

УДК 622.235.22:624.191.5

Хворост В.В., к.т.н., доц., Прилепский А.Н. студ. гр. ГБ-17-1-М  
Государственное ВУЗ «Криворожский национальный университет»,  
г. Кривой Рог, Украина

## К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВЗРЫВАТЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

На шахтах Кривбасса преимущественно при проходке горизонтальных подземных сооружений используют тротилосодержащие взрывчатые вещества (ТВВ). В качестве основного заряда, как правило, применяют Граммонит 79/21 в сочетании с патроном-боевиком Аммонит №6ЖВ. Традиционный метод хоть и доказали свою эффективность при проходке выработок, однако он имеет ряд недостатков, таких как: низкий коэффициент использования шпура (КИШ); плохое качество оконтуривания выработки; выделение большого количества вредных газов; низкая водоустойчивость.

Выше перечисленные недостатки стали основанием для формулирования перехода горнорудных предприятий на применение эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ), которые по экологическим, экономическим и практическим показателям имеют преимущество над ТВВ. [1]. Учитывая выше сказанное в качестве основного заряда для комплекта шпуров предлагается использовать ЭВВ, а именно «Украинит ПП-2» [2].

Значительную долю затрат в себестоимости строительства горизонта занимают взрывные работы. Поэтому на горнорудных предприятиях происходит постоянный поиск решений по снижению затрат, который может привести к экономической выгоде. Учитывая, что стоимость одной тонны Украинит ПП-2 составляет 25480 грн., что значительно ниже чем Граммонит 79/21 по цене 41920 грн., были рассчитаны паспорта БВР для этих типов ВВ.

Анализ исследования проводился на примере возводимого штрека горизонта 1390 метра, ш. «Родина» ПАО «КЖРК» с площадью сечения  $S_{вч} = 12,65 \text{ м}^2$  и крепостью  $f = 10 - 12$  по шкале проф. М.М. Протодяконова. Определение необходимого количества ВВ, позволило рассчитать стоимость разрушения 1 метра выработки как с помощью Украинит ПП-2 так и Граммонит 79/21.

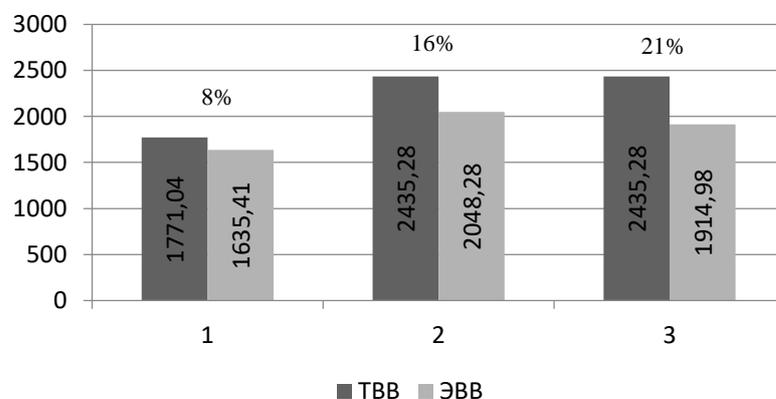
При использовании Граммонит 79/21 и Украинит ПП-2 детонация основного заряда происходит от патрона-боевика, который расположен первым в донной части шпура. Поскольку глубина основного комплекта шпуров не превышает 1,6 метра, одного патрона-боевика достаточно для детонации основного заряда, как при использовании Украинит ПП-2 так и при Граммонит 79/21. Поэтому количество и стоимость патрона-боевика будет одинакова для этих типов ВВ.

При определении массы основного заряда ВВ, необходимого для разрушения 1 метра, было установлено, что Украинит ПП-2 необходимо на 13,53 кг больше чем Граммонит 79/21. Несмотря на это, экономически целесообразнее использовать Украинит ПП-2, это обусловлено меньшей стоимостью ВВ, которая позволяет покрыть больший расход Украинит ПП-2.

Исходя из расчетов было определено общее количество ВВ и его стоимость разрушения 1 метра при разных типах ВВ. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что совместное использование Украинит ПП-2 и Аммонит №6ЖВ в сравнении с использованием Граммонит 79/21 и Аммонита №6ЖВ удешевляет стоимость разрушения одного метра выработки на 8%, что в денежном эквиваленте составит 135,63 грн.

