.е. улавливание пыли каплями воды или специальной жидкости. Наряду с определенными успехами, достигнутыми в реализации этого способа, сохраняется важная научная проблема в раскрытии специфических механизмов и закономерностей процесса гидрообеспыливания, позволяющих повысить его эффективность, в частности, импульсно-волновым воздействием капель жидкости на частицы пыли. При этом не решены важные задачи о «структурности» системы турбулентного дисперсного потока «газ - капли жидкости - частицы пыли», что сохраняет устаревшие подходы к выбору обеспыливающих мероприятий и препятствует более широкому применению гидропылеулавливания для создания нормативных условий труда рабочих в угольной шахте. Анализ научных исследований показывает, что для повышения эффективности обеспыливания рудничного воздуха капельной жидкостью следует решать комплексную задачу с использованием гидродинамических, в частности импульсно-волновых, и термодинамических эффектов, к примеру, с применением охлажденного или сжиженного воздуха (азота) в процессах гидрообеспыливания.

Характерным для гидрообеспыливания является то, что диспергированная жидкость (вода) создает систему капель в газе (воздухе) бесструктурной организации ее компонентов (капель жидкости и частиц пыли, движущихся в воздухе). Связи между каплями жидкости и частицами пыли в газе проявляются, как столкновения и слияния, которые носят случайный (вероятный) характер. В связи с этим возникает необходимость управлять этим процессом и увеличить эффективность столкновений капель и частиц пыли путем создания гидрогазодинамических структур дисперсного потока, повышающих вероятность динамической коагуляции аэрозольных компонентов потока.

В экспериментальных исследованиях Г.А. Позднякова установлено, что эффективность подавления (связывания) тонких фракций пыли в основном (до 85%) зависит от степени турбулентности потока воздуха (газа), в котором взаимодействуют частицы пыли и капли жидкости. Весомость составляющей турбулентного фактора порядка 92-98% для фракции пыли менее 5 мкм [1, с. 87]. Следовательно, гидродинамическое подавление пыли диспергированной жидкостью в основном происходит за счет турбулентности газопылевого потока, в котором частицы пыли испытывают силовые воздействия от турбулентных пульсаций потока воздуха (среды) через жидкие капли. Интересно в связи с этим проанализировать уравнение для определения составляющей турбулентного фактора [2, с. 193]:

$$K'_T = 4\pi r_i \left(\frac{\lambda}{l} \right)^4 \frac{D^3}{v_b^2},$$

где r_i - размер частицы пыли, м;

λ - расстояние между двумя частицами пыли, м;

l - линейный масштаб турбулентности, м;

D - коэффициент турбулентной диффузии, м²/с;

v_b - кинематическая вязкость газа, в котором перемещаются частицы пыли и капли жидкости, м²/с.

Приведенное уравнение позволяет утверждать, что рост коэффициента турбулентной диффузии ведет к увеличению турбулентного фактора в процессе повышения эффективности коагуляции частиц пыли каплями жидкости, что возможно путем формирования специальной турбулентности потока «газ - частицы пыли - капли жидкости» конфигурацией каналов течения или конструкций оросителей (устройств подачи и диспергирования жидкости) с пульсирующим воздействием на пылегазовый поток.

С увеличением турбулентности в потоке возрастает «захват» частиц пыли каплями жидкости, о чем свидетельствуют данные исследования В.К. Журавлева. Электризация капель жидкости и частиц пыли значительно повышает захват пылинок каплями турбулентного потока. Этот естественный процесс происходит в результате того, что отрицательные и положительные заряды (ионы) являются составляющими диспергированной водовоздушной среды. Отрицательные ионы определяют отрицательный заряд капель жидкости, что повышает эффективность пылеулавливания, т.к. угольная пыль при разрушении и электризации в воздухе приобретает положительный заряд.

Значительный интерес для борьбы с пылью представляет применение пены для целей гидрообеспыливания. Пена как структурированная дисперсная система имеет значительно больший активный объем пылепоглощения, чем диспергированная в таком же количестве жидкость. Это позволяет увеличить поверхность для контактов частиц пыли с пенной жидкостью при значительно меньшем количестве жидкости, что важно для того, чтобы не увеличить влажность угля. Кроме того, такой способ гидрообеспыливания позволяет изолировать источник пыли, препятствуя поступлению ее в атмосферу горной выработки. Частицы пыли, соприкасаясь с жидкостью пленок пузырей пены, и теряют возможность взвешенного перемещения в воздухе.

