

Сума витрат	4,625	4,286
	100%	92,7%

Аналізуючи отримані результати, можна зробити наступні висновки:

1. Польова підготовка заскидової частини з економічної точки зору є більш доцільною. При цьому доцільно об'єднати дві однокрилі панелі в одну двокрилу. Найбільші переваги польова підготовка двокрилої панелі дає по фактору «Транспорт вугілля» і «Вентиляція».

### *Література*

Методические указания по курсовому и дипломному проектированию «Стоимостные параметры». Донецк: ДонНТУ, 2000.- 54 с.

*Тишин Р.А., Попов А.А., Никифоров М.А., Сыроватченко В.А.,  
Гого В.Б.*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ОХРАНЫ ТРУДА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ В ТЕХНОГЕННЫХ РЕГИОНАХ**

Актуальность проблемы развития угольной промышленности Украины, как основы для национальной энергетической независимости государства, неотделима от решения жизненно важных задач охраны труда горняков. Тревожной является статистика о профессиональных заболеваниях шахтеров (Таблица 1), вызванных высокими температурами в забоях и 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 человеческие потери и много-миллиардные экономические убытки.

Таблица 1

Статистика профессиональных заболеваний шахтеров  
Красноармейского региона

№ п/п	Предприятия	Количество случаев			
		2009 г	2010 г	2011 г	9 мес. 2012 года
1	ГХК «Шахта "Краснолиманская"»	30	15	5	11
2	ПАО «ШУ «Покровское»	2	5	6	4
3	УП «Родинская» ГП «Красноармейскуголь»	3	6	10	2
4	ООО «Краснолиманская»	-	-	-	2
	ВСЕГО	35	26	21	18

В условиях угольных шахт основными источниками тепла на больших глубинах (более 800м) являются природные эндотермические процессы Земли, вызывающие повышение температуры горных породах с ростом глубины шахт, а так же техногенное тепловыделение мощного горного оборудования. Активными источниками пыли являются технологические процессы очистных и проходческих работ, транспорт горной массы и т.д. Важно подчеркнуть естественную особенность, усугубляющую проблему, что увеличение концентрации пыли в рудничном воздухе увеличивает его теплоемкость, а, следовательно, и теплотенциальность, что усложняет процесс охлаждения воздуха. К тому же все шахтные кондиционеры требуют очистки воздуха от пыли перед его охлаждением в теплообменниках.

Анализ научных исследований и технических решений [1] по указанной проблеме, показал, что основным способом охлаждения воздуха на большинстве действующих шахт является вентиляция, так как применение шахтных кондиционеров еще недоступно для многих шахт из-за их большой их стоимости. Борьба с пылью, главным образом, осуществляется форсуночным орошением, т.е. диспергированием воды в зонах образования пыли (гидрообеспыливание).

Наряду с определенными успехами, достигнутыми в реализации этих способов, сохраняется важная научная проблема в раскрытии специфических механизмов теплообмена между воздухом и каплями воды и закономерностей гидрообеспыливания, позволяющих повысить эффективность комплексного процесса, в частности, импульсно-волновым воздействием капель жидкости на высокотемпературный запыленный воздух. При этом не решены важные теоретические задачи о структурности турбулентного дисперсного потока как системы «воздух - капли жидкости». Это сохраняет устаревшие практические подходы к выбору мероприятий по охране труда и препятствует более широкому применению гидравлических систем для создания нормативных условий труда рабочих в глубоких шахтах по факторам температуры воздуха и его запыленности.

Результаты анализа научных работ [1] показывают, что для повышения эффективности гидроохлаждения и обеспыливания рудничного воздуха диспергированной водой следует решать комплексную задачу по теоретическому и экспериментальному исследованию термических и гидродинамических эффектов, возникающих от действия системы капель воды на высокотемпературный запыленный воздух в локальных зонах горных выработок.

Важно отметить, что в комплексном процессе охлаждения и гидрообеспыливания воздуха диспергированная вода создает поток капель, а в воздухе образуется смесь капель и пыли динамической фрактальной пространственной структуры ее компонентов (капель и пылинок, движущихся в воздухе). Временные связи между каплями и пылинками в воздухе проявляются, как столкновения и слияния, которые носят случайный (вероятностный) характер. Поэтому, чтобы увеличить эффективность теплообмена и гидрообеспыливания, т.е. охлаждения воздуха и улавливания частиц пыли, необходимо увеличить число капель (их объемную плотность в воздухе), частоту

столкновения капель с пылинками путем создания управляемых гидроаэродинамических структур потока, повышающих динамическую коагуляцию аэрозольных компонентов потока и теплообмен.

