АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР

Институт геотехнической механики

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ НА ЭВМ

Киев Наукова думка 1982

gost.e-ecolog.ru

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
Институт геотехнической механики

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ НА ЭВМ

Киев Наукова думка 1982

ПРЕДИСЛОВИЕ

В решениях XXVI съезда КПСС поставлены задачи дальнейшего повышения производительности, улучшения условий труда и техники безопасности на предприятиях угольной промышленности страны. Эффективное и безопасное ведение подземных горных работ на угольных шахтах в значительной степени зависит от правильного определения на стадии проектирования параметров вентиляции - режимов работы и типоразмеров вентиляторов главного проветривания (ВГП), сечений горных выработок, воздухораспределения и сопротивлений дополнительных регулирующих устройств с учетом сложной взаимосвязи природных, технологических и санитарно-гигиенических факторов.

Высокие требования к эффективности и надежности шахтных вентиляционных систем в условиях постоянного углубления, концентрации и механизации горных работ, повышения интенсивности вредных выделений в рудничную атмосферу выдвигают автоматизацию проектирования вентиляции шахт как основное средство обеспечения безопасности и улучшения условий труда горнорабочих на одну из ведущих позиций в применении математических методов и вычислительной техники в горнодобывающей промышленности.

ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Системы вентиляции современных угольных шахт содержат, как правило, несколько сотен произвольным образом соединенных между собой ветвей и несколько совместно работающих источников тяги. Применявшиеся в конкретном проектировании ручные методы расчета вентиляционных параметров сводились к последовательному перебору нескольких наиболее "трудных" с точки зрения проветривания маршрутов в шахтной вентиляционной сети (ШВС). Их выбор во многом зависел от интуиции и опыта проектировщика. Если депрессия како-

го-либо маршрута превышала регламентированный нормами технологического проектирования уровень, принимались меры к ее снижению путем расширения выработок и проведения параллельных выработок. Такой подход является приближенным и не учитывает сложные взаимосвязи аэродинамических параметров ветвей в сети; обладает низкой надежностью, особенно для ШВС, в которых задание расходов воздуха в потребителях – лавах, камерах, подготовленных забоях – не определяет однозначно распределение воздуха в остальных ветвях.

Применение ЭВМ позволяет устранить эти недостатки, получить более оптимальное решение и полную картину распределения в ШВС всех вентиляционных параметров при любой топологии и большой размерности сети, нескольких вентиляторов главного проветривания (ВГП), учете требований технологии, правил безопасности (ПБ) и физических закономерностей воздухораспределения. Это требует строгой математической формализации задач автоматизированного проектирования вентиляции угольных шахт.

Исходными данными для проектирования вентиляции на ЭВМ являются топология сети горных выработок и планы горных работ на различные периоды работы шахты, требования технологии и ПБ к оптимизируемым вентиляционным параметрам, различные справочные данные – стоимости проведения, поддержания и восстановления выработок, напорные, энергетические характеристики, стоимостные параметры ВГП и др. Расчет потребного количества воздуха для проветривания очистных, подготовительных забоев и выработок типа камер производится по методике, изложенной в [1].

Исходными данными для проектирования параметров сети одного периода работы шахты являются заданные расходы во множестве K_Q потребителей свежего воздуха

$$Q_k = const, \quad k \in K_Q, \tag{1}$$

диапазоны изменения сопротивлений пассивных ветвей множества K_n (выработки, камеры, утечки и т.д.)

$$R_{k\,min} \le R_k \le R_{k\,max}, \quad k \in K_n, \tag{2}$$

диапазоны изменения скоростей воздушных потоков

$$V_{k\,min} \le V_k \le V_{k\,max}; \quad k \in K_n, \tag{3}$$

напоров

$$h_{k\min} \le h_k \le h_{k\max}, \quad k \in K_a \tag{4}$$

и производительностей вентиляторов

$$q_{k\min} \le q_k \le q_{k\max}, \quad k \in K_a. \tag{5}$$

Значение $R_{k\min}$ задается непосредственно либо вычисляется программно исходя из заданных длины L_k, сопротивления 100 м $R100_k$, коэффициента аэродинамического сопротивления α_k, периметра Π_k, коэффициента формы сечения $K_{\varphi k}$ и минимального сечения выработки $S_{k\min}$, выбираемого обычно из условий транспорта, по известным формулам рудничной аэродинамики:

$$R_{k\min} = 0{,}01\, R100_k L_k, \tag{6}$$

$$R_{k\min} = \alpha_k K_{\varphi k} L_k S_{k\min}^{-2{,}5}, \tag{7}$$

$$R_{k\min} = \alpha_k \Pi_k L_k S_{k\min}^{-3}, \quad k \in K_n. \tag{8}$$

Выбор конкретной формулы из (6) – (8) для выработки осуществляется в зависимости от способа задания исходных данных (подробнее см. ниже).

Если установка регулирующего устройства в ветви невозможна по требованиям ПБ (наклонные выработки, по которым производится откатка) или по технологическим соображениям (стволы, очистные забои и т.д.), то $R_{k\max} = R_{k\min}$; в остальных случаях максимально возможное сопротивление ветви определяется с учетом максимально допустимого сопротивления регулятора

$$R_{k\max} = R_{k\min} + \Delta R_{k\max}, \quad k \in K_{II}. \tag{9}$$

В ряде узлов сети (множества M_2) могут быть давления

$$p_i = const, \quad i \in M_2. \tag{10}$$

Это особенно характерно для выбора вентиляционных режимов при нагнетательно-всасывающем способе проветривания, распростра-

ненном на шахтах, разрабатывающих пласты самовозгорающегося угля, например в Прокопьевско-Киселевском районе Кузбасса.

Для некоторых выработок сети (множества K_x) задается диапазон расширения сечения относительно допустимого по условиям транспорта

$$S_{\kappa min} \le S_\kappa \le S_{\kappa max}, \quad \kappa \in K_x, \tag{II}$$

причем искомое сечение S_κ должно, как правило, входить в дискретный ряд сечений I_{SK}, т.е. быть типовым:

$$S_\kappa \in I_{SK}. \tag{I2}$$

Для других выработок допускается задание непрерывного диапазона изменения сечения (II) либо сопротивления относительно $R_{\kappa min}$:

$$R^*_{\kappa min} < R_{\kappa min}, \quad \kappa \in K_x. \tag{I3}$$

Во всех случаях (II) – (I3) может также разрешаться проведение дополнительных к основной параллельных выработок, число которых не превышает $n_{\kappa max}$:

$$1 \le n_\kappa \le n_{\kappa max}, \quad \kappa \in K_x. \tag{I4}$$

При этом каждой ветви множества K_x ставится в соответствие стоимостной коэффициент K_{SK}, выражающий затраты на проведение (с учетом приведения разновременных затрат), поддержание и перекрепление горной выработки за период τ_j, отнесенные к единице объема выработки.

При проектировании на ЭВМ параметров вентиляции нескольких периодов работы угольной шахты рассматривается ряд сетей различной топологии, для каждой из которых задаются условия (I) – (I4), а также требования к неизменности сечений выработок множества K'_x на протяжении всего срока их службы, т.е. в общем случае эти выработки входят в p' сетей из p рассматриваемых:

$$S_{\kappa j} = const, \quad \kappa \in K'_x, \quad j \in p'. \tag{I5}$$

К таким выработкам обычно относятся основные вскрывающие выработки (стволы, квершлаги), выработки общешахтного назначения (бремсберги, уклоны), магистральные штреки, выработки околоствольных дворов и др., которые в процессе эксплуатации целесообразно не расширять по технологическим и экономическим соображениям.

Процесс автоматизированного проектирования параметров вентиляции угольных шахт состоит из нескольких этапов. На первом этапе решается задача определения режимов работы вентиляторов, сопротивлений регуляторов и воздухораспределения в сети, минимизирующих затраты электроэнергии на проветривание

$$N = \sum_{k \in K_B} R_k |Q_k|^3 = \sum_{k \in K_B} |h_k q_k| \to \min \qquad (16)$$

при ограничениях (1) – (5), (10), фиксированных сечениях выработок –

$$S_k = S_{k\,min}, \quad k \in K_B, \qquad (17)$$

и требованиях к распределению потоков

$$\sum_{k \in U_i} Q_k \operatorname{sign} Q_k = 0, \qquad i = 1, 2, \ldots, m-1, \qquad (18)$$

где U_i – множество ветвей, инцидентных i-му узлу сети; m – число узлов сети;

$$\operatorname{sign} Q_k = \begin{cases} +1, & \text{если } k\text{-я ветвь входит в узел } i, \\ -1, & \text{если } k\text{-я ветвь выходит из узла } i, \end{cases}$$

и к распределению депрессий в ШВС

$$\sum_{k \in C_i} H_k \operatorname{sign} H_k = 0, \qquad i = 1, 2, \ldots, \gamma(G), \qquad (19)$$

где C_i – множество ветвей i-го независимого цикла; $\gamma(G)$ – число независимых циклов графа G, изоморфного вентиляционной сети;

$$H_k = R_k Q_k |Q_k|. \qquad (20)$$

Функция $sign\ H_k$ определяется направлением k-й ветви относительно направления обхода l-го цикла, принимаемого за положительное.

Задачи (I) - (5), (I0), (I6) - (20) по классификации, данной в [2], относятся к классу наиболее сложных задач математического программирования, так как содержат невыпуклую целевую функцию (I6), нелинейные (I9), (20) и линейные (I8) ограничения - равенства и линейные неравенства. Из-за нелинейности условий (I9), (20), выражающих второй закон Кирхгофа для вентиляционных сетей (закон однозначности напора), область допустимых решений этой задачи также является невыпуклой. Изучение существующих методов нелинейного программирования и экспериментальная проверка ряда методов при решении сформулированной задачи показали их практическую непригодность для проектирования вентиляционных параметров шахт. Это вызвано большими методологическими и вычислительными трудностями, возникающими при реализации этих методов из-за невыпуклости, большой размерности, возможной вырожденности задачи, сложной взаимосвязи целевой и ограничивающих функций, большого объема требуемой оперативной памяти. Поэтому для решения задачи минимизации затрат энергии на проветривание шахты (I6) при условиях (I) - (5), (I0), (I7) - (20) разработан специальный сетевой метод, основанный на идее декомпозиции сетевых законов [3, 4]. Его вычислительный процесс состоит из ряда связанных между собой итерационных циклов изменения всех аэродинамических параметров ветвей и организован таким образом, что позволяет найти решение даже при наличии противоречий в исходных данных. Например, если заданный расход воздуха в потребителе (I) превышает пропускную способность последовательно соединенной с ним выработки по воздуху $Q_{k\,max} = v_{k\,max} \cdot S_{k\,min}$, то синтезируется решение с нарушением максимально допустимой скорости по этой выработке. В других более сложных ситуациях, часто связанных с недостаточностью диапазонов регулирования (2), нарушаются верхние границы $R_{k\,max}$, $h_{k\,max}$, $q_{k\,max}$, $v_{k\,max}$. Нижние границы изменения этих параметров не нарушаются. Практика проектирования параметров вентиляции угольных шахт на ЭВМ показала, что нарушения исходных требований к системе вентиляции встречаются почти в каждом расчете и вызваны, как правило, сложностью анализа большого объема исходной топологической и аэродинамической информации без ЭВМ.

