

Список літератури

1. **Иванова А.А., Каплин В.Т., Гончарова Т.О.** Процессы превращения соединений металлов в природных водах / **А.А. Иванова, В.Т. Каплин, Т.О. Гончарова** // Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда, т. 9. - Л., Гидрометеиздат, 1976, С. 44-53.
 2. Природнича географія Кривбасу / [**Казаков В.Л., Сметана М.Г., Шипунова В.О.** та ін]; - Кривий Ріг: Окταν-Принт, 2000. – 136 с.
 3. **Малахов І.М.** Техногенний ландшафт і проблема екобезпеки / **І.М. Малахов** // Матеріали міжнародної наукової конференції: «Теоретичні, регіональні, прикладні напрями розвитку антропогенної географії та ландшафтознавства», - Кривий Ріг, 2005. С. 24-28.
 4. **Пестриков С.В., Исаева О.Ю.** и др. Обоснование эффективности эколого – геохимического барьера с высшими водными растениями для доочистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. / С.В. Пестриков, О.Ю. Исаева // Инженерная экология № 2, 2007, с.21 – 28.
 5. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / [ред. проф. А. Д. Семенова]. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. - 541 с.
 6. Унифицированные методы анализа вод /под ред. **Ю.Ю. Лурье.** – М.: Химия, 1971. – 376 с.
 7. **Булава Л.Н.** Физико-географический очерк Криворожского горнопромышленного района / **Л.Н. Булава** - КГПИ, 1990. - 125 с.
 8. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / [ред. проф. **А.Д. Семенова**]. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. - 541 с.
- Рукопись поступила в редакцию 23.03.12

УДК 622.8: 622.235.5

А.П. МЕДУЛЯН, магистрант, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПУСТОТ И ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ГОРНОРАБОЧИХ НА ШАХТАХ КРИВБАССА

Согласно «Единым правилам безопасности при разработке рудных, нерудных и рассыпных месторождений подземным способом» все отработанные камеры (пустоты) должны быть обрушены искусственным способом. Если по какой-либо причине пустота не погашена, то она должна быть локализована от действующих выработок, где могут находиться люди.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. На сегодня основным железорудным сырьем ГМК Украины являются магнетитовые кварциты. Для отработки их месторождений в Кривбассе применяют камерные системы разработки. На данный момент на шахтах накопился достаточно большой объем камер (пустот) и внезапное самообрушение пород в которых, приводит к образованию ударных воздушных волн (УВВ) в результате быстрого вытеснения воздуха из камер по прилегающим к ней выработкам. Проходя по сети горных выработок УВВ может разрушить подземные сооружения а так же если имеется связь с нулевой отметкой может спровоцировать разрушения на дневной поверхности.

Такой случай произошел на шахте имени Орджоникидзе. В 7 часов 13 июня 2010 г. во время проведения плановых работ по проведению массового взрыва в подземных выработках на горизонтах 447/527 м (65 т взрывчатки грамонит-79/21), произошло обрушение борта открытого нерабочего карьера, расположенного на расстоянии 1 км от административного здания шахты. После обрушения борта карьера возникла зона нарушения размером 800×500 м и глубиной от 10 до 100 м.

Этот случай еще раз доказывает то, что накопление подземных пустот и их самообрушение что ведет к возникновению УВВ которые так же опасны и для человеческого организма, влечет за собой и накопление вопросов для решения которых необходим научный подход.

Анализ исследований и публикаций. Действие ударной воздушной волны на людей. При времени действия УВВ длительность 20-200 мс, когда оно соизмеримо или превышает период собственных колебаний органов тела человека, основное влияние на характер травмирования человека оказывает давление на фронте волны. Так, барабанные перепонки, являющиеся наиболее уязвимым местом, разрываются при избыточном давлении 35-105 кПа в зависимости от положения головы к фронту УВВ. При давлении на фронте УВВ 20-40 кПа у человека возникают легкие контузии и травмы легкой степени, характеризующиеся головокружением и головной болью. При давлении 40-100 кПа происходит сильное контузия, повреждающая внутренние органы, кровеносные сосуды и мышцы.

Организм человека весьма устойчив к действию УВВ и не получает серьезных повреждений при давлении на фронте волны до 10 кПа. Большая устойчивость человека объясняется обтекаемостью и эластичностью тела, которое при ударе может легко менять свою форму.

