

УДК 622.4

В.Я. Потемкин, Т.В. Пономаренко

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕТРИВАНИЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Сформульовано основні вимоги до комп'ютерної технології організації провітрювання вугільних шахт, охарактеризовано її структуру і особливості алгоритмічної та програмної реалізації.

За последние 50 лет, несмотря на значительные успехи в повышении технического уровня шахт Украины, технология организации проветривания практически не претерпела изменений. Важными моментами в вопросах контроля за состоянием проветривания на действующих шахтах и улучшения качества проектов вентиляции были организация при ВГСЧ служб депрессионных съёмок и переход на машинное проектирование вентиляции проектными организациями.

Применение методов математического моделирования вентиляционных систем быстро завоевало признание при анализе состояния вентиляционной системы, прогнозных расчетах на перспективу и в случае возникновения возможных аварий. Однако, эти расчеты производятся либо специализированными подразделениями ГВГСС, либо проектными организациями; на действующих шахтах, за редкими исключениями, службой ВТБ математическое моделирование процессов проветривания не производится, чему есть ряд причин. Для применения методов математического моделирования при оперативном контроле и управлении потокораспределением необходимо иметь модель, адекватную реальному состоянию шахтной вентиляционной сети (ШВС) на момент моделирования. Для полноценного моделирования, позволяющего решать все возникающие задачи по управлению проветриванием, необходимо иметь точную топологию сети, отражающую все пути движения воздуха, аэродинамические сопротивления этих путей и вен-

тиляционных сооружений, длины и сечения выработок. Такую информацию проектные организации получают при проектировании согласно нормам, а службы ГВГСС собирают ее при проведении депрессионной съемки инструментальными способами.

Результаты депрессионной съемки при ее качественном проведении позволяют построить наиболее точную, адекватную модель вентиляционной системы, и выполнить краткосрочные прогнозные расчеты. Однако использование результатов съемки в дальнейшем через 2-3, месяца без специальных методов их корректировки, приводит к построению неточной модели, что сводит на нет преимущества математического моделирования. Так как депрессионные съемки производятся раз в 2-3 года, то их роль в поддержании на действующей шахте адекватной математической модели без специальных методов обработки очень невелика. Значение депрессионных съемок зачастую сильно преувеличивают, тем более, что их качество в силу ряда объективных экономических причин все время ухудшается. С другой стороны, на шахте, кроме аэродинамических сопротивлений, имеется вся необходимая информация для построения математической модели ШВС и ее постоянной корректировки. Использование длин и сечений выработок для расчета аэродинамических сопротивлений с учетом нарушений крепи, загроможденности выработки, как показали исследования, дает достаточно точный результат, отличающийся лишь на 10-15 % от истинного. Наиболее сложным является определение аэродинамических сопротивлений вентиляционных сооружений, на которых падает основная депрессия, от точности расчета их сопротивлений зависит точность построения математической модели. Повысить точность построения математической модели можно, используя результаты анемометрической воздушной съемки, проводимой участком ВТБ согласно Правилам безопасности, в зависимости от категоричности шахты, от одного до трех раз в месяц.

Анализируя такое положение, можно прийти к выводу, что для создания компьютерной технологии организации проветривания угольной шахты в рамках существующей нормативной базы необходимо выполнить следующие работы:

- разработать и организовать производство комбинированного переносного анемометра-депрессиометра для проведения высокоточной анемометрической съемки в замерных станциях и измерения перепадов давления на вентиляционных сооружениях для вычисления их аэродинамических сопротивлений;

- разработать методическое и программное обеспечение для построения математической модели ШВС, используя результаты измерения расходов воздуха в замерных станциях, перепады давления на вентиляционных сооружениях и базу данных о длинах, сечениях и состоянии выработок шахты;

- разработать методическое и программное обеспечение решения всех необходимых на шахте задач по контролю состояния ШВС, оптимальному регулированию потокораспределением с учетом всех требований ПБ и Руководства по проектированию вентиляции угольных шахт в нормальных и аварийных режимах.

Все эти работы были выполнены, и ниже мы кратко изложим основные положения разработанной компьютерной технологии организации проветривания угольной шахты.

Всю технологию можно разбить на несколько функционально и программно связанных компонент под следующими сокращенными названиями: "Ввод", "Анализ", "Расчеты", "Документ".

