

Д-р техн. наук В.Г. Перепелица,
д-р техн. наук Ю.И. Кияшко
(ИГТМ НАН Украины)

инж. И.А. Яценко (Минуглепром Украины)

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ СИСТЕМ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ УГОЛЬНЫХ ШАХТ (ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЭКЗОГЕННЫМ ПОЖАРАМ)

Проаналізовано організацію системи протиаварійного захисту вугільної шахти, встановлено, що найбільш значними аваріями на сучасних шахтах є екзогенні пожежі, тому при оцінці функціонування шахти під час їх виникнення та використання засобів протиаварійного захисту найбільш важливим є диференціація функцій системи та оцінка її роботи як роздільно, так і в цілому з метою виробки рекомендацій по вдосконаленню реалізації протиаварійних мір.

METODOLOGY ESTIMATE AGAINST-ACCIDENT SYSTEMS OF COAL MINES (IN CONFORMITY WITH EXOGEN FIRES)

The organization system against-accident system of coal mines was analyzed. Established, that most significant accidents on the contemporary mines is exogen fires, therefore in the time estimate of function mine in the time of its rising and use ways of against-accident defence the most important is differentiation functions of system and valuation of its work as separated, so in complex with aim make of recommendations by protection realization of against-accident measures.

Решение задач ведения горных работ в современных глубоких метанообильных шахтах в высоконагруженными лавами поставило перед горной промышленностью, и горной наукой в частности, ряд непростых научно-практических задач. Усложнение условий добычи полезного ископаемого повышает вероятность возникновения в них аварий, причем носящих в ряде случаев характер техногенных катастроф, когда происходят масштабные выбросы угля, породы и газа, длительно протекающие экзогенные и эндогенные пожары. К сожалению, избежать их нельзя, тому есть много как объективных, связанных с недостаточной изученностью отработки угольных месторождений на больших глубинах, так и субъективных, вызванных несовершенством человеко-машинных систем управления шахтой как в нормальных, так и в аварийных условиях функционирования горного предприятия, факторов. Поэтому реальной задачей, которая ставится в настоящее время, является максимально возможное снижение вероятности возникновения аварийной ситуации, а если авария все же возникла – ликвидации ее в кратчайшие сроки, без жертв и с минимизацией возможного материального ущерба.

Аварий на шахте может возникнуть много. По данным МакНИИ, не считая обычных отказов оборудования или временных отключений электроэнергии на короткий срок, существует двенадцать типов таких аварий. Они различаются как по сложности, времени развития, необходимости, времени ввода и осуществления мероприятий плана ликвидации аварий (ПЛА), так и по степени необходимости задействования для их ликвидации дополнительного (в лице специалистов ГВГСС) персонала и нестандартных технических средств. Поэтому,

и об этом уже неоднократно говорилось на конференциях и совещаниях различных уровней, а также писалось в научно-технической литературе, необходимо создать эффективную систему противоаварийной защиты угольных шахт (СПАЗШ), способную, на первом этапе, решать задачи прогнозирования и принятия, в советующем режиме, первоочередных мер по локализации и ликвидации возникающих шахтных аварий, а в дальнейшем – позволить лицам, ответственным за ликвидацию аварии, непосредственно участвовать в этом процессе с привлечением, в том числе, средств дистанционного управления процессами, связанными с выполнением противоаварийных мер.

Такой СПАЗШ в настоящее время, не существует не только в Украине, но и нигде в мире. Объясняется не только тем, что отсутствуют технические средства эффективного влияния на развитие аварийной ситуации, но и тем, что наличие человеческого фактора и возможности получения оперативной информации о состоянии шахтной вентиляционной системы (ШВС) не дает гарантии правильности применяемых мер. Нет и соответствующей нормативной базы, поскольку она фактически ограничивается Правилами безопасности в угольных шахтах [1] и приложениями к ним, в которых перечисленные моменты практически не учтены.