Если продолжительность действия УВВ превышает 200-250 мс, для человека опасны как давление, так и скорость движущегося за фронтом волны потока воздуха. При давлении 20 кПа она превышает 40 м/с. Такой скорости движения воздуха человек не выдерживает и получает травмы при падении. При более длительном действии волны люди могут быть захвачены движущимся потоком воздуха и травмированы.

Вместе с воздушным потоком, движущимся за фронтом волны, летят куски породы, металла, дерева и др. предметы, представляющие серьезную опасность для людей и сооружений. При этом чем больше скорость потока и время действия волны, тем больше вовлекается в движение предметов.

Длинные волны продолжительностью действия более 250 мс обычно образуются при взрывах зарядов ВВ большой массы и на большом расстоянии от взрыва.

Допустимое давление на фронте УВВ для людей при взрывах в горных выработках с учетом скорости воздуха и продолжительности их действия не должно превышать 10 кПа. При подготовке массовых взрывов в подземных условиях допустимое давление не должно превышать 20 кПа [1].

Полностью изолировать камеру, в которой могут самообрушаться породы, нецелесообразно, так как при внезапном самообрушении сжатый воздух найдет какой-нибудь выход в самом неожиданном месте, поэтому при проектировании пустоты необходимо предусмотреть выход воздуху в безопасные места.

Известен способ локализации у.в.в, возникающей при внезапном самопроизвольном обрушении горных пород, преимущественно при камерной системе разработки, заключающейся в отводе воздушной волны через систему выработок отвода, при чем нижнюю часть камеры с верхней соединяют системой выработок. Кроме того, прилегающие к нижней части камеры выработки отвода УВВ выполняют в виде конфузора, а также в качестве одной из выработок для отвода УВВ используют выработочное пространство смежной камеры, блока или слепого рудного тела.

Недостатками такого способа являются: невозможность его применения при отсутствии смежных камер, служащих для отвода УВВ большой объем работ при проходке специальных воздухоотводящих выработок, не используемых в других целях; невозможность циркуляции воздуха между верхней и нижней частями камеры при внезапном обрушении потолочины, так как в этом случае выработки, расположенные в верхней части камеры, будут перекрыты обрушаемыми породами. Способ может применяться при специфических условиях, например, только при наличии смежных камер и при частичном обрушении потолочины.

Предложен способ защиты от воздействия воздушных ударов при обрушении горных пород с использованием перемычек, при чем в массиве выше лежащих пород проходят выработки, сообщающие выработочное пространство с поверхностью.

Недостатком выше упомянутого способа является невозможность его применения при наличии зоны обрушения поверхности, а при отработке месторождений на больших глубинах указанный способ применять нецелесообразно из-за большой протяженности воздухоотводных выработок, проходка которых является трудоемкой и дорогостоящей [1-2].

Массивы горных пород Криворожского бассейна сложены несколькими разновидностями пород, чередующихся слоями, с пониженной прочностью связей между ними. В результате испытаний пород и руд Кривбасса с лабораторных условий и многочисленных производственных экспериментов установлена зависимость частоты появления звуков разрушения от напряженно-деформированного состояния массива горных пород, характеризующегося тремя стадиями разрушения:

- отсутствием внешних проявлений процессов разрушения;
- местными вывалами, «капезом» кусков породы;
- интенсивным обрушением, предшествующим массовому обрушению.

Для улавливания, усиления и регистрации звуков, возникающих при разрушении пород, применяется специальная звукометрическая аппаратура трех типов: стационарная, переносная и индикаторы разрушения. Основная задача, решаемая звукометрическим методом, - определение предельного состояния массива или конструктивных элементов систем разработки.[3]

Нерешенная часть общей проблемы. Анализ известных методов и работа над их совершенствованием по локализации подземных пустот, возведение разного типа шахтных перемычек для снижения вредного воздействия УВВ на организм человека а так же снизить до минимума силу воздушной волны для предотвращения разрушения подземных выработок.

Постановка задачи. Задачей настоящей работы является обоснование необходимости локализации подземных пустот для достижения максимальной безопасности условий труда при отработке месторождений магнетитовых кварцитов.

