

в соответствии с требованиями нормативных документов: устойчивость рамной крепи; условия безопасного движения транспортных средств; условия безопасного прохода людей; надежная вентиляция участков шахтного поля. Для каждой из позиций записаны системы критериев, руководствуясь которыми возможно комплексно оценить выбранное проектом типовое сечение пластовой выработки в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Сформулированные критерии надежной и безопасной эксплуатации выработки являются дополнением к оценке проектного решения по выбору типоразмера поперечного сечения пластовой выработки.

Список литературы

1. Ковалевская И.А., Симанович Г.А., Мамайкин А.Р. Обоснование исходных положений вычислительных экспериментов по исследованию перемещений контура пластовой выработки // Матер. междунар. конф. «Форум гірників-2008». Т. 1. – Д.: НГУ, 2008. – С. 102-107.
2. Исследование влияния геомеханических параметров углевмещающего породного массива на смещения кровли подготовительной выработки / В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович, В.В. Фомичев // Матер. междунар. конф. «Форум гірників-2008». Т. 1. – Д.: НГУ, 2008. – С. 54-59.
3. Ковалевська І.А., Мамайкін О.Р., Фомичов В.В. Дослідження впливу геомеханічних параметрів вуглевміщуючого масиву слабких порід на здимання підошви виробки // Науковий вісник НГУ. – 2008. – № 7. – С. 32-35.

4. Правила безпеки у вугільних шахтах / ДНАОП. – К.: Основа, 1996. – 418 с.
5. Усаченко Б.М. Свойства пород и устойчивость горных выработок. – К.: Наук. думка, 1979. – 136 с.
6. Системная методология прогноза устойчивости пластовой выработки в слоистой углевмещающей толще / В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович, В.В. Фомичев // Матер. междунар. научн.-практ. конф. «Школа подземной разработки». – Д.: НГУ, 2007. – С. 158-165.
7. Тулуб С.Б. Підвищення стійкості підготовчих виробок з підошвою, що здимається, в умовах шахт Західного Донбасу // Науковий вісник НГУ. – 2003. – № 1. – С. 49-50.
8. Прогнозный каталог шахтопластов Донецкого угольного бассейна с характеристикой горно-геологических факторов и явлений. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1982. – 267 с.
9. Фесенко Э.В. Прогноз и закономерности пучения слоистых пород почвы горных выработок: Дис. ... канд. техн. наук. – Д.: НГУ. – 187 с.
10. Заславский Ю.З. Исследование проявлений горного давления в капитальных выработках глубоких шахт Донецкого бассейна. – М.: Недра, 1966. – 180 с.
11. Шестаков Г.П. Влияние структурно-геологических особенностей на определение напряжений и устойчивости почвы горных выработок шахт Донбасса // Сб. научн. тр.: Приложение результатов исследований полей напряжений к решению задач горного дела и инженерной геологии. – Апатиты: гор. типография, 1985. – С. 100-104.

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.І. Бузилом 01.10.09

УДК 622-112.3:519.2

© С.К. Мещанинов, В.И. Король, 2010

С.К. Мещанинов, В.И. Король

ИМИТАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ (ИСПБУШ)

Наведено короткий опис імітаційної системи промислової безпеки вугільних шахт. Показано її переваги перед існуючою системою УТАС. Зроблено висновок про необхідність створення такої системи нового технічного рівня, що містить основні переваги існуючої системи УТАС, доповненою системою прогнозу розвитку викидонебезпечної ситуації і можливостями імітаційного моделювання.

Приведено краткое описание имитационной системы промышленной безопасности угольных шахт. Показаны её преимущества перед существующей системой УТАС. Сделан вывод о необходимости создания такой системы нового технического уровня, включающей в себя основные преимущества существующей системы УТАС, дополненной системой прогноза развития выбросоопасной ситуации и возможностями имитационного моделирования.

Short description of the imitation system of industrial safety of coal mines is resulted. Its advantages are rotined before the existent system of UTAS. A conclusion is done about the necessity of creation of such system of new technical level, plugging in itself basic advantages of the existent system of UTAS, by the complemented system of prognosis of development of outburst-prone situation and possibilities of imitation design.

