

УДК 622.261.35:622.235.672

**Минеев С.П.**, д-р техн. наук, проф.,  
(ИГТМ НАН Украины),  
**Янжула А.С.**, инженер,  
(ШУ «Покровское»)  
**Кострица А.А.**, инженер,  
(ИГТМ НАН Украины),  
**Кирияков М.А.**, инженер  
(ИГТМ НАН Украины),  
**Минеев А.С.**, канд. техн. наук  
(ГВУЗ «НГУ»)

### **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЖИМА СОТРЯСАТЕЛЬНОГО ВЗРЫВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК\***

**Мінеєв С.П.**, д-р техн. наук, проф.,  
(ІГТМ НАН України),  
**Янжула О.С.**, інженер,  
(ШУ «Покровське»)  
**Кострица А.О.**, інженер,  
(ІГТМ НАН України),  
**Кір'яков М.А.**, інженер,  
(ШУ «Покровське»)  
**Мінеєв О.С.**, канд. техн. наук  
(ДВНЗ «НГУ»)

### **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕЖИМУ СТРУСНОГО ПІДРИВАННЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ГІРСЬКИХ ВИРОБОК**

**Mineev S.P.**, D. Sc. (Tech.), Professor,  
(IGTM NAS of Ukraine),  
**Yanzhula O.S.**, M.S. (Tech.),  
(Mine management "Pokrovskoye")  
**Kostritsa A.A.**, M.S. (Tech.),  
(IGTM NAS of Ukraine),  
**Kiryakov M.A.**, M.S. (Tech.)  
(Mine management "Pokrovskoye")  
**Mineev O.S.**, Ph. D. (Tech.)  
(SHEI "NMU")

### **IMPLEMENTATION OF SHOCK BLASTING MODE IN MINE WORKING CONVEYING**

**Аннотация.** Производство сотрясательного взрывания при ведении горных работ на угольных шахтах Украины регламентируется целым рядом нормативных документов. Вместе с этим, при производстве сотрясательного взрывания имеет место много технологических нарушений режима и нередко происходят газодинамические явления, в том числе с человеческими жертвами. Режим сотрясательного взрывания на шахтах применяется для отбойки угольного

\* © Минеев С.П., Янжула А.С., Кострица А.А., Кирияков М.А., Минеев А.С., 2017

Статья посвящена 50-летию со дня основания Института геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины

массива на выбросоопасных пластах независимо от результатов прогноза и эффективности, выполненных противовыбросных мероприятий; на угрожаемых пластах в зонах, где текущим прогнозом установлены значения «опасно»; при проведении выработок по выбросоопасным угольным пластам.

Сотрясательное взрывание применяется в шахтах при весьма широких горно-геологических условиях. На особовыбросоопасных пластах при производстве сотрясательного взрывания рекомендуется применять способы снижения интенсивности и частоты выбросов угля и газа, для чего используется методы увеличением глубины зоны разгрузки призабойной части угольного пласта, которая достигается в шахтных условиях за счёт применения способов передового рыхления вмещающих пород, опережающего взрывания, взрывания шпуровых зарядов во вмещающих породах, передового рыхления (камуфлетного взрывания) угольного массива. Кроме того, применяется паспорт БВП с образованием насыпной преграждающей перемычки. Увеличение зоны разгрузки призабойной части пласта достигается применением передового торпедирования угольного массива или вмещающих пород и опережающего гидро-взрывания.

Как установлено использование режима сотрясательного взрывания при ведении горных работ является одним из самых безопасных способов борьбы с газодинамическими явлениями, но одновременно он является, как правило, одним из самых экономически затратных, особенно при необходимости ритмичной работы угольной шахты, поэтому основные направления исследований должны быть продолжены в направлении уменьшения затрат и повышения эффективности применения данного способа.

**Ключевые слова:** режим, сотрясательное взрывание, использование, проведении выработок, газодинамические явления, прогноз

Сотрясательное взрывание, выполняемое в подготовительных и очистных выработках, применяется в основном при разработке особо опасных участков пласта, где локальные способы предотвращения выбросов не всегда могут быть выполнены в полном объёме или при их не эффективности, а также в зонах геологических нарушений и ПГД. Производство сотрясательного взрывания при ведении горных работ на угольных шахтах Украины регламентируется целым рядом нормативных документов: «Инструкция по применению сотрясательного взрывания в угольных шахтах Украины», «Единых правил безопасности при взрывных работах», «Правил ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям» и «Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах». Вместе с этим, при производстве сотрясательного взрывания имеет место множество технологических нарушений режима и нередко происходят газодинамические явления, в том числе с человеческими жертвами.

Перед рассмотрением особенностей применения режима сотрясательного взрывания при проведении горных выработок необходимо кратко остановиться на основных определениях и терминах, используемых при выполнении сотрясательного взрывания на практике [1-4]. Сотрясательное взрывание – взрывные работы на пластах, опасных или угрожаемых по внезапным выбросам угля, породы и газа, выполняемое в определённом режиме, направленном на защиту людей от последствий газодинамического явления. Выполненный ранее анализ показал, что за последние 20-30 лет большинство аварий (выбросы, взрывы метановоздушной смеси) произошли в следующих забоях с повышенной опасностью [5]:

- забои выработок, проводимые по нарушенному трещиноватому массиву, по завалу и присечку к нему, зонах геологических нарушений, в смешанных забоях с верхней подрывкой слабых неустойчивых пород и при других условиях,

корда может иметь место оголение шпуровых зарядов ВВ. В таких условиях происходит порядка трети аварий от их общего количества;

- угольные и смешанные забои выработок, проводимых по выбросоопасным или угрожаемым пластам. При взрывных работах с использованием ВВ IV класса в таких выработках количество взрывов и вспышек метана достигает 30,4 %.

Определение основных терминов, используемых при сотрясательном взрывании, таких как: опасная зона при сотрясательном взрывании, командный пункт ведения сотрясательного взрывания, стационарный пункт ведения взрывных работ, постоянная взрывная магистраль, объявление о времени ведения сотрясательного взрывания в конкретных забоях, забойка промежуточная и ингибиторная, водораспылительная завеса, водовоздушная завеса длительного действия, вскрытие пластов, склонных к внезапным выбросам угля и газа, двухъярусные рассредоточенные заряды, аэрозольные (порошковые) завесы и другие, достаточно детально описаны в работах [4, 6].

При выполнении сотрясательного взрывания применяются различные способы снижения интенсивности и частоты выбросов угля и газа. Сущность таких способов, заключается в применении специальных паспортов ведения взрывных работ в подготовительных и очистных выработках, обеспечивающих создание эффективной искусственной (дополнительной) зоны разгрузки пласта впереди забоя выработки посредством взрывания зарядов ВВ в угольном массиве или во вмещающих угольный пласт породах. А также с применением таких паспортов проведения выработок с взрыванием зарядов по породной части забоя с последующей локализацией возможного выброса угля и газа путём взрывного возведения насыпной преграждающей перемычки из отбитой породы.