В компоненту "Ввод" входят программы, решающие все задачи, связанные с вводом исходных данных, формированием специализированной базы данных, ее хранением и архивированием. Компонента "Ввод" играет большую роль в организации работы с исходными данными, количество которых для шахт среднего размера составляет несколько десятков тысяч.

Компонента "Анализ" реализует решение принципиально новых задач по структурно-параметрическому анализу, но ее главная задача - построение математической модели ШВС.

Каждая инженерная сетевая система (водопроводная, транспортная, электрическая и др.) имеет свою сетевую структуру, в которой элемент сети (ветвь, узел, источник энергии и др.) обладает присущими только этому элементу качественными и количественными характеристиками. Этот факт, несмотря на его очевидность,

до сих пор ускользал от многих исследователей ШВС. Существующие в настоящее время программы полностью игнорируют понятия "свежая струя", "исходящая струя", "обособленно проветриваемая выработка", что при их использовании недостаточно подготовленными пользователями приводит к грубым ошибкам в расчетах. В данной технологии заданная структура ШВС, а именно - выделение в разные списки добычных участков, обособленно проветриваемых камер, подготовительных забоев, утечек, подсосов на главных вентиляторных установках (ГВУ), обособленно проветриваемых поддерживаемых выработок не только контролируется, но и строится автоматически. Как показали испытания технологии при проведении проектных работ и на действующих шахтах, использование этих программ резко повысило надежность расчетов, упростило подготовку исходных данных во много раз и, главное, обеспечило полное исключение ошибок в структуре, которых в сложных вентиляционных системах при ручном ее формировании избежать невозможно.

Как отмечалось выше, главной задачей является построение математической модели ШВС на основе данных о длинах, сечениях выработок и расходах воздуха в замерных станциях. Кроме этой основной информации, при построении математической модели используются данные о местоположении и состоянии вентиляционных сооружений, состоянии крепи и режимах работы ГВУ. Эта задача распадается на две последовательно решаемые оптимизационные задачи с двусторонними ограничениями. Измерения расходов воздуха в замерных станциях участок ВТБ выполняет в разное время с разной относительной погрешностью, что приводит при анализе баланса поступающего и исходящего потоков к их несовпадению. Кроме того, решение этой задачи, кроме сбалансированных расходов воздуха в замерных станциях, позволяет получить наиболее вероятное распределение воздуха во всей ШВС.

После нахождения расходов воздуха во всех ветвях сети производится расчет аэродинамических сопротивлений, обеспечивающих второй закон сетей и распределение воздуха, определенное при решении первой задачи.

Компонента "Расчеты" включает в себя программы решения практически всех необходимых задач по расчету и оптимизации потокораспределения, возникающих при проектировании, перспективном планировании вентиляции и анализе возможных аварий типа: экзогенный пожар, завал, разрушение вентиляционных сооружений, выброс породы, угля и газа.

Наиболее важной задачей является задача оптимального регулирования воздухораспределением, программная реализация которой выполнена в четырех модификациях.

Первая модификация допускает регулирование не только с помощью ГВУ и вентиляционных дверей-регуляторов, но и установок активных источников тяги. Все вентиляционные сооружения и места их установки при этом выбираются программно с позиций обеспечения минимального уровня депрессий на ГВУ и минимального количества регулирующих устройств.

Вторая модификация аналогична первой и разработана для оптимального регулирования воздухораспределением на действующей шахте, где уже существует система регуляторов воздуха.

Третья модификация реализует решение задачи оптимального регулирования при неизменных режимах работы ГВУ. Тем самым обеспечивается наилучшее среди реально возможных распределение воздуха между его основными потребителями - добычными участками и подготовительными забоями. Места установки регуляторов и их необходимые аэродинамические параметры рассчитываются программно.

Четвертая модификация аналогична третьей и используется при расчетах вентиляции на действующих шахтах. Ее отличие от третьей заключается в использовании при регулировании уже существующей системы регуляторов воздуха.

Компонента "Документ" предназначена для формирования всех необходимых промежуточных и выходных документов.

Промышленные испытания технологии, проведенные в проектных организациях и на действующих шахтах, показали ее высокую эффективность и надежность.