Однако возникающие в угольных шахтах аварии достаточно успешно ликвидируются. Несмотря на недостатки, разные варианты СПАЗ на шахтах функционируют. Иное дело – проектирование их не поставлено на должный уровень, поэтому в каждом конкретном случае приходится «подгонять» разработанную СПАЗШ под изменившиеся условия ведения горных работ, что, соответственно, может снизить ее эффективность.

С другой стороны, понятие «противоаварийная защита», в широком понимании этого термина, в [1] вообще отсутствует. Нормативные документы содержат подробные рекомендации по ликвидации экзогенных [2], отчасти эндогенных пожаров, внезапных выбросов угля, породы и газа. Относительно других, даже, по нашему мнению, сложных и опасных аварий, правила [1] ограничиваются общими рекомендациями. Результатом является то, что в ПЛА в большинстве случаев на вроде бы менее значительные аварии (затопление горных выработок, обрушения пород, временное отключение вентиляторов главного проветривания (ВГП) и т.д.) составляются общие позиции, содержащие рекомендации, не носящие конкретного характера. Предполагается, что для их ликвидации нет необходимости привлечения мощных средств СПАЗШ и дополнительных человеческих и материальных ресурсов.

Однако дело обстоит не совсем так. Если противоаварийная защита угольной шахты в настоящее время в основном ориентирована на ликвидацию экзогенных пожаров (в [1] прямо и используется термин «противопожарная защита»), то о необходимости расширения ее функций свидетельствуют многочисленные нормативные документы и научно-практические исследования (можно сослаться на требования Горного Закона Украины [3], на работы НИИГД [4], ИГТМ НАН Украины [5] и др. Современные сложные экзогенные пожары, как правило, не ограничиваются выгоранием материала в пожарном очаге и естест-

венным затуханием. Пожар может сопровождаться взрывами притекающего к очагу горения метана, возможно с примесью угольной пыли, а также, в случае затянувшейся ликвидации – переходом горения в угольные пласты и выработанное пространство лав, возможным возгоранием метана в выработанном пространстве, т.е. переходом экзогенного пожара в эндогенный, ликвидация которого значительно сложнее. Как следует из ряда исследований, выгорание крепи, а также снижение крепости выгорающих пород в выработанном пространстве, способно вызвать обрушения (оседание) кровли и вмещающих пород, что может существенно изменить (причем в сторону увеличения) аэродинамическое сопротивление аварийного участка и затруднить его проветривание. Изменение аэродинамического сопротивления участка при этом поддается контролю лишь частично (участок горит), а то и вовсе неосуществимо.

Указанные моменты говорят о том, что СПАЗШ в общем виде пока построить невозможно. Та его часть, которая функционирует на шахте, должна быть, на первом этапе работы, подвергнута контролю и оценке с целью определения возможности ее эффективного использования на этапе, по крайней мере, первоначальном, ликвидации аварийной ситуации, а также, в случае сохранения ее работоспособного состояния, - на этапе ввода в действие и использования оперативного ПЛА. Поскольку в настоящее время, как было сказано выше, на шахтах существует упрощенный вариант СПАЗШ, рассчитанный в основном на ликвидацию экзогенных пожаров, рассмотрению в настоящей публикации подлежит оценка эффективности СПАЗШ, причем в методологическом плане, поскольку количественная эффективность СПАЗШ находится лишь в стадии выработки критериев ее оценки (предложенный ранее критерий [5] недостаточен, и даже попытки его совершенствования [6] не принесли необходимого результата). Поэтому вопрос следует рассматривать в следующем плане.

