

УДК 622.43.5:502.7

**ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА  
ПО УРЕГУЛИРОВАНИЮ ВЫБРОСОВ  
В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Канд.техн.наук	И.С.Тилегенов
Докт.техн.наук	В.К.Бишимбаев
Канд.техн.наук	М.Ж.Кайранов
Канд.техн.наук	А.И.Тилегенов

*Обоснована целесообразность создания системы автоматического управления проветриванием подземных горных выработок, позволяющая повысить эффективность и надежность, в то же время более проста в эксплуатации, так как основные функции по управлению проветривания выполняются компьютерной системой.*

Важным критерием роста экономического потенциала народного хозяйства страны является рациональное использование природных ресурсов и охраны окружающей среды, создание концепции безопасного управления и планирования общественным производством. Сложившаяся система управления была основана на плановых принципах, ориентирующих производство на выполнение показателей плана по выпуску продукции, как в натуральных, так и в стоимостных единицах. Такой подход нацеливает проектировщиков и технологов создавать и эксплуатировать технические системы только по объемным критериям выпуска продукции, производительности труда, затрат и т.д. Развитие человека, его личная и общественная комфортность при этом не учитываются. Почти полностью игнорируется работоспособность отдельно взятого работника, его физиологические и психологические качества. В связи с этим необходима разработка новых подходов к созданию гуманистических принципов и гуманистических критериев, использование которых обеспечит реализацию социальных паритетов в системе управления общественным производством. Рассматриваемые проблемы имеют особенно важное значение для горнодобывающей промышленности, где человек взаимодействует не только со средствами труда, но и с природой. Условия производства при этом могут приобретать экстремальные ситуации с точки зрения воздействия на человека. Компо-

нентами производственного процесса являются труд, средства и предметы труда. Последовательность их совместного вовлечения в процесс производства включает этапы от прогнозирования системы до реализации продукции потребителем. Необходима комплексная система управления трудом на предприятиях, включающая все элементы процесса производства и ориентированная на человека, ради которого этот процесс реализуется.

Таким образом, проблема создания комфортных условий труда и безопасной системы управления в промышленности как оптимального способа обеспечения высокого уровня производственной деятельности и гармоничного развития трудовых коллективов является одной из важнейших в экологическом, социально-экономическом развитии.

Для вышеизложенных условий достижения необходимо решить следующие задачи:

- социально-экономические, экологические обоснования новых технологий производства и технико-экономического развития промышленности;
- оптимальное планирование и организация горного производства;
- создание экологических, социально-экономических основ охраны труда и природной среды;
- создание компьютерных систем и моделей для обеспечения процесса экологического управления производством;
- разработка автоматизированной системы техногенными выбросами.

Такая структура отражает концептуальный подход, согласно которому результаты решения предыдущей задачи используются в решениях последующих задач, а основным критерием оценки результатов является социальная комфортность работников и достижения экологически безопасного состояния ОС. Такая преемственность создает стержневое единство системы экологического социально-экономического управления производством.

На первом этапе исследований должны создаваться рабочие планы и комплексные методики исследований. Следующий этап включает формирование информационных массивов, создание рабочих методик, выбор параметрических рядов экологических технико-экономических показателей, оценку значимости и надежности системы показателей, обоснование экономико-математических методов исследования.

Комплекс социальных, технологических, экологических и экономических исследований и фундаментальный научный подход предполагают изучение проблем безопасного управления с системным изучением проблем экономики, экологии, организации, социологии, психологии, эргономики, компьютеризации в промышленности. В одной работе не возможно достаточно полно отразить научную новизну, сущность и реализацию результатов по каждой из проблем. Поэтому при-

водится один из этапов исследования - обеспечение безопасных условий труда и жизнедеятельности человека путем создания автоматизированной системы управления вентиляцией подземных рудников.