Введение. В настоящее время условия работы угольных шахт Украины существенно отличаются от большинства угледобывающих предприятий других стран мира, в первую очередь, более высоким уровнем и многообразием видов опасностей, травматизма и возникновения нештатных ситуаций. Из-за технических причин (несовершенство техники, оборудования и технологий) происходит до 25% производственных травм и других аварийных ситуаций. В то же время, из-за организационных причин (недостатки в организации рабочих мест и технических операций, несвоевременное проведение профилактических мероприятий, несогласованность действий подсистем контроля, управления и оповещения) – 75%, что является ни чем иным, как следствием недостатков в контроле и управлении. К основным подсистемам современной угольной шахты (рис. 1) можно отнести следующие:

I. Подсистема «Шахтная атмосфера». Включает в себя контроль за состоянием пыли-газо-воздушной

смеси в рабочем пространстве, вентиляционной струи, источников пыли и газа; технологического оборудования, взаимодействующего с газонасыщенным углеродным массивом; вспомогательных средств (система пылеподавления, газоотсоса, дегазации и т.п.), влияющих на состав шахтной атмосферы.

II. Подсистема «Приконтурная область». Включает в себя кровлю, почву и бока горных выработок в пределах ее рабочего пространства, а также объекты, непосредственно с ними взаимодействующие и влияющие на их устойчивость (крепь, рабочий орган выемочной машины и т.п.), аппаратуру контроля выбросоопасности.

III. Подсистема «Технологическое оборудование». Включает в себя технологическое оборудование, находящееся в рабочем пространстве угольной шахты.

IV. Подсистема «Обслуживающий персонал». Включает в себя данные о горнорабочих угольной шахты.



Рис. 1. Структурная модель имитационной системы промышленной безопасности угольной шахты (ИСПБУШ)

Постановка задачи. Отличительной особенностью проводимых в настоящее время мероприятий по обеспечению надежности функционирования угольной шахты является отсутствие системного подхода. Первым шагом на этом пути должно стать создание “Имитационной системы промышленной безопасности угольных шахт”, структурная модель которой представлена на рис. 2. Такая система позволяет моделировать возможные аварийные ситуации, связанные с функционированием угольной шахты на стадии проектирования, перед началом каждой смены и в режиме реального времени с возможностью про-

гноза развития ситуации через заданный интервал времени по ходу выполнения технологических процессов.

Таким образом, **цель настоящей работы** – рассмотрение основных преимуществ и недостатков существующих систем контроля и прогноза промышленной безопасности угольных шахт и формулирование набора необходимых качеств системы промышленной безопасности нового технического уровня – ИСПБУШ.

Разработанная имитационная компьютерная модель – комплексная система контроля и управления

(КСКУ) надежности функционирования очистных забоев [1-3] является прототипом предлагаемой к разработке системы ИСПБУШ. Производимая Петровским ремонтно-механическим заводом система диспетчерского контроля и управления – УТАС является хорошо проработанной, современной автоматизированной системой управления и прогноза. Однако и она не лишена ряда недостатков:

1. Количество и схема расстановки датчиков для сбора первичной информации при ее использовании осуществляется на основе устаревшего, давно сложившегося подхода.

Предлагается на основе данных анализа конкретных горно-геологических, технологических и иных особенностей конкретной угольной шахты или ее части (участка), используя системотехнические расчеты и моделирование выбрать наиболее рациональную схему расстановки контрольно-измерительной аппаратуры. Это позволит примерно на порядок повысить надежность и, самое главное, своевременность получения адекватной информации о состоянии уровня безопасности по угольному предприятию в реальном режиме времени.

2. В системе УТАС, как и в системе КСКУ, отсутствует функция контроля и прогноза выбросоопасной ситуации. Однако на многих украинских угольных шахтах разрабатываются выбросоопасные угольные пласты, что говорит об актуальности введения в

ИСПБУШ комплекта аппаратуры контроля и прогноза выбросоопасности (АК-1М).

3. Система УТАС не позволяет моделировать возможные варианты развития ситуации в угольной шахте или на отдельных ее участках при выполнении тех или иных ситуаций. Однако такие действия могут быть осуществлены с использованием имитационного моделирования, когда вместо реальных горных выработок в компьютерной модели создается модель угольной шахты, в соответствующую программу вводится набор исходных данных о горно-геологической и горнотехнической обстановке, схемы и основные параметры используемого технологического оборудования и т.п. При этом компьютерная модель позволяет устанавливать определенные (заранее заданные) значения всех параметров, влияющих на уровень безопасности в шахте и диапазоны их возможных изменений. При выполнении работ в такой имитационной модели имитаторы датчиков выдают информацию о возможных изменениях в значениях контролируемых параметров, при изменении значений которых больше некоторого заранее заданного предела система выдает соответствующие сигналы на экран компьютера. Одновременно она выдает информацию о причинах формирования такого сигнала и рекомендации по ее наиболее эффективному устранению.

