

масивів із сипкого і брикетованого матеріалів з наступною відміною: після закладки смуги охолодженими брикетами комбайн рухається від вентиляційного штрека до конвейерного без закладання з наступною відсипкою під час зворотнього ходу чергової смуги сипким матеріалом, для чого пневмозакладальний трубопровід переключають на закладальну машину ВПМД, розташовану на відстані не більше 2,5 км від місця зведення масиву. Перед зворотнім переключенням трубопроводу на загальну систему брикетного пневмотранспорту здійснюється його обов'язкова продувка з метою очищення ставу від залишків сипкого матеріалу, після чого знову реалізують процес викладки смуги брикетованим матеріалом. Таким чином, чередуючи смуги брикетованої закладки і сипкого матеріалу, здійснюється заповнення виробленого простору лави. Параметри смуг, їх кількість і відстань між ними визначається за допомогою відомих геомеханічних розрахункових способів виходячи з умов забезпечення надійної підтримки покрівлі пласта. Кількість охолодженої породи, яка подається до виробленого простору, диференційовано змінюється по довжині лави зі зменшенням в напрямку руху повітряного струму у відповідності з температурним градієнтом в місцях зведення закладальних смуг.

Спосіб зведення закладального масиву із охолодженого брикетованого матеріалу захищено патентами України № 25223 А і № 25224 А.

Випробування зазначених технічних засобів і технології проводилися на дослідно-експериментальному полігоні ІГТМ НАН України і в промислових умовах шахти ім. Сташкова ДХК «Павлоградвугілля» та шахти ім. Артема ВО «Дзержинськвугілля», що підтверджується відповідними актами та протоколами випробувань. Результати розробки впроваджені в проекти дослідно-промислового відпрацювання технології закладки виробленого простору на шахті ім. Сташкова ДХК «Павлоградвугілля» і на шахті «Добропільська-Капітальна» ДХК «Добропільвугілля».

Розрахунки економічної ефективності розроблених способів свідчать про те, що використання ВПМД у технологічних схемах закладання виробленого простору призводить до заощадження коштів у сумі 726 тис. грн. на рік. Економічна ефективність впровадження комплексного способу закладання виробленого простору низькотемпературними кулями-брикетами з одночасним охолодженням шахтної атмосфери становить 1189 тис. грн. на рік.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВА ЗАРЯДА С РАДИАЛЬНЫМ ЗАЗОРОМ

Ефремов Э.И., Петренко В.Д., Пономарев А.В., ИГТМ НАНУ

При проектировании и производстве взрывных работ необходимо учитывать изменения характера взрывного нагружения пород при применении некоторых конструкций заряда. Это особенно относится к зарядам с радиальным зазором, заполненным воздухом или водой.

Атчисон Т. [1] и позднее Атчисон Т. и Дюваль В. [2] показали, что максимальная деформация в горной породе на приведенном относительно корня

кубического массы заряда расстояний от места взрыва зарядов одного и того же взрывчатого вещества (ВВ), пропорциональна отношению $(r_{зар}/r_{скв})b$, где $r_{зар}$ – радиус заряда ВВ, $r_{скв}$ – радиус шпура или скважины, b – постоянная, равная $b = 1,36 \pm 0,14$.

Передача энергии через зазор между зарядом и стенками скважины, заполненный воздухом или водой, требует особого подхода, что объясняется изменением термодинамических характеристик и параметров давления вследствие большого различия акустических импедансов, породы, ВВ, воды и воздуха

$$\rho_n C_p^n > \rho_{ВВ} D > \rho_в C_p^в > \rho_{вз} C_p^{вз},$$

где ρ_n , $\rho_{ВВ}$, $\rho_в$, $\rho_{вз}$ – соответственно плотности указанных сред, C_p^n , $C_p^в$, $C_p^{вз}$ – соответственно скорости продольных упругих волн в породе, воде и воздухе; D – скорость детонации ВВ.