Если полученные с помощью метода декомпозиции сетевых законов напоры одного или нескольких вентиляторов превышают регламен-

тированный уровень, то на втором этапе автоматизированного проектирования вентиляционных параметров производится анализ возможностей уменьшения депрессий критических маршрутов за счет расширения выработок (II) - (I3) и проведения дополнительных параллельных выработок (I4). Для новых значений $S'_{k\,min}$, $R'_{k\,min}$, $R'_{k\,max}$ снова повторяется первый этап решения и т.д. до тех пор, пока не будет соблюдаться регламентированный уровень депрессии или не останется резервов для ее снижения. Изменение количества и сечений горных выработок производится с учетом минимизации приращения стоимости проведения, поддержания и восстановления выработки, приходящейся на единицу уменьшения депрессии.

При совместном проектировании вентиляционных параметров нескольких ШВС, соответствующих различным периодам работы шахты, действия первого и второго этапов решения производятся для каждой сети в отдельности, но значения $S_{k\,min}$ для ветвей (I5) любого периода определяются как максимальные из полученных сечений этих ветвей во всех ρ' периодах, где они участвуют. При расширении этих выработок учитываются затраты на их сооружение и эксплуатацию во всех ρ' периодах. Расчет сетей всех периодов повторяется в общем случае несколько раз до тех пор, пока не перестанут изменяться сечения общих выработок (I5).

Таким образом, в результате автоматизированного проектирования параметров вентиляции угольной шахты для всех характерных периодов ее работы определяются напоры h_k и производительности q_k вентиляторных установок, сечения S_k горных выработок, количества n_k дополнительных параллельных выработок, сопротивления регулирующих устройств ΔR_k, расходы воздуха Q_k и депрессии H_k всех ветвей. Полученные значения режимов работы источников тяги служат основой для выбора их типоразмеров. Задача выбора ВГП при проектировании шахт заключается в нахождении ряда типоразмеров вентиляторов, области промышленного использования (ОПИ) которых покрывают кривую режимов (h_j, q_j) работы вентилятора и в определении затрат на проветривание (j - номер периода проветривания)*. Для решения этой задачи задаются типоразмеры вентиляторов, из числа которых будет выбираться вентилятор.

* В разработке математического обеспечения выбора ВГП принимали участие В.А.Хижняк и И.Н.Новикова.

Для каждого ВГП задаются его область промышленного использования, которая определяется границами устойчивой и экономичной работы ВГП и границами, соответствующими крайнему левому и крайнему правому углам установки лопаток рабочего колеса вентилятора, напорные характеристики, соответствующие им энергетические характеристики для каждого угла установки лопаток.

Таким образом, для каждого типоразмера ВГП область промышленного использования задается системой

$$
\begin{aligned}
h_j &\le a_y q_j^2 + b_y q_j + c_y, \\
h_j &\ge a_э q_j^2 + b_э q_j + c_э, \\
h_j &\le a_п q_j^2 + b_п q_j + c_п, \\
h_j &\ge a_л q_j^2 + b_л q_j + c_л,
\end{aligned}
\tag{21}
$$

где a_y, b_y, c_y; $a_э$, $b_э$, $c_э$; $a_п$, $b_п$, $c_п$; $a_л$, $b_л$, $c_л$ – коэффициенты в уравнениях, аппроксимирующих границы области промышленного использования ВГП (границы устойчивости, экономичности, правой, левой соответственно).

Напорные и энергетические характеристики задаются уравнениями

$$h = a_\theta q^2 + b_\theta q + c_\theta, \tag{22}$$

$$N = aN_\theta q^2 + bN_\theta q + cN_\theta, \tag{23}$$

где a_θ, b_θ, c_θ – коэффициенты аппроксимации напорных характеристик; aN_θ, bN_θ, cN_θ – коэффициенты аппроксимации энергетических характеристик; θ – угол установки лопаток рабочего колеса.

В качестве критерия оценки оптимальности вентилятора в работе принят функционал приведенных затрат на проветривание

$$r = \frac{1}{T}\sum_{j=1}^{l}\left(N_j m_j c_{эл} + N_j^{к} c_{ук}\right)\tau_j + c_a + \sum E_н (1-E_{нл})^{t_j}(c_в + c_c + c_р + c_у + c_н), \tag{24}$$

где t – время эксплуатации вентиляторной установки, ч; j – порядковый номер периода эксплуатации вентиляторной установки при неизменном вентиляционном режиме и установленной мощности периода; m_j – число часов работы установки в год; $c_{эл}$ – стоимость единицы потребляемой электроэнергии, руб/кВт·ч; $c_{ус}$ – тариф единицы расходуемой мощности, руб/кВт·ч; τ_j – длительность j-го периода, годы; N_j, N_j^y – мощность, затрачиваемая вентилятором в режиме h_j, q_j и установочная мощность электродвигателя в j-м периоде; $c_в$, $c_с$, $c_р$, $c_м$, $c_д$ – стоимость вентилятора, строительных, ремонтных работ, монтажа и демонтажа вентиляторной установки, руб.; $c_а$ – годовые амортизационные отчисления по вентиляторной установке, руб; $E_н$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; $E_{нп}$ – нормативный коэффициент приведения разновременных затрат, определяется согласно [5]; t – год, к которому приводятся капитальные затраты; α – год приложения капитальных затрат.

Задача выбора вентиляторов на стадии разработки технического проекта шахты формулируется в виде: из числа заданных типоразмеров ВГП необходимо выбрать такие, которые будут обеспечивать все режимы h_j, q_j в течение срока службы вентилятора и имеют минимальные затраты на строительство установки и ее эксплуатацию, т.е. необходимо минимизировать функционал (24) при условии выполнения ограничений (21) – (23).

Для каждого режима h_j, q_j, характеризующего период проветривания, выбираются все возможные типоразмеры вентиляторов, обеспечивающих этот режим. Для выбранных типоразмеров вентиляторов определяются угол установки лопаток рабочего колеса, мощность электродвигателя, затрачиваемая на проветривание в данный период, и вычисляются затраты на электроэнергию. Из выбранных вентиляторов составляются все возможные комбинации типоразмеров ВГП, области промышленного использования (ОПИ) которых покрывают все заданные вентиляционные режимы. Для каждого типоразмера или ряда типоразмеров вычисляется функционал (24), определяющий приведенные годовые затраты на проветрив Для установки рекомендуется тот типоразмер или та комбинация типоразмеров, для которых функционал (24) принимает наименьшее значение.

Возможен случай, когда затраты на проветривание для типоразмера ВГП, ОПИ которого покрывает всю кривую режимов провет-

ривания, превышают затраты на проветривание, в случае, когда кривая вентиляционных режимов покрывается областями промышленного использования нескольких ВГП (вариант с заменой типоразмера ВГП).В первом случае на каком-либо периоде проветривания выбранный ВГП должен работать в неэкономичном режиме, что значительно увеличивает затраты на электроэнергию, а следовательно, и на проветривание. Поэтому в результатах решения задачи выбора типоразмера вентилятора на ЭВМ приводятся сведения о всех вариантах комбинаций ВГП, когда режимы проветривания обеспечиваются одним типоразмером ВГП либо для их обеспечения требуется одна замена. Если таких вариантов нет, то выдается информация о варианта: с большим числом замен.

Таким образом, предложенная методика выбора ВГП позволяет определить из многообразия существующих такой или такие вентиляторы, области промышленного использования которых покрывают точки, характеризующие режимы проветривания, при минимальных затратах на проветривание.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ НА ЭВМ

На основе разработанной методики создано программное обеспечение (ПО) для автоматизированного проектирования вентиляции угольных шахт на ЭВМ, состоящее из собственно стандартного программного обеспечения (СПО) решения проблемных задач и специализированного системного обеспечения (ССО) информационного обслуживания вентиляционных расчетов. ПО предназначено для определения на стадии технического проектирования рациональных параметров ШВС, режимов работы и типоразмеров ВГП и может использоваться при проектировании новых и реконструкции действующих угольных шахт. Входящие в СПО программы выбора рациональных параметров ШВС (ОРТQ) и выбора типоразмеров ВГП (*VEGD*) могут применяться как самостоятельно, так и совместно друг с другом при вентиляционных расчетах проектируемых и действующих шахт. На область их применения накладываются следующие ограничения (число не более): ветвей сети - 600; узлов сети - 400; вентиляторов - 50; узлов поверхности - 100; узлов с заданным давлением - 50; типовых рядов сечений - 30; общее число сечений во всех типовых рядах - не более 400.

ПО разработано для ЭВМ типа ЕС (ЕС-1022, ЕС-1033 и т.д.) с объемом оперативной памяти не менее 512 кбайт. Минимальная кон-

фигурация технических средств для выполнения программ ПО составляет один пакет магнитных дисков типа ЕС-5061, устройство ввода с перфокарт, устройство связи с оператором и алфавитно-цифровое печатающее устройство.

Программа проектирования рациональных параметров ШВС (OPTQ) предназначена для определения режимов работы главных и вспомогательных вентиляторов, сопротивлений регулирующих устройств; сечений горных выработок, количеств и сечений дополнительных параллельных выработок при заданных расходах воздуха в потребителях; ограничения на скорости воздушных потоков, напоры и производительности вентиляторов, сопротивления регуляторов, заданных давлениях в некоторых узлах, диапазонах возможного уменьшения аэродинамических сопротивлений выработок за счет их расширения, перекрепления и проведения параллельных выработок. Программа OPTQ основана на методе декомпозиции сетевых законов и методах оптимального распределения потоков и депрессий в сети.

Программа выбора типоразмеров вентиляторов главного проветривания *VECP* предназначена для выбора типоразмера (или нескольких типоразмеров) вентиляторов, обеспечивающих заданный вентиляционный режим h, q на каждом из периодов эксплуатации вентиляторной установки и имеющих минимальные приведенные затраты на проветривание.

Программы специализированного системного обеспечения проектирования вентиляции шахт обеспечивают связь проблемных программ с единой базой данных. Они осуществляют ввод, контроль, корректировку, запоминание на внешних носителях и вывод информации. Наборы входных и печатаемых документов формируются в зависимости от конкретных особенностей проектируемой системы вентиляции. Это обеспечивает одновременно гибкость и универсальность ПО.

СОО проектирования вентиляции шахт включает базу данных (БД) для вентиляционных расчетов и программы ее формирования и обслуживания. БД состоит из трех файлов прямого доступа: справочного, основного и дублирующего. В справочном файле (СФ) хранится справочная информация о массивах и переменных основного файла (ОФ) - их имена, длины в словах и в байтах, номера начальных записей для массивов и номера начальных байтов переменных в массиве переменных, двусторонние контрольные ограничения, значения по умолчанию, форматы и шапки для печати, признаки принадлежности (входные, рабочие или выходные). Имена массивов и перемен-

ных всегда состоят из четырех символов (кроме четырех пробелов). Для массивов нельзя также применять комбинацию из трех пробелов и амперсанда. В ОФ содержатся также справочные данные: номера файлов, реальное число массивов и переменных ОФ, номер первой свободной записи ОФ, номер первого свободного байта в массиве переменных ОФ, максимальное число записей ОФ, длина записи ОФ, максимальное число периодов работы шахты, имена массивов, управляющих разнесением информации по периодам, максимальное число ключевых массивов, их имена и признаки адресного соответствия, имя массива переменных и имя переменной, содержащей признак системы единиц для данных ОФ, максимальные количества вводимых на одной карте элементов массивов и переменных, максимальная длина блока вводимых карт, имена ключевых массивов для выработок и вентиляторов.

