

УДК 622.236.25: 622.273.63

Минеев С.П., д.т.н., проф.

зав. отделом ИГТМ НАН Украины

Бурлака Ю.А. студ. гр. ГРБ-11-1

Государственное ВУЗ "Национальный горный университет",

г. Днепропетровск, Украина

## ОСОБЕННОСТИ ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСООПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЫРАБОТОК

Рядом выполненных ранее работ был установлен механизм вибрационного воздействия на горный массив, заключающийся в совокупности сложных взаимовлияющих виброэффектов, проявляющихся в угле и способствующих интенсивному трещинообразованию, приводящему к равномерному диффундированию метана из углепородного массива, его разгрузке, характеризуемой смещением в глубь массива порога уплотнения угля, а также, к изменению напряженного состояния, отжиму пласта, что в целом и снижает его газодинамическую активность [1-4]. Используя данный механизм в работе [1] была сформулирована физическая модель реализации виброэффектов в углепородном массиве. Оценка разупрочнения массива при вибровоздействии была осуществлена с использованием критерия циклического усталостного разрушения, сущность которого заключается в энергетической оценке условий усталостного развития трещин по предельному значению энергии, поглощаемой материалом в результате гистерезиса, возникающего при каждом цикле вибропульсаций. В этой модели суммирования повреждений за меру прироста повреждения принимался прирост трещины от воздействия каждой из частотной составляющей  $i$ -тона сложночастотного цикла вибронагружения.

Критерий устанавливает аналитическую связь между количеством циклов пульсаций, напряжений, действующих в массиве вблизи источника вибровоздействия и, соответствующим приращением длины трещины с учетом свойств и состояния массива:

$$\frac{dl}{dN} = \frac{c(\Delta K)^\alpha}{1 - R_\psi K_c - \Delta K};$$
$$\Delta K = \frac{\Delta\sigma}{\sqrt{\pi l}}; \Delta\sigma = \sigma_{max} - \sigma_{min};$$
$$K_c = \frac{2E\gamma_k}{1-\mu^2}; R_\psi = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}}; \sigma = \sigma_g + \sigma_{cr},$$

где:  $c, \alpha$  – постоянные циклической усталости угля, определяемые экспериментально;  $K_c$  – коэффициент интенсивности напряжений по Гриффитсу;  $\gamma_k$  – поверхностная эффективная энергия разрушения угля.

Значения численных параметров угля, входящие в рассмотренный критерий приведены в работах ИГТМ [3].

При этом, было установлено, что радиус эффективного влияния вибрирующей скважины определяется циклической усталостью угля с учетом свойств и состояния пласта, действующими в массиве напряжениями и продолжительностью вибрации, а изменение проницаемости и пористости массива в процессе виброобработки определяется установленной на основе модели линейного суммирования повреждений в угле зависимостью [1-4].

Связь характеристик накопления повреждений в угольном массиве с изменением пористости имеет вид:

$$m_t = m_0 + \frac{2c}{1 + 2c} \frac{1 - 2\mu}{1 - 2\mu} w$$

где:

$$w = \frac{\sigma \gamma H}{2c E_y} + 0,5 N^\alpha,$$

$w$  – функция поврежденности;  $m_t$ ,  $m_0$  – пористость в исследуемый момент времени  $t$  и в нетронутом массиве.

Выполненные исследования позволили разработать вибрационные способ снижения выбросоопасности [5].

Вибрационное воздействие на угольный пласт этим способом осуществлялось с помощью пневмовибраторов, помещаемых в предварительно пробуренные шпуровые скважины, и предназначено для снижения выбросоопасности при проведении подготовительных выработок по выбросоопасным пластам, не склонным к обрушениям (высыпаниям) угля с коэффициентом крепости не менее 0,6 по шкале М.М. Протодяконом. К параметрам способа относятся: диаметр и глубина шпуров (далее - виброшпуров), расстояние между ними, частота и амплитуда вибрации, продолжительность виброобработки пласта. Диаметр виброшпуров принимают в зависимости от типа вибратора, но не более 80 мм; глубина виброшпуров особо опасных участках пластов - не более 2 м.

К применению допускаются вибраторы с частотой 45-150 Гц и амплитудой вибрации 0,5-1,5 мм. Расстояние между виброшпурами не должно превышать  $2R_{эф}$ . Количество виброшпуров в забое должно быть не менее трех.

Шпуровые скважины бурят на расстоянии не более 0,5 м от кутков с наклоном 5-7° в сторону массива, а остальные - параллельно оси выработки. Виброшпуровые скважины бурят на заданную глубину в два диаметра 42-43 мм, а затем их разбуривают до необходимого диаметра.

При использовании пневмовибраторов номинальное давление сжатого воздуха в трубопроводе должно быть не менее 0,4 МПа. Значения параметров вибровоздействия в зависимости от радиуса эффективного влияния виброшпура и его диаметра приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Параметры вибровоздействия на угольный пласт

| Радиус эффективного влияния виброшпура, м | Диаметр Виброшпура, мм | Амплитуда вибрации, мм | Частота вибрации, Гц | Продолжительность виброобработки, час |
|---|------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| до 0,5                                    | 50                     | 0,5-0,9                | 100-150              | 1                                     |
| до 0,5                                    | 80                     | 0,5-0,9                | 60-100               | 0,5                                   |
| 0,6-0,8                                   | 80                     | 0,7-1,2                | 60-120               | 1,2                                   |
| 0,5-0,8                                   | 80                     | 0,7-1,1                | 50-120               | 1,0                                   |
| 0,7-1,0                                   | 80                     | 0,8-1,5                | 45-100               | 1,5                                   |

После виброобработки угольного забоя производят контроль газовой обстановки и при снижении концентрации метана в исходящей струе до уровня, предшествующего вибровоздействию, производят контроль эффективности способа. Контроль эффективности осуществляют по динамике начальной скорости газовыделения из шпуров или другим нормативным способом в соответствии с требованиями [5].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Минеев С.П. Научные основы использования волновых и пульсационных эффектов для снижения газодинамической активности угольных пластов: Автореферат дис. ... д.т.н.-Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины, 1996. – 36 с.
2. Потураев В.Н., Минеев С.П. Пульсационные и волновые эффекты в горном массиве. – Киев: Наукова думка, 1993.- 153 с.
3. Минеев С.П. Свойства газонасыщенного угля. – Днепропетровск: НГУ, 2009.- 220 с.
4. Лях В.В., Минеев С.П. Математическое моделирование вибровоздействия на газонасыщенный угольный массив // Прикладная механика и математика. Том 58. – Вып. 1, 1994. – С.69-76.
5. СОУ 10.1001740088.011-2005 «Правила ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям.- Киев Минуглепром Украины, 2005.- 224 с.