Достижение необходимого уровня добычи руды осуществляется на базе широкого применения прогрессивной технологии высокопроизводительных технических средств, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов. В то же время, интенсификация процессов добычи и рост глубины шахт приводит к существенному увеличению концентрации вредных примесей в рудничной атмосфере и, прежде всего, токсичных газов. При этом возникает отравление токсичными газами, опасных для здоровья горняков. Кроме того, увеличивается длительность простоев нарезных, очистных и подготовительных работ, так как по правилам техники безопасности работа при повышенных концентрациях токсичных газов и пыли запрещается.

В настоящее время известно, что повышение эффективности проветривания возможно без создания автоматизированных систем оперативного управления и контроля рудничной атмосферы на базе современных компьютерных систем управления проветриванием. Появляется возможность разработать комплекс мероприятий по снижению концентрации токсичных газов на местах их образования, оздоровлению рудничной атмосферы и предотвращению выбросов в окружающую среду дневной поверхности, что позволяет увеличить производительность за счет сокращения простоев горных работ по газовому фактору. Дальнейшее развитие таких систем, повышение оперативности (быстродействия) и точности управления воздухораспределением можно добиться на основе перехода к качественно новым системам - системам автоматического управления проветриванием на базе современных компьютерных систем. Системы автоматического управления позволяют повысить эффективность и надежность, в то же время более просты в эксплуатации, так как основные функции по управлению проветриванием выполняются компьютерной системой, функционирующей в замкнутом контуре (рис.), т.е. в режиме непосредственного цифрового управления. Создание подобных систем требует учета реальных особенностей шахтных вентиляционных сетей, как объектов автоматического управления.

Основное назначение разработанной системы управления проветриванием заключается в автоматическом перераспределении воздушных потоков между выработками подготовительных, нарезных и добычных участков и управлением общешахтным расходом воздуха с целью оценки эффективности способа и средств пылегазоподавления, стабилизации контроля газов концентрации в исходящих струях в соответствии ПДК согласно системе стандартов безопасности труда.

Представленная система автоматического управления проветриванием представляет собой сложный комплекс аппаратных и программных средств, который работает во взаимосвязи:

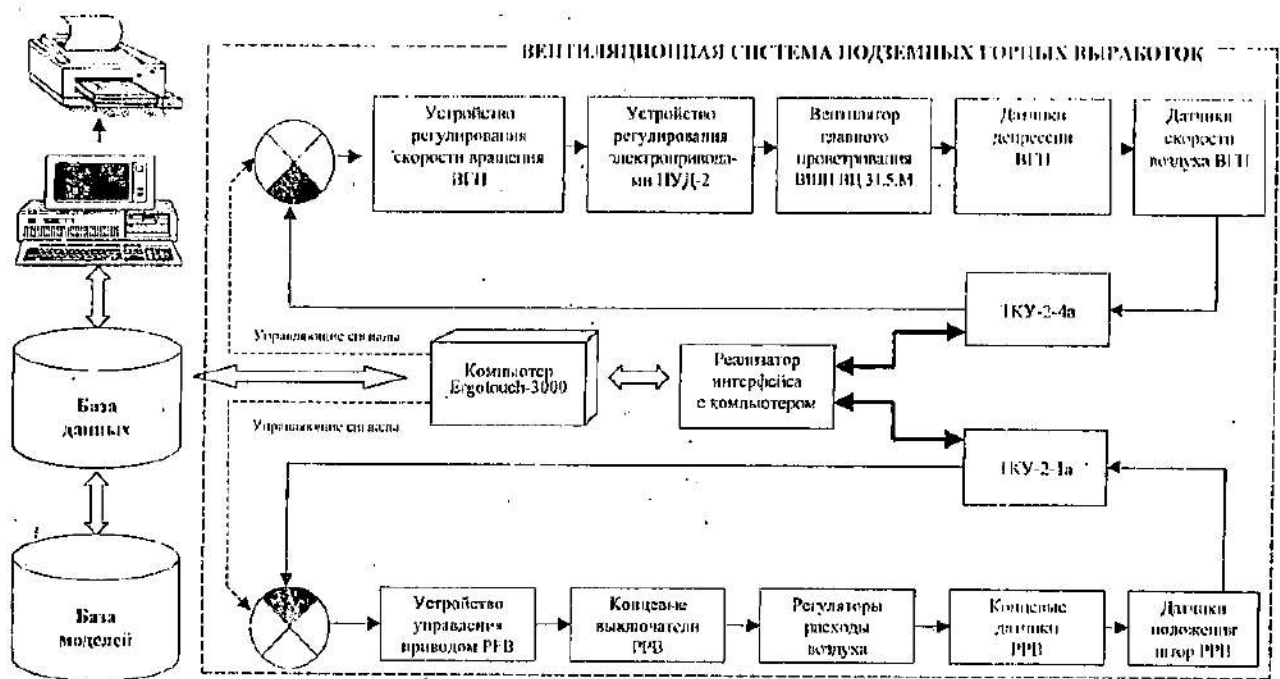


Рис. Схема управления проветриванием шахт

- промышленный PC-компьютер Ergotouch («Эрготач») 3000.

Ergotouch-3000 – это PC-компьютер специального назначения содержит процессоры Intel 486 с частотой 100 МГц, стандартный набор внешних портов, видеосистема с разрешением VGA при 256 цветах, порт Ethernet и два разъема для пользовательских карт внутри корпуса.

Ergotouch серии 3000 фирмы Dinarco исполнен в литом алюминиевом корпусе, габариты не превышают 35x41x15 см, вес – около 8 кг. Работает при температуре до +55° С, перегрузки 10 g в диапазоне частот 5-200 Гц Ergotouch практически не излучает (ослабление 90 дБ – в 36000 раз), водонепроницаем, отвечает строжайшим нормам взрывобезопасного исполнения. Полностью герметичный корпус снабжен ребрением, способен рассеивать до 250 Вт тепловой энергии при комнатной температуре и не нуждается в охлаждении. Высочайшая надежность на уровне 60000ч до единичного сбоя и вычислительная мощь позволяют использовать его как средство управления проветривания шахт.

Поддерживает операционные системы от MS-DOS до Windows NT, OS/2 Warp, SCO UNIX;

- комплект регулируемого электропривода вентиляторы главного проветривания;
- комплект газоанализаторов с датчиками ДМТ-2-1А и АС-5;
- телемеханические системы передачи данных ТКУ-2-1А и ТКУ-2-4а;
- телеуправляемые регуляторы воздуха полидиафрагменного типа с датчиками положений штор и концевыми датчиками-выключателями;
- измерители скорости воздуха в горных выработках ИВС-2. Схема процесса проветривания приведена на рисунке.

Управления проветриванием шахт осуществляется с помощью компьютера, который выполняет три функции:

- **Регулирование.** Нормальный ход процесса требует, чтобы рабочие параметры (концентрация газа в исходящей струе  $C_{к(t)}$ , интегральный поток газов  $q_{к(t)}$ ) поддерживались в заданных пределах. Для этого регулируют расход воздуха на участках шахты с целью поддержания заданных значений концентрации газов. Непрерывный контроль за текущими значениями концентрации газов осуществляется с помощью серийно выпускаемого газоанализатора. В качестве измерителя скорости движения воздуха в выработках шахты используется ИСВ-2. Данные измерения поступают на компьютер Ergotouch и в соответствии с заданной программой по результатам обработки осуществляется коррекция.
- **Регистрация.** Результаты измерений периодически регистрируются; их значения выводятся на щитки приборов и копируются в некоторый файл для последующей обработки (накопления статистических

данных) и уточнения оптимальных параметров процесса по моделям (1)-(8);

- **Обеспечение безопасности.** Если некоторые из измеряемых параметров превышают заранее определенное критическое значение (возникновение аварийной ситуации), то должна включаться сирена.

Основными функциями программного обеспечения системы автоматического управления проветриванием шахт являются:

- взаимодействие с внешними устройствами (учет показаний датчиков, команды управления приводом РРВ и скорости вращения ВГП);
- учет реального физического времени (периодическое возобновления цикла обработки). Система может функционировать лишь при условии  $t \ll T$ , где  $T$  – периодичность измерений, а  $t$  – время необходимое для обработки всей совокупности измерений (регистрация, запись в память компьютера, выбор программы соответствующего управления, ее выполнение);
- реакция на внешние события (экстренная сигнализация)
- управление информацией (организация и поддержка в рабочем состоянии базы данных).