Ключевые массивы определяют свою структуру и структуру связанных с ними массивов и могут быть с адресным соответствием или без него. Для ключевого массива с адресным соответствием адрес любого его элемента и адреса элементов связанных с ним массивов равны значениям элементов ключевого массива. Для программы ОРТQ ключевым массивом с адресным соответствием является массив номеров ветвей *NN* и массив номеров типовых сечений *NST*, а для программы *VEGP* – ключевой массив библиотеки вентиляторов. Это означает, например, что параметры к-й ветви сети всегда находятся на к-х местах массивов, связанных с массивом *NN*, так как номер "к" занимает к-й адрес в масиве *NN*. Для ключевого массива без адресного соответствия адрес любого его элемента и адреса элементов связанных с ним массивов определяются при вводе – они равны адресу первого нулевого элемента ключевого массива, если значения всех имеющихся в ключевом массиве элементов отличны от значения вводимого ключевого элемента, и равны адресу ключевого элемента, равного вводимому, если таковой уже имеется в ключевом массиве. Иначе говоря, ключевые массивы с адресным соответствием могут иметь внутренние нулевые элементы среди расположенных по возрастанию значащих ключевых элементов, тогда как ключевые массивы без адресного соответствия содержат расположенные в произвольном порядке, но без пропусков значащие ключевые элементы.

Во всех программах используется ключевой массив без адресного соответствия *NV* (номера ветвей с вентиляторами). Кроме

того, в программе ОРТО используется ключевой массив без адресного соответствия *IJZ* (номера узлов с заданными давлениями). Если же входной массив не связан с ключевым массивом, то он заполняется по мере поступления вводимых элементов - адрес любого вводимого элемента всегда на единицу больше адреса введенного перед ним элемента.

Генерация справочных данных после очистки ОФ, ввод и контроль сведений о массивах и переменных ОФ, контроль двусторонних ограничений, значений по умолчанию, форматов печати и шапок, сведений о ключевых массивах, управляющих разнесением информации по периодам (массивах периодов), определение номеров начальных записей массивов и адресов начальных байтов переменных, формирование оглавлений массивов, переменных и СФ на диске осуществляются программой ССО *FORG* . Эта программа всегда работает в режиме корректировки, т.е. при поступлении сведений о массиве или переменной, имеющихся в СФ, старые имена и соответствующие им параметры удаляются, производится сжатие оглавления массивов или переменных, вычисляются новые номера начальных записей или новые адреса начальных байтов для всех элементов оглавления, следующих после удаленного, а новый элемент располагается в конце оглавления и получает номер первой свободной записи или номер первого свободного байта, аналогично случаю, когда вводимый элемент не имеет равного себе имени в оглавлении.

Структура СФ, составленного программой *FORG* , приведена в табл.1. Длины переменных (*LS*) всегда должны быть равны единице (по абсолютной величине), а абсолютные значения длин массивов (*LA*) могут принимать значения от 2 до 32767. При отрицательном значении длины считается, что массив или переменная имеет разные размерности в различных системах единиц, в противном случае размерность инвариантна по отношению к системе единиц.

Длины элементов массивов *(LBA)* и переменных *(LBS)* могут принять такие значения: +4 - для действительных чисел обычной точности; -8 - для действительных чисел удвоенной точности; -4 - для целых чисел длиной 4 байта; +2 - для целых чисел длиной 2 байта; 80 - для текстовых констант длиной 4 байта; -2 - для текстовых констант длиной 2 байта; 1-80 (кроме рассмотренных выше) - для остальных текстовых констант.

При нулевой длине элемента массив или переменная удаляется из соответствующего оглавления.

Таблица 1. Структура справочного файла

Массив	Идентификатор	Размерность	Длина в байтах	Номер записи
Справочные данные		100	400	1-2
Имена массивов основного файла	*DA*	300	1200	3-8
Номера начальных записей массивов	*NRA*	5,300	3000	9-23
Длины массивов (в словах)	*LA*	300	600	24-26
Длины в байтах слов массивов	*LBA*	300	600	27-29
Минимальные ограничения на элементы массивов	*AMIN*	300	1200	30-35
Максимальные ограничения на элементы массивов	*AMAX*	300	1200	36-41
Значения по умолчанию элементов массивов	*AXX*	300	1200	42-47
Имена ключевых массивов для массивов	*ANN*	300	1200	48-53
Признаки принадлежности массивов	*IDA*	300	600	54-56
Форматы печати для элементов массивов	*FXA*	5,300	1500	57-64
Шапки массивов	*SHAA*	41,300	12300	65-126
Имена переменных основного файла	*DS*	300	1200	127-132
Адреса первых байтов переменных основного файла в массиве переменных	*NAS*	5,300	3000	133-147
Длины переменных в байтах	*LBS*	300	600	148-150
Минимальные ограничения на переменные	*PMIN*	300	1200	151-156
Максимальные ограничения на переменные	*PMAX*	300	1200	157-162
Значения по умолчанию переменных	*SXX*	300	1200	163-168
Признаки принадлежности переменных	*IDS*	300	600	169-171
Форматы печати переменных	*FXS*	5,300	1500	172-179
Шапки переменных	*SHAS*	41,300	12300	180-241
Длины переменных в словах (признак системы единиц)	*LS*	300	600	242-244

Минимальные и максимальные ограничения на элементы массивов (*AMIN, AMAX*) и на переменные (*PMIN, PMAX*) используются для контроля информации, вводимой в основной файл.

Если задано *AMIN* > *AMAX* или *PMIN* > *PMAX*, то при вводе в ОФ абсолютное значение каждого элемента массива или переменной контролируется на соответствие абсолютным значениям этих двусторонних ограничений.

Значения по умолчанию присваиваются элементам массивов (*AXX*) и переменным (*SXX*), если последние являются нулевыми, но по логике выполнения проблемной программы должны иметь содержательное значение.

Признаки принадлежности массивов (*IDA*) и переменных (*IDS*) могут принимать значения 1, 2 и 3, что с некоторой долей условности соответствует делению массивов и переменных на входные, рабочие и выходные. Во втором случае в ОФ отводится место только для одного массива или переменной, в остальных случаях - по максимальному числу периодов работы шахты (вариантов).

Для использования в выходных документах предназначаются форматы печати и наименования (шапки) массивов (*FXA, SHAA*) и переменных (*FXS, SHAS*). Для задания каждого формата отводится 5 байт, каждой шапки - 41 байт.

Для массива ОФ может быть задано имя ключевого массива (*ANN*). Это означает, что элемент ключевого массива, вводимый на одной карте с элементом рассматриваемого массива, определяет адрес последнего. Если признак адресного соответствия равен ␣ *A*, то адрес элемента любого вводимого массива, связанного (согласно содержимому *ANN*) с данным ключевым массивом, равен значению элемента ключевого массива. Если же признак адресного соответствия не задан (равен ␣␣), то элемент массива, связанного с таким ключевым массивом, имеет адрес первого нулевого элемента ключевого массива или заменяет элемент ключевого массива с таким же значением.

При нулевом значении ключевого элемента на вводимой карте и наличии признака адресного соответствия его адрес (а также и значение), определяется в результате анализа незанятых (новых) элементов ключевого массива. Ключевые массивы могут быть только целого типа (длина в байтах одного ключевого элемента -4 или +2).

Рассмотренные выше массивы ОФ готовятся на картах программистом для каждой проблемной программы или пакета программ. Одна карта содержит сведения об одном массиве или об одной переменной ОФ. Структура этой карты приведена в табл.2.

Таблица 2. Структура карты с исходной информацией о массиве или переменной основного файла

№ п/п	Колонка	Позиция	Формат ввода	Содержание
1	Идентификатор	1–4	A4	
2	Признак принадлежности	5	I1	1, 2 или 3
3	Длина одного слова в байтах	6–7	I2	+2 (целые) –4 (целые) 80 (текст 4 байта) –2 (текст) 0 (удаление) –8 (двойной точности) остальные – текст
4	Длина в словах	8–12	I5	1 – переменная
5	Минимальное ограничение	13–18	F6.5	
6	Максимальное ограничение	19–24	F6.5	
7	Имя ключевого массива	25–28	A4	
8	Значение по умолчанию	29–33	F5.2	
9	Формат печати элемента	34–38	5A1	
10	Шапка	39–79	41A1	

Задание отличных от нуля элементов массивов *LBA, LBS, IDA, IDS, LA, LS* и отличных от пробелов элементов массивов *DA, DS* является обязательным всегда, кроме случая удаления сведений о массиве или переменной из ОФ (когда длина *LBA(LBS)* задается равной нулю и не требуется знание *IDA (IDS)*). Все переменные ОФ располагаются в отдельном массиве ОФ с именем *SCAL* . Массивы номеров начальных записей массивов и адресов начальных байтов переменных в массиве переменных заполняются и корректируются программой *FORG* с учетом значений *LA, LBA* или *LBS* . Оглавления массивов и переменных рассчитаны на 300 элементов каждое. Удаление массива *SCAL* и переменной *IS* (признак системы единиц) не допускается.