В исследованиях Медведева Э.Н., Позднякова Г.А. [1,2] и др. установлено, что эффективность охлаждения рудничного воздуха при орошении и улавливании тонких фракций пыли каплями в основном (до 85%) зависит от степени турбулентности потока воздуха, в котором взаимодействуют частицы пыли и капли жидкости. Весомость составляющей турбулентного фактора до 95% для фракций пыли менее 5 мкм.

Следовательно, гидродинамическое охлаждение рудничного воздуха и подавление пыли диспергированной водой в основном должно происходить за счет турбулентности воздушнопылевого потока, в котором частицы пыли испытывают воздействия капель при турбулентных пульсациях потока.

По этому, проанализируем уравнение для определения составляющей турбулентного фактора, который влияет на теплообмен и гидравлическое пылеулавливание в потоке:

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

где  $r_i$  - размер частицы пыли, м;

$\lambda$  - расстояние между двумя частицами пыли, м;

$l$  - линейный масштаб турбулентности, м;

$D$  - коэффициент турбулентной диффузии, м<sup>2</sup>/с;

$\nu_b$  - кинематическая вязкость воздуха, в котором перемещаются частицы пыли и капли жидкости, м<sup>2</sup>/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 (турбулизирующим) воздействием на пылегазовый поток.

С увеличением турбулентности в потоке возрастает теплообмен и «захват» частиц пыли каплями жидкости, о чем свидетельствуют данные экспериментальных исследований. Важно также то, что турбулизация активизируется электризацией капель жидкости и частиц пыли, что значительно повышает обменные процессы и захват пылинок каплями потока. Этот естественный процесс происходит в результате того, что отрицательные и положительные заряды (ионы) являются составляющими диспергированной водовоздушной среды. Отрицательные ионы создают отрицательный заряд капель, что повышает эффективность пылеулавливания, т.к. угольная пыль при разрушении и электризации в воздухе приобретает положительный заряд. Этот процесс снижает температуру воздуха, т.к. уменьшается его тепловая емкость.

Наиболее эффективно применение гидравлического охлаждения воздуха и гидрообеспыливания в горных выработках расположения стационарных источников пыли (места перегрузки с конвейера на конвейер, бункеры, дробилки, грохота, и др.) при ограниченном по каким-либо причинам расходе воды на орошение при заданных показателях норм охраны труда по температурному и пылевому факторам.

Нами установлено, что целесообразность выбора комплексной технологии гидравлического охлаждения и обеспыливания рудничного воздуха определяется по минимальному значению коэффициента технологичности 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;

$T_b$  и - время восстановления системы, ч;

$P_n P_B$  - давления воды на оросителях системы, МПа;

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

$\rho_n$  - средняя плотность смеси.

Комплексная система гидравлического охлаждения и обеспыливания рудничного воздуха с наименьшим значением  $K_c$  способна обеспечить выполнение современных требований по охране труда, связанных с температурным и пылевым факторами.

Для повышения эффективности всего комплексного процесса необходимо обеспечить монодисперсную смесь мелких капель воды, диспергированных в рудничном воздухе. Нами экспериментально выявлено, что рациональными параметрами капель для комплексного процесса гидравлического охлаждения и обеспыливания воздуха являются капли с диаметрами 50 мкм.

Важной характеристикой комплексного процесса гидравлического охлаждения и обеспыливания воздуха выступает линейная скорость капель, от которой зависит время действия. Время охлаждения воздуха и улавливания пыли каплями зависит от скорости капель. С ее возрастанием уменьшается время, за которое происходит воздействие капель на воздух и витающие пылинки. Для «улавливания» пыли скорость диспергированных капель должна быть не менее 20 м/с. При более низких скоростях снижается эффект охлаждения воздуха с относительно низкой эффективностью улавливания пыли, что обусловлено малой частотой воздействий капель на пылинки. При этом возникает эффект «обтекания», когда у капель недостаточно кинетической энергии для массообмена с пылинками в воздухе, которые «покрыты» оболочкой адсорбированных газов.

Поэтому для эффективного охлаждения воздуха и 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 на шахтах форсунок в орошении расход воды составляет (3-10) л/мин, а угол раскрытия от  $60^\circ$  до  $180^\circ$  при формах факелов - зонтичной или плоской, можно сделать вывод, что в шахтах еще нет «универсальной форсунки», пригодной для применения в комплексном процессе охлаждения воздуха и пылеподавления.