Возникновение экзогенного пожара сопровождается выделением в шахтную атмосферу вредных технологического характера. Помимо метана, который всегда находится на исходящей вентиляционной струе с той или иной (опасной по взрывоопасности либо лишь потенциально опасной) концентрацией, в нее поступают окислы азота, свободный водород (появление которого свидетельствует о переходе горения в пассивную фазу, т.е. к эндогенному пожару), а также окись и двуокись углерода, напрямую препятствующие процессу дыхания и затрудняющие процесс аварийной эвакуации горнорабочих и ведения горноспасательных работ. Обнаружение перечисленных компонентов газовой воздушной смеси в раздельной постановке, и тем более оценка их концентрации, представляют сугубо теоретический интерес, да и не нужны, поскольку регламентированные [1] их предельно допустимые концентрации перечисленных компонентов газовой воздушной смеси находятся иногда даже за пределами точности измерительных приборов. Для целей применения первоочередных мероприятий по ликвидации аварий поэтому, как правило, применяется логическая формула «авария возникла – да или нет». Если результат опроса системы обнаружения (будь она автоматической, автоматизированной, человеко-машинной либо просто связанной с обнаружением аварии человеком визуально либо по первичным

или вторичным признакам) составляет «да» - необходимо принятие мер по дальнейшему анализу создавшейся ситуации, ее возможной локализации и ликвидации имеющимися силами, а в случае невозможности принятия указанных мер – ввода в действие ПЛА и вызова в качестве дополнительных сил подразделений ГВГСС. Если ответ – «нет», вопрос дальнейших действий отпадает, и функционирование горного предприятия происходит по обычной технологической схеме.

Первым этапом оценки эффективности функционирования СПАЗШ является оценка системы обнаружения экзогенного пожара. Естественно, этот вопрос неоднозначен. Как отмечалось рядом исследователей [5, 7-15], оптимальным вариантом было бы на стадии проектирования горного предприятия предусмотреть оснащение всех возможных аварийных участков датчиками обнаружения пожарных газов (как в отечественной, так и в зарубежной практике считается наиболее эффективным появление на исходящей струи окиси углерода. Однако такие датчики дороги, в шахте их может быть установлено немного, они требуют особых условий эксплуатации, и, несмотря на высокую скорость срабатывания, не могут обеспечить обнаружение появления пожарных газов в приемлемом интервале времени (скажем, в течение 15-20 минут), когда, в случае принятия соответствующего решения, будет эффективным осуществление аварийного вентиляционного режима.

Другой вариант – установка в горных выработках тепловых датчиков, реагирующих на повышение температуры. Аналог их всем хорошо известен – они установлены на всех промышленных предприятиях, в магазинах, организациях. Они сравнительно дешевы, однако имеют существенный недостаток: большую инерционность срабатывания. Если в ограниченном объеме наземного помещения нагрев воздуха до необходимого предела происходит сравнительно быстро, то в горных выработках, вследствие прохождения по ним большого количества воздуха, процесс нагрева его в верхней части выработки происходит медленнее, и к моменту срабатывания теплового датчика газообразные продукты горения прикипают на значительное расстояние, и эффективность принятия мер по локализации аварии (в основном и связанных с недопущением попадания ядовитых газов к маршрутам аварийной эвакуации людей, значительно снижается).

Так же обстоит дело и с обнаружением очага возгорания человеком. Если пожар возник в месте, где имеются работающие люди (конвейерных штреках, лавах, камерах) – визуальное обнаружение его не представляет сложностей, и информация об аварии поступает к горному диспетчеру незамедлительно. Если же пожар возникает в выработках, где присутствие людей эпизодично, - он может быть обнаружен спустя длительный отрезок времени, и даже не в той позиции ПЛА, где произошла авария. В этом случае, даже при условии подтверждения того факта, что авария действительно имеет место, может быть введена в действие не та, неаварийная, позиция ПЛА, что создаст сложности с ликвидацией аварии.

Поэтому первой задачей оценки системы противоаварийной защиты является определение эффективности ее обнаружения. Обнаружение аварии лицами,

работающими на аварийных участках, не представляется сложным: шахта оборудована телефонной связью, и оповещение горного диспетчера ограничивается только временем достижения обнаружившим аварию горнорабочим ближайшего телефонного аппарата. Если же предусматривается обнаружение аварии с использованием технических средств непрерывного действия (системы датчиков) – вопрос ставится иначе. Вопросы проектирования системы установки датчиков обоснованы и решены [5], однако не приняты горной промышленностью; причины указаны выше. Поэтому интерес представляет следующий подход [6]: если определен базис датчиков на шахте есть, то за какой интервал времени будет обнаружена авария? И насколько он приемлем для данной шахты?