Записи 1–2 ОФ занимают справочные данные (табл. 3.) При дальнейшем описании в скобках указываются их стандартные значения. Переменные, содержащие номера файлов (*NSF=10* , *NF=9* ,

Таблица 3. Справочные данные СФ

Массив	Идентификатор	Длина в словах	Длина одного слова в байтах
Номер справочного файла	*NSF*	I	4
Номер основного файла	*NF*	I	4
Номер дублирующего файла	*NDF*	I	4
Максимальный номер элемента в оглавлении массивов	*NA*	I	4
Максимальный номер элемента в оглавлении переменных	*NS*	I	4
Номер первой свободной записи основного файла	*NSRJ*	I	2
Максимальное число записей основного файла	*MNR*	I	2
Длина записи основного и дублирующего файлов	*LREC*	I	2
Номер первого свободного байта в массиве переменных	*NSSJ*	I	2
Максимальное число периодов работы шахты	*NTM*	I	4
Максимальная длина блока вводимых карт	*LBM*	I	4
Максимальное число элементов массивов, вводимых на одной карте	*MAR*	I	4
Максимальное число ключевых массивов	*NKL*	I	4
Имена ключевых массивов	*AKLN*	20	4
Признаки адресного соответствия для ключевых массивов	*KLR*	20	2
Имена массивов - периодов	*WPN*	5	4
Имя ключевого массива для выработок	*ARK*	I	4
Имя ключевого массива для вентиляторов	*ARKV*	I	4
Максимальное число переменных, вводимых на одной карте	*MSC*	I	4
Имя массива переменных	*SCAL*	I	4
Имя переменной, содержащей признак системы единиц для данных основного файла	*AIS*	I	4

NDF = 11), удобно использовать в операторах ввода – вывода прямого доступа *READ, WRITE, FIND* . Текущие значения длин оглавлений массивов *(NA)* , переменных *(NS)* , номер первой свободной записи ОФ *(NSR1)* и номер первого свободного байта в массиве переменных *(NSS1)* определяются в программе *FORG* . Генерация остальных справочных данных также производится в этой программе, но только при первом после очистки СФ ее выполнении. Максимальное число записей ОФ *(MNR = 9200)* используется для контроля при формировании номеров начальных записей массивов ОФ *(NRA)* , как и длина записи (*LREC* = 200 байт), которая, кроме того, нужна и при обмене информацией основного с дублирующим файлом. Имена массивов принадлежности к периодам *(WPR=␣␣ WP ␣ WP2 ␣ WP3 ␣ WP4 ␣ WP5*), имена ключевых массивов *(AKLN = =␣␣ NN ␣␣ NV ␣ IJZ ␣ KBV ␣␣ NP ␣ NST)*, признаки адресного соответствия для них *(KLB = ␣ A ␣␣␣␣␣ A ␣␣␣ A)*, максимальное число периодов *(NTM=* 5), ключевых массивов (*NKL =* 20), максимальная длина блока вводимых карт (*LBM =* 600), максимальное число вводимых на одной карте элементов массивов (*MAR=* 30), переменных (*MSC =* 20), имя ключевого массива для выработок *(ARK= ␣␣ NN)*, для вентиляторов *(ARKV= ␣␣ NV)*, имя массива переменных *(SCAL= SCAL)*, имя переменной с признаком системы единиц *(AIS = ␣␣ IS)* используются при вводе и контроле исходных данных, а также могут быть полезными в некоторых проблемных программах.

Массивы *WP ÷ WP5* управляют разнесением элементов других массивов по периодам. Данные о масоиве *WP* должны находиться в СФ, данные о массивах *WP2 ÷ WP5* не должны находиться в СФ, но могут находиться среди имен вводимых в ОФ массивов. Если вводятся массивы периодов (хотя бы один из массивов *WP ÷ WP5*), то в этом блоке может быть только один ключевой массив. Если в блоке не вводятся ключевые массивы, то все массивы блока рассматриваются как относящиеся к первому периоду. Это же происходит, если элементы всех вводимых в блоке массивов периодов на какой-либо карте равны нулю. Если на некоторой карте элементы одного или нескольких массивов периодов не равны нулю, то элементы остальных массивов блока вводятся в соответствующие периоды. Например, если *WP= 1, WP2 = WP4 =-1* , то находящиеся на этой карте элементы массивов блока относятся к 1, 2 и 4 периодам.

Перед формированием СФ необходимо произвести форматизацию отведенного для него участка на диске с помощью следующего задания:

```
// JOB CLRRE
// ASSGN SYS007,X'131'
// DLBL UOUT, 'FILE REFERENCE', 10/110
// EXTENT SYS007,,,,2400,12
// EXEC CLRDSK
// UCL B=(K=0,D=200),X'00,',CY,E=(5061)
// END
/&
```

Для формирования СФ выполняется задание

```
// JOB FORG
*  ФОРМИРОВАНИЕ СФ
// DLBL LJSYSCL, 'FILE 1'
// EXTENT SYSCLB,,,, 200,600
 ASSGN SYSCLB,X'131'
// ASSGN SYS007,X'131'
// DLBL LJSYS07, 'FILE REFERENCE',10/110
// EXTENT SYS007,,,,2400,12
// EXEC FORG

<карты со сведениями о массивах и переменных основного файла>
/*
/&
```

При формировании СФ выдаются информационные сообщения о начале выполнения программы; о массивах и переменных, которые имеют длину в байтах, отличную от +4, –4, +2; о количестве обнаруженных при формировании ошибок; об отсутствии в СФ сведений о некоторых ключевых массивах и о массиве периода WP; о незаданных форматах для печати массивов и переменных. Диагностические сообщения об ошибках выдаются в ходе контроля поступающей информации о масоивах и переменных СФ и по ее окончании. При этом обнаруживаются такие ошибочные ситуации: отсутствие имени в первых четырех колонках вводимой карты; задание нулевой длины в словах; попытка удаления несуществующего в оглавлении массивов или переменных элемента; переполнение оглавлений, массива переменных и СФ; задание неопределенных ключевых массивов, имена которых отсутствуют в справочных данных; задание нулевой дли-

ны в байтах (попытка удаления) для массива переменных *SCAL* или для переменной "Признак системы единиц" *IS* ; неправильное задание двусторонних контрольных ограничений (минимальное ограничение больше максимального); несоответствие значения по умолчанию двусторонним ограничениям; задание признака принадлежности, отличного от 1, 2 и 3; задание имени массива, состоящего из трех пробелов и амперсанда; задание длины в байтах для ключевого массива отличной от +2 и -4 и для массива периода отличной от +4; отличие длины массива в словах от длины связанного с ним ключевого массива; ввод в СФ сведений о массивах ␣ *WP2* , ␣ *WP3* , ␣ *WP4* , ␣ *WP5* ; задание отличного от единицы признака принадлежности или отличного от ␣␣ *NN* имени связанного ключевого массива для массива периода ␣␣ *WP* ; задание несуществующего кода формата печати.

Программа ССО *FSW* распечатывает справочные данные СФ, сведения о массивах и о переменных ОФ в нужном для потребителя количестве экземпляров с помощью задания

```
// JOB FSW
// DLBL IJSYSCL,'FILE 1'
// EXTENT SYSCLB,,,,200,600
   ASSGN SYSCLB,X'131'
// ASSGN SYS007,X'131'
// DLBL IJSYS07,'FILE REFERENCE',10/110
// EXTENT SYS007,,,2400,12
// EXEC FSW
1 1 1
1. 1. 1. 1. 1. 1.
/&
```

В девятой карте этого задания шесть первых позиций отводятся для задания количества экземпляров печатаемых таблиц о справочных данных (колонки 1-2), сведений о массивах ОФ (колонки 3-4), сведений о переменных ОФ (колонки 5-6). В первых 18 позициях десятой карты задания располагаются номера таблиц для каждого из этих документов (по 6 позиций на каждую таблицу). Если СФ не содержит информации, то печатается соответствующее сообщение.

СФ формируется, как правило, один раз перед началом эксплуатации ПО. Если потребителя не удовлетворяют заданные базовые параметры массивов и переменных ОФ (форматы и шапки для печати,

двусторонние ограничения для контроля, значения по умолчанию) или требуется ввести в СФ сведения о новых массивах и переменных, то достаточно ввести с помощью программы *FCRG* только карты с изменениями и дополнениями по формату (см.табл.2). Изменения идентификаторов, длин в словах и в байтах, имен связанных ключевых массивов для базовых данных СФ не разрешаются.

В ОФ содержатся массивы и переменные, необходимые для проектирования вентиляции на ЭВМ.

Очистка (форматизация) ОФ производится заданием

```
// JOB CLROQ
// ASSGN SYS006,X'131'
// DLBL UOUT,'FILE OPTQ', 10/110
// EXTENT SYS006,,,,2500,400
// UCL B=(K=0,D=200),X'00',OY,E=(5061)
// END
/&
```

Ввод признака системы единиц для вводимых данных, формирование признака системы единиц для данных ОФ, ввод и контроль массивов и переменных ОФ, перевод вводимых данных в систему единиц ОФ, бесформатный ввод карт с числовыми и текстовыми данными, присвоение значений по умолчанию переменным, имеющим нулевые значения, контроль топологической информации ОФ о пассивных, активных ветвях, узлах поверхности и с заданным давлением, подсчет числа вентиляторов, узлов поверхности и с заданным давлением, максимального номера и числа пассивных ветвей для сети каждого периода осуществляет программа ССО *INVN* (корневая фаза *INVNINCD*). Эта программа также всегда выполняется в режиме корректировки, т.е. вводимые данные заменяют и дополняют уже имеющуюся в ОФ информацию. Например, если необходимо изменить длину пятой ветви сети третьего периода, то достаточно ввести на одной карте элементы массивов *NN(NN=5)*, *WD3* и *D* , не вводя повторно остальных параметров этой и других ветвей.

Для ввода массивов и переменных используется следующая последовательность карт:

управляющие карты

```
// JOB INVN
*  ВВОД ИСХОДНЫХ ДАННЫХ
// DLBL IJSYSCL,'FILE 1'
```

```
// EXTENT SYSCLB,,,,200,600
 ASSGN SYSCLB,X'131'
// DLBL IJSYS06,'FILE OPTQ',10/110
// EXTENT SYS006,,,,2500,400
// ASSGN SYS007,X'131'
// DLBL IJSYS07,'FILE REFERENCE",10/110
// EXTENT SYS007,,,,2400,12
// EXEC INVNINCD
```

карта с признаком системы единиц для вводимых массивов в первых двух колонках (␣ 1 - для системы МКГС, ␣ 2 - для системы СИ, 99 - если ввод массивов не производится).Если в двух первых колонках содержатся пробелы, то считается, что система единиц для массивов такая же, как и система единиц для данных ОФ. Если же не заданы оба признака системы единиц (для вводимых и дисковых данных), то принимается, что элементы вводимых массивов в системе МКГС.

Первый блок массивов:

карта с признаком очистки массивов (поз. 1-2) и номером периода (поз.3-4). Если признак очистки имеет отрицательное значение, то производится очистка массивов, которые вводятся в данном блоке; если признак очистки больше или равен нулю, то очистка не производится. Если задан номер периода, то элементы всех массивов данного блока вводятся в этот период (например, если в поз. 3-4 задано ␣ 2, то все массивы блока относятся ко второму периоду). Если же при заданном номере периода на этой карте в блоке вводятся массивы периодов *WD ÷ WP5* , то они имеют приоритет;

две карты с именами вводимых массивов. Каждое имя занимает 4 позиции карты, максимальное число вводимых массивов 30. Если вводится до 20 массивов, то их имена помещаются на первой из этих карт, а вторая должна содержать четыре пробела (или три пробела и амперсанд) и единицу в первых пяти колонках. В противном случае (> 20 вводимых массивов) имена 21-го, 22-го и следующих массивов располагаются на второй карте. Признаками окончания имен являются четыре пробела вместо имени (при "вертикальном" вводе) и три пробела и амперсанд вместо имени (при "горизонтальном" вводе);

карты с элементами массивов.

При "вертикальном" вводе каждая карта содержит по одному элементу каждого из вводимых массивов. При "горизонтальном" вводе на одной карте располагается несколько групп элементов вводимых массивов. Число таких групп равно взятому с недостатком частному от деления максимально возможного числа вводимых массивов (30) на число массивов, вводимых в данном блоке.

Максимальное число карт в блоке - 600.

Карта с признаком "конец файла" (/ж), означающая конец блока массивов.

Второй, третий и т.д. блоки карт с элементами массивов, готовящиеся, как и первый блок. Число вводимых блоков не ограничивается:

карта с признаком "конец файла" (/ж), означающая конец ввода массивов;

карта с признаком системы единиц для вводимых переменных заполняется так же, как описано выше для массивов.

