

Технология работ в случае использования трубопровода с боковым выпуском более прогрессивна, не требует частых остановок закладочной машины и характеризуется почти полным отсутствием ручных работ. Однако, полнота заполнения выработанного пространства во втором варианте выше за счет торцевого выпуска породы.

УДК 622.283

Б.М. Усаченко, Г.Т. Рубец, В.В. Левит

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЙ НАГРУЗОК НА КРЕПЬ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ, ПРОВОДИМЫХ В РАЗНОПРОЧНЫХ ПОРОДАХ

Виконана статистична оцінка розподілів навантаження на кріплення вертикальних стовбурів, які проводяться по різних технологіях і в породах різної міцності. Виявлено три характерних особливості розподілів навантажень на кріплення, які необхідно враховувати при обґрунтуванні параметрів кріплення і керуванні гірським тиском в стовбурах шахт. Табл. 1. Бібліогр.: 5 найм.

Качество проектирования стволов в значительной мере определяется надежностью исходной информации, характеризующей количественно взаимодействие крепи с массивом горных пород. Поскольку такое взаимодействие определяется совокупностью конструктивных параметров самой крепи, механическими характеристиками породного массива и показателем его воздействия на крепь, важно оценить особенности распределения нагрузок на крепь с учетом свойств пород, а также технологии проведения и крепления стволов.

Знание таких статистических закономерностей - важная и необходимая предпосылка расчета параметров крепи и управления надежностью стволов, которая заключается в прогнозировании отказов и правильном выборе средств резервирования (комбинированные способы крепления).

СНиП II-94-80 [1] регламентирует расчет параметров крепи вертикальных стволов на основании определения критерия устойчивости (C) пород вблизи них. По величине критерия выделяются четыре концепции устойчивости пород с его значениями: устойчивые $C < 3$; средне-устойчивые - $3 \leq C < 6$; неустойчивые - $6 \leq C < 10$; очень

неустойчивые - $C > 10$. Расчет нагрузок на крепь протяженной части ствола определяется с учетом особенностей неравномерности их эпюры, а максимальная горизонтальная нагрузка вычисляется как сумма средне-вычисленной (P_0) и неравномерной составляющей (P_k), оцениваемой по коэффициентам неравномерности распределения нагрузок по контуру $P_n = P_0 + P_k$. Понятно, что такой подход обуславливает необходимость организации шахтных инструментальных наблюдений по оценке нагрузок на крепь стволов и надлежащей обработки их результатов.

Придерживаясь СНиП II-94-80 [1] в части оценки устойчивости пород и нагрузок на крепь стволов, нами при анализе выделены три типа условий проведения стволов (состояние пород устойчивое, среднеустойчивое и неустойчивое) и учтено влияние технологии проходки стволов буровзрывным способом и бурением.

Для анализа были использованы материалы публикаций [2,3], а также результаты изучения взаимодействия системы "крепь-породный массив" в вертикальных стволах [4-5].

Экспериментальные замеры величины горного давления на крепь шахтного ствола показывают, что их распределения в большинстве случаев отличаются от закона Гаусса по своему коэффициенту вариации, не говоря даже о величинах скошенности и островершинности, которые могут достигать больших отклонений в сравнении с распределением Гаусса.

Статистический подход на основе распределения Гаусса позволяет анализировать вероятности, скрытые в нормах проектирования [1], а также дает возможность назначать величины конструктивных параметров, однако обладает низкой точностью и страдает рядом необоснованных предположений. Все это требует нового подхода к представлению особенностей распределения нагрузок на крепь, которые, с одной стороны, соответствовали бы экспериментальным данным, а с другой - имели бы теоретическое обоснование своей применимости. Неравномерность нагрузки на крепь обусловлена в основном случайными причинами и сама нагрузка должна рассматриваться как случайная величина со своими статистическими характеристиками (среднее \bar{x} , стандартное отклоне-

ние, коэффициент вариации v , асимметрия $\sqrt{\beta_1}$ и коэффициент эксцесса β_2) и законом распределения (с плотностью $f(x)$), отражающим стохастические закономерности формирования, перераспределения и стабилизации горного давления на крепь шахтного ствола. Закон Гаусса принципиально не подходит для описания таких существенно положительных случайных величин как нагрузка на крепь, поскольку она будет иметь фиктивные отрицательные значения, появляющиеся с какой-то вероятностью, в то время, как вероятность появления средних и максимальных значений будет существенно занижаться.

Обширные исследования, проведенные ВНИМИ [2], по изучению распределения горного давления в шахтных стволах, позволили выявить специфические особенности неравномерности распределения нагрузок в различных горногеологических условиях. Степень неравномерности распределения нагрузок на крепь стволов, пройденных буровзрывным способом в хрупких скальных породах Донбасса, значительно выше, чем в пластичных глинах и водонасыщенных песках, а также в стволах, пройденных бурением. Замечено, что с ростом среднего давления степень неравномерности нагрузок уменьшается, а величина давления в слабых породах во много раз больше, чем при проходке стволов в скальных породах. Статистическая обработка величин давления при буровзрывном способе проходки в прочных породах показала, что закон распределения является ненормальным. Величины $\sqrt{\beta_1}$ и β_2 показывают (табл. 1), что в этом случае наиболее подходит т.н. закон распределения Гумбеля, являющийся предельным распределением максимальных значений, выбранных из большой совокупности независимых случайных величин, и таким образом подходящей теоретической моделью для описания нагрузки на крепь шахтного ствола. Плотность $f(x)$ дана в таблице 1 с оценками ее параметров.

Распределение нагрузок в стволах, пройденных в пластичных, глинистых породах по своим статистическим характеристикам не противоречит закону Гаусса (табл. 1), что подтверждают также данные для горизонтальных выработок.

Таблица 1 - Статистические характеристики экспериментальных распределения давлений на крепь шахтных стволов при различных способах проходки и их теоретические плотности

№ п/п	Распределение давлений на крепь шахтных стволов при различных способах проходки	Статистические характеристики распределения (в относительных единицах)						Теоретическая плотность распределения $f(x)$		Параметры (в относ.ед.)	
		К-во наблюдений	Среднее, \bar{x}	Стандарт, s	Коэф. вариации, $v, \%$	Коэф. асимметрии, $\sqrt{\beta_1}$	Коэф. эксцесса, β_2	$f(x)$		расположения μ	масштаба σ
1.	Буровзрывной способ проходки в прочных (скальных) породах	110	1,0	0,65	66	1,30	4,95	$\frac{1}{\sigma} \exp \left\{ - \left(\frac{x-\mu}{\sigma} \right) - \exp \left[\left(\frac{x-\mu}{\sigma} \right)^2 \right] \right\}$ (Гумбеля)		0,71	0,51
2.	Обычный способ проходки в слабых, пластичных породах	41	1,0	0,34	35	-0,08	2,88	$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[- \frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right]$ (Гаусса)		1,0	0,34
3.	Стволы, пройденные бурением в породах средней крепости	54	3,9 т/м ²	1,4 т/м ²	37	0,74	3,74	$\frac{1}{\sigma} \left(\frac{x-\mu}{\sigma} \right) \exp \left[- \left(\frac{x-\mu}{\sigma} \right)^2 \right]$ (Релея)		1,22 т/м ²	3,02 т/м ²

При исследовании нагрузок на крепь в стволах, пройденных бурением, обнаруживаются умеренные асимметрия и эксцесс (табл. 1), что позволяет представить их с помощью распределