

IT-ТЕХНОЛОГИИ



ПРОТИВОУДАРНАЯ ЗАЩИТА

НОВЫЕ ПОДХОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ



**Д.Ю. Палеев, д. т. н.,
Институт угля и углехимии
СО РАН, г. Кемерово**

На базе фундаментальных исследований сложных физических процессов и современных вычислительных методов в Институте угля и углехимии СО РАН разработаны принципиально новые подходы описания газодинамических процессов, происходящих в горных выработках угольных шахт и проведено внедрение программных комплексов, реализующих эти исследования. Выполнены следующие работы:

1. Разработаны методы газодинамического расчета параметров воздушных ударных волн и зон поражения при взрывах газа и пыли, методы расчета противопожарного водоснабжения и аварийных режимов проветривания угольных шахт, обеспечивающие снижение рисков катастроф.

2. Созданы и поддерживаются для всех угольных и сланцевых шахт России электронные модели:

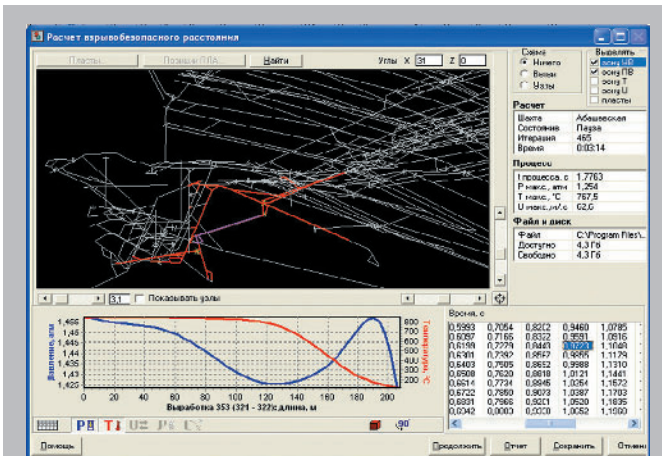
— трехмерных топологий горных выработок в соответствии с маркшейдерскими данными развития горных работ;

— вентиляционных систем в соответствии с фактическим положением вентиляционных и изолирующих сооружений;

— пожарно-оросительных систем в соответствии с фактическим расположением трубопроводов и распределительной арматуры.

3. Все методы всесторонне проверены в подразделениях военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ), на шахтах России и в ходе расследования особо сложных подземных аварий.

4. Разработаны и внедрены на угольных и сланцевых шахтах России, в ВГСЧ и проектных институтах программные комплексы «Рудничная аэрология (Вентиляция)», «Расчет водораспределения в пожарно-оросительной сети шахты (Водоснабжение)», «Определение зон поражения при взрывах в подземных выработках (Ударная волна)».



В совокупности эти работы позволили сформировать и внедрить в производство научную, методологическую, нормативную основу и технологию для проектирования противоаварийной защиты шахт, разработки планов ликвидации аварий, составления оперативных планов ведения горноспасательных и технических работ. Тем самым удалось повысить противоаварийную устойчивость работы угольных шахт России.

Разработанный газодинамический метод расчета зон поражения при взрывах газа и пыли более точно отражает физику формирования, распространения и взаимодействия ударных волн в горных выработках и не имеет аналогов в мировой практике. В отличие от существующих за рубежом методов расчет ведется не для одного переднего фронта затухающей ударной волны, а сразу для всей системы ударных волн, распространяющихся по разветвленной сети горных выработок. При этом автоматически учитываются все волновые эффекты, возникающие при отражении ударных волн от твердых поверхностей и при наложении одной ударной волны на другую (рис. 1).

Сценарий развития аварийной ситуации требует, чтобы при расчетах вентиляции, противопожарного водоснабжения и распространения ударных волн по горным выработкам каждая программа получала информацию об изменившемся состоянии горных выработок из компьютерного расчета другой программы.

Впервые был применен единый подход к формированию исходной информации. Это позволило математические модели, реализованные в виде программных комплексов, применять последовательно. Причем взаимосвязь между ними осуществляется путем взаимного формирования

общей информационной базы данных. Впервые была осуществлена интеграция применяемых вычислительных алгоритмов и пространственной топологии сети горных выработок.

