

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРИ ОСВОЕНИИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ НЕДР

Одними из направлений повышения эффективности работы горнодобывающей отрасли являются: обеспечение безопасности технологических процессов, связанных с добычей полезных ископаемых и использованием недр; применение современных технологий и оборудования; разработка систем комплексного мониторинга параметров подземной среды, формирующихся при осуществлении горных работ; внедрение инновационных методов управления охраной труда и промышленной безопасностью, приводящих к минимизации влияния на травматизм и аварийность так называемых организационных факторов; снижение до безопасного уровня воздействия на окружающую среду.

В общем смысле под безопасностью горнодобывающей отрасли предлагается понимать такое состояние защиты ее объектов (угольных шахт, рудников, подземных сооружений различного назначения, карьеров), при котором негативное воздействие технологических процессов на подземную среду (воздух, шахтные воды, горный массив), горнорабочих и население, находящиеся в зоне влияния предприятий, не будет превышать максимально допустимых значений, когда функционирование этих объектов становится или невозможным или экономически нецелесообразным.

Таким образом, безопасность горнодобывающей отрасли во многом зависит от эффективности вложения финансовых средств в охрану труда и промышленную безопасность, т. е. от того, насколько инвестиции в эту сферу способствуют снижению травматизма и аварийности, определяющих величину экономического ущерба.

По особенностям формирования опасных и вредных факторов и способам управления ими к составным частям комплексной безопасности можно отнести аэрологическую, производственную и экологическую безопасность.

Аэрологическая безопасность — это состояние защищенности при ведении горных работ в шахтах, рудниках и подземных сооружениях от воздействия на производственные процессы и людей содержащихся в рудничном воздухе и породах газообразных веществ различного типа и происхождения, теплоты, влаги и взвешенных частиц (пыли), которое достигается на основе управления аэрогазопылетермодинамическими процессами, протекающими в горных выработках и окружающем их горном массиве.

В зависимости от вида влияющего фактора аэрологическая безопасность подразделяется на газовую (в том числе метановую и радоновую), пылевую, термодинамическую и аэродинамическую.

Критериями, характеризующими газовую и пылевую безопасность, являются предельно допустимые концентрации газовых примесей и взвешенных частиц в воздушной среде, установленные правилами безопасности.

Применительно к термодинамической безопасности эти критерии регламентируются санитарно-гигиеническими нормами или необходимостью исключения нежелательных физико-химических процессов (например, образование наветей или тумана) и определяют значения температуры и относительной влажности (влагододержания) воздуха.

Аэродинамическая безопасность связана с возможностью обеспечения устойчивого проветривания горных выработок, при котором скорость движения воздуха и его распределение по вентиляционной сети шахты, рудника или подземного сооружения удовлетворяют нормативным требованиям как при нормальном режиме эксплуатации, так и в случае возникновения аварийной ситуации.

В определенной степени аэродинамическая безопасность влияет на все остальные виды аэрологической безопасности: газовую, пылевую, термодинамическую. Так, например, правильно организованное проветривание горных выработок, учитывающее максимальное число определяющих факторов (топологию вентиляционной сети, переменную плотность воздушной среды в каждой точке сети, определяемую изменением температуры и относительной влажности, естественные факторы, связанные с термодинамической характеристикой атмосферного воздуха, тип, число и место расположения регулирующих устройств — перемычек, вентиляционных дверей, воздушных завес, вспомогательных вентиляторов и др.), позволяет решать многие возникающие проблемы.

В тех случаях, когда при обеспечении аэродинамической безопасности не достигаются другие составляющие безопасности, используются дополнительные мероприятия. Так, для того, чтобы гарантировать метановую безопасность, в ряде случаев необходимо использовать дегазацию угольного пласта и выработанного пространства или их обработку газонаполненными растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ); радоновую безопасность — предотвращение или сокращение поступления радона в воздушную среду за счет изоляции источников радона, а также сокращение времени работы людей в условиях, характеризующихся повышенными значениями объемной активности радона; пылевую безопасность — осланцевание горных выработок, увлажнение угольных пластов и вмещающих пород, в том числе с помощью ПАВ, орошение мест пылеобразования водой и водными растворами ПАВ, очистку воздуха от пыли в местах ее образования и т. п.; термодинамическую безопасность — кондиционирование рудничного воздуха на основе его охлаждения или подогрева.

Одним из важных аспектов аэрологической безопасности следует считать минимизацию энергетических и финансовых затрат, которая достигается за счет управления режимами работы холодильных машин, вентиляторов и калориферов, повторного использования воздуха, применения инновационных технологий и материалов, а также вовлечения в процесс регулирования природных и возобновляемых источников энергии (геотермальной и солнечной энергии, теплоты исходящей воздушной струи и сбросной воды).

Производственная безопасность определяется состоянием защищенности производственного персонала от вредных воздействий технологических процессов, энергии, средств, предметов, условий и режимов труда на производстве. Она регулируется законодательством о труде, нормами и правилами охраны труда и техники безопасности.

Составными частями производственной безопасности являются геомеханическая, сейсмическая, шумовая, вибрационная,

сетевая, электрическая, электромагнитная безопасности. Каждая из них связана с воздействием соответствующего технологического фактора.