Первый блок переменных;

карта с именами вводимых переменных (до 20 имен). Признаком окончания имен является наличие четырех пробелов вместо имени;

карты со значениями переменных. Первый элемент каждой карты интерпретируется как номер периода. Если в первой позиции карты находится пробел или наклонная черта, то считается, что переменная относится к первому периоду;

карта с признаком "конец файла" (/ж), означающая конец блока переменных. Второй, третий и т.д. блоки переменных, готовящиеся, как и первый блок. Число блоков и число карт в блоке не ограничивается;

карта с признаком "конец файла" (/ж), означающая конец ввода переменных;

карта "конец задания" (/&).

Все карты блоков с элементами массивов и с переменными вводятся в ОФ в режиме бесформатного ввода.

Бесформатный ввод перфокарты предназначен для ввода текстовой и числовой информаций, предотавленных на карте в виде логических символов, и ее преобразования в текстовую и числовую действительную или целую информацию, представленную в кодах машины.

Существенными преимуществами бесформатного ввода являются более широкие возможности проектировщика при подготовке исходной информации и оператора при нанесении ее на перфоносители. Исход-

ная информация при бесформатном вводе может быть трех типов: числовая действительная; числовая целая (двухбайтовая или четырехбайтовая); текстовая.

На одной карте размещается не более 30 элементов массивов и не более 20 переменных.

Числовая действительная информация набивается с точкой или без точки и содержит не более девяти значащих цифр. Кроме того, действительная информация может набиваться в форме f. Например, требуется ввести действительные числа 196,34; 0,0005 и -100026.На перфокарте они будут выглядеть так: 196.34; 0.0005 и -100026 либо 1.9634E+2; 5E-4 и - 1.00026E5.

Действительное число не должно превышать величины $7.2.10^{75}$ и не должно быть меньше $5.4 \cdot 10^{-79}$.

Целые двухбайтовые, как и целые четырехбайтовые элементы массивов или переменные, набиваются, как правило, без точки. Целые двухбайтовые элементы должны содержать не более пяти значащих цифр и не должны превышать величины 32727 по модулю.

Целые четырехбайтовые элементы должны содержать не более десяти значащих цифр и не превышать по модулю величины 2147436441. Все целые числовые элементы могут набиваться и в форме Е. Например, -51045 в форме Е имеет вид -5.1045E4. Целые числа могут также набиваться с точкой. Если при этом имеется и дробная часть, то число округляется до ближайшего большего целого по абсолютной величине (знак при этом сохраняется).

Текстовые элементы не должны содержать более 80 символов, если они начинаются с первой позиции, и должны вмещаться на перфокарту, если начинаются не с первой позиции. Текстовая информация набивается на карту в символьном виде. Например:

ОБЪЕКТЫ ␣ ПРОВЕТРИВАНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИЯ и т.д.

Между элементами массивов или переменными должны быть разделители. Разделители бывают двух типов: косая черта (/) или пробел (␣). Любое количество пробелов, следующих друг за другом, считается за один разделитель. Например, требуется ввести три элемента массива: 126; 0; -41,5. На карте эта информация может быть представлена в виде: 126␣␣ / -41.5.

Пробел здесь играет роль разделителя между массивами, а косая черта говорит о пропуске элемента массива, т.е. занесении в него нуля. Этот же пример может быть набит в виде: 126␣␣␣ / -41.5 или 126/␣␣␣ -41.5; либо 126// -41.5.

Любое число n косых черт, следующих друг за другом, считается за один разделитель и пропуск ($n-1$) элементов массивов или переменных. Например, требуется ввести пять элементов массивов 0,96; 25; 0; 0,1: На карте будет набито: 0,96/25///0.1. Три черты, следующие друг за другом, рассматриваются следующим образом: первая - как разделитель между элементами, вторая и третья - как пропуски элементов или занесение в них нулей.

Два и более текстовых элемента, следующих друг за другом, могут размещаться на карте без разделителя или разделяться косой чертой, а не пробелами. Предположим, что требуется ввести следующие элементы: 125; 3,5; ФОРТРАН-2; ВЕНТИЛЯЦИЯ; 0; 0; 2.

На карте будет набито:

125/3.5/ФОРТРАН-2/ВЕНТИЛЯЦИЯ/␣␣/2.

Если текстовые и числовые элементы следуют друг за другом, они также разделяются только косой чертой, а не пробелом. При вводе в ОФ исходных данных печатаются такие информационные сообщения: производится или не производится ввод массивов и переменных; о системе единиц, в которой заданы данные ОФ и вводимые данные; о предстоящей очистке массивов ОФ или массива переменных при отрицательном значении признака системы единиц для вводимых данных; имена вводимых в каждом блоке массивов и переменных; число ошибок, обнаруженных при вводе каждого блока, и в целом при вводе массивов и переменных. Кроме того, выдаются диагностические сообщения об ошибочных ситуациях при вводе данных (если оглавление массивов СФ не содержит информации); имя массива переменных или переменной "признак системы единиц" не содержится в СФ; общая длина в байтах всех вводимых массивов превышает размер области ввода в оперативной памяти ЭВМ; задание четырех или трех пробелов и амперсанда в первых четырех колонках карты с именами вводимых массивов; несоответствие значения вводимого элемента массива или переменной двусторонним контрольным ограничениям, хранящимся в СФ; отсутствие имени вводимого массива или переменной в оглавлении ОФ; задание значения элемента ключевого массива с адресным соответствием превышающего длину массива; ввод в одном блоке двух и более карт с одинаковыми значениями элемента ключевого массива с адресным соответствием; число вводимых карт с элементами ключевого массива превышает его длину; ввод более одного ключевого массива совместно с массивом периода в одном блоке; блок карт содержит только карту "конец файла"; переполнение массива ОФ при вводе; наличие четырех пробелов

в первых четырех колонках карты с именами вводимых переменных; наличие не числового элемента или двух подряд идущих точек при бесформатном вводе числового элемента; несоответствие числового элемента на карте допустимому в ЭВМ диапазону чисел.

Распечатка всех переменных для всех периодов из ОФ производится заданием

```
// JOB OUSC
// DLBL IJSYSCL,'FILE 1'
// EXTENT SYSCLB,,,,200,600
 ASSGN SYSCLB,X'131'
// ASSGN SYS006,X'131'
// DLBL IJSYS06,'FILE OPTQ',10/110
// EXTENT SYS006,,,,2500,400
// ASSGN SYS007,X'131'
// DLBL IJSYS07,'FILE REFERENCE',10/110
// EXTENT   SYS007,,,,2400,12
// EXEC OUSC
 1
 1. 1.
/&
```

В 12-й карте задания (1-2-я колонки) набивается число экземпляров таблицы со значениями переменных, а в 13-й карте (1-6-я колонки) - номер этой таблицы. Если ОФ не содержит информации, выдается сообщение.

Печать массивов ОФ на основе заданных потребителем имен массивов и номеров их периодов, а также имеющихся в ОФ форматов печати и наименований (шапок) массивов осуществляет программа СОО *OUAR* с помощью задания

```
// JOB OUAR
// DLBL IJSYSCL,'FILE1'
// EXTENT SYSCLB,,,,200,600
   ASSGN SYSCLB,X'131'
// ASSGN SYSCLB,X'131'
// DLBL IJSYS06,'FILE OPTQ',10/110
// EXTENT SYS006,,,,2500,400
// ASSGN SYS007,X'131
// DLBL IJSYS07,'FILE REFERENCE',10/110
```

```
// EXTENT SYS007,,,,2400,12
// EXEC OUAR
```

Блоки из пяти карт для каждой печатаемой таблицы:

карта с именами печатаемых массивов. Каждое имя занимает четыре позиции, максимальное число массивов в таблице - 20, признаком конца имен массивов являются четыре пробела вместо имени;

карта с номерами периодов для печатаемых массивов. Перед номером любого периода набивается три пробела. Если номер не задан, то по умолчанию принимается первый период;

карта с числом экземпляров таблицы (поз.1,2);

карта с номером таблицы (поз.1-4) - (поз.1,2 - номер раздела, поз.3,4 - номер таблицы в разделе);

наименование таблицы набивается с 1 позиции и может продолжаться до 80 позиций. Если в нем есть кавычки, то вместо одной кавычки набиваются две подряд идущих кавычки;

карта с признаком "конец файла" (/ж);

карта с признаком "конец задания" (/*бс*).

Число блоков, а следовательно, и количество печатаемых в одном задании таблиц не ограничивается.

Все таблицы печатаются с учетом требований ГОСТа к их оформлению. Ширина таблицы не превышает 120 позиций, длина равна длине стандартного листа формата А1, имеются линии разреза (по страницам), перед первым листом печатается "Таблица <номер>", перед последующими - "Продолжение табл. <номер>".

Строки, состоящие из нулей и пробелов, а также нули в отдельных колонках не печатаются. Такие же возможности (кроме подавления незначащих элементов) обеспечивают программы *PSW* и *OUSC*.

Имя массива, заданного для печати и отсутствующего в СФ, игнорируется. Если общее число позиций для печати всех заданных массивов превышает 120, то печатаются только те массивы (в порядке задания имен), которые вмещаются по ширине листа. При незаданном в СФ формате печати его значение принимается по умолчанию в зависимости от типа массива (для целых - I4, для действительных - *F4.1* , для текстовых - А4). Если же заданное в СФ общее число позиций формата печати превышает 20, то оно принимается равным 20. Сообщение об отсутствии информации в заданных для печати массивах выдается, когда числовые массивы содержат

только нули, а текстовые – нули или пробелы. Печать массивов не производится также в случае отсутствия имен массивов в ОФ или наличии пробелов в первых четырех колонках карты с именами печатаемых массивов.

Дублирующий файл (ДФ) используется в программе *OPTQ* для хранения изменяющихся в ходе проектирования массивов ОФ (в том числе и массива переменных).

Для очистки ДФ выполняется задание

```
// JOB PRIM
// ASSGN SYS008,X'131'
// DLBL UOUT,'FILE OPTQD',10/110
// EXTENT SYS008,,,,2412,88
// EXEC CLRDSK
// UCL B=(K=0,D=200),X'00',OY,E=(5061)
// END
```

Таким образом, БД для автоматизированного проектирования вентиляции угольных шахт и программы ее формирования и обслуживания облацают достаточно широкими возможностями и удобствами для технолога при вводе, контроле, хранении и выводе информации.

СПО и ССО используют четыре дисковых файла. ОФ имеет номер 10, идентификатор *'FILE␣REFERENCE'* и располагается на логическом устройстве *SYS007* . Максимальное число записей ОФ – 260, число дорожек, занимаемых на пакете дисков типа ЕС-5061-12. ОФ имеет номер 9, идентификатор *'FILE␣OPTQ'* и располагается на логическом устройстве *SYS008* . Максимальное число записей ОФ – 9200, число дорожек, занимаемых на дисковом пакете типа ЕС-5061-400. ОФ и ОФ имеет длину записи в 200 байт. Они могут располагаться как на резидентном, так и на рабочих пакетах дисков. В настоящем описании предполагается, что все файлы расположены на рабочем пакете дисков (X'131').