Программные комплексы являются уникальными по проработке пользовательского интерфейса, использованию двух- и трехмерной графики, набору решаемых задач, и не имеют зарубежных аналогов (рис. 2, 3). С их помощью можно рассчитывать нормальные и аварийные состояния угольной шахты и на основе полученных результатов принимать научно обоснованные управляющие решения в самых сложных ситуациях.

Основным преимуществом разработанных методов является сочетание современных численных методов решения уравнений в частных производных и приближенных математических моделей. Это позволило добиться получения достоверных результатов за короткие времена расчета очень сложных задач гидрогазодинамики.

Компьютерные программы, разработанные на основе этих расчетных методов, можно рассматривать как один из первых примеров внедрения передовых компьютерных технологий в угольную промышленность России. Это пример интеграции науки и производства, объединенных единой целью развития и широкого применения в угольной отрасли принципиально новых методов расчета сложных физических процессов.

Практическая реализация результатов в ВГСЧ и на угольных шахтах началась в 2003 году в плановом порядке согласно распоряжениям Госгортехнадзора России.

Разработанные методы расчета и программные комплексы используются на всех угольных и сланцевых шахтах Российской Федерации (121 шахта), в ВГСЧ и проектных институтах. Данные разработки резко повысили безопас-

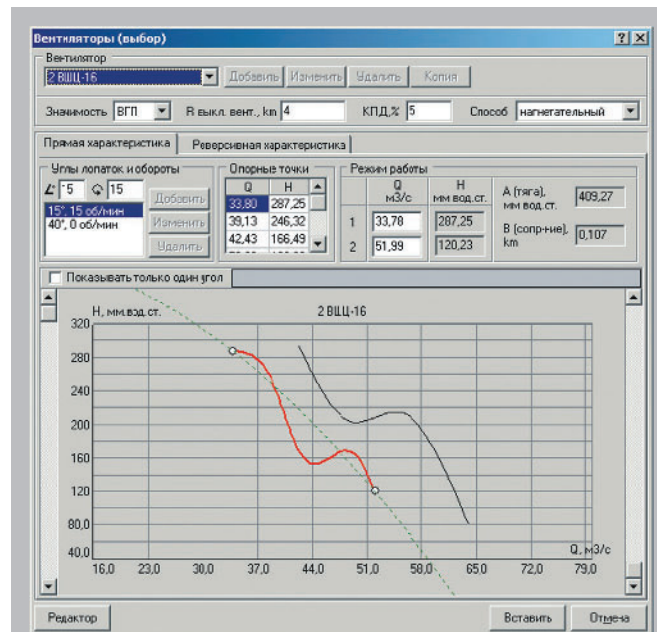


Рис. 2

Окно формирования и редактирования базы данных вентиляторов в программном комплексе «Вентиляция»

IT-ТЕХНОЛОГИИ

ность и эффективность ведения горноспасательных работ и используются в работе правительственных комиссий, расследующих причины возникновения аварий.

В настоящее время осуществляется научное сопровождение программных комплексов и контроль по корректировке и поддержанию единого информационного банка данных угольных шахт.

Программные комплексы работают также на алмазодобывающих предприятиях АК «Алроса» (г. Мирный), рудниках ОАО «Евразруда» (г. Новокузнецк), ЗАО «Серебро Магадана» (г. Магадан), Кировском ОВГСО ОАО «Агрохиминвест» (г. Киров), ОАО «КНАУФ ГИПС НОВОМОСКОВСК» (г. Новомосковск), ОАО «Институт Уралгипроруда» (г. Екатеринбург), ОАО «Илецксоль» (г. Соль-Илецк), «ПАСС ВГСЧ Сибири» (г. Красноярск), ГОАО «Луганскгипрошахт» (г. Луганск, Украина).

С помощью программных комплексов «Вентиляция», «Водоснабжение» и «Ударная волна» проводится корректировка проектов действующих угольных шахт и разрабатываются проекты новых. В декабре 2003 года перед вводом в эксплуатацию был разработан план ликвидации аварий Северо-Муйского тоннеля Восточно-Сибирской железной дороги. Проведена предпроектная оценка и проанализированы возможности строительства новой шахты «Воркута» на базе объединения вентиляционных, дегазационных и гидравлических систем четырех шахт: «Северная», «Воркутинская», «Заполярная» и «Комсомольская».