Геомеханическая безопасность — это состояние защищенности производственного персонала от действия сил горного давления, формирующегося в результате влияния природных геотектонических условий и горных работ и определяющего формирование напряженного состояния горного массива и его динамику в связи с проведением выработок, сдвигание горных пород и осадки земной поверхности, взаимодействие пород с крепью, а также его динамические проявления (Горные удары, внезапные выбросы).

Геомеханическая безопасность обеспечивается за счет внедрения рациональных технологических схем и параметров ведения горных работ, учитывающих природные геотектонические поля, физико-механические свойства пород и способы воздействия на горный массив (буровзрывные работы, комбайны, тоннелепроходческие щиты), а также путем непрерывного контроля и прогноза состояния горного массива. Следует отметить, что современные системы обеспечения безопасности на горнодобывающих предприятиях реализуют в основном лишь функцию контроля текущего геомеханического состояния горного массива. Прогноз геомеханических и газодинамических процессов или не производится вообще, или осуществляется по недостаточно обоснованным методикам, что затрудняет оценку рисков появления нештатных и аварийных ситуаций, приводящих к гибели или травмированию горнорабочих, материальным и стоимостным потерям.

Реализация функции прогноза может быть достигнута только в случае включения в алгоритмы работы систем безопасности математических моделей, позволяющих на базе геомеханических и газодинамических параметров выполнять их прогнозную оценку в сопоставлении с критическими значениями, приводящими к нештатным или аварийным ситуациям.

Таким образом, новое поколение систем обеспечения геомеханической безопасности на горнодобывающих предприятиях должно основываться на одновременном осуществлении мониторинга и прогноза геомеханических и газодинамических процессов в горном массиве

Частью геомеханической безопасности является сейсмическая безопасность, имеющая значение для обеспечения сохранности жилых и промышленных объектов (зданий и сооружений, газо- и нефтепроводов, горных выработок и др.), вблизи которых осуществляются взрывные работы.

Снижение сейсмического воздействия на жилые и промышленные объекты может достигаться на основе выбора рациональных параметров буровзрывных работ, применения современных способов взрывания и инициирования, использования новых типов взрывчатых веществ.

Негативное воздействие шума, вибрации, светового потока, электрического и электромагнитного полей минимизируется за счет использования средств индивидуальной защиты, машин и механизмов, соответствующих санитарно-гигиеническим нормам, а также выполнения требований правил и инструкций по безопасности.

Производственная безопасность должна обеспечиваться не только техническими, но также и организационными и социально-экономическими мероприятиями, выбор которых следует осуществлять на основе анализа системы управления безопасностью горнодобывающего предприятия, учитывающего, с одной стороны, вид конкретного мероприятия и величину финансовых вложе-

ний в его осуществление, а с другой — конечный результат, выражающийся в снижении травматизма и аварийности.

Экологическая безопасность — это состояние защищенности жизнедеятельности проживающего или работающего на данной территории населения, а также устойчивости естественной экосистемы к воздействию, техногенных и социально-экономических процессов, имеющих место при освоении минеральных, энергетических и пространственных ресурсов недр.

Экологическую безопасность по аналогии с аэродинамической и производственной безопасностью можно дифференцировать на химическую, пылевую, шумовую, вибрационную, электромагнитную, радиационную безопасность. Конечный результат воздействия каждого фактора зависит от типа экосистемы: водной, городской, лесной и др.

В качестве критерия оценки экологической безопасности обычно используется показатель риска, который может быть представлен в виде риска интенсификации, технического или экологического риска. Этот показатель, например для городской экосистемы, внутри или вблизи которой расположены объекты горного производства, может быть выражен в виде риска интоксикации населения по пылевому, шумовому, электромагнитному или радиационному факторам.

Представление характеризующих величины рисков данных на основе ГИС-технологий позволяет установить его пространственное распределение и выделить зоны, нуждающиеся в первоочередной реализации природоохранных мероприятий.

Особо уязвимыми с позиции обеспечения экологической безопасности являются городские экосистемы, особенно в тех условиях, когда техногенное воздействие, определяемое жизнедеятельностью мегаполисов, дополняется процессами, связанными с освоением подземного пространства (строительство и эксплуатация подземных сооружений различного типа и назначения). При этом городские экосистемы оказываются зависимыми от совместного влияния многочисленных факторов: шума, выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (автодорожные тоннели); загрязнения поверхностных и грунтовых вод продуктами жизнедеятельности подземных объектов, вибрации от движущегося под землей рельсового транспорта; деформации поверхности земли и ее влияния на сохранность жилого фонда.

В связи с этим обязательным условием обеспечения экологической безопасности в мегаполисах должно быть проведение непрерывного горно-экологического мониторинга.

В заключение следует отметить, что обеспечение безопасности при освоении минеральных, энергетических и пространственных ресурсов недр связано с решением многих проблем, требующих комплексного подхода. Статьи, опубликованные в данном номере «Горного журнала», охватывают лишь их малую часть. Тем не менее из них следует, что успешное решение этих проблем невозможно без осознания целей и задач на стадии, предшествующей любой производственной деятельности по освоению ресурсной базы недр, создания научно-методических основ, позволяющих оценивать прогнозные риски, определяющие все виды безопасности, а также разработки методов для снижения этих рисков до приемлемого уровня.

С. Г. ГЕНДЛЕР, проф., докт. техн. наук
(Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»)
e-mail: sgendler@mail.ru