Следующий этап исследования был разделенной на две части, в первой паспорт БВР при различных типах ВВ рассчитан теоретическим методом, во втором принят действующий паспорт БВР с использованием ТВВ и сравнен с расчетным паспортом ЭВВ.

Следует отметить, что на практике нижние шпуры в паспорте БВР заполняются только патронированным ВВ, а именно Аммонит №6ЖВ с целью более мощного взрыва контура выработки. Также это обусловлено скоплением воды в подошве забоя где применение Граммонит 79/21 не целесообразно, поскольку он не водостойкий. Расчеты денежных затрат на разрушение одного метра выработки для ЭВВ и ТВВ в различных случаях приведены на рис. 1.



*Рис.1 Стоимость разрушения метра выработки: а) результат теоретического расчета; б) результат на основе действующего паспорта БВР; в) результат на основе действующего паспорта БВР с измененной системой зарядки нижних шпуров.*

Получив необходимое количество Украинит ПП-2 и сравнив с действующим паспортом БВР с использованием Граммонит 79/21, результат показал возможность удешевить взрывные работы за счет использования эмульсии. Причем в случае оставления в нижних шпурах патронированного ВВ экономия достигает 16%, а в случае заполнения их Украинит ПП-2 – 21 %.

Несмотря на некоторые успехи при проведении горных выработок в Кривбассе темпы проходки остаются еще на низком уровне и составляют в среднем 40-60 м/мес. Одним из направлений решения упомянутых задач является проходка выработок заходками увеличенной глубины. При этом значительно снижается удельный вес подготовительных и вспомогательных операций проходческого цикла, более полно и рационально используется проходческое оборудование во времени.

После проведения анализа необходимого количества ВВ и его стоимости, выяснилось, что ЭВВ использовать в качестве основного заряда выгоднее, чем использование ТВВ. Однако, кроме экономической выгоды, очень важно, чтобы скорость проходки выработки, оставалась на том же уровне, а при возможности и увеличилась.

Сравнив результаты опытных взрывов, проводимых предприятием «КЖРК» для разных типов ВВ, КИШ при использовании в качестве основного заряда Граммонит 79/21 составляет 0,94, что является больше чем в случае применения Украинит ПП-2–0,85. Однако при использовании ЭВВ длина шнура составляет 2 метра, что по сравнению с ТВВ на 0,4 метра больше. Следовательно, для анализа скорости проходки, с учетом КИШ при использовании различного типа ВВ построен график (рис. 2).

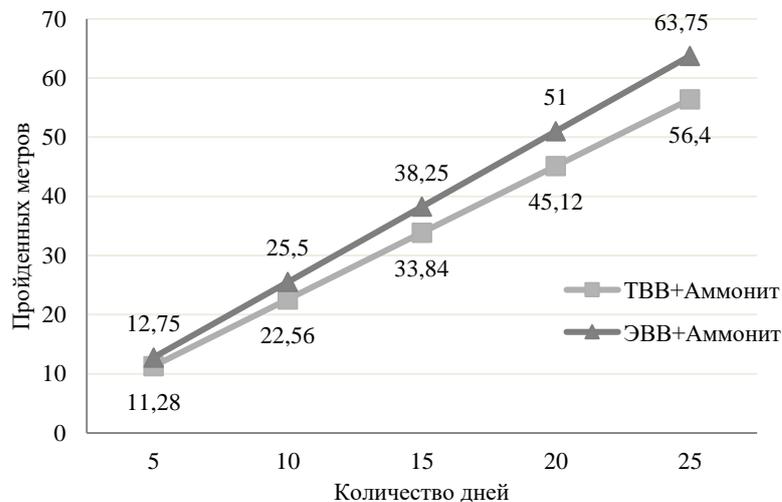


Рис. 2 Скорость проходки при использовании ЭВВ и ТВВ

Как можно видеть из рис. 2, за первые пять дней возможно повысить скорость проходки за счет использования увеличенного комплекта шнуров с ЭВВ на 1,47 метра, в сравнении с использованием ТВВ и с каждым последующими днями результат скорости проходки будет наращиваться. И как можно заметить после проведенных 25 дней работы, при использовании ЭВВ скорость проходки увеличиться на 7,35 метра, что в процентном соотношении составляет на 11% больше в сравнении с традиционной технологией при использовании ТВВ.

