

ГОРНОЕ ДЕЛО И ГЕОТЕХНОЛОГИИ

УДК 622.822

Ю.И. Чижик**Сибирский государственный индустриальный университет****КОМПЛЕКСНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

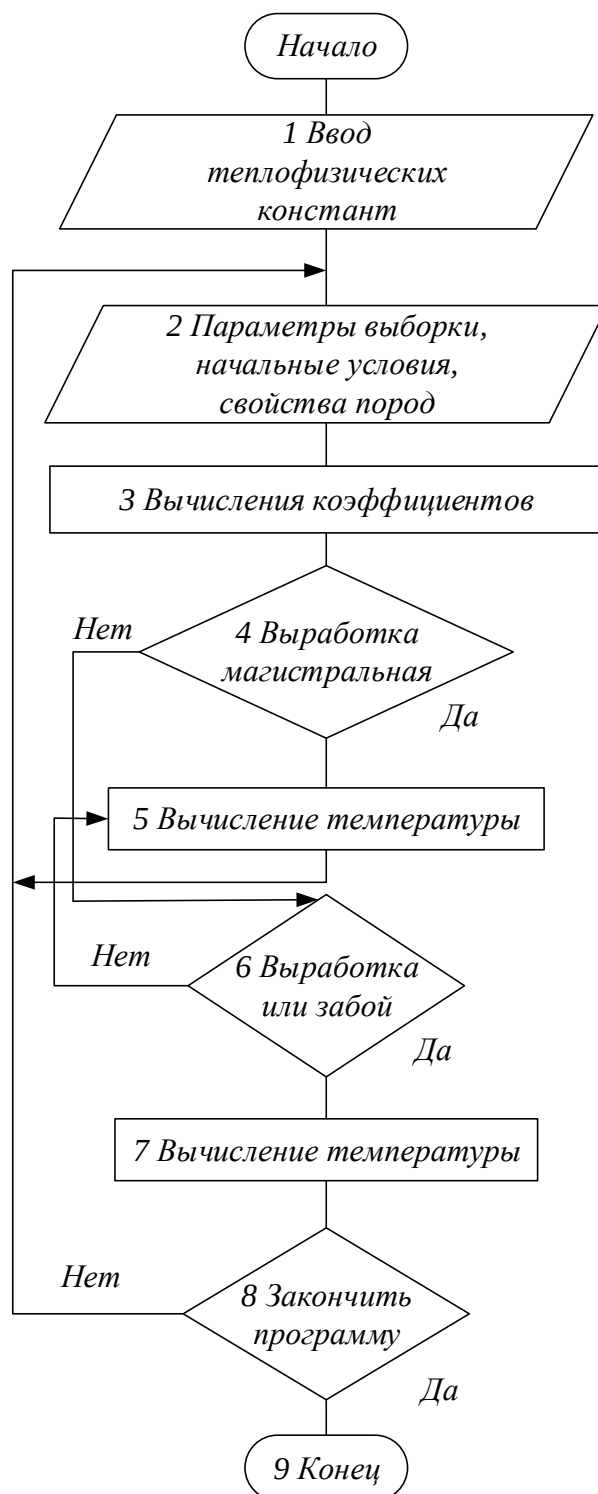
В настоящее время развитие угольной промышленности России в значительной мере зависит от эффективности решения задач, обеспечивающих безопасные и комфортные условия труда. К таким задачам относятся предотвращение геодинамических явлений, интенсификация дегазации угленосной толщи, снижение запыленности воздуха, совершенствование схем и способов проветривания горных выработок, прогноз и предупреждение горных пожаров, обеспечение санитарно-гигиенических условий труда. Эффективность решения этих задач существенно зависит от уровня знаний закономерностей взаимодействия геомеханических, газодинамических и термодинамических процессов. Первые два вида процессов достаточно подробно изучены и по результатам исследований разработаны нормативные документы. Однако природа термодинамических процессов в горном массиве и их роль при возникновении эндогенных пожаров, влияние на характер распределения температуры вентиляционных потоков при отработке склонных и весьма склонных к самовозгоранию угольных пластов изучена не полностью. В связи с этим изучение закономерностей теплопереноса в шахтной атмосфере и углеспородном массиве в нормальных условиях и при наличии очага пожара для обеспечения безопасных и комфортных условий труда в угольных шахтах является актуальной научной задачей.