**Постановка задачи.** Сотрясательное взрывание на угольных шахтах применяется для отбойки угольного массива на выбросоопасных пластах независимо от результатов прогноза и эффективности, выполненных противовыбросных мероприятий; на угрожаемых пластах в зонах, где текущим прогнозом установлены значения «опасно»; при проведении выработок по выбросоопасным угольным пластам. В данной статье рассмотрены основные требования и правила, технологии производства и организации безопасных условий труда при ведении взрывных работ на пластах, склонных газодинамическим явлениям.

**Изложение материала и результаты.** Необходимо отметить, что сотрясательное взрывание применяется в шахтах при: вскрытии выбросоопасных угольных пластов и пропластков мощностью более 0,1 м; вскрытии угрожаемых угольных пластов и пропластков, если прогнозом установлены опасные значения показателей выбросоопасности или прогноз перед вскрытием не осуществлялся; вскрытии песчаников на глубине 600 м и более, если прогнозом установлена его выбросоопасность или прогноз перед вскрытием не осуществлялся; проведении выработок по выбросоопасным песчаникам, если прогноз не осуществлялся или прогнозом, установлены опасные значения показателей выбросоопасности; проведении по углю горизонтальных, наклонных (сверху вниз) и восстающих выработок с углом наклона до 10° включительно; в очистных выработках на пологих

и наклонных пластах; в щитовых забоях, в монтажных печах щитовых лав и комбайновых нишах на крутонаклонных и крутых пластах; при камуфлетном взрывании; при пластовом и внепластовом торпедировании, выполняемом для снижения газодинамической активности угольного пласта [2, 3].

Впервые сотрясательное взрывание применили в 1890 г. во Франции, в отечественной практике – в 1917 г. в шахте «Красный Профинтерн» (г. Енакиев) при вскрытии пл. «Дерезовка» на гор. 340 м; сопровождалось выбросом угля и газа интенсивностью 200 т.

Выемочные участки и тупиковые выработки, в которых применяется сотрясательное взрывание, должны быть оснащены аппаратурой АКМ, а работники, направляемые для производства сотрясательного взрывания, должны оснащаться метан-сигнализаторами, совмещёнными с головным светильником.

Параметры паспортов БВР для выработок, проводимых по выбросоопасным и угрожаемым угольным пластам, должны обеспечить полную отбойку угля по всему сечению выработки. Причём, если при сотрясательном взрывании не достигнута требуемая паспортом конфигурация забоя необходимо производить повторное сотрясательное взрывание по оконтуриванию забоя выработки. При этом следует иметь в виду, что категорически запрещено оформлять забой после сотрясательного взрывания какими-либо машинами, механизмами или ручным инструментом.

Выработка, в которой проводится сотрясательное взрывание, перед взрывными работами освобождается на протяжении не менее 100 м от забоя от вагонеток и другого оборудования, загромаздяющих её более чем на одну треть поперечного сечения. Особо важно, чтобы перед проведением сотрясательного взрывания вентиляционные устройства, расположенные в пределах опасной зоны, а также перемычки, установленные для предотвращения проникновения газа на другие участки или горизонты шахты, были осмотрены лицами технического надзора. Сотрясательное взрывание проводят либо в специально выделенную смену, либо в специальные междусменные перерывы, либо в начале или конце смены. Время, отводимое на выполнение сотрясательного взрывания, определяется на основании хронометражных данных, утверждается приказом директора шахты.

Для каждого забоя предварительно определяют опасную зону, включающую в себя все выработки шахты, расположенные по ходу движения исходящей вентиляционной струи от места взрывания, а также выработки с поступающей свежей струёй воздуха, которые могут быть загазированы при возможной реализации газодинамического явления. Во время выполнения сотрясательного взрывания запрещено нахождение людей в опасной зоне, а также одновременное нахождение рабочих других смен. При необходимости производства пластового и внепластового торпедирования допускается его производить в специально выделенную смену или на выходные дни. Кроме того, для каждого конкретного забоя перед сотрясательным взрыванием разрабатывается «Инструкция по сотрясательному взрыванию в забое...», устанавливающая порядок и технологию выполнения сотрясательного взрывания в конкретных горнотехнических условиях выработки и паспорт БВР. Инструкция по сотрясательному взрыванию является

составной частью паспортов на вскрытие выбросоопасных и угрожаемых угольных пластов, паспортов проведения и крепления подземных выработок и паспортов выемочных участков. Порядок ведения работ по проведению сотрясательного взрывания и лица, ответственные за его выполнение, утверждаются приказом по шахте. В приказе указываются: ответственный руководитель подготовкой и проведением сотрясательного взрывания с поверхности шахты; руководитель сотрясательного взрывания в забое выработки; лицо, ответственное за выставление постов по охране опасной зоны и за вывод людей из этой зоны; лицо, ответственное за ведение взрывных работ в забое; мастера-взрывники, закрепляемые за конкретными забоями; лицо, ответственное за контроль состояния проветривания забоя, вентиляционных устройств, сланцевых и водяных заслонов; лицо, ответственное за отключение электроэнергии в выработках, расположенных в опасной зоне; лицо, ответственное за режим работы подъёмных установок на время производства сотрясательного взрывания. В приказе также указывается перечень фамилий ответственных лиц и мастеров-взрывников, которые будут выполнять порученную работу в течение всего срока ведения сотрясательного взрывания, а конкретные лица из этого перечня, принимающие непосредственное участие во взрывных работах в конкретных забоях и сменах, фиксируются в специальном «Журнале проведения сотрясательного взрывания на шахте» и в наряд-путёвках на производство взрывных работ.

Кроме того, необходимо иметь в виду, что руководителем сотрясательного взрывания с поверхности шахты при обнажении и пересечении вскрывающимися выработками выбросоопасных и угрожаемых пластов, а также при пересечении другими выработками обособовыбросоопасных участков (активных геологических нарушений, зон ПГД, осложнённых геологическими нарушениями, створов горных работ) должен быть главный инженер шахты или его заместители. В других случаях при приближении и удалении вскрывающей выработки, в штреках, просеках, лавах, полевых выработках, стволах и др. руководство сотрясательного взрывания с поверхности шахты допускается возлагать на начальника смены и на начальника участка. А руководителем сотрясательным взрыванием в забое должен быть инженерно-технический работник участка, на котором проводится взрывание, по должности не ниже заместителя (помощника) начальника участка.

К началу времени, выделенного для производства сотрясательного взрывания, все люди должны быть удалены из опасной зоны. Допуск людей в эту зону после сотрясательного взрывания производят после замеров содержания метана, проверки забоев и оборудования, снятия постов и доклада руководителя сотрясательным взрыванием в забоях руководителю сотрясательным взрыванием с поверхности шахты. Последний, на основании доклада и данных телеметрии системы АГК, даёт разрешение на допуск людей в выработки. В случае реализации газодинамического явления допуск людей в опасную зону осуществляется только по письменному разрешению руководителя по ликвидации аварии.