Величина экономического и социального эффекта, получаемого в результате внедрения разработанной системы обеспечения промышленной безопасности, зависит от конкретных условий эксплуатации шахты, тяжести произошедшей на ней аварии, ее последствий, времени и условий ведения горноспасательных работ.

Так, разработка проекта объединения вентиляционных, дегазацион-

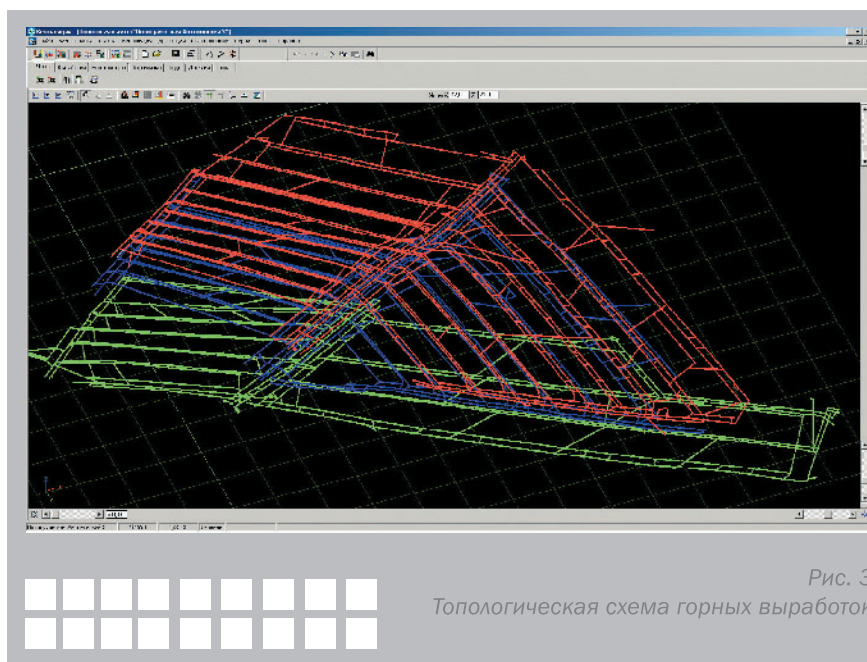


Рис. 3
Топологическая схема горных выработок

ных и гидравлических систем четырех шахт в одну шахту «Воркута» с использованием разработанных программных комплексов показала снижение энергоёмкости шахтной вентиляционной сети в 15,8 раза, удельных энергозатрат — в 6,3 раза. Предложенные рекомендации более чем в два раза увеличивают нагрузку на очистные забои, при этом повышается надежность проветривания отдельных объектов и шахты в целом.

Весьма ощутим и социальный эффект внедренных в угольной промышленности разработок. Так, при ликвидации аварии на шахте «Есаульская» в 2005 году, унесшей жизни 23 человек, с помощью программы «Ударная волна» были указаны места возведения взрывоустойчивых перемычек и степень воздействия поражающих факторов на человека, если перемычки возводить внутри опасной зоны. Ситуация требовала возведения двух перемычек внутри опасной зоны. И когда взрыв всё-таки произошел, то расчеты полностью подтвердились — горноспасатели не пострадали. Этот случай подтверждает высокий научный уровень разработок, позволивших значительно сократить объем аварийных работ, ускорить изоляцию взрывоопасного участка и сохранить жизнь двум отделениям горноспасателей.

В целом экономическая и социальная значимость внедренных разработок подтверждается тем, что их применение дает возможность принимать обоснованные инженерные решения по улучшению технологических показателей работы угольной шахты или предотвращению возможных аварийных ситуаций. Их применение обеспечивает комплексный подход к решению проблемы снижения социальной напряженности в угольных регионах — от расчета нормальных и аварийных режимов работы угольной шахты к повышению ее безопасности, и, как следствие, — к улучшению экономических показателей.

Данные научные разработки интегрируют три наиболее важных направления промышленной безопасности угольной шахты — вентиляцию, пожарно-оросительное водоснабжение и прогнозирование распространения зон поражения от взрыва в сети горных выработок. Все методы и программные комплексы уникальны и не имеют аналогов в России и за рубежом.

По существу на угольных шахтах России внедрена новая система обеспечения промышленной безопасности, основанная на фундаментальных исследованиях сложных физических процессов и современных вычислительных технологиях.