Для изучения влияния различных факторов на тепловой режим и прогноза температуры в проектируемых выработках шахт разработана математическая модель теплопереноса в шахтной атмосфере, которая включает алгоритм и программное обеспечение [1]. Модель основана на уравнениях теплового баланса горных выработок, разработанных ИТТФ АН Украины. Модель успешно используется длительное время при тепловых расчетах горных выработок. Программа расчета температуры шахтной атмосферы составлена на языке Турбо-Паскаль и реализована на персональном компьютере. Укрупненная блок-схема программы приведена на рисунке.

В блоке 1 проводится ввод теплофизических констант для данной местности. В блоке 2 описываются параметры выработки, начальные условия для воздуха на входе в нее и свойства пород этой выработки. Далее следуют вычисления коэффициентов, необходимых для определения температуры воздуха (блок 3). В блоке 4 проверяется следующее условие: выработка магистральная или подготовительная, так как они имеют существенные отличия в алгоритме определения параметров воздуха, влияющих на тепловой режим. Если выработка магистральная, то вычисляется температура воздуха в блоке 5, а если нет, то проверяется условие в следующем блоке 6, где определяется выработка это или забой и вычисляется температура в конце выработки в блоке 7, а для забоя – в блоке 8. После этого в цикле вычисляются параметры воздуха в следующей выработке. В блоке 9 проверяется условие: закончить программу или нет.

Для описания процессов теплопереноса в углеспородном массиве в окрестности горных выработок при наличии источников тепла используем математическую модель, разработанную профессором В.Н. Фряновым, для расчета геомеханических процессов, добавив в нее дифференциальное уравнение теплопроводности в условиях неоднородного массива, имеющего начальное распределение температур и охлаждаемом (нагреваемом) через внутреннюю поверхность воздушной струей. Температура стенки выработки постоянна и равна температуре воздуха. Таким образом, рассмотрена двумерная задача распределения температур вокруг выработки прямоугольного сечения в зависимости от времени ее эксплуатации и приняты граничные условия первого рода. Преимуществом метода конечных элементов является возможность моделирования неоднородности и анизотропии свойств горного массива путем задания разных теплофизических характеристик группам элементов.

Ввод данных происходит в два приема. Сначала устанавливают условия для элементов (теплофизические свойства, глубина залегания и



Блок-схема программы расчета температуры шахтной атмосферы

т.п.), затем вводится температура воздуха на земной поверхности и в выработке, время эксплуатации и координаты выработки, т.е. задаются начальные и граничные условия. В результате решения определяется температура горного массива на различном расстоянии от выработки в зависимости от времени. Такая программа может быть использована для расчета и прогноза теплового поля массива в окрестности выработки. Программа реализована на языке FORTRAN

и использована для проведения ряда исследований с целью создания комфортных климатических условий в выработках шахт и повышения безопасности горных работ.

Рудничные пожары принадлежат к наиболее распространенным авариям в горной промышленности, борьба с ними представляет большие трудности, которые не всегда удается преодолеть без человеческих жертв и значительных капитальных затрат. Поэтому проблема прогно-

за, динамики и профилактики рудничных пожаров является актуальной для угольной отрасли. В случае возникновения пожара необходимо знать температуру в источнике и динамику распределения ее по выработкам с целью прогноза возможности использования этих выработок для работ и эвакуации людей.

Для расчета на модели выбирают сеть выработок. Все параметры вводятся в диалоговом режиме. В определенном месте на эту схему накладывают модель пожара в виде увеличения температуры воздуха в источнике и определяют распределение температур в последующих выработках. При необходимости можно выявить влияние отдельных факторов на температуру воздуха. Следовательно, разработанная модель позволяет в оперативном режиме прогнозировать температуру воздуха при пожаре в шахте в зависимости от положения источника и его температуры.

С помощью описанной модели установлены следующие закономерности. В начальный период эксплуатации выработки наиболее интенсивно происходит передача тепла песчаником, а

аргиллиты являются тепловым экраном; при длительной эксплуатации выработки распределение температуры пород меньше зависит от их геолого-петрографических признаков; температурное поле от эндогенного пожара распространяется по углю на расстояние в два раза меньшее по сравнению с песчаником и алевролитом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чижик Ю.И. Численный эксперимент по выявлению закономерностей распространения тепловых потоков в атмосфере угольных шахт // Изв. вуз. Горный журнал. 2016. № 2. С. 125 – 128.
2. Чижик Ю.И. Закономерности распределения температуры в горном массиве угольных шахт // Изв. вуз. Горный журнал. 2016. № 8. С. 80 – 84.

© 2019 г. *Ю.И. Чижик*
Поступила 14 мая 2019 г.