Зная фактическое количество ВВ для проведения заходки, представляется возможность определения необходимого количества воздуха, подаваемого в забой и определения фактического времени проветривания, которая рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{2.3 \cdot \sqrt[3]{A \cdot S_{вч}^2 \cdot b \cdot L^2 \cdot k_{обв}}}{Q \cdot 60}$$

где:  $A$  - количество одновременно взрываемых ВВ; кг;  $S$  - площадь поперечного сечения вчерне,  $m^2$ ;  $b$  -газованность ВВ, л/кг;  $k_{обв}$  - коэффициент, учитывающий обводненность выработки;  $L$  - длина проветриваемой выработки, м;  $Q$  – количество воздуха, подводимого к забою,  $m^3/сек$ .

Определив время проветривания при использовании Граммонит 79/21 результат составил 19.3 минут, а при использовании Украинит ПП-2 – 17.1 минут, это свидетельствует о возможности незначительно сократить время проветривания. Показатель  $b$  - указывает на количество выделения ядовитых газов, для тротилосодержащих ВВ составляет 65 л/кг, для эмульсионных ВВ 33 л/кг, именно он позволяет нивелировать показатель  $A$ , в котором количество одновременно взрываемого ВВ в ЭВВ составляет больше по сравнению с ТВВ. Также Украинит-ПП-2 изготавливается из компонентов, которые не являются взрывчатыми и токсичными веществами, поэтому он не опасен для здоровья людей, а условия транспортировки и хранения его компонентов значительно упрощены в сравнении с другими применяемыми ВВ.

В работе осуществлено теоретическое обоснование и решение задач направленных на совершенствование параметров БВР. Проведенный анализ ВВ позволяет утверждать, что применение в качестве основного заряда для комплекта шпуров Украинит ПП-2 удешевляет проведение взрывных работ, и может привести к экономической целесообразности. Реализация предложенных в работе мероприятий усовершенствований буровзрывных работ позволит сократить затраты на использование ВВ от 16 до 21% в зависимости от рассматриваемого паспорта БВР.

Определено, что необходимое количество времени для проветривания при использовании ЭВВ, не больше, чем в случае применения ТВВ, даже несмотря на то, что количества ЭВВ для разрушения горной породы больше чем при ТВВ. Это обусловлено тем, что выделенная количество вредных газов в случае использования ЭВВ меньше чем при ТВВ.

Также было выяснено, что при использовании ЭВВ возможно повышение скорости проведения горнопроходческих работ, за счет применения комплекта шпуров с увеличенной глубиной, в связи с этим рациональность использования проходческого оборудования оправдывается.

Дальнейшее развитие в направлении совершенствования параметров БВР имеет перспективы, поскольку на шахтах Кривбасса существует значительное отставание в проведении горнокапитальных выработок. Поэтому необходимость развития мероприятий направленных на наращивание темпов строительства

горизонтов является необходимой мерой для условий развития горнорудных предприятий Криворожского бассейна.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ступник Н. И. Перспективы использования безтритиловых взрывчатых веществ на рудниках с подземной добычей полезных ископаемых [Электронный ресурс] / Н. И. Ступник, В. А. Калиниченко, М. Б. Федько – Режим доступа к ресурсу: <http://nv.nmu.org.ua/index.php/ru/component/jdownloads/finish/38-01/616-01-2013-stupn>.

2. Андреев Б. Н. Совершенствование параметров буровзрывных работ при проходке горизонтальных выработок глубокими заходками [Электронный ресурс] / Б. Н. Андреев, С. С. Сергеев – Режим доступа к ресурсу: [http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/147041/29\\_DneprStudConf\\_2016\\_134.pdf?sequence=1](http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/147041/29_DneprStudConf_2016_134.pdf?sequence=1).

3. Зубко С. А. Внедрение смесительно-зарядной и доставочной техники для эмульсионного взрывчатого вещества "Украинит" на горнодобывающих предприятиях Украины / С. А. Зубко, В. В. Русских, А. В. Яворский, Е.А. Яворская // Геотехнічна механіка. - 2013. - Вип. 111. – С. 37-48.

4. Andreev, B. M., Brovko, D. V. and Khvorost, V.V., 2015. Determination of reliability and justification of object parameters on the surface of mines taking into account change-over to the lighter enclosing structures. / B. M. Andreev, D. V. Brovko, V. V. Khvorost / Metallurgical and Mining Industry, 12. pp. – С. 378–382.