Установление предела длительности обработки информации, существование сроков окончания работ, приоритетное обслуживание, связь с внешними управляющими и измерительными приборами являются характерными функциями систем «реального времени».

В призабойной части тупиковой выработки процессы газопереноса происходит преимущественно в свободной воздушной струе в ограниченном потоке, твердыми границами которого являются поверхности выработки.

Состояние рудничной атмосферы характеризуется изменением концентрации газов  $C(t) = \{C_1(t), C_2(t), \dots, C_n(t)\}$ , контролируемых в исходящих струях вентиляционной сети [2].

При увеличении количества, подаваемого в забой воздуха  $\{Q(t) = Q_1(t), Q_2(t), \dots, Q_n(t)\}$  концентрация газа и критическое расстояние уменьшаются. Реальное воздухораспределение в вентиляционной системе, как объектах автоматического регулирования описывается системой сетевых уравнений:

$$\sum_{i=1,2,\dots,n} \bar{R}_i(t) Q_i^2 = \bar{S}_i Q_n(Q_i(t)) = \bar{h}_i(t), \quad \bar{h}_i(t) = h_i + \Delta h_i(t), \quad (2)$$

где:  $R_i$  - аэродинамическое сопротивление  $i$ -той ветви;

$\Delta R_i(t)$  - приращение  $i$ -го аэродинамического сопротивления от среднего значения;

$Q_i(t)$  - расход воздуха в  $i$ -ой ветви;

$h_i$  - депрессия вентилятора в  $n$ -ой ветви;

$h_i(t)$  - приращение депрессии в  $i$ -ом корпусе;  
 $Q_{jm}(t)$  - утечка воздуха, приведенная к  $j$  углу;  
 $M_i$  - количество ветвей, входящих в  $i$ -ый контур;  
 $I_i$  - количество ветвей. Входящих в  $i$ -ый узел;  
 $\bar{S}_i$  - вектор, характеризующий состояние вентиляционной системы.

Физический смысл вектора  $\bar{S}$  состоит в том, что его отличие в худшую сторону означает  $\bar{S}_\phi > \bar{S}_p$  ( $\bar{S}$  - вектор требуемых расходов воздуха в выработках или вектор их сопротивлений), т.е.  $S_{\phi_i} \geq S_{p_i}$  для всех компонентов вектора  $\bar{S}_\phi$  и  $\bar{S}_p$  ( $i=1, n$ ) и существует хотя бы один  $j$ -й компонент, для которого  $S_{\phi_j} \geq S_{p_j}$ . Если для некоторого  $i$ -ого компонента системы можно принимать  $S_{\phi_i} \geq S_{p_i}$ .

В этом случае, если выбранная функция состояния  $\Phi(\bar{S})$  обладает свойством монотонности, т.е.  $\Phi(\bar{S}_\phi) > \Phi(\bar{S}_p)$  при  $\bar{S}_\phi > \bar{S}_p$ , то отношение  $\Phi' = \Phi_\phi / \Phi_p = \Phi(\bar{S}_\phi) / \Phi(\bar{S}_p)$  будет пропорционально интенсивности отказов, т.е.

$$\lambda = a\Phi', \quad (3)$$

где:  $a$  - коэффициент пропорциональности, 1/мес /1/.

Практика показывает, что на рудниках с хорошо отлаженной вентиляцией (т.е. при  $\Phi' = 1$ ) отказы происходят один раз в несколько лет, т.е.  $a = (0,01 \div 0,1)$ .

Если для одного и того же рудника сравниваются два варианта системы вентиляции, то для них можно принять  $a = \text{const}$ . Тогда

$$\lambda_1 / \lambda_2 = \Phi'_1 / \Phi'_2. \quad (4)$$

Более надежным будет тот вариант, для которого значения  $\lambda$  меньше, т.е. для которого значение  $\Phi'$ . Таким образом, в функции  $\Phi'$  может использоваться показатель надежности вентиляционной системы.