Изложение материала и результаты. Перемычки. Временные перемычки используются в основном для защиты от действия УВВ только подземных сооружений и являются устройствами одноразового использования. Поэтому они должны быть быстровозводимыми и иметь минимальную стоимость. *Перфорируемые* перемычки волнорезы, имеют отверстия и лабиринты для прохода воздуха. Такие перемычки характеризуются общим механизмом гашения УВВ, который заключается в затрате энергии волны на оптикание их элементов сжатие и расширение воздуха при прохождении их проемов и взаимодействие падающих и отраженных волн. Таким образом перфорированные перемычки разрушают единый фронт УВВ при прохождении через проемы и щели. Новый плоский фронт формируется на расстоянии пяти шести диаметров выработки от перемычки. Наличие проемов в перемычки сохраняет возможность проветривания выработки до проведения взрывных работ и после взрыва. Степень ослабления УВВ зависит от величины перфорации, т.е. от отношения площади, свободной для прохода волны, к площади сечения выработки. С увеличением площади свободного прохода коэффициент ослабления УВВ перфорированной перемычки увеличивается. Одновременно с этим возрастает и нагрузка на элементы перемычки. Поэтому эффективность гашения УВВ перфорированными перемычками определяется в первую очередь их прочностью. Группу стоек расставленных в шахматном порядке по длине выработки называют волнорезами. Для большей устойчивости стойки заводят в лунки со стороны движения УВВ Длина волнорезов составляет 10-30 м. Применяют волнорезы в основном для защиты выработок горизонта доставки. Недостатком, ограничивающим применение волнорезов, является невысокая прочность и большой расход леса. Их целесообразно использовать для ослабления УВВ с давлением на фронте не более 150 кПа. При больших давлениях стойки ломаются и разбрасываются волной. Располагая большой кинетической энергией вырванная взрывом стойка при ударе о стенки выработки может произвести разрушение, сравнимое с УВВ Этот недостаток относится ко всем перемычкам возводимых из деревянных стоек и брусьев. *Буферные* перемычки возводятся из круглого леса диаметром 180-250 мм. Длина перемычки не превышает 3 м. Для повышения прочности элементы перемычки скрепляют между собой скобами и расклинивают по всему сечению выработки. Прочность буферной перемычки не высокая - выдерживает давление на фронте УВВ не более 200 кПа. Благодаря простоте своей конструкции и возможности быстрого возведения буферные перемычки достаточно широко применяются для гашения слабых волн. Большой расход лесоматериалов и невысокая прочность не позволяет использовать их для ослабления УВВ в ближней зоне взрыва. *Чураковые перемычки* возводят из круглого леса диаметром 100-300 мм и длиной 1,5-2 м для большей прочности чураки между собой скрепляют скобами. Чураковые перемычки наиболее целесообразно устанавливать в поворотах так, чтобы торцы стоек упирались в стенку выработки. Такая установка перемычек повышает их прочность. Чураковые перемычки выдерживают давление на фронте УВВ до 200 кПа и предназначаются для ослабления волны на значительном удалении от места взрыва. *Тросовые перемычки* выполняются из стальных канатов. Для их возведения по периметру выработки бурят шпуров глубиной 0,6-1 м и клиньями закрепляют крюки на которые натягивают в виде сетки. Места пересечения канатов скрепляют жимками. Сама тросовая перемычка в виду большой перфорации слабо гасит УВВ Однако хорошо улавливает летящие за волной куски породы. Существенного ослабления можно достичь, если между двумя тросовыми перемычками поместить баррикадную перемычку состоящую из мешков с песком (мелкой породой), плит или бутового камня. Такая система состоящая из двух видов перемычек, весьма гибкая и выдерживает давление на фронте; УВВ до 1200 кПа. Основным недостатком комбинированных перемычек являются значительная трудоемкость и стоимость материалов, а также сложность демонтажа после взрыва. Их применение целесообразно для защиты трудно демонтируемого перед взрывом оборудования. *Подвижные (гибкие) перемычки* возводят из листов конвейерной их применяют для ослабления УВВ, возникающих при дроблении