Этот вопрос принципиально решен. Однако, с учетом статистических данных, время обнаружения пожара оказалось велико (порядка 30 минут). За это время, как показали исследования [4,5] продукты горения способны распространиться на 1500-2000 м даже при условии невысоких скоростей воздушных потоков в аварийных и прилегающих к ним выработках, и сделать невозможным не только возможным местное реверсирование воздушных потоков, рекомендуемое специалистами НИИГД [5], но и общешахтное реверсирование.

Выход может быть найден лишь в увеличении количества и правильном расположении датчиков обнаружения пожара, а также принятии мер, не связанных напрямую с обнаружением пожара, а относящихся к снижению вероятности его возникновения (применением менее горючих материалов, демонтажом ненужных технологических элементов, способных стать причиной загорания, и т.д.).

Когда пожар обнаружен, то даже до локализации его очага должен быть подан сигнал оповещения о нем людей, потенциально подлежащих аварийной эвакуации. Система аварийной сигнализации в шахтах также существует. Возникает лишь вопрос о ее полноте и эффективности использования. Если оповещение является звуковым, т.е. сигнал о возникновении аварийной ситуации должен быть услышан работающими людьми – необходимо оценить и уточнить места размещения сигнальных устройств и их мощность. Если оповещение производится посредством телефонной связи – необходимо оценить базис расположения ее элементов и вероятность нахождения в непосредственной близости лиц, которые могли бы принять телефонный сигнал.

На следующем этапе вводится в действие соответствующая позиция ПЛА. При этом могут возникнуть альтернативные варианты. Если системы обнаружения пожарного очага и аварийного оповещения сработают нормально – горный диспетчер получит правильную информацию и сможет ввести в действие нужную позицию ПЛА, после чего, если она составлена правильно, ликвидация аварии будет происходить оперативно и эффективно. Если же обнаружение аварии, вследствие объективных или субъективных причин, будет произведено несвоевременно, очаг пожара может быть локализован неправильно, и горный диспетчер, как уже отмечалось выше, введет в действие не ту позицию ПЛА. Следствием явится осложнение установления аварийного вентиляционного ре-

жима, эвакуации людей и ведения горноспасательных и аварийно-восстановительных работ.

В дальнейшем осуществляется последовательное решение задач ПЛА в соответствии с перечнем мероприятий его оперативной части. Они также дифференцируются на формализованные и неформализованные. В первую группу входят мероприятия, которые не требуют проведения оптимизационных расчетов с использованием ПЭВМ. Это, например, вызов на шахту подразделений ГВГСС, отключение электроэнергии, подаваемой в шахту, решение вопросов водоотлива, установления водяных завес и т.д. По нашему мнению, эти вопросы также было бы необходимо оптимизировать расчетным путем, однако пока в угольной отрасли такой подход не принят, и решения принимаются на основе инженерного опыта и интуиции составителя оперативной части ПЛА.