Программа *OPTQ* использует также дублирующий файл с номером 11, расположенный на логическом устройстве *SYS008* . ДФ занимает 88 дорожек на дисковом пакете типа ЕС-5061, имеет длину записи в 200 байт, идентификатор *'FILE␣OPTQD'* и максимальное число записей 2024. В программе *OPTQ* используется также последовательный дисковый файл *'FILE␣CHKPT'* для создания контрольных точек, занимающий 100 дорожек дискового пакета типа ЕС-5061.

СФ, входные массивы и переменные ОФ формируются, корректируются и распечатываются программами ССО. Проблемные программы СПО *OPTQ* и *VEGP* формируют в ОФ рабочие и выходные массивы и переменные.

Программа выбора параметров вентиляционных сетей при проектировании шахт *OPTQ* реализует комплекс взаимосвязанных взаимодополняющих друг друга итерационных процессов изменения расходов воздуха, депрессий, сечений и сопротивлений ветвей, обеспечивая при этом коррекцию противоречий, если таковые имеются в исходных данных, при безусловном соблюдении с наперед заданной точностью физических законов неразрывности потока и однозначности напора.

В процессе вычислений формируются исходные ограничения ветвей по потоку, депрессии, сопротивлению на основе минимально возможных сечений ветвей, строятся математические модели сети – система независимых узлов, система независимых циклов, списки инциденции, производится оптимальное распределение и коррекция сопротивлений, потоков и депрессий в сети. Если полученное решение не удовлетворяет максимально возможным напорам источников тяги, то увеличиваются сечения и проводятся дополнительные параллельные выработки для тех ветвей критических по депрессии маршрутов в сети, где это возможно.

При наличии противоречий в ограничениях задачи по потоку или депрессии, вызванных несоответствием между ними и требованиями первого или второго закона сетей, в ряде ветвей нарушаются верхние границы изменения потоков или депрессий, а нижние границы выдерживаются всегда. Если эти границы разных знаков для ветвей с неизвестными направлениями струй, то может быть нарушена любая из них. Если обе границы отрицательные, то нарушается большая по абсолютной величине.

Исходная информация для расчета включает в себя данные об элементах ШВС: узлах поверхности, узлах с заданным давлением, активных ветвях (вентиляторах, пассивных ветвях), выработках, камерах, утечках и др.

Перечень входных массивов представлен в табл.4.

I. Узлы поверхности

Все узлы входа и выхода из сети воздуха относятся к узлам поверхности.

Таблица 4. Входные массивы программы *ORTO*

№ п/п	Идентификатор в программе	Символ в алгоритме	Размерность массива	Размерность одного элемента в байтах	Параметр	Единица измерения	Диапазон возможных значений
I	*NN*	*k*	600	2	Номер ветви		I-600
2	*IN*	*i*	600	2	Номер начального узла		I-400
3	*JN*	*j*	600	2	Номер конечного узла		I-400
4	*INC*		600	2	Число ветвей, инцидентных начальному узлу		0-9
5	*NR*		600	2	Номер типового ряда		I-30
6	*SMIN*	S_{min}	600	4	Минимальное сечение	$м^2$	I-20
7	*SMAX*	S_{max}	600	4	Максимальное сечение	$м^2$	I-50
8	*NNS*		600	2	Номер ветви равного сечения		-600-600
9	*NPI*		600	2	Число параллельных выработок		-600-600
I0	*R100*	*R100*	600	4	Сопротивление I00 м	$Н.с^2/м^8$	$I0^{-4}$-$I0^3$
II	*D*	*L*	600	4	Длина	м	I - $I0^4$
I2	*A*	α	600	4	Коэффициент аэродинамического сопротивления	$Н.с^2/м^4$	I - 99
I3	*PER*	*П*	600	4	Периметр	м	I - 99
I4	*CFOR*	$K_ф$	600	4	Коэффициент формы сечения		3-5 (4.I6 по умолчанию)
I5	*DRMX*	ΔR_{max}	600	4	Максимальное сопротивление регулятора	$Н.с^2/м^8$	-I-I04 (9999 по умолчанию)
I6	*VMIN*	v_{min}	600	4	Минимальная скорость воздуха	м/с	0.I-I (0.I5 по умолчанию)
I7	*VMAX*	v_{max}	600	4	Максимальная скорость воздуха	м/с	I-20 (8.0 по умолчанию)

I8	*QZ*	*Q*	600	4	Заданный расход воздуха	$м^3/с$	I-99
I9	*KN*		600	2	Признак слоевых скоплений		0-I
20	*SKS*	$K_з$	600	4	Стоимость проведения и поддержания	руб./$м^3$	I-99 (по умолчанию 20)
2I	*KOV*		600	2	Код ветви		0-99
22	*TYPE*		600	I0	Тип ветви		-
23	*WP*		600	4	Число аналогичных выработок для I периода		0-I0
24	*WP2*		600	4	Число аналогичных выработок для II периода	-	0-I0
25	*WP3*		600	4	" " для III периода	-	0-I0
26	*WP4*		600	4	" " для IУ периода	-	0-I0
27	*WP5*		600	4	" " для У периода	-	0-I0
28	*NV*		50	2	Номер ветви с вентилятором		I-600
29	*IV*		50	2	Номер начального узла вентилятора		I-400
30	*JV*		50	2	Номер конечного узла вентилятора		I-400
3I	*QMIV*	q_{min}	50	4	Минимальная производительность вентилятора	$м^3/с$	I-500
32	*QMAV*	q_{max}	50	4	Максимальная производительность вентилятора	$м^3/с$	I-500
33	*HMIV*	h_{min}	50	4	Минимальный напор вентилятора	Па	I-500
34	*HMAV*	h_{max}	50	4	Максимальный напор вентилятора	Па	I-500

Окончание табл.4

№№ п/п	Идентификатор в программе	Символ в алгоритме	Размерность массива	Размерность одного элемента в байтах	Параметр	Единица измерения	Диапазон возможных значений
35	*IJP*		100	2	Номер узла поверхности		1–400
36	*IJZ*		50	2	Номер узла с заданным давлением		1–400
37	*PZ*	p	50	4	Заданное давление в узле	Па	0–500
38	*NTRP*		600	2	Номер типового ряда для параллельных выработок		0–30
39	*AT*	α_T	400	4	Типовой коэффициент аэродинамического сопротивления	$Н.с^2/м^4$	
40	*PT*	$П_T$	400	4	Типовой периметр	м	
41	*ST*	S_T	400	4	Типовое сечение	$м^2$	
42	*NST*		400	2	Номер типового сечения в массиве *ST*		1–400

При подготовке информации сеть представляет собой связный граф, висячими узлами которого и являются узлы поверхности. Эти узлы располагаются в массиве *IJP* . Так, например, узлами поверхности сети являются начальные узлы нагнетательных и конечные узлы всасывающих вентиляторов. Поскольку в сети должен быть хотя бы один узел входа и один выхода, то минимальное количество узлов поверхности равно 2, максимальное число узлов поверхности - 100, максимальный номер узла поверхности - 400.

2. Узлы с заданным давлением

В некоторых узлах вентиляционной сети могут быть заданы давления. Обычно это характерно для ПВС, проветриваемых нагнетательно-всасывающим способом, при управлении местоположением нулевой зоны с целью профилактики эндогенных пожаров, а также при управлении вентиляционными режимами в ходе ликвидации пожаров на шахтах.

Номера узлов с заданным давлением заносятся в массив *IJJ* , а величины заданных давлений - в массив *PJ*. Максимальное число узлов с заданным давлением - 50, максимальный номер узла с заданным давлением - 400.

Давление в любом узле задается относительно другого узла (обычно относительно узла поверхности), поэтому в сети не может быть менее двух узлов с заданным давлением.

Все заданные давления в узлах задаются относительно давления в узле отсчета давлений, которым считается первый узел в массиве *IJJ* .

Каждый узел с заданным давлением соединяется с узлом отсчета давлений фиктивной ветвью (программно). Фиктивные ветви входят в общее число ветвей сети.

3. Вентиляторы

Каждый имеющийся в сети источник тяги (всасывающий вентилятор, нагнетательный вентилятор, эжектор) задается номером ветви *NV* , номером начального узла *IV* и номером конечного узла *JV* .

Номер ветви не может быть более 600, номер узла - не более 400. Кроме того, для источников тяги задаются диапазоны изменения производительностей *(QMIV, QMAV)* и напоров *(HMIV, HMAV)*.

Численные значения указанных диапазонов могут задаваться исходя из рабочих зон одного, нескольких или всех источников тяги,

которые могут быть установлены на шахте. Кроме того, значение *HMAV* определяется с учетом максимальной депрессии шахты, допускаемой нормами технологического проектирования.

Для граничных значений диапазонов должны соблюдаться следующие условия:

$$HMAV > HMIV > 0,$$

$$QMAV > QMIV > 0.$$

4. Выработки

Каждая имеющаяся в сети выработка задается номером ветви *NN*, номером начального узла *IN*, номером конечного узла *JN*. Номер ветви не может быть более 600, номер узла – не более 400.

В сети не должно быть петель (ветвей, у которых начальный узел равен конечному). Номер выработки не должен быть равен номеру ветви с вентилятором.

В исходных данных о выработке могут содержаться параметры, необходимые для вычисления ее характеристик по сопротивлению, потоку, а также стоимостные параметры и данные о принадлежности выработки к сети одного из периодов. При заполнении исходных данных о выработках будем различать собственно сопротивление выработки (R_{min}) и сопротивление ветви, складывающееся из R_{min} и сопротивления регулятора ΔR.

Сопротивление регулятора ΔR вычисляется в результате расчета и может быть положительным числом при установке отрицательного регулятора расхода воздуха в выработке, отрицательным числом при необходимости уменьшения сопротивления выработки (расширения, перекрепления выработки и т.д.), а также может равняться нулю, если сопротивление выработки, полученное при расчете, равно собственно сопротивлению выработки. Исходное сопротивление собственно выработки (R_{min}) и возможности его уменьшения и увеличения могут задаваться следующими способами:

1. Номер типового ряда $NR = 0$, максимально возможное сечение $SMAX = 0$. При этом считается, что уменьшение R_{min} невозможно. Само значение R_{min} подсчитывается по одной из нижеследующих формул в зависимости от набора исходных данных:

$R_{min} = R100$, если $R100 > 0$, длина Д=0;

$R_{min} = R100 \cdot Д/100$, если $R100 > 0$, $Д > 0$;

$R_{min} = A \cdot D \cdot PER / SMIN^3$,

если коэффициент аэродинамического сопротивления $A > 0$, периметр выработки $PER > 0$, сечение $SMIN > 0$, $D > 0$;

$$R_{min} = A \cdot D \cdot CFOR / SMIN^{2,5},$$

если А > 0, Д > 0, $SMIN > 0$. коэффициент формы сечения $CFOR > 0$, $PER = 0$;

$$R_{min} = A \cdot D \cdot 4,16 / SMIN^{2,5},$$

если А > 0, Д > 0, $SMIN > 0$, $PER = 0$, $CFOR = 0$.