Перед началом заряжания забоев во всех выработках шахты, расположенных в пределах опасной зоны, электроэнергия должна быть отключена. Включение электроэнергии допускается только после проверки содержания метана в ат-

мосфере выработок и целостности электрооборудования и кабелей после взрыва и спровоцированного ГДЯ. При этом, не допускается при сотрясательном взрывании отключение вентиляторов местного проветривания, телефонной связи и аппаратуры автоматического контроля содержания метана, датчиков, используемых для контроля выбросоопасности угольных пластов. В забоях выработок, в которых в связи с возможным затоплением нельзя отключать электроэнергию до начала заряжания шпуров, обесточивание выполняется перед началом монтажа взрывной сети. В углубляемых стволах отключение электроэнергии с подъёмной установки производят после выезда людей из ствола.

Все сообщения исполнителей взрывных работ в подземных выработках о ходе подготовки забоя к взрыванию, о выставления постов, удалении рабочих в безопасное место, разрешение на взрывание и осмотр забоя после взрывания на допуск рабочих и другие служебные разговоры должны фиксироваться руководителем сотрясательным взрыванием с поверхности на электронный носитель и сохраняться не менее трёх суток.

Осмотр забоя после взрывания проводится только с разрешения руководителя сотрясательным взрыванием с поверхности после получения им данных системы АКМ о содержания метана в выработке, в которой проводилось взрывание, но не ранее, чем через 30 мин после взрывания и при содержания метана менее 2 %. Осмотр забоя должен проводиться руководителем сотрясательным взрыванием в забое и мастером-взрывником.

Руководитель сотрясательным взрыванием, замеряющий содержание метана при продвижении к забою для осмотра его после сотрясательного взрывания, должен находиться на расстоянии не менее 3 м впереди мастера-взрывника. При обнаружении концентрации метана 2 % и более они обязаны немедленно возвратиться в выработку со свежей струёй воздуха и сообщить об этом руководителю сотрясательным взрыванием на поверхности шахты.

Для предотвращения воспламенения метановоздушной и метанопылевоздушной смеси, кроме соблюдения пылегазового режима, при сотрясательном взрывании рекомендуется применять: водораспылительные, воздушные или аэрозольные (порошковые) завесы, создаваемые распылением воды или пламегасящего порошка; мероприятия по предупреждению выгорания шпуровых зарядов; гидрозабойку или пастообразную ингибиторную забойку.

Инициирование зарядов при сотрясательном взрывании должно осуществляться предохранительными электродетонаторами мгновенного и короткозамедленного действия со временем замедления последней ступени не более 220 мс. При вскрытии пластов до их обнажения могут использоваться электродетонаторы короткозамедленного действия со временем замедления последней ступени не более 320 мс. Взрывание зарядов необходимо производить за один приём взрывными приборами, допущенными органами охраны труда для этой цели и способными взрывать весь комплект зарядов за один приём [3].

Место укрытия мастера-взрывника должно находиться на расстоянии не менее 600 м от забоя, но не ближе 200 м от места слияния исходящей из выработки струи воздуха со свежей струёй, а люди, не связанные с производством взрывных работ, должны находиться на свежей струе воздуха на расстоянии не

менее 1000 м, считая против направления её движения. В забоях, где произведена опережающая выемка угля, а взрывные работы ведутся только по породе, место укрытая мастера-взрывника должно находиться на расстоянии не менее 200 м от сопряжения проводимой выработки с выработкой, проветриваемой за счёт общешахтной депрессии, считая против движения свежей струи воздуха.

При проведении подготовительных выработок в забоях сотрясательное взрывание может применяться как по углю или одновременно по углю и породе, так и по вмещающим породам при проведении горизонтальных, наклонных (сверху вниз) и восстающих выработок с углом наклона до  $10^\circ$  включительно. Следует иметь в виду, что в забоях выработок, где произведена предварительная выемка угля, опережение угольным забоем концов шпуров заходки по породе должно быть не менее 0,5 м. При меньшем значении этого опережения взрывные работы во вмещающих породах должны вестись в режиме сотрясательного взрывания.

В местах геологических нарушений взрывание по углю и породе должно проводиться одновременно. Заряжание и взрывание зарядов каждого цикла, в том числе и при раздельном взрывании по углю и породе, допускается производить после проветривания забоя, замера содержания метана, уборки взорванной массы, осуществления мероприятий по взрывозащите забоя и прилегающих к нему выработок на расстоянии не менее 20 м. При этом во всех случаях глубина заходки по углю должна быть не более 2 м. При раздельном взрывании в смешанных забоях взрывание зарядов по углю и породе должно производиться в разное время.

Величина зоны разгрузки равняется  $\Delta l_{min} = l_{min} - l_{ш}$  ( $l_{min}$  – зона разгрузки;  $l_{ш}$  – глубина шпуров) и зависит от многих горно-технических факторов, изменяясь в широких пределах. В ней при выемке угля выбросы угля и газа не происходят. Изучение связи между глубиной шпуров при сотрясательном взрывании и величиной зоны разгрузки и дегазации в призабойной части пласта с учётом вероятности реализации выброса в подготовительных выработках производилось на особо выбросоопасных угольных пластах  $h_7$  и  $h_{10}$  (шахта им. Калинина),  $h_8$  «Прасковиевский» (шахта «Глубокая») и  $h_8^1$  «Смоляниновский» (шахта им. А.А. Скочинского).

Результаты экспериментов показали, что частота и сила выбросов, спровоцированных взрывными работами, могут быть снижены, если  $l_{ш} < l_{min}$ , причём, имеет место, оптимальный вариант, когда  $\Delta l_{min} = l_{min} - l_{ш} = 1,5$  м. Для обеспечения таких условий ранее был разработан способ, что заключается в том,

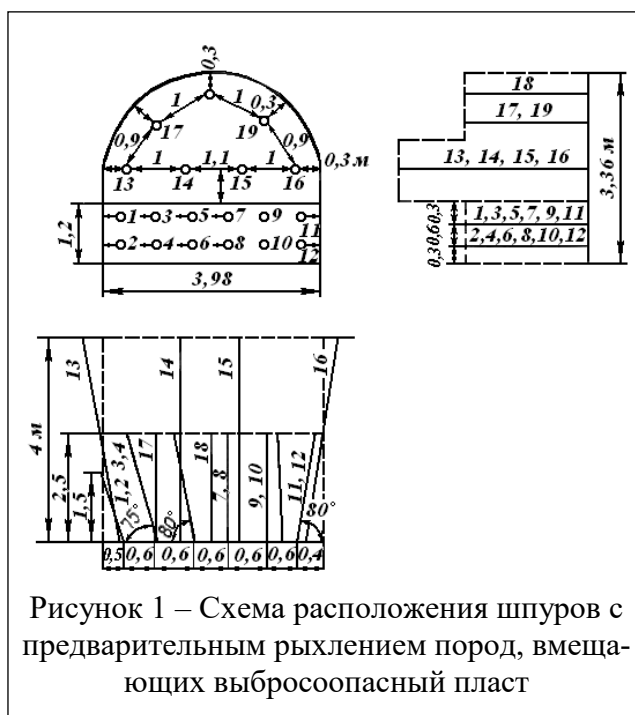


Рисунок 1 – Схема расположения шпуров с предварительным рыхлением пород, вмещающих выбросоопасный пласт