Во вторую группу входят мероприятия, связанные с проведением расчетных работ. Это задачи имитационного моделирования распределения в ШВС вредных аварийного характера и связанных с ними особенностей аварийной эвакуации людей из шахты при возникновении пожара. Первым этапом такого моделирования является расчет параметров аварийного вентиляционного режима, который собственно и определяет направление движения пожарных газов по вентиляционным выработкам и формирование аварийных и угрожаемых зон ШВС, в обход которых должны направляться группы эвакуируемых людей. Для вентиляционных систем современных шахт характерна большая топологическая размерность, наличие нескольких ВГП, большая протяженность горных выработок, наличие большого количества источников метановыделения и других факторов, интуитивный учет влияния которых на ликвидацию возникшего пожара попросту невозможен, и требует определенной формализации и проведения оптимизационных расчетов на ПЭВМ. Мы называем формализацию «определенной» потому, что именно формализация для аналитического решения указанных задач невозможна в принципе: просто невозможно в полном объеме и корректно получить и подготовить исходную информацию. Поэтому при составлении ПЛА используется широкий спектр научных и технических приемов, от получения информации замерным путем до ее структурно-параметрической идентификации [16,17], а если и этого окажется недостаточно – использования методов экспертных оценок с привлечением специалистов шахты, ГВГСС и научно-исследовательских и проектных организаций. Указанные методы должны применяться и при оценке эффективности СПАЗШ в части ввода в действие ПЛА.

Отдельным является вопрос использования дополнительных мер по установлению аварийного вентиляционного режима. Имеется ввиду использование средств местного регулирования воздушных потоков. Как отмечалось рядом исследователей [4,5,18 и др.], они являются достаточно мощным и в то же время недостаточно управляемым средством регулирования. Как правило, они не обладают дистанционным управлением, а управление вручную может встретить сложности ввиду попадания средства местного регулирования в зону действия поражающих факторов аварии и невозможности подхода к нему. Вопрос

рассматривается достаточно давно, но не имеет пока конкретной нормативной и технической базы. Кроме того, как показывают исследования, проведенные в ИГТМ НАН Украины [4, 18-20], местное регулирование затрудняется тем, что на шахтах существует большое количество вентиляционных дверей, расположенных на маршрутах движения воздуха последовательно, и порядок их закрытия либо открытия способен не оказать планируемого влияния на осуществления аварийного вентиляционного режима, либо вообще сделать невозможным выполнение мероприятий ПЛА.

Следующим, наверное, наиболее сложным этапом функционирования СПАЗШ, требующим разработки новых методов и подходов к анализу ее эффективности, является реализация мероприятий оперативного ПЛА (при этом считается, что он уже составлен; в настоящее время это делается коллективом экспертов, поскольку программное обеспечение оперативного управления ликвидацией аварии отсутствует). На этом этапе людей в шахте нет. Работают только подразделения ГВГСС, оснащенные специальными средствами защиты, поэтому проведение вентиляционных маневров, связанных с изменением направлений воздушных потоков и способное сопровождаться, в принципе, изменением состава шахтной атмосферы, может осуществляться в более широких диапазонах управляющих воздействий. Вместе с тем использование средств СПАЗ на этом этапе весьма неоднозначно по следующим причинам:

1. Составление и реализация мероприятий оперативного ПЛА занимает значительное время вследствие того, что коллектив экспертов должен обсудить намечаемые меры, получить из шахты оперативную информацию о ходе ликвидации аварии и выработать, на их основе, необходимые рекомендации. Естественно, подразделения ГВГСС в шахте работают и в это время, исходя из создавшейся оперативной обстановки.

2. Оперативное поступление информации из шахты для составления оперативного ПЛА гарантировать, строго говоря, нельзя. На этапе развившегося пожара может быть повреждена телефонная сеть шахты, и сигналы на пульт горного диспетчера будут поступать несвоевременно, что не позволит оперативно реагировать на развитие аварийной ситуации.

3. Вентиляционные двери в шахте в подавляющем количестве случаев изготавливаются из горючих материалов. Их аэродинамическое состояние по этой причине в ходе развития пожара может значительно изменяться (по данным [21-22], полученным уже в ходе собственно работ по ликвидации аварии, в 10-15 раз), поэтому управление вентиляционным режимом на основании неполной и не всегда объективной информации нельзя назвать приемлемым. Аналогично обстоит дело и с противопожарными дверями. Их материал не горит, но они, как правило, расположены в выработках с резким увеличением температуры, и происходит деформация металла, из которого они изготовлены, с нарушением степени обеспечения герметизации пожарного очага [5].

Из всего вышесказанного могут быть сделаны следующие выводы.

1. Противоаварийная (в рассматриваемом первом варианте - противопожарная) защита угольных шахт представляет собой многофункциональный ком-

плекс в ряде случаев противоречивых мероприятий, охват которым всего многообразия условий протекания и ликвидации аварии требует проведения дополнительных исследований как научного, так и практического плана.

2. Отвлекаясь от требований [3], можно выделить следующие основные элементы СПАЗ, подлежащие контролю:

2.1 Обнаружение аварии.

2.2 Оповещение об аварии находящихся на горнотехническом объекте людей.

2.3 Ввод в действие ПЛА.

2.4 Имитационное моделирование, при условии оснащения шахты ПЭВМ и соответствующим программным обеспечением, вариантов протекания аварии.

2.5 Выбор аварийного вентиляционного режима.

2.6 Организация аварийной эвакуации людей из аварийного и угрожаемых участков шахты.

2.7 Оценка состояния СПАЗ на момент окончания оперативного времени ПЛА и возможности использования ее элементов в дальнейшем.

2.8 Оценка собственно использования СПАЗ по реализации мероприятий оперативного ПЛА.

2.9 Анализ выполнения СПАЗ возложенных на нее функций с целью дальнейшего совершенствования ее возможностей при возникновении аварий в аналогичных условиях и выработки рекомендаций по ее совершенствованию как при проектировании, так и при реконструкции действующих шахт.

Настоящая публикация не претендует на исчерпывающую полноту. Нами перечислено девять задач анализа и оценки эффективности СПАЗ; их существует значительно больше. Кроме того, как отмечалось выше, нами анализировался лишь вариант функционирования СПАЗ в условиях возникновения экзогенного пожара. Аварии других типов, хоть и достаточно успешно ликвидируются существующими средствами, требуют более детального рассмотрения, вплоть до включения их, в качестве соответствующих приложений, в основополагающий нормативный документ [1]. Поэтому описанные требования являются методологическими, они не содержат конкретных численных методов и технических расчетов. На наш взгляд, целесообразным будет, помимо разработки нормативных документов по созданию и использованию СПАЗ, что уже запланировано в рамках совместных работ Минуглепрома Украины, ИГТМ НАН Украины и отраслевых институтов, создание Руководства по оценке соответствия существующих СПАЗ угольных шахт условиям ликвидации реальных аварийных ситуаций. В дальнейшем, по мере накопления фактического материала, оно может послужить основой для разработки документов, регламентирующих проектирование не только противопожарной, но и собственно противоаварийной, защиты угольных шахт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила безпеки у вугільних шахтах/ НПАОП 10.0-1.01-05 // Затверджено наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 16.11.2004р. № 7.- Київ, 1996.- 198 с.