Эффективным гидродинамическим средством охлаждения рудничного воздуха и борьбы с пылью в угольных шахтах показали себя гидравлические эжекторы, которые позволяют увеличить скорость капель жидкости и плотность факела орошения при необходимом давлении воды. Для повышения теплообмена и коагуляции частиц в процессе орошения можно применять гидроакустический способ воздействия на аэрозоль. Акустические колебания создает струя жидкости до ее распада (диспергирования) на капли. Акустическая мощность воздействия на воздух составляет примерно  $25 \text{ Вт/м}^2$  при частоте (3 - 4) кГц [3].

Основным функциональным элементом комплексной технологии, от которой зависит эффективность охлаждения рудничного воздуха и пылеподавление, является форсунка оросителя или гидродинамическое устройство. Наибольшее применение на шахтах получили унифицированные оросители: зонтичные, конусные, плоскоструйные, тангенциальные, а также системы пневмоорошения, которые, однако, не позволяют реализовать комплексную технологию гидравлического охлаждения и пылеулавливания. Для этой технологии разработана специальная форсунка в виде многокамерного водоежектора по патентам [4,5], испытанная в условиях шахты им. А.Г. Стаханова ГП «Красноармейскуголь».

Шахтные испытания многокамерного водоежектора для охлаждения и обеспыливания рудничного воздуха в зоне конвейерного пересыпа горной массы позволили установить, что температура воздуха снижается на (5-8) град.С, а эффективность улавливания пыли 98%. Разработка может найти применение в очистных и проходческих забоях при комбайновом разрушении горных пород, на участках вентиляционных штреков, примыкающих к лавам; откаточных выработках и пунктах погрузки горной массы, в зонах действия опрокидывателей и сопряжений с уклонами и бремсбергами; призабойных участках подготовительных выработок, конвейерных выработках, а также в процессах передвижки секций механизированного крепления.

Выводы. Существующие теоретические и практические разработки по гидравлическому охлаждению и обеспыливанию рудничного воздуха с переходом на глубокие горизонты требуют дополнительного решения теоретических и практических задач по совершенствованию гидродинамического охлаждения и пылеподавления в связи с повышением температуры горного массива и возрастающей запыленностью горных выработок. Для этого необходимо решить задачи по математическому моделированию комплексного гидравлического про-

цесса борьбы с теплотой и пылью, и определению характеристик этих процессов, повышающих эффективность теплообменного взаимодействия капель жидкости и частиц пыли; обосновать параметры и конструктивные особенности технических средств охлаждения воздуха и пылеподавления с учетом нормативных требований охраны труда; выполнить синтез элементов и обобщение экспериментально-аналитических зависимостей для расчета гидродинамических средств охлаждения воздуха и защиты от пыли в различных условиях технологических процессов угольной шахты.

### **Література**

1. Теория и практика охраны труда на угольных шахтах / [Медведев Э. Н., Мартовицкий В.Д. и др.]. – Макеевка, МакНИИ : ООО «Промдрук», 2006. – 600 с.
2. Поздняков Г. А. Эффективность очистки рудничного воздуха от витающей пыли диспергированной водой / Г. А. Поздняков // ИГД им. А.А. Скочинского. Науч. сообщ. Вып. 159. – Эффективные способы и средства борьбы с пылью в угольных шахтах. – М. : 1977. – С. 11-17.
3. 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.
4. Патент 16953 Україна, МПК F04F 5/16, Ежектор., / Гого В.Б., Малеев В.Б., опубл. Бюл.№ 8. 15.09.06.
5. Патент на винахід № 91913, МПК, E21F5/04(2006.01), 10.09.2010. Ежекторний зрошувач. / Гого В.Б., Булгаков Ю.Ф., Семенченко А.К. . Бюл. № 17, 2010.

*Тютюнник Н. С.*

## **ПРОБЛЕМИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ В СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

У сучасній науці існує безліч методів для прогнозування. Є багато різних способів класифікувати ці методи. Найбільш універсальний способ класифікації за загальним принципом дії приведений у табл. 1.

Метод "інтерв'ю" представляє собою індивідуальну експертну оцінку, що формулюється експромтом без попереднього аналізу. Цей метод може виявитися незамінним там, де не потрібна висока точність прогнозу, а результати необхідно одержати в найкоротші строки. Особливості інтерв'ю зумовлені використанням його при вивченні громадської думки, телефонних опитуваннях, контрольних і вибіркового опитуваннях, анкетних дослідженнях, опитуваннях експертів, в органах внутрішніх справ.