Информационно-вычислительный управляющий комплекс



Рис. 2. Схема информационно-управляющего комплекса ИСПБУШ

Такой «прогон» работы угольной шахты уже на стадии проектирования позволит значительно снизить будущие непроизводительные затраты на устранение последствий аварий. Далее по ходу эксплуатации имитационное моделирование может осуществляться периодически, перед вводом в эксплуатацию того или иного участка, лавы, механизированного комплекса и т.п.

Наибольший эффект может быть достигнут при использовании ИСПБУШ непосредственно на действующей угольной шахте. При разработке соответствующего интерфейса и линий связи, имитаторы датчиков, созданные компьютерной программой, заменяются датчиками, размещенными в шахте по разработанной на основе имитационного моделирования рациональной схеме. При этом в систему поступает полная информация о значении всех параметров, определяющих безопасность горных работ и она в режиме реального времени осуществляет контроль уровня безопасности. Так как этот контроль производится в режиме реального времени, то не сложно получить информацию о скорости изменения величины того или иного контролируемого параметра, что позволяет осуществлять прогноз дальнейшего развития ситуации.

Таким образом, предлагается на основе системы УТАС создать систему нового технического уровня, которая будет обладать:

- возможностью контроля и прогноза выбросоопасности;
- возможностью имитационных испытаний шахты или ее отдельных участков на стадии проектирования и на стадиях ввода в эксплуатацию новых горизонтов, механизированных комплексов и другого оборудования;
- возможностью контроля и управления всеми процессами в угольной шахте в режиме реального времени с использованием рациональной схемы расстановки датчиков для сбора первичной информации.

Кроме того, одной из отличительных черт такой системы является возможность управления, контроля и учета ведения горных работ без участия человека. Это особенно актуально при эксплуатации современной угольной шахты, когда желание выполнить план «любой ценой» иногда толкает горнорабочих на пренебрежение правилами безопасности, вызывает стремление отключить контролируемую аппаратуру или внести искажения в информацию о реальном уровне опасности, реальном ходе очистных работ и т.п. В связи с этим одной из особенностей предлагаемой системы является полное отсутствие возможности несанкционированного проникновения в ее работу.

Выводы

Внедрение ИСПБУШ позволит получить:

1) технический эффект за счет:

- получения полной и достоверной (объективной) информации о работе угольной шахты или ее отдель-

ного участка в режиме реального времени и за любой текущий период;

- проведения оперативного технического и, если это необходимо, коммерческого учета расхода энергоносителей и материалов и отгрузки готовой продукции;

- выявления и последующего снижения технологических и случайных потерь материалов и готовой продукции (угля);

- обеспечения значений коэффициента готовности технологического оборудования $k_z \geq 0,75$;

2) социальный эффект за счет:

- повышения культуры производства и престижности профессии;
- освобождения работников от ответственного монотонного труда;

- улучшения психологического климата среди персонала, обслуживающего выемочный участок;

3) экономический эффект за счет:

- уменьшения времени отработки лавы, что достигается путем сокращения времени, затрачиваемого на мероприятия по контролю и прогнозу газовой ситуации в рабочем пространстве шахты и вероятности возникновения газодинамических явлений и иных аварийных ситуаций, связанных с работой технологического оборудования и/или действиями обслуживающего персонала;

- исключения расходов, связанных с ликвидацией последствий аварий и выплаты регрессных исков семьям, пострадавшим при несчастных случаях.

- исключения возможности несанкционированного проникновения в процесс сбора и передачи информации о ходе горных работ;

- возможность управления горными работами без участия человека (устранение человеческого фактора).

Список литературы

1. Бондаренко В.И., Мещанинов С.К., Свириденко А.А. Имитационная модель локальной системы управления надежностью функционирования высоконагруженной лавы // Науковий вісник НГУ. – 2005. – № 1. – С. 33-36.
2. Бондаренко В.И., Мещанинов С.К. К научному обоснованию параметров систем контроля и управления надежностью ведения подземных горных работ // Вісник Криворізького технічного університету. – 2007. – Вып. 18. – С. 32-36.
3. Бондаренко В.И., Мещанинов С.К. О современной концепции безопасности эксплуатации высоконагруженных лав // Уголь Украины. – 2005. – № 12. – С. 29-32.

Рекомендовано до публікації д.т.н. С.П. Мінеєвим 15.09.09