Согласно М.А. Куку [3] максимальная величина начального давления или напряжений в породе при взрыве удлинённых зарядов с радиальным зазором, заполненным воздухом,

$$P_{\max_0} = 2P\Delta^\alpha(1+R), \quad (1)$$

где P – давление на границе заряда ВВ, определяемое как

$$P = \frac{\rho D^2}{8}; \quad (2)$$

Δ – отношение объема ВВ к объёму заряжаемой части скважины, т.е.

$$\Delta = \left(\pi r_{зар}^2 \ell_{зар} \right) / \left(\pi r_{скв}^2 \ell_{зар} \right) = r_{зар}^2 / r_{скв}^2, \quad (3)$$

$\alpha = 2,5$ – константа, связанная с адиабатическим давлением (получена М.А. Куком [3]); R – акустический импеданс скважины как отношение импедансов ВВ и породы, выраженный отношением

$$R = \sqrt{8\Delta\rho_{ВВ}P_{скв}} / \rho_n C_p^n, \quad (4)$$

где $P_{скв}$ – давление в скважине, обусловленное расширением продуктов детонации.

После подстановки $P_{скв} = P\Delta^\alpha$ в уравнение (4) и его преобразования получим

$$R = \left(\Delta^{\alpha+1} / 2\rho_{ВВ}D \right) / \rho_n C_p^n. \quad (5)$$

После введения в уравнение (1) указанных параметров и его упрощения последнее приобретает вид

$$P_{\max} = \frac{\rho_{ВВ}D^2}{4} \cdot \frac{r_{зар}^5}{r_{скв}^5} \cdot \left[1 + \frac{r_{зар}^{3,5} \rho_в D}{r_{скв}^{3,5} \rho_n C_p^n} \right]. \quad (6)$$

Как следует из анализа представленного выражения при отношении ра-

диусов заряда и скважины, равном 0,88 (220/250 мм) максимальное давление в породе уменьшается практически наполовину. Соответственно при отношении $r_{зар}/r_{скв} = 0,8$ (200/250 мм) давление составляет всего 30 % от максимального давления при взрыве заряда ВВ без воздушного зазора.

Очевидно, что при нахождении в зазоре воды данные соотношения не могут быть использованы, поскольку не учитывается термодинамический характер взаимодействия газов взрыва со средой, плотность которой более, чем в 800 раз превышает плотность воздуха. Кроме того, возникает задача оценки потерь энергии на сублимацию воды в сравнении с работой, производимой перешедшими в пар ее частицами.

Для оценки характера преломления энергии взрыва из зарядной полости в массив горных пород для рассмотренных вариантов конструкции заряда необходимо учитывать не только импедансы ВВ, породы, воздуха и воды, но и параметры теплоты или идеальной работы взрыва. Вместе с тем наиболее объективные показатели разрушающего действия эффекта взрыва могут быть получены на основе нового положения [4,5] о коэффициенте мощности, учитывающим одновременно количество высвобождаемой энергии и скорость ее высвобождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Atchison T.C. The Effect of Conpling on Explosive Performance // Drilling and Blasting Sumposium. Colorado School of Mines. Quarterly 56, № 1, January 1961. -pp.166-167.
2. Atchison T.C. and Duvall W.I. Effect of Deconpling on Explosive Performance // Rock Mechanics. - N.J.: Pergamon Press, 1963.
3. Кук М.А. Наука о промышленных взрывчатых веществах.-М.:Недра, 1980. -454с.
4. Барон В.Л., Кантор В.Х. Техника и технология взрывных работ в США. -М.: Недра, 1989. -376 с.
5. Азаркович А.Е., Шуйфер М.И. Оценка относительной взрывной эффективности различных взрывчатых веществ в массивах горных пород // Физ.-техн. пробл. разраб. полезн. ископ. -1997. -№ 2. -С.47-51.

УСЛОВИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗРЫВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ НА НАРУШЕННЫЙ МАССИВ

Перегудов В.В., ППП «Кривбассвзрывпром», г. Кривой Рог

Как показывает анализ существующего состояния подготовки горных пород к выемке на железорудных карьерах, при уступной отбойке наблюдается увеличение в общем объеме взрываемых блоков части массива, нарушенной предыдущими взрывами [1]. Это вызвано, в первую очередь, уменьшением ширины рабочих площадок. Поэтому при разрушении крупноблочных трудно-взрываемых горных пород, удельный вес которых возрастает с понижением фронта горных работ, возникают трудности с управлением качеством дробления. Наибольшие проблемы вызывает разрушение верхней части блоков, где раскрытые трещины препятствуют эффективному действию скважинных зарядов. В связи с этим вызывает интерес рассмотрение возникающих при взрыве волн напряжений с учетом наличия трещин в верхней части разрушаемого массива, примыкающей к свободной поверхности.

В рамках теории упругости удлиненный скважинный заряд цилиндрической формы можно представить в виде суммы элементарных сферических заря-