негабаритных кусков при выпуске и на горизонте доставки. Одновременно они используются для регулирования количества воздуха. При возведении таких перемычек в средней части их оставляют «окно» размером 800-1000 мм, которое завешивают двумя кусками конвейерной ленты. Ослабление УВВ такой перемычкой происходит в результате затрат энергии волны на преодоление упругих деформаций, трения между элементами перемычки, а также частичного ее отражения. Подвижные перемычки хорошо сопротивляются многократному воздействию УВВ, легко возводимы и имеют небольшую стоимость. *Гибкие щелевые перемычки* являются временными сооружениями, предназначенные для гашения УВВ, и при минимальных трудовых затратах дают максимальный эффект. Они имеют лучшую с другими конструкциями перемычек связь со стенками выработки. Гибкая щелевая перемычка состоит из ряда стоек диаметром 20-30 мм, связанных тросами, которые крепят к распорным клиньям. Клинья в свою очередь закрепляют в шпурах, пробуренных в стенках выработки. Гибкие связи обеспечивают меньшее напряжение на элементы перемычки. Стойки устанавливаются свободно в плоскости сечения выработки с необходимым размером щели между ними. Общее силовое воздействие УВВ, на перемычку определяется давлением на фронте и скоростным напором, так как стойки представляют собой отдельные перемычки ограниченных размеров. Поскольку нагрузка на стойки передается через тросы на клинья, то расчет перемычки практически сводится к определению диаметра троса из условия его прочности на растяжение и прочности закрепления распорных клиньев. Несущая способность гибкой щелевой перемычки может быть повышена за счет применения вместо троса полос из бывшей в употреблении конвейерной ленты, армированной тросами. Деревянные стойки в этом случае служат для закрепления полос из ленты. Под действием УВВ в следствии деформации изгиба величина щелей между полосами из конвейерной ленты изменяется. Чем интенсивней волна, тем больше перфорация перемычки, тем меньшую нагрузку будет она испытывать. Иначе, гибкая щелевая перемычка из конвейерной ленты автоматически регулирует действующую на нее нагрузку путем изменения степени ослабления волны. Податливость перемычки может быть повышена применением скользящего узла крепления. Например, петлевое крепление отрезков конвейерной ленты к анкерному болту с помощью жимков дает возможность некоторого свободного хода перемычки. Величина трения между поверхностями конвейерной ленты регулируется степенью сжатия их жимками. *Разрушающиеся перемычки* выполняются из воды (снега, льда), водных растворов и суспензий, многократной воздушно-механической пены и др. Устанавливаются они в непосредственной близости от заряда или на некотором расстоянии от него. Под действием УВВ такие перемычки разрушаются, ослабляя при этом волну. Наибольшее распространение получили гидравлические перемычки, в простейшем варианте представляющие две водонепроницаемые стенки, пространство между которыми заполняется водой. Бетонные и гипсовые вертикальные стенки не обеспечивают надежной водонепроницаемости. В этих условиях целесообразно применять баллоны из синтетической ткани и пленок, характеризующихся повышенной прочностью. Наполненные водой баллоны хорошо прилегают к стенкам выработки. Одним баллоном обычно перекрывается выработка небольшого сечения. Для перекрытия выработок сечением более 2 м² баллоны укладывают друг на друга. Взаимодействие УВВ с гидравлической перемычкой происходит следующим образом. При подходе к перемычке УВВ механически действует на нее, разрушая стенки и оболочки. Далее происходит дробление воды на капли. Образуется водовоздушная смесь, которая продолжает взаимодействовать с волной. Установлено, что затраты энергии волны при взаимодействии с водовоздушной смесью вызваны: отражением УВВ от отдельных капель и струй, как от жесткой пространственной решетки (20 %);

рассеиванием энергии волны на элементах решетки - каплях и струях (30%);

распылением капель и струй воды (40%);

испарением передних слоев воды (1%);

затратами энергии на перемещение паровоздушного поршня и преодоление сил трения, возникающих при этом, о стенки выработок (3%).