Гидрообеспыливание пеной происходит путем адгезионного прилипания частиц пыли к жидкой поверхности пузырьков пены. В зависимости от свойств частиц пыли и жидкости пленки пузырьков пены происходит или внедрение частицы пыли в пленку с полной заменой границы раздела «частица пыли - газ» на среду «частица пыли - жидкость», или адгезионное соединение их с частичной заменой границы раздела фаз. Процесс зависит от соотношения энергий частицы пыли и потенциальной энергии пузырька пены, которая зависит от поверхностного натяжения жидкости, краевого угла смачивания, температуры и др.

и может привести к разрушению пенного пузырька. Интенсивность разрушения пузырьков пены увеличивается с уменьшением размеров частиц пыли при возрастании их кинетической энергии. Наиболее существенным для гидрообеспыливания пеной является структурность пенной среды. Системная связь между пузырьками пены создается жидкостью и поверхностно-активным веществом. Устойчивость пены (газовых пузырьков, стенками которых являются жидкость и поверхностно-активное вещество) зависит от адсорбционных свойств пленки (границы раздела фаз) и физико-химических свойств пенообразователя. Для эффективного гидрообеспыливания пеной она должна быть: высокодисперсной (диаметр пузырьков порядка $5 \cdot 10^{-3}$ м), достаточно устойчивой во времени (не менее 60 с) [2, с. 54-59].

Наиболее эффективно применение гидрообеспыливания в области стационарных источников пыли у угольных шахтах (дробилки, грохота, бункеры, места перегрузки и др.) при ограниченном по каким-либо причинам расходе воды на орошение при заданных показателях норм охраны труда в угольной промышленности.

В работе [2, с. 88] подчёркивается, что целесообразность выбора системы гидравлического обеспыливания определяется по коэффициенту совершенства системы - K_c :

$$K_c = \frac{(C_{ост} - C_{ПДК}) A_n (T + T_b) \rho_n q_n}{C_{нач} A_B T P_B q_B},$$

где $C_{ост}$ - остаточная запыленность воздуха, $м^2/м^3$;

$C_{ПДК}$ - запыленность по ПДК, $м^2/м^3$;

$C_{нач}$ - начальная запыленность воздуха, $м^2/м^3$;

A_n, A_B - затраты, соответственно, на предлагаемую и базовую системы пылеподавления, грн/т;

T - время наработки на отказ системы, ч;

T_b - время восстановления системы, ч;

P_n, P_B - давления жидкости (воды) у оросителей предлагаемой системы и базовой, МПа;

q_n, q_B - удельный расход жидкости (воды) предлагаемой и базовой систем пылеподавления, л/т;

ρ_n - плотность пылевой частицы.

Система гидрообеспыливания считается более совершенной для заданных условий при наименьшем значении K_c , что обеспечивает выполнение требований охраны труда по пылевому фактору.

Для эффективного пневмоорошения необходимо создавать монодисперсный факел тонкодисперсной жидкости. С увеличением размера капли жидкости эффективность ее столкновения с частицей пыли снижается. Существует предельный размер частиц пыли, которые не могут быть захвачены данной каплей. По исследованиям [2, с. 263], например, капля радиусом 100 мкм при скоростях

ее движения (5 - 20) м/с не захватит пылинки радиусом (1,5-3) мкм, в то время как капля радиусом 10 мкм захватывает их полностью. Вместе с тем излишнее уменьшение капель не всегда эффективно, т.к. такие капли, смочив пылинку, незначительно увеличивают ее массу, что не приводит к быстрому выпадению ее из воздушного потока. Кроме того, мелкие капли могут сноситься воздушным потоком, испаряться, ухудшая условия труда на рабочих местах. Экспериментально определено, что рациональными параметрами для капель при гидрообеспыливания являются диаметры (20-50) мкм [2, с. 340-342].