что в породах кровли или почвы взрывается ряд усиленных зарядов ВВ в шпурах, которые в 2 раза превышают глубину шпуров по углю (рис. 1). Во время взрыва зарядов в породном массиве формируются зоны дробления и повышенной трещиноватости, что способствует разгрузке и дегазации призабойной части пласта и снижения его выбросоопасности. При этом уменьшение частоты и силы выбросов обеспечивается разгрузкой зоны, которая превышает глубину шпуров в угольном массиве в следующем цикле взрывания не меньше, чем на 1,5 м. Необходимое опережение глубины зоны разгрузки в пласте создаётся тем, что заряды ВВ в породных шпурах, предназначенные для взрыхления угольного массива подрывают раньше, чем в угольных, ещё до отторжения угля от забоя [4].

Кроме того, установлено, что взрывной импульс от ВВ IV класса – аммонита Т-19 в 1,5 раза больше, чем от ВВ V класса угленита 13П, и в 2,1 раза, чем от ВВ VI классу угленита 10П. Поэтому, для кардинального повышения безопасности взрывных работ в забоях выработок, проходимых по пластам, опасным и угрожаемым по внезапным выбросам угля и газа, необходимо ограничить применение ВВ IV класса за счёт расширения области использования более безопасных ВВ V и VI классов [5]. То есть, количество воспламенений МВС (метановоздушной смеси) от взрыва частично обнажённых зарядов предохранительных ВВ IV, V и VI классов растёт с увеличением площади их обнажения: чем выше класс ВВ, тем меньше частота воспламенений МВС при одинаковых площадях обнажения зарядов. Использование ПВВ IV класса для взрывных работ в угольных шахтах, опасных по газу, в условиях возможного обнажения шпуровых зарядов ВВ недопустимо. Использование ПВВ V класса допустимо, но при выполнении дополнительных мероприятий по обеспечению безопасности взрывных работ (взрывозащита от воспламенений МВС). Угленит 10П можно применять в забоях выработок повышенной опасности без дополнительных мер взрывозащиты [5].

Таким образом, передовое взрыхление позволяет повысить безопасность выполнения технологических операций. За весь период проводимых испытаний не было внезапных выбросов угля и газа, вызванных случайным воздействием на пласт ручных инструментов или механизмов, а в процессе бурения шпуров по углю отсутствовали газодинамические явления и признаки возникновения внезапных выбросов. Отсутствие газодинамических явлений объясняется тем, что взрывные работы выполнялись в разгруженной зоне призабойной части пласта, размеры которой были больше глубины шпуров.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** Сотрясательное взрывание в забоях подготовительных выработок, которые проводятся по крутым угольным пластам, склонным к высыпанию, необходимо осуществлять с предварительной установкой опережающей крепи или с дополнительным укреплением угольного массива. На особовыбросоопасных пластах при производстве сотрясательного взрывания рекомендуется использовать способы снижения интенсивности и частоты выбросов угля и газа.

Для снижения интенсивности и частоты выбросов угля и газа при сотрясательном взрывании используется методы увеличения глубины зоны разгрузки призабойной части угольного пласта. Увеличение глубины зоны разгрузки при-



забойной части угольного пласта достигается в шахтных условиях за счёт употребления способов передового рыхления вмещающих пород, опережающего взрывания, взрывания шпуровых зарядов в вмещающих породах, передового рыхления (камуфлетного взрывания) угольного массива. Кроме того, применяется паспорт БВР с использованием насыпной перемычки. Увеличение зоны разгрузки призабойной части пласта достигается употреблением передового торпедирования угольного массива или вмещающих пород и опережающего гидроподрыва. Ниже рассмотрим, основные из этих способов.

*Способ передового рыхления вмещающих пород* предназначен для проведения подготовительных выработок смешанным забоем на особовыбросоопасных пластах, в зонах геологических нарушений, в зонах ПГД и может осуществляться путём одновременного взрывания шпуровых зарядов для передового рыхления вмещающих пород и отбойки угля и породы при проходке, причём заряды рыхления должны взрываться с опережением.

*Способ опережающего взрывания* может осуществляться, в смешанных забоях лишь при одновременном отбойке угля и породы, путём взрывания зарядов ВВ в продлённых шпурах, в донную часть которых помещается обычная или опережающая гидроампула. В качестве опережающей гидроампулы используют ампулы с размерами, равными продлённой части шпура. Диаметр ампулы должен быть на (1-2) мм больше диаметра шпура. Заполнение ампулы водой проводится после её установления в донную часть шпура специальным досыльником. Для опережающей гидроампулы в наклонных шпурах могут использоваться стандартные полиэтиленовые ампулы. После заполнения ампул водой и досылка их в донную часть, шпуры заливаются водой.

*Способ взрывания шпуровых зарядов в вмещающих породах* может использоваться при проведении выработок на пластах мощностью до 1 м. При проведении выработок на крутых пластах, склонных к высыпанию, глубина заходки должна приниматься не больше (1,1-1,3) м, а массы заряда в шпурах в контакте с угольным пластом – не больше 0,6 кг. При проведении выработки по пласту; не склонному к высыпанию, глубина заходки выбирается исходя из технологической целесообразности.

*Насыпная перегороджающая перемычка*, образуется из горной массы после её отбоя взрывными работами, которая препятствует развитию спровоцированных взрывом выбросов.

*Способ передового рыхления* (камуфлетного взрывания) угольного массива рекомендуется для снижения интенсивности и частоты выбросов в щитовых лавах на крутых пластах, в том числе на участках сопряжения с вентиляционным скатом.

**Некоторые сведения о газодинамических явлениях, произошедших на шахтах Донбасса при нарушении режима сотрясательного взрывания.** На угольных шахтах Донецкого бассейна нередко имеют место случаи нарушения требований режима выполнения сотрясательного взрывания при ведении очистных или подготовительных работ. В ряде таких случаев на шахтах происходят достаточно серьёзные аварии, причём нередко с тяжёлыми последствиями. Ниже рассмотрим некоторые типичные аварии.

На шахте им. Н.А. Изотова ПО «Артёмуголь» 22 января 1981 года в забое промежуточного квершлага гор. 750 м, вскрывающего пласт  $m_2$  «Тонкий»-восток, при ведении сотрясательного взрывания произошёл выброс угля и газа, приведший к тяжёлым последствиям.