Гидравлические перемычки обладают невысокой стоимостью и могут эффективно применяться для гашения УВВ при однократном взрывании зарядов. Кроме того, распыленная вода способствует снижению концентрации пыли и газов, образовавшихся при взрыве. Однако при действии нескольких волн с интервалами времени более 100 мс гидравлические перемычки не обеспечивают надежного гашения УВВ. Первая УВВ разрушает перемычку и уносит за собой

воду. К приходу последующих волн капли оседают. Гидравлические перемычки снижают параметры УВВ постепенно на расстоянии 10-30 м. после перемычки. Поэтому волны проходят, не встречая на пути никакого сопротивления. В связи с этим при короткозамедленном взрывании зарядов с большими интервалами замедлений гидравлические перемычки для гашения УВВ применять нельзя.[1-2]

Вывод. Проведение мероприятий по сооружению постоянных и временных перемычек в определенных местах подземных выработок которые, способствуют снижению скорости, расщеплению, и направлению движения УВВ в те выработки где не ведется никаких работ и нет людей. А значит сводится до минимума опасность связанная с ведением горных работ, тем самым улучшаются условия труда горнорабочих задействованных на проведении данных работ.

Список литературы

1. Гурин А.А., Малый П.С., Савенко С.К. Ударные воздушные волны в горных выработках. – М.: Недра. - 1983.
2. Инструктивно-методические указания по определению параметров ударных воздушных волн и границ их опасного действия при обрушении пород в подземных пустотах. – Кривой Рог, 2011 – 25с.
3. Определение и контроль допустимых размеров конструктивных элементов систем разработки на рудниках Кривбасса.(временная инструкция)– Кривой Рог. НИГРИ. – 1977 – 11с.

Рукопись поступила в редакцию 27.02.12

УДК 622.413.3

І.Б. ОШМЯНСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., О.Є. ЛАПШИН, д-р техн. наук, проф.,
О.О. ЛАПШИН, А.А. НЕМЧЕНКО, кандидати техн. наук, доценти
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ДЕПРЕСІЙ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ ДІЛЬНИЦЬ ШАХТНОЇ МЕРЕЖІ

Надано методику визначення депресії вентиляційної мережі шахти, яка складається з розрахунку послідовно, паралельно, паралельно-послідовно та діагонально з'єднаних виробок, наведено приклад розрахунку депресії вентиляційних дільниць і мережі шахти.

Проблема та її зв'язок науковими і практичними завданнями. Недосконалість сучасної методики розрахунку аеродинамічних параметрів окремих вентиляційних дільниць ускладнює визначення загальної депресії шахтної мережі і вибір ВГП при проектуванні вентиляції глибоких рудних шахт.

Аналіз досліджень і публікацій. Питання визначення депресії окремих вентиляційних дільниць, що з'єднані послідовно, паралельно або діагонально освітлене недостатньо, особливо бракує наукових досліджень з визначення депресії паралельно – послідовних і діагональних з'єднань.

Викладання матеріалу та результати. В проекті вентиляції нової або діючої шахти, при проектуванні провітрювання глибоких горизонтів, необхідно виконати розрахунки загальношахтної депресії кожної вентиляційної дільниці або секції [1]. У нормах технологічного проектування максимально допустима депресія окремих вентиляційних дільниць не обмежується. Одночасно з цим депресія вентиляційної мережі шахти $h_{ш}$ не повинна перевищувати максимально можливу депресію діючих типорозмірів ВГП в зоні їх економічного використання - $h_{ш} \leq h_{bmax}$. У тих випадках, коли проектується послідовно робота ВГП на загальну вентиляційну мережу або вибирається нагнітально-всмоктувальний спосіб провітрювання шахти регламентована депресія загальношахтної мережі не повинна перевищувати сумарну максимальну депресію двох вентиляторів - $h_{ш} \leq (h_{в-1max} + h_{в-2max})$.

При застосуванні способів розрахунку депресії на проектній схемі ШВМ для кожної вентиляційної дільниці позначають маршрути її визначення. Маршрути розрахунків депресії починаються від рівня поверхні повітроподавального стовбура (або каналу нагнітального вентилятора головного провітрювання (ВГП), далі окремі дільниці стовбура до відмітки основного експлуатаційного горизонту, квершлягу, відкотного штреку і орта-заїзду цього горизонту, виробок виймального блоку, вентиляційного горизонту або збірного штреку-колектора, повітроподавального стовбура і закінчується каналом всмоктувального ВГП. На проектній схемі вентиляції в цих напрямках нумеруються вузли й гілки ШВМ.