Важной характеристикой процесса гидрообеспыливания выступает линейная скорость капель, от которой зависит эффективность их столкновений с пылью. Степень улавливания взвешенной в рудничном воздухе пыли пропорциональна скорости капель. С ее возрастанием увеличивается активная часть пространства, в котором происходит воздействие капель на пылинки, витающие в воздухе. Для «улавливания» пыли скорость капель должна быть не менее (20 - 30) м/с. При более низких скоростях осаждение взвешенной в воздухе пыли характеризуется относительно низкой эффективностью процесса, что обусловлено малой частотой встреч пылинок с каплями. При этом возникает эффект «обтекания», когда у капель недостаточно кинетической энергии для столкновения с пылинками в воздухе, «покрытых» оболочкой адсорбированных газов. Поэтому для улавливания каплями взвешенной пыли необходимы специальные форсунки, которые бы обеспечивали получение не только высокой плотности диспергирования жидкости, но и необходимой скорости движения капель. Учитывая, что для применяемых в орошении форсунок расход воды составляет (3-10) л/мин, а угол раскрытия от (60-90)° до 180° при формах факелов - зонтичной или плоской, можно сделать вывод, что еще нет «универсальной форсунки», пригодной для применения в различных условиях пылеподавления в шахте [3, с. 512].

Поэтому для повышения эффективности орошения при работе очистных и проходческих комбайнов применяют диспергирование воды сжатым воздухом, т.е. пневмогидроорошение, или создают давление воды до 15 МПа (высоконапорное орошение). Однако применение такого типа орошения ограничено из-за отсутствия на многих шахтах необходимых источников сжатого воздуха.

Эффективными гидродинамическими средствами борьбы с рудничной пылью в угольных шахтах показали себя гидравлические эжекторы, которые позволяют увеличить скорость капель жидкости и дальность факела орошения при необходимом давлении воды. Для повышения коагуляции частиц в процессе гидроорошения применяют гидроакустический способ воздействия на пылевой аэрозоль. Акустические колебания создает струя жидкости до ее распада на капли. Акустическая мощность воздействия на витающую пыль составляет 25 Вт/м² при частоте (3 - 4) кГц [1, с. 73].

Основным функциональным элементом системы орошения, от которого зависит эффективность пылеподавления, является ороситель. Наибольшее применение на шахтах получили унифицированные оросители: зонтичные, конус-

ные, плоскоструйные, тангенциальные, а также системы пневмогидроорошения. Важными являются результаты исследований, проведенных в Рурском угольном бассейне, которые показали, что существует прямая зависимость между частотой заболеваний шахтеров пневмокониозом и пылевой нагрузкой на рабочих местах [3, с. 475-476]. Установлено, что при регулярном увлажнении угольного массива запыленность воздуха, а, следовательно, и пылевая нагрузка снижаются примерно в 3 раза. Это приводит к тому, что заболеваемость пневмокониозом уменьшается приблизительно в (3,5-4) раза. Следовательно, необходимо регулярно применять гидрообеспыливание, как эффективный способ борьбы с пылью.

Выводы. Таким образом, существующие теоретические и практические разработки по гидрообеспыливанию с переходом на глубокие горизонты будут требовать решения задач по совершенствованию гидродинамического пылеподавления в связи с повышением температуры горного массива и возрастающей интенсивностью проветривания горных выработок. Для этого необходимо решить задачи по математическому моделированию процессов гидродинамической борьбы с пылью и определить характеристики процессов, повышающих эффективность взаимодействия капель жидкости и частиц пыли при орошении и гидропылеулавливании; обосновать параметры и конструктивные особенности технических средств пылеподавления с учетом нормативных требований охраны труда; выполнить синтез элементов и обобщение экспериментально-аналитических зависимостей для расчета гидродинамических средств защиты от пыли в различных условиях технологических процессов угольного производства.

Література

1. Борьба с угольной и породной пылью в шахтах / [П. М. Петрухин, Г. С. Гродель, Н. И. Жиляев и др.]. – М : Недра, 1981. – 271с.
2. Ищук И. Г. Прогнозирование запыленности рудничной атмосферы и обоснование комплекса эффективных способов и средств обеспыливания очистных забоев угольных шахт: дис. на соиск. учен. степ. докт. техн. наук. / И.Г. Ищук. – М., 1989. – 421 с.
3. Теория и практика охраны труда на угольных шахтах / [Медведев Э. Н., Мартовицкий В. Д., Кашуба О. И. и др.]. – Макеевка, МакНИИ : ООО «Промдрук», 2006. – 600 с.