Максимально возможное сопротивление R_{max} вычисляется по формуле

$$R_{max} = R_{min} + DRMX,$$

где максимальное сопротивление регулятора $DRMX$ задается в исходных данных. При $DRMX > 0$ используется его значение, при $DRMX = 0$ считается, что $DRMX$ = 9999 кмюрг, при $DRMX < 0$ считается $DRMX = 0$.

Ограничения по расходу воздуха определяются по формулам

$$Q_{min} = VMIN \cdot SMIN,$$

$$Q_{max} = VMAX \cdot SMIN \quad .$$

при $VMAX \geq VMIN > 0$.

Если значение минимальной скорости воздуха $VMIN = 0$, то по умолчанию принимается $VMIN$ = 0,15 м/с, аналогично для максимальной скорости -- $VMAX$ = 8 м/с.

При $SMIN = 0$ считается, что Q_{min} = 1 м^3/с, Q_{max} = = 9999 м^3/с, а для потребителей свежего воздуха $Q_{min} = Q_{max} = QI > 0$. При $VMIN > 0$ и для потребителей $(QI > 0)$ считается, что направление движения воздуха задано (от начального узла к конечному). Если направление движения воздуха в ветви надо определить в ходе расчета, что надо задать $VMIN < 0$, а если для таких ветвей задается R 100, то оно должно быть равно собственному сопротивлению выработки (без регулятора), а возможность установки регулятора задается, как обычно, с помощью $DRMX$. Если ветвь соединяет свежую струю с исходящей, то направление в ней должно быть зафиксировано (от свежей к исходящей, $VMIN \geq 0$). Для нормированных утечек задается расход воздуха $(QI > 0)$, и кодировка (NN, IN, JN).

2. $NR < 0$, $NP1 > 1$. Предусматривается уменьшение R_{min} за счет проведения $(NP1 - 1)$ одинаковых параллельных выработок. R_{min}, R_{max}, ограничения по расходу воздуха всех ветвей разветвления задаются и вычисляются как и в первом случае $(1 < NP3 \leq 3)$.

3. $NR = 0$, $SMAX < 0$. R_{min}, R_{max}, Q_{min}, Q_{max} вычисляются, как и в первом случае, абсолютное значение $SMAX$ показывает нижний предел сопротивления выработки при его уменьшении. Возможно уменьшение сопротивления и за счет проведения $(NP1 - 1)$ параллельных выработок, для каждой из которых сопротивление может изменяться в диапазоне

$$0 < |SMAX| < R_{min} \leq R_{max}.$$

При $NP1 = 0$ считается $NP1 = 1$.

4. $NR = 0$, $SMAX > 0$. Уменьшение сопротивления возможно за счет непрерывного диапазона увеличения сечения

$$0 < SMIN < SMAX$$

в каждой из $(NP1 - 1)$ параллельных выработок. При $NP1 = 0$ считается $NP1 = 1$, R_{min}, Q_{min}, Q_{max} вычисляются по формулам, указанным выше, при подстановке в них текущего значения сечения из диапазона $SMIN \div SMAX$. Если параметр NNS (номер ветви равного сечения) больше нуля, то сечения всех выработок разветвления должны быть одинаковы. При $NNS \leq 0$ сечение параллельной выработки с большим номером увеличивается в первую очередь.

5. $NR > 0$, $SMIN \geq 0$, $SMAX \geq 0$. Считается, что сечение выработки выбирается из дискретного типового ряда с номером NR. Начальным принимается сечение, ближайшее большее $SMIN$, максимальным – ближайшее меньшее $SMAX$. При $SMIN = 0$ просмотр начинается с первого сечения ряда, при $SMAX = 0$ – продолжается до последнего сечения.

Сопротивление выработки вычисляется в зависимости от Д, А, $CFOR$, PER, типового сечения ST, типового периметра $P1$ и типового коэффициента аэродинамического сопротивления АТ по формулам

$R = D \cdot A \cdot CFOR / ST^{2,5}$ при $D>0,\ A>0,\ CFOR>0;$

$R = D \cdot A \cdot 4,16 / ST^{2,5}$ при $D>0,\ A>0,\ CFOR \le 0,\ PER>0;$

$R = D \cdot A \cdot PT / ST^{2,5}$ при $D>0,\ A>0,\ CFOR \le 0,\ PER \le 0;$

$R = D \cdot CFOR \cdot AT / ST^{2,5}$ при $D>0,\ A \le 0,\ CFOR>0;$

$R = D \cdot AT \cdot 4,16 / ST^{2,5}$ при $D>0,\ A \le 0,\ CFOR \le 0,\ PER>0;$

$R = D \cdot AT \cdot PT / ST^{2,5}$ при $D>0,\ A \le 0,\ CFOR \le 0,\ PER \le 0.$

Сечение первой ветви каждого типового ряда в массиве ST задается отрицательным.

Возможно изменение сечения за счет проведения ($NP1-1$) дополнительных параллельных выработок. При $NP1=0$ считается $NP1=1$. Диапазон изменения сечения параллельной выработки зависит от параметра NNS (номер ветви равного сечения). При $NNS \neq 0$ считается, что основная выработка должна иметь такое же сечение, как и ветвь с номером $/NNS/$. При $NNS>0$, кроме того, считается, что и дополнительные выработки должны иметь такое же сечение, как и основная. Если $NNS \le 0$, то сечения основной и дополнительной выработки могут быть различными – при этом сечения дополнительных параллельных выработок выбираются из типового ряда с номером $NTRP$. При $NTRP=0$ сечения параллельных выработок выбираются из всего ряда NR . Используя номер типового сечения NTS , можно легко корректировать типовые ряды.

Элементы массивов $WP \div WP5$ используются при вводе для определения принадлежности ветви к сети какого-либо периода, а также совместно со стоимостными коэффициентами проведения, поддержания и перекрепления (SKS) – при выборе выработок для расширения в случае превышения регламентированной депрессии. Если элементы всех массивов периодов $WP \div WP5$ равны нулю, то ветвь относится к сети первого периода, если $SKS=0$, то принимается значение по умолчанию для стоимостного коэффициента. Конкретный набор входных массивов потребитель выбирает сам в зависимости от особенностей проектируемой шахты. Минимальный набор входных массивов может быть следующим: для узлов поверхности – IJP ; для вентиляторов – $NV,\ IV,\ JV,\ HMIV,\ HMAV,\ QMIV,\ QMAV$; для выработок – $NN,\ IN,\ JN,\ R100,\ QI.$

После ввода исходных данных обеспечивается программный контроль следующих возможных топологических ошибок для сети каждого

Таблица 5. Входные массивы программы *VEGP*

№№ п/п	Идентификатор в программе	Размерность массива в словах	Размерность одного элемента в байтах	Массив	Единица измерения	Форма представления
I	*V1*	95	4	Массив библиотеки ВГП ВОД 30 (600 мин$^{-1}$)		Цифровая
2	*V2*	95	4	Массив библиотеки ВГП ВОД 40 (375 мин$^{-1}$)		"
3	*V3*	95	4	Массив библиотеки ВГП ЗОД 50 (375 мин$^{-1}$)		"
4	*V4*	95	4	Массив библиотеки ВГП ВЦ 16 (1000 мин$^{-1}$)		"
5	*V5*	95	4	Массив библиотеки ВГП ВЦ 16 (975 мин$^{-1}$)		"
6	*V6*	95	4	Массив библиотеки ВГП ВЦ 25 (600 мин$^{-1}$)		"
7	*V7*	95	4	Массив библиотеки ВГП ВЦ 32 (500 мин$^{-1}$)		"
8	*V8*	95	4	Массив библиотеки ВГП ВЦ 32 (600 мин$^{-1}$)		"
9	*V9*	95	4	Массив библиотеки ВГП ВЦД 31,5П (600 мин$^{-1}$)		"
I0	*V10*	95	4	Массив библиотеки ВГП ВЦД 47У (496 мин$^{-1}$)		"
II	*V11*	95	4	Массив библиотеки ВЦД 47 "Север" (496 мин$^{-1}$)		"
I2	*VV1*	50	84	Имена массивов библиотеки		Текстовая
I3	*V1VV*	50	I6	Список используемых ВГП		"
I4	*V1V8*	50	I6	Каталог вентиляторов библиотеки		"
I5	*KV*	50	2	Коды вентиляторов библиотеки		Цифровая

Окончание табл.5

№№ п/п	Идентификатор в программе	Размерность массива в словах	Размерность одного элемента в байтах	Массив	Единица измерения	Форма представления
16	*CE*	I	4	Тариф единицы потребляемой мощности	руб.	Цифровая
17	*IPE*	I	2	Признак печати списка оптимальных ВГП		"
18	*IP2*	I	2	Признак печати вариантов		"
19	*IPV*	I	2	Максимальное число параметров ВГП		"
20	*TV1*	I	4	Длительность периода до начала проветривания	год	"
21	*CU*	I	4	Тариф единицы установленной мощности	руб.	"
22	*TV*	I	4	Длительность периода проветривания	год	"

периода: отрицательный номер начального или конечного узла ветви; наличие петли в случае равенства номеров начального и конечного узлов ветви; совпадение номера ветви с вентилятором *(NV)* с номером пассивной ветви *(NN)* ; отсутствие сведений о вентиляторах и узлах поверхности; максимальный номер ветви равен единице; максимальный номер узла равен I или 2, а также выдаются информационные сообщения об отсутствии топологической информации в каком-либо периоде (если не заданы коды пассивных ветвей); об отсутствии узлов с заданным давлением и о количестве обнаруженных ошибок при топологическом контроле сетей.

Исходная информация для задачи выбора ВГП содержит данные о вентиляторах, типоразмеры используемых вентиляторов, библиотеку ВГП.

Перечень входных данных приведен в табл.5. Каждый вентилятор задается номером ветви *NV*, который не должен превышать 600. Кроме того, для каждого вентилятора задаются режимы работы *QV* и *HV* для каждого периода. Число вентиляторов в сети – не более 50.

Выбор типоразмеров вентиляторов, обеспечивающих режим *QV* , *HV* , осуществляется из числа заданных вентиляторов (массив *VIVV*). Максимальное число используемых типоразмеров – 50.

Массив *VIVV* может не быть задан, тогда выбор оптимального типоразмера ВГП производится из числа всех типоразмеров вентиляторов, включенных в библиотеку.