2. Збірник інструкцій до Правил безпеки у вугільних шахтах. Том 2/Державний нормативний акт про охорону праці// Затверджено наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 18.01.1996р. № 7.- Київ, 1996.- 201 с.
3. Гірничий Закон України.- Затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 6 Жовтня 1999 р., № 1127-XIV.
4. Болбат И.Е., Лебедев В.И., Трофимов В.А. Аварийные вентиляционные режимы в угольных шахтах.- М.: Недра, 1992.- 206 с.: илл.
5. Потемкин В.Я., Козлов Е.А., Кокоулин И.Е. Автоматизация составления оперативной части планов ликвидации аварий на шахтах и рудниках. – К.: Техника, 1991.- 125 с.
6. Эвакуация людей при пожаре с использованием транспортных средств циклического действия/ И.А. Яценко// Геотехнічна механіка: Між від. зб. наук праць/ Дніпропетровськ, 2005.- Вип.. 58.- с. 213-219.
7. Вдовин Д.И., Ерахмилевич В.И., Эйнер Ф.Ф. Обнаружение пожаров средствами автоматического контроля микроконцентраций окиси углерода.- Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело: Науч.-техн. реф. сб./ЦНИЭИуголь, 1972, № 12, с. 10-11.
8. Гавриленко П.Ф. Датчик для обнаружения открытых пожаров в шахтах.- Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело: Науч.-техн. реф. сб. /ЦНИЭИуголь, 1970, №3, с. 40-41.
9. Гавриленко П.Ф., Гродзинский М.И., Стадник А.П. И др. Система «Горизонт-М» автоматизированного контроля за возникновением пожаров в шахте.- Уголь Украины, 1980, № 1, с. 38-39. Авт.: Гавриленко П.Ф., Гродзинский М.И., Стадник А.П., Жигулевцев А.Е.
10. Ерахмилевич В.И. Совершенствование контроля содержания окиси углерода на шахтах.- Безопасность труда в промышленности, 1982, № 5, с.22-23.
11. Зайцев Л.В. К вопросу создания средств автоматического обнаружения пожара. – В кн.: Автоматизация в угольной и горнорудной промышленности. М.: Недра, 1971, вып. 3, с. 21-23.
12. Сосинский Л.М., Гейшес А.И. Автоматизированная система обнаружения аварий в угольной шахте.- В кн.: Записки ЛГИ, 1980, 93, с. 21-29. (Рук. деп. в ЦНИЭИуголь 19 сентября 1980 г., № 1868/4).
13. Стрейманн В.Э., Белянин И.Е., Власенко Я.С. О выборе места установки датчиков для обнаружения подземных пожаров.- Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело: Науч.-техн. реф. сб./ЦНИЭИуголь, 1972, № 5, с. 18-19.
14. Возможности применения и расстановки датчиков обнаружения подземных пожаров./ Поздняков К.И., Шабельников А.В.// Уголь.- 1990.- № 9.- с. 39-41.
15. Информационные технологии – основа стратегии развития безопасной угледобычи./ Дубов Е.Д., Мухин П.Е., Коптиков В.П., Красик Я.Л., Синенко В.В., Курносков В.Г., Виноградов В.В.// Уголь Украины, 2001, №. 1, с. 30-33.
16. Структурная идентификация шахтной вентиляционной сети / Булат А.Ф., Бунько Т.В., Кокоулин И.Е. // Уголь Украины, 2004.- № 1.- с. 31-35.
17. Критерии адекватности математических моделей вентиляционных сетей угольных шахт с неопределенной структурой и аэродинамическими параметрами / Бунько Т.В.// Геотехнічна механіка.: Між від. зб. наук. праць/ Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України.- Дніпропетровськ, 2005.- Вип.. 59.- с. 176-183.
18. Управление воздушным распределением в вентиляционной сети рудника при возникновении экзогенного пожара / Кокоулин И.Е. // Известия вузов. Горный журнал.- 1995.- № 9.- с.121-127.
19. Совершенствование вентиляции и дегазации угольных шахт/ Булат А.Ф., Звягельский Е.Л., Бокий Б.В., Радченко В.В., Яценко И.А., Ефремов И.А., Торопчин О.С., Бунько Т.В., Красник В.Г., Кокоулин И.Е.// Днепропетровск.- 2005.- 216 с.
20. Неопределенность в системах противоаварийной защиты угольных шахт/ Бунько Т.В., Кокоулин И.Е.// Геотехнічна механіка.: Між від. зб. наук. праць/ Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України.- Дніпропетровськ, 2006.- Вип. 64.- с. 21-30.
21. Анализ аварий и горноспасательных работ на шахтах, обслуживаемых ГВГСС Минтопэнерго Украины за 2003 год./ Министерство топлива и энергетики Украины. Государственная военизированная горноспасательная служба (ГВГСС)// Донецк, 2004.- 168 с.
22. Анализ аварий и горноспасательных работ на шахтах, обслуживаемых ГВГСС Минтопэнерго Украины за 2004 год./ Министерство топлива и энергетики Украины. Государственная военизированная горноспасательная служба (ГВГСС)// Донецк, 2005.- 201 с.