В качестве функции состояния элемента и исходные данные - расход воздуха характеризуется вектором:

$$\bar{S} = \bar{Q} = (Q_1, Q_2, \dots, Q_n), \quad (5)$$

где:  $Q_i$  - расход воздуха в  $i$ -ой выработке.

В качестве функции состояния элемента "Исходные данные" – сопротивление характеризуется вектором:

$$\bar{S} = \bar{R} = (R_1, R_2, \dots, R_n), \quad (6)$$

где:  $R_i$  – аэродинамическое сопротивление  $i$ -ой выработки.

Для тех условий, когда реализуются меры по пылегазоподавлению, аэродинамические процессы на горных участках, как объектах автоматического управления, описываются уравнением вида:

$$\frac{dC_i}{dt} = J_i(C_i(t)), Q(t), \quad i=1,2,\dots,n, \quad (7)$$

где:  $C_i(t)$  – остаточная концентрация газа в исходящей струе  $i$ -го участка вентиляционной сети.

Задача управления проветриванием рудника в общем виде заключается в том, что для объекта управления (1,2,7) необходимо разработать такие способы пылегазоподавления, предотвращающие выбросы токсичных газов и вредной пыли на дневную поверхность и определить такие законы измерений аэродинамических сопротивлений регуляторов расхода воздуха -  $\{Q_1^*(t), Q_2^*(t), \dots, Q_m^*(t)\}$  и управляемых напоров воздуха  $\{P_1^*(t), P_2^*(t), \dots, P_m^*(t)\}$ , при которых концентрация газов в исходящих струях будут удовлетворять условию:

$$C_i(t) \leq C_i^*, \quad i=1,2,\dots,n_1 \quad (8)$$

при дополнительных условиях, что:

- расходы воздуха в концентрируемых ветвях будут ограничены значениями:

$$q_i^{\min} \leq q_i(t) \leq q_i^{\max}, \quad i=1,2,\dots,n_2; \quad (9)$$

- управляющие воздействия ограничены условиями так:

$$X_i^{\min} \leq X_i(t) \leq X_i^{\max}, \quad i=1,2,\dots,(min); \quad (10)$$

- изменения  $q_i(t)$  ограничены значениями:

$$\frac{dq_i}{dt} < M_i^{\max}; \quad (11)$$



- управляющие воздействия, удовлетворяющие условию минимума мощности, затрачиваемые на проветривание:

$$F(R) = R_i^{\min} \sum_{i=1}^n R_i |Q_i|^2. \quad (12)$$

### Литература

1. Ушаков П.З., Бурчаков А.С., Туллов Л.А., Медведев И.И. Аэрология горных предприятий: Учебник для вузов – 3-е изд., перераб. И доп. –М.: Недра, 1987, - 421 с.
2. Рудничная вентиляция.Справочник. / Гращенко Н.Ф., А.Э.Петросян. М.А.Фролов и др., под редакцией К.З.Ушакова. –2-е изд., перераб. и доп. –М.: Недра, 1988, -440 с.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати  
Казахская государственная академия управления

### ТАУКЕН ӨНДІРІСІНЕН ШЫҒАРЫЛАТЫН ЗИЯНДЫ ЗАТТАРДЫ КЕҢІСТІККЕ ШЫҒАРЫЛУЫН ТЕЖЕУ МӘСЕЛЕСІ

Техн.ғыл.канд.	И.С.Тілегенов
Техн.ғыл.канд.	У.К.Бишімбаев
Техн.ғыл.канд.	М.Ж.Қайранов
Техн.ғыл.канд.	А.И.Тілегенов

Жерасты таукен қуыстарын желдетіп тазалауды автоматты басқаруды негізделген және оның өте тиімді нәтижелі жүйесі ұсынылған. Бұл жүйе компьютермен басқарылатын болғандықтан өте қолайлы.