Библиотека ВГП состоит из 50 массивов: *V1, V2, V3..., V50*. Для каждого вентилятора, входящего в библиотеку, отводится один из приведенных массивов. Параметры вентиляторов в любом из этих массивов располагаются в следующем порядке:

Элемент 1 – код типоразмера вентилятора;

элемент 2 – диаметр рабочего колеса РК;

элемент 3 – число оборотов;

элемент 4 – крайнее левое положение лопаток РК (угол установки лопаток);

элемент 5 – шаг изменения угла установки лопаток;

элемент 6 – число характеристик;

элемент 7 – общая сметная стоимость вентиляторной установки (капитальные затраты);

элемент 8 – стоимость строительных работ;

элемент 9 – стоимость монтажных работ механического оборудования;

элемент 10 – стоимость монтажных работ электрооборудования;

элемент 11 – затраты на механическое оборудование;

элемент 12 – затраты на электрооборудование (в том числе стоимость электродвигателя);

элемент 13 – стоимость электродвигателя;

элемент 14 – затраты на демонтаж вентиляторной установки;

15-17 $a_э, в_э, с_э$ – коэффициенты аппроксимации в уравнении границы экономической работы вентиляторной установки;

18-20 $a_у, в_у, с_у$ – коэффициенты в уравнении аппроксимации границы устойчивости ОПИ ВГП;

21-23 а, в, с – коэффициенты аппроксимации в уравнении правой границы ОПИ вентилятора;

24-26 $a_л, в_л, с_л$ – коэффициенты аппроксимации в уравнении левой границы ОПИ вентилятора;

27-95 а, в, с – коэффициенты аппроксимации в уравнениях напорных характеристик (θ - угол установки лопаток рабочего колеса) и в уравнениях соответствующих им энергетических характеристик.

Максимальное число вентиляторов в библиотеке-50.

Типоразмеры вентиляторов библиотеки помещаются в каталог библиотеки - массив *VIVB* , коды типоразмеров записываются в массив *KV*.

Для удобства пользования библиотекой вентиляторов вводится ключевой массив *KBV* , связанный с массивами библиотеки. Наличие этого массива позволяет производить корректировку отдельных элементов массивов библиотеки.

При необходимости библиотеку вентиляторов можно дополнить новыми вентиляторами. Для этого в массив *KV* вводится код вентилятора, в массив *VIVB* - типоразмер вентилятора и в один из массивов библиотеки - параметры нового вентилятора.

При вводе осуществляется контроль исходной информации и выдаются сообщения об обнаруженных ошибках: имя вводимого массива отсутствует в оглавлении ОФ; данные о переменной отсутствуют в СФ; отсутствуют номера ветвей с вентиляторами (в ОФ отсутствует информация о номерах ветвей-вентиляторов для каждого периода); не заданы коды типоразмеров вентиляторов библиотеки; заданный тип вентилятора не включен в библиотеку вентиляторов; не заданы типоразмеры вентиляторов библиотеки; не заданы режимы работы вентиляторов; число ошибок, обнаруженных при вводе данных. В ходе решения задачи выдается сообщение о режиме работы ВГП, который не обеспечивается вентиляторами, включенными в библиотеку.

При выполнении программы *ODIQ* выдаются информационные сообщения: о количестве массивов и переменных, используемых в ОФ; о созданной контрольной точке; о том, что не заданы типовые ряды сечений; о запрещении установки регулятора в ветви; номера ветвей и депрессии критических маршрутов; последовательность узлов сети; о числе итераций; о невозможности дальнейшего снижения депрессий маршрутов за счет расширения выработок и проведения параллельных, - и диагностические сообщения - ОФ не содержит топологической информации; периметр или коэффициент аэродинамического сопротивления в типовом ряду равен нулю; различаются номера типовых рядов или имеется противоречие в ограничениях по сечению для взаимосвязанных ветвей;задано более 30 типовых рядов; типовой ряд содержит сечения, расположенные не по возрастанию; о неправильном задании ограничений по сечению; номера типового ряда, номера ветви равного сечения, длины, коэффициента аэродинамического сопротивления, ограничений по скорости воздуха, чис-

ла ветвей, инцидентных начальному узлу и о неверных ограничениях по сопротивлению, потоку и депрессии для ветвей сети; о наличии в сети узлов, которым инциденты только входящие или только выходящие ветви или более пяти ветвей, а также циклических зон; о превышении регламентированных уровней депрессий маршрутов; о превышении максимально возможного числа ветвей в независимых циклах и узлах; о нарушении ограничений по потоку и депрессии.

Вызов программы *OPTQ* для проектирования параметров сети осуществляется следующим образом:

```
// JOB OPTQ
*  ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ OPTQ
// DLBL IJSYSCL,'FILE 1'
// EXTENT SYSCLB,,,,200,600
 ASSGN SYSCLB,X'131'
// ASSGN SYS005,X'131'
// DLBL FKT,'FILE CHKPT',10/110
// EXTENT SYS005,,,,2950,100
// ASSGN SYS006,X'131'
// DLBL IJSYS06,'FILE OPTQ',10/110
// EXTENT SYS006,,,,2500,400
// ASSGN SYS007,X'131'
// DLBL IJSYS07,'FILE REFERENCE',10/110
// EXTENT SYS007,,,,2400,12
// ASSGN SYS008,X'131'
// DLBL IJSYS08,'FILE OPTQD',10/110
// EXTENT SYS008,,,,2412,88
// EXEC OPTQMAIN
/&
```

Запуск с ранее созданной контрольной точки осуществляется заданием:

```
// JOB OPTQ
*  ЗАПУСК С КОНТРОЛЬНОЙ ТОЧКИ
// DLBL IJSYSCL,'FILE 1'
// EXTENT SYSCLB,,,,200,600
   ASSGN SYSCLB,X'131'
// ASSGN SYS005,X'131'
// DLBL FKT,'FILE CHKPT',10/110
```

```
// EXTENT SYS005,,,,2950,100
// ASSGN SYS006,X'131'
// DLBL IJSYS06,'FILE OPTQ',10/110
// EXTENT SYS006,,,,2500,400
// ASSGN SYS007,X'131'
// DLBL IJSYS07,'FILE REFERENCE',10/110
// EXTENT SYS007,,,,2400,12
// ASSGN SYS008,X'131'
// DLBL IJSYS08,'FILE OPTQD',10/110
// EXTENT SYS008,,,,2412,88
// RSTRT SYS005,0003,FKT
/&
```

Второй операнд в операторе *// RSTRT* означает номер контрольной точки.

Вызов программы *VEGP* выбора типоразмеров вентиляторов главного проветривания и печать ее результатов производится заданием:

```
// JOB PRIM
```

ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ

```
 DLBL IJSYSCL, 'FILE 1'
// EXTENT SYSCLB,,,,200,600
 ASSGN SYSCLB,X'131'
// ASSGN SYS006,X'131'
// DLBL IJSYS06,'FILE OPTQ',10/110
// EXTENT SYS006,,,,2500,400
// ASSGN SYS007,X'131'
// DLBL IJSYS07,'FILE REFERENCE',10/110
// EXTENT SYS007,,,,2400,12
// EXEC VEGP
// EXEC AKEG
```

␣1 (число экземпляров табл. результатов)
␣1␣1 (номер табл.)

Выходные массивы программ приведены в табл.6 и 7.

Таблица 6. Выходные массивы программы *AOTQ*

№ п/п	Идентификатор в программе	Символ в алгоритме	Размерность массива	Размерность одного элемента в байтах	Наименование	Единица измерения	Форма представления
1	*S1*	S_1	600	4	Сечение основной выработки	$м^2$	Цифровая
2	*S2*	S_2	600	4	Сечение второй (параллельной) выработки	$м^2$	"
3	*S3*	S_3	600	4	Сечение третьей (параллельной) выработки	$м^2$	"
4	*QV*	q	50	4	Производительность вентилятора	$м^3/с$	"
5	*HV*	h	50	4	Напор вентилятора	Па	"
6	*RMIS*	R_{min}	600	4	Исходное сопротивление выработки	$Н.с^2/м^8$	"
7	*RMIN*	R'_{min}	600	4	Рациональное сопротивление выработки	$Н.с^2/м^8$	"
8	*R*	R	600	4	Общее сопротивление ветви	"	"
9	*Q*	Q	600	4	Расход воздуха	$м^3/с$	"
10	*H*	H	600	4	Депрессия	Па	"
11	*DR*	ΔR	600	4	Сопротивление регулятора	$Н.с^2/м^8$	"
12	*V*	v	600	4	Скорость воздуха	м/с	"

Таблица 7. Выходные массивы программы *VEGD*

№ п/п	Идентификатор в программе	Символ в алгоритме	Размерность массива	Размерность одного элемента в байтах	Наименование	Единица измерения	Форма представления
I	*NOMV*	*NV*	2000	2	Номер ветви		Цифровая
2	*NOPE*	*j*	2000	2	Номер периода		"
3	*TWPV*	m_j	2000	4	Длительность периода	Год	"
4	*CVUT*		2000	I6	Типоразмер вентилятора		Текстовая
5	*CVUU*		2000	4	Угол установки лопаток	рад. (град)	Цифровая
6	*CVUM*		2000	4	Мощность	Вт	"
7	*CVUS*		2000	4	Суммарные затраты на проветривание	Руб.	"
8	*RHV*		2000	4	Напор вентилятора	Па	"
9	*RQV*		2000	4	Производительность вентилятора	$м^3/с$	"

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. - М.: Недра, 1975. - 240 с.
2. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. - М.: Мир, 1975. - 536 с.
3. Потемкин В.Я., Комаров М.П. Общий метод оптимизации потокораспределения в сложных вентиляционных сетях. - Физ.-техн. пробл. разработки полез. ископаемых, 1977, № 2, с.119-124.
4. Комаров М.П. Метод управления воздухораспределением в шахтных вентиляционных сетях. - Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело. 1977, № 9, с.13-14.
5. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. - М.: Экономика, 1969. - 6 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

Технология автоматизированного проектирования вентиляции угольных шахт . 3

Организация проектирования вентиляции на ЭВМ 12

Список литературы 48

УДК 622.453

Методика проектирования вентиляции угольных шахт на ЭВМ / АН УССР Ин-т геотехн. механики; Сост. Абрамов Ф.А., Потемкин В.Я., Комаров М.П. - Киев: Наук. думка, 1982. - 48 с.

Рассматривается технология автоматизированного проектирования вентиляции угольных шахт на ЭВМ, постановки и методы решения задач проектирования параметров сложных вентиляционных сетей и выбора типоразмеров вентиляторов главного проветривания; приводятся основные сведения по организации и эксплуатации специализированного системного и стандартного программного обеспечения проектирования вентиляции на ЭВМ.

Для работников проектных, научно-исследовательских организаций, вузов, шахт, отрядов депрессионных съемок, занимающихся вопросами вентиляции.

Табл.7. Библиогр.: с.48 (5 назв.).

Составители

Федор Алексеевич Абрамов
Виктор Яковлевич Потемкин
Макар Петрович Комаров

Ответственный редактор

Ф.А.Абрамов

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ НА ЭВМ

Утверждено к печати ученым советом
Института геотехнической механики АН УССР

Редакция информационной литературы

Редактор Е.Н.Цыганкова

Технический редактор Л.Н.Муравцева

Корректор Н.Б.Кудрявцева

Н/К

Подп. к печ. 22.06.82. БФ 01178 Формат 60x84/16.
Бумага офс. № 2. Офс.печ. Усл.печ.л. 2,79. Усл.кр.-отт. 2,91.
Уч.-изд.л. 2,55. Тираж 1150 экз. Заказ 3747 Цена 30 коп.

Издательство "Наукова думка". 252601 Киев, ГСП, Репина, 8.
Сумская областная типография. 244000, Сумы, Кузнечная, 2

М 2504030100-420
М221(04)-82

© Издательство "Наукова думка", 1982

gost.e-ecolog.ru