1. Краткая характеристика места аварии. Пласт  $m_2$  «Тонкий» в поле шахты им. Н.А. Изотова отнесён к особо опасным по внезапным выбросам угля и газа, состоит из одной угольной пачки переменной мощности (0,6-1,2) м. Угол падения пласта (60-62)°.

В кровле пласта  $m_2$  «Тонкий» залегают глинистые сланцы, в почве – песчано-глинистые и песчаные сланцы.

За время эксплуатации до момента рассматриваемой аварии на пласте  $m_2$  «Тонкий» произошло 4 внезапных выброса угля и газа. Проведение промежуточного квершлага о восточного полевого откаточного штрека осуществлялось сечением 10,5 м<sup>2</sup>, а с 4-х метров до пласта взрывные работы в забое были переведены на режим сотрясательного взрывания.

2. Обстоятельства аварии. Техническая документация на проведение квершлага и вскрытие пласта  $m_2$  «Тонкий» была выполнена в соответствии с требованиями ПБ, ЕПБ и «Инструкции по безопасному ведению горных работ на пластах, склонных к внезапным выбросам угля, порода и газа».

В соответствии с «Инструкцией по производству сотрясательного взрывания» взрывание зарядов ВВ должно было производиться с расстояния, превышающего 1000 м от забоя выработки по ходу свежей струи.

21.12.1980 г. было произведено первое взрывание на вскрытие пласта. Пласт был вскрыт в верхней части забоя, при этом, произошёл выброс, интенсивностью 110 т угля и образовалась полость размером 4,5×2,0 м. Полость была затампонирована гипсовым раствором, и работы по проведению квершлага до 21 января 1981 г. не производились. В 3-й смене 21 января 1981г в нижней части забоя промквершлага было пробурено 15 шпуров. В 6 час 40 мин 22.01.81 г. было произведено взрывание зарядов, в результате которого произошёл выброс угля и газа интенсивностью около 3000 тонн угля и выделением более 66000 м<sup>3</sup> метана.

Выброшенным углём засыпан промежуточный квершлаг протяжённостью 70 м, полевой штрек от промежуточного квершлага в западном направлении на 170 м, а в восточном – на 180 м. Промквершлаг на пласт  $m_3$  «Голстый» засыпан на протяжении 100 м. Всего выброшенным углём было заполнено 520 м горных выработок.

Расследование аварии показало, что подача импульса для взрыва была произведена с расстояния 150 м от забоя квершлага, при этом люди с гор.750 м не были выведены и, более того, на исходящей струе из забоя находился горный мастер эксплуатационного участка. Соответственно, аварию с тяжёлыми последствиями расследовала экспертная комиссия. Эксперты установили, что основной причиной группового несчастного случая явилось нарушение правил ведения сотрясательного взрывания - нахождение людей на расстоянии (150-200) м от забоя, вместо требуемого расстояния, превышающее 1000 м от забоя выработки по ходу свежей струи воздуха. В дальнейшем было рекомендовано вскрытие уголь-

ного пласта  $m_2$  «Тонкий» в поле шахты им. Н.А. Изотова производить с предварительным вымыванием угольного пласта или под защитой пласта  $m_3$  «Толстый». Кроме того, были рекомендованы ряд мероприятий по повышению трудовой и технологической дисциплины рабочих и ИТР на шахте.

На шахте «Кондратьевка-Новая» ПО «Артёмуголь» при ведении взрывных работ по расширению выработки 2 ноября 1973 г. в забое северного квершлага гор. 740 м, взрывающего пласта  $m_3$  «Толстый», произошёл выброс угля и газа, приведший к тяжёлым последствиям.

Забой северного квершлага проходил сечением в проходке  $17,5 \text{ м}^2$  со стороны почвы пласта  $m_3$  «Толстый», имеющего мощность 1,3 м.

Проектом предусматривалось вскрыть пласт с помощью сотрясательного взрывания при отсутствии людей в шахте. Первым сотрясательным взрыванием пласт был вскрыт 28 октября 1973 г. сечением  $1,5 \text{ м}^2$  в верхней части забоя. В дальнейшем для оформления забоя до проектного сечения и пересечения пласта на полную мощность было произведено ещё четыре взрывания небольших зарядов ВВ, но при этом уже с нарушением режима сотрясательного взрывания, когда люди из шахты не выводились.

В 3 часа 20 мин 2.11.73 г. было произведено очередное взрывание 21 шпура в забое северного квершлага, которым был спровоцирован выброс угля и газа. Интенсивность выброса составила 5300 тонн угля, при этом выделилось свыше  $70000 \text{ м}^3$  метана. Выброшенным углём был засыпан северный квершлаг на полное сечение протяжённостью 100 м и с откосом угольной массы на 400 м. Вентиляционная струя воздуха была опрокинута, и выработки горизонтов 740, 620 и 500 м были загазированы.

Как было установлено, причиной аварии явился выброс угля и газа, вызванный взрывными работами по расширению забоя северного квершлага, при этом взрывание было произведено с расстояния 250 м от забоя квершлага, а люди не были выведены с горизонта 740 м и шахты в целом.

На шахте № 21-бис шахтоуправления им. IX пятилетки ПО «Макеевоуголь» при выполнении сотрясательного взрывания в забое восточного ходка центрального бремсберга пласта  $l_8^1$  «Берестовский» гор. 815 м 8.12.73 г. произошёл выброс угля и газа с тяжёлыми последствиями. Пласт  $l_8^1$  «Берестовский» в поле шахты № 21-бис является особо опасным по внезапным выбросам. Мощность пласта (1,9-2,3) м, угол падения  $16^\circ$ .

Прохождение восточного ходка проектом предусматривалось осуществлять с использованием режима сотрясательного взрывания, при этом было предусмотрено, что подземные работники будут люди находиться на расстоянии, превышающем 1000 м от забоя выработки.

Экспертная комиссия, расследовавшая аварию, установила, что выброс угля и газа интенсивностью 900 тонн угля с выделением  $18000 \text{ м}^3$  метана спровоцирован взрывными работами при нарушении режима сотрясательного взрывания, когда взрывание осуществлялось с расстояния 140 м от забоя выработки.

На шахте им. Артёма ПО «Артёмуголь» при ведении сотрясательного взрывания в забое главного квершлага при отходе от вскрытого пласта  $I_3$  «Мазурка» на горизонте 980 м 14 октября 1975 г. произошёл выброс угля и газа.

Пласт «Мазурка» в поле шахты им. Артёма является опасным по выбросам. Общая мощность пласта 1,0 м, угол падения  $60^\circ$ .

Вскрытие пласта 1<sub>3</sub> Мазурка производилось сотрясательным взрыванием с возведением двухрядного металлического каркаса. Согласно проекту, взрывные работы должны были производиться при полном отсутствии людей в шахте, а взрывание осуществляться с поверхности.

5 октября 1975 г. первым взрыванием пласт был вскрыт в верхней части забоя на площади  $6 \text{ м}^2$  и на 0,8 м до мощности. Повторное взрывание с целью расширения сечения выработки до проектного ( $17,3 \text{ м}^2$ ) было произведено 9 октября 1975 г., при котором пласт был вскрыт на полную мощность на всё сечение, кроме 0,5 м по нижней части забоя.

Для отхода от пласта в породах кровли было пробурено 49 шпуров и в 7 час 10 мин 14 октября 1975 г. произведено сотрясательное взрывание, спровоцировавшее выброс угля и газа интенсивностью 4650 т и выделением  $141000 \text{ м}^3$  метана. Выброшенным углём засыпан главный квершлаг на протяжении 284 м, западный квершлаг на 11 м и заезд на ствол № 1 – на 38 м.

Нарушением требований безопасности явилось то, что при производстве сотрясательного взрывания 14 октября 1975 г. люди были выведены только с нового подготавливаемого горизонта 980 м, а с рабочего горизонта 860 м в нарушение проекта, вывод людей осуществлён не был. При опрокидывании вентиляционной струи были загазированы все выработки горизонта 860 м, на котором полностью находилась рабочая смена.

На шахте «Перевальская» ПО «Ворошиловградуголь» при ведении сотрясательного взрывания 20 декабря 1975 года в забое наклонного конвейерного квершлага гор. 340 м, вскрывающего пласт  $k_3^B$  «Каменский», произошёл выброс угля и газа с тяжёлыми последствиями.

Пласт  $k_3^B$  «Каменский» в поле шахты «Перевальская» является опасным по выбросам. Общая мощность пласта 0,9 м. Угол падения пласта  $9^\circ$ .

Наклонный конвейерный квершлаг проходил сечением  $10,2 \text{ м}^2$ . Ведение сотрясательного взрывания, согласно проекту, предусматривалось производить с действующего горизонта с расстояния 600 м от забоя по свежей струе воздуха.

В 8 час 40 минут 20 декабря 1975 года при взрывании 42 шпуров в забое наклонного конвейерного квершлага был спровоцирован выброс угля и газа, при котором было выброшено 600 т угля, а вентиляционная струя была опрокинута в течение 16 мин. На протяжении 22 м была выбита постоянная крепь, выработка завалена и забита углём и породой. От завала на протяжении 68 м выброшенный уголь располагался откосом.

Экспертная комиссия, производившая расследование, установила, что выброс угля и газа был спровоцирован взрывными работами при входе забоя выработки в непрогнозируемое геологическое нарушение. При этом сотрясательное взрывание осуществлялось с расстояния 134 м от забоя выработки при наличии людей в её тупиковой части.

На шахте «Давыдовская-Западная» № 1 шахтоуправления «Кировское» производственного объединения «Шахтёрскантрацит» сотрясательным взрыва-

нием 11 июля 1979 года в забое 7 западного откаточного штрека пласта  $k_5$  «Боковской» на глубине 420 м был вызван выброс угля и газа, приведший и тяжёлым последствиям.

Пласт  $k_5$  «Боковской» был отнесён к угрожаемым по внезапным выбросам по наличию опасной зоны, выявленной текущим прогнозом выбросоопасности. Угольный пласт простого строения мощностью 1,05 м. Угол падения пласта 19-20°. Согласно паспорту проведения 7 западного откаточного штрека выемка угля в забое должна была производиться с помощью взрывных работ в режиме сотрясательного взрывания при нахождении людей на расстоянии 1000 м по свежей струе от забоя выработки.

11 июля 1979 г. при ведении взрывных работ по углю произошёл выброс угля и газа силой 600 т и с выделением 15000 м<sup>3</sup> метана. Выброшенным углём был засыпан откаточный штрек на протяжении 90 м на полное сечение, а далее на 15 м откосом. Вентиляционная струя была опрокинута, а прилегающие выработки и 7 западная лава были полностью загазированы.

Экспертная комиссия, производившая расследование, установила, что выброс угля и газа спровоцирован взрывными работами, осуществлявшимися с расстояния 136 м от забоя при нахождении людей в тупиковой части выработки.

На шахте № 5 шахтоуправления имени 60-летия Великой Октябрьской социалистической революции ПО «Шахтёрскантрацит» при взрывных работах 17 февраля 1980 года в забое 7 западного откаточного штрека пласта  $m_3$  на глубине 571 м произошёл внезапный выброс угля и газа, приведший к тяжёлым последствиям.

Пласт  $m_3$  простого строения, состоит из одной угольной пачки средней крепости мощностью 1,1-1,25 м и углом падения 16°. Штрек проводился буровзрывным способом смешанным забоем при одновременном взрывании по углю и породе. При этом в забое по угольному пласту осуществлялся локальный прогноз выбросоопасности. На момент аварии опережение 7 западного откаточного штрека, относительно забоя лавы, составляло 619 м. Паспортом ведения взрывных работ предусматривалось нахождение мастера-взрывника на свежей струе за «окном» лавы и отсутствием людей в тупиковой части выработки.

Экспертной комиссией, расследовавшей аварию, было установлено, что при одновременном взрывании по углю и породе произошёл внезапный выброс угля и газа силой 500 т с выделением 21200 м<sup>3</sup> метана. Выброшенным углём откаточный штрек был полностью заполнен на протяжении 125 м. Ведение взрывных работ в забое 7 западного откаточного штрека производилось с нарушением установленного паспортом режима - с расстояния 250 м от забоя без вывода людей из тупиковой части выработки на свежую струю на безопасное расстояние.

На шахте им. А.А. Скочинского ПО «Донецкуголь» при проведении сотрясательного взрывания в забое конвейерного ходка 5-й западной лавы пласта  $h^1_6$  «Смоляниновский» горизонта 1085 м 27.09.1992 г. в 7 часов 35 минут произошёл выброс угля и газа интенсивностью 2000 т с выделением в течение первых 3 часов около 18 тыс. м<sup>3</sup> метана. Необходимо отметить, что на этой шахте произошло более 4,5 тыс. выбросов. При выбросе было застигнуто в опасной зоне 2 чело-

века, которых в последствии высвободили из завала горноспасатели. Затем произошло 2 взрыва метановоздушной смеси (в 10<sup>50</sup> и в 13<sup>05</sup>). В результате погибли 13 горноспасателей. Первый взрыв произошёл вследствие того, что электроэнергию подали без устранения нарушений в электрооборудовании.

На шахте им. Ю.А. Гагарина ПО «Артёмуголь» при вскрытии квершлагом угольного пласта 1<sub>3</sub> «Мазурка» на горизонте 710 м произошёл выброс. Следует отметить, что это произошёл самый крупный выброс угля и газа в мире. При этом было выброшено 14 тыс. т угля и выделилось по различным данным от 7500 до 250 тыс. м<sup>3</sup> метана [6, 12]. Шахта вела эксплуатационные работы на горизонте 591 м и одновременно подготавливала новый горизонт 710 м. Вскрытие пластов осуществлялось двумя параллельными квершлагами: главным и вспомогательным при расстоянии между ними 25 м. Вблизи места пересечения пласта 1<sub>3</sub> на гор. 710 м был расположен ряд тектонических нарушений. Ближайшее встреченное нарушение пройдено в 45 м от пласта – одна из апофиз Чегарского надвига с горизонтальной амплитудой смещения 3 м. Давление газа в угольном массиве пласта Мазурка, измеренное на гор. 710 м при вскрытии его забоем главного квершлага, составляло 5 МПа. Главный квершлаг (сечение в проходке 16,9 м<sup>2</sup>) был остановлен на расстоянии 5 м от пласта по нормали для предварительного снижения давления газа путём увлажнения угольного массива в зоне вскрытия. Давление газа снизить до величины менее 1 МПа не удалось, поэтому вскрытие пласта проводили с применением дополнительных мероприятий, в частности, применения двухрядной металлической каркасной крепи и компенсационной скважиной.

Пласт 1<sub>3</sub> был вскрыт из главного квершлага с применением сотрясательного взрывания, производимого с поверхности шахты. Мощность пласта в месте этого выброса угля равнялась 1,03 м, угол падения – 67°. В момент проведения сотрясательного взрывания произошёл выброс угля и газа в результате которого главный и вспомогательный квершлаг горизонты 710 м были заполнены измельчённым углём на расстояние, соответственно 550 и 330 м. Выброшенный уголь в основном представлял собой штыб, покрытый бархатистой пылью, местами бурого оттенка. Там же находились куски непрочного угля, которые легко разрушались, а также куски породы и бетонной крепи. Над насыпным углём было свободное пространство размером 0,3-0,7 м [2].

*Выбросы породы.* Во второй половине 20-го века на строящихся и находящихся в эксплуатации глубоких шахтах Донбасса при прохождении полевых выработок начали происходить выбросы пород. Впервые они были зафиксированы на глубине 750-800 м от поверхности, причём только некоторые из них носили характер типичного выброса, т.е. с отбросом породы от забоя и расположением её под углом меньшим естественного откоса, а также образованием полости в породном массиве. Остальные же явления, происшедшие главным образом, при проходке стволов шахт, проявлялись в виде внезапного разрушения и поднятия пород в забоях [2]. Необходимо отметить, что, как правило, выбросам породы предшествовали предупредительные признаки в виде гула в породном массиве, выбрасывания породной мелочи при бурении шпуров или скважин. Однако сле-

дует иметь в виду, что эти признаки однозначно можно считать лишь ориентировочными, а не абсолютными. Не исключены также при ведении горных работ «запоздалые» выбросы, которые реализуются через несколько минут или даже часов после отбойки части горного массива взрыванием. Так, например, на шахте № 4-21 ПО «Донецкуголь» в 17-м квершлагае выброс породы небольшой интенсивности произошёл через 15 минут после взрывания шпуров.

Интенсивность выбросов песчаников в Донбассе бывает самая различная от нескольких килограммов до нескольких десятков и даже тысяч тонн. Например, выброс песчаника, произошедший в 1962 году во 2-м южном квершлагае шахты «Щегловская-Глубокая» (затем, им. Поченкова) ПО «Донецкуголь», имел интенсивность 2 тыс. тонн. При осмотре выработки после выброса было установлено, что квершлаг на протяжении 10 м был засыпан измельчённой выбросом породой на полное сечение, а дальше порода на протяжении 27 м расположилась откосом. Постоянная крепь рамы из двутавровых балок № 22 у забоя выработки к моменту выброса забетонированные до половины выработки, оказалась полностью разрушенной.

Самым крупным выбросом песчаника в мировой практике проходки горных выработок является выброс, который произошёл в скиповом стволе шахты «Сланы» (Чехия) при его проходке с помощью БВР на глубине 865 м от поверхности. При этом выбросе песчаника вертикальный ствол, имеющий диаметр 9,9 м вчерне был полностью засыпан породой до отметки 790 м, т. е. на 66 м. По ориентировочным подсчётам всего было выброшено в ствол 11-12 тыс. тонн измельчённого песчаника и по таким же расчётам около 10000 м<sup>3</sup> углекислого газа (СО<sub>2</sub>) [2].

Анализ происшедших аварий при производстве сотрясательного взрывания при вскрытии пластов и проведении подготовительных выработок на шахтах Донбасса в последние года показал, что трудовая и технологическая дисциплина рабочих и ИТР шахт находится на недостаточно высоком уровне. Допускаются грубейшие отступления от требований, действующих ПБ и ЕПБ, приводящие к тяжёлым последствиям. Выявленные нарушения являются следствием слабого контроля со стороны ИТР шахт и вышестоящих структур. В некоторых случаях нарушителями ТБ являются лица, ответственные за проведение сотрясательного взрывания к шахте.

Однако здесь хотелось бы отметить, что, в последнее время, укоренилось мнение, согласно которому принято считать, что практически все аварии, связанными со выбросами угля и газа и взрывами метана в шахтах происходят в основном из-за грубых нарушений Правил безопасности. Пояснением этого мнения могло бы быть, наверное, в том числе и то, что к сожалению, так проще расследовать аварию, проще найти причину и виновника, которого накажут в последствии. Вместе с этим все мы хорошо понимаем, что в результате извлечения из недр огромных объёмов угля происходит сдвигание подработанного и надработанного горного массива, что не может, при определённых горно-геологических условиях, не сопровождаться непрогнозируемыми естественными природными явлениями. По нашему мнению, некоторые из рассмотренных случаев, вполне

могли бы быть также и примером таких непрогнозируемых естественных явлений в углепородном массиве, приведших к рассмотренным нами авариям.

Таким образом, несмотря на описанные случаи, использование режима сотрясательного взрывания при ведении горных является одним из наиболее безопасных способов борьбы с газодинамическими явлениями и одновременно этот способ является, как правило, одним из наиболее экономически затратным, особенно при необходимости ритмичной работы угольной шахты. Поэтому основные направления дальнейших исследований должны быть продолжены в сторону уменьшения затрат и повышения эффективности внедрения данного способа.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. НПАОП 10.0-1.10.10. Правила безпеки у вугільних шахтах. – Київ: Основа, 2010. – 430 с.
2. Минеев, С.П. Способы прогноза и борьбы с газодинамическими явлениями на шахтах Украины / С.П. Минеев. – Мариуполь: Восточный издательский дом, 2016. – 286 с.
3. Mineev, S. Application of shock blasting mode in mine roadway construction / S. Mineev, O. Yanzhula, O. Gulai, O. Mineev, V. Zabolotnirova // Journal «Mining of Mineral Deposits» / National mining university. – 2016. – Vol. 10, issue 2. – Pp. 91-96.
4. Песоцкий, М.К. Взрывные работы в забоях выработок повышенной опасности / М.К. Песоцкий, А.Ю. Бутуков, А.В. Белодед, М.М. Песоцкий // Уголь Украины. – 2001. – № 11-12. – С. 41-43.
5. Минеев, С.П. Основные закономерности проявления мощных газодинамических явлений в угольных шахтах / С.П. Минеев, А.А. Рубинский // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Гірничо-геологічна» / ДВНЗ «ДонНТУ». – 2009. – Вип. 10(151). – С. 129-136.

### REFERENCES

1. Ministry of Coal Industry (2010), *NPAOP 10.0-1.10.10. Pravyla bezpeky u vugilnykh shakhtakh* [RLALP 10.0-1.10.10. Rules of carelessness at coal mines], Osnova, Kiev, Ukraine.
2. Mineev, S.P. (2016), *Sposoby prognoza i borby s gazodinamicheskimi yavleniyami na shakhtakh Ukrainy* [Methods for forecasting and combating gas-dynamic phenomena in the mines of Ukraine], Vostochnyy izdatel'skiy dom, Mariupol, Ukraine.
3. Mineev, S., Yanzhula, O., Gulai, O. (et al.) (2016), “Application of shock blasting mode in mine roadway construction”, *Mining of Mineral Deposits*, vol. 10, issue 2, pp. 91-96.
4. Pesotskiy, M.K., Butukov, A.Yu., Beloded, A.V. and Pesotskiy, M.M. (2001), “Explosive work in the faces of excavations of increased danger”, *Ugol' Ukrainy*, no. 11-12, pp. 41-43.
5. Mineev, S.P. and Rubinskiy, A.A. (2009), “The main regularities of the manifestation of powerful gasdynamic phenomena in coal mines”, *Naukovi pratsi Donetskogo natsionalnogo tekhnichnogo universytetu. Seriya «Girnicho-geologichna»*, no. 10(151), pp. 129-136.

### Об авторах

**Минеев Сергей Павлович**, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, г. Днепр, Украина, sergminee@gmail.com

**Янжула Алексей Сергеевич**, инженер, главный инженер ШУ «Покровское», Покровск, Украина, office@pokrovskoe.com.ua

**Кострица Андрей Алексеевич**, инженер, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепр, Украина

**Кирьяков Михаил Анатольевич**, инженер, начальник ШПСУ ШУ «Покровское», Покровск, Украина, office@pokrovskoe.com.ua

**Минеев Александр Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент Национального горного университета, г. Днепр, Украина,

### About the authors

**Mineev Sergey Pavlovich**, Doctor of Technical Sciences (D. Sc.), Professor, Head of the department, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnipro, Ukraine, sergminee@gmail.com



**Yanzhula Aleksey Sergeevich**, engineer, Chief Engineer of Mine Management “Pokrovskoye”, Pokrovsk, Ukraine, office@pokrovskoe.com.ua

**Kostritsa Andrey Alekseevich**, engineer, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnipro, Ukraine

**Kiryakov Mikhail Anatolievich**, engineer, Head of Mine-penetrating Building Management “Pokrovskoye”, Pokrovsk, Ukraine, office@pokrovskoe.com.ua

**Mineev Aleksandr Sergeevich**, Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Associate Professor in National Mining University, Dnipro, Ukraine,

**Анотація.** Здійснення струсного підривання при веденні гірських робіт на вугільних шахтах України регламентується цілою низкою нормативних документів. Разом із цим, при виробництві струсного підривання має місце багато технологічних порушень режиму і нерідко відбуваються газодинамічні явища, у тому числі з людськими жертвами. Режим струсного підривання на шахтах застосовується для відбою вугільного масиву на викидонебезпечних пластах незалежно від результатів прогнозу і ефективності, виконаних противикидних заходів; на загрозованих пластах в зонах, де поточним прогнозом встановлені значення «небезпечний»; при проведенні вироблень по викидонебезпечних вугільних пластах.

Струсне підривання застосовується в шахтах за вельми широких горно-геологічних умов. На особливо викидонебезпечних пластах при виробництві струсного підривання рекомендується застосовувати способи зниження інтенсивності і частоти викидів вугілля і газу, для чого використовується методи збільшення глибини зони розвантаження призабійної частини вугільного пласта, яка досягається в шахтних умовах за рахунок вживання способів передового розпушення вмещаючих порід, що випереджає підривання, підривання шпурових зарядів у вмещаючих породах, передового розпушення (камуфлетного підривання) вугільного масиву. Крім того, застосовується паспорт БВР з утворенням насипної перепиняючої перемички. Збільшення зони розвантаження призабійної частини пласта досягається вживанням передового торпедування вугільного масиву або вмещаючих порід і випереджаючого гідровибуху.

Як встановлено використання режиму струсного підривання при веденні гірських робіт є одним з найбезпечніших способів боротьби з газодинамічними явищами, але одночасно він є, як правило, одним з самих економічно витратних, особливо при необхідності ритмічної роботи вугільної шахти, тому основні напрями досліджень мають бути продовжені у напрямі зменшення витрат і підвищення ефективності вживання даного способу.

**Ключові слова:** режим, струсне підривання, використання, проведення виробок, газодинамічне явище, прогноз

**Abstract.** In Ukraine, shock blasting, used for mining operations in the coal mines, is regulated by numerous normative documents. At the same time, the shock blasting causes a number of breakdowns in production process and different gas-dynamic phenomena, including those, which lead to death of people. In the mines, shock blasting is used: for coal breaking in the prone-to-outburst seams regardless of the forecast results and efficiency of the preventive measures; in risk seams with index “Danger” according to the current forecast; and when driving the roadways in the prone-to-outburst coal seams.

The shock blasting is used in mines with wide range of mining and geological conditions. In the especially dangerous-by-outburst seams, while using the shock blasting, it is recommended to apply methods, which reduce intensity and frequency of gas and coal outbursts: greater depth of unloading zone in the face area of the coal bed; pilot loosening of enclosing rocks; advanced blasting; blasting of blast-hole charge in the enclosing rocks; pilot loosening (camouflet blasting) of the coal mass. Besides, passport of drilling and blasting operations with formation of the piled blocking retaining wall is applied. Area of the unloading zone in the face area is increased by the coal mass pilot shooting and pilot hydroblasting.

Using the shock blasting mode in the mining operations is proved to be one of the safest methods for escaping the gas-dynamic phenomena. At the same time, this method, as a rule, is one of the most cost-inefficient especially when continuous operation of the coalmine is needed. Therefore, the basic research should be continued having in mind reduction of the method costs and improvement of its efficiency.

**Keywords:** mode, shock blasting, use, face driving, gas-dynamic phenomena, forecast

*Статья поступила в редакцию 11.05.2017*

*Рекомендовано к печати д-ром техн. наук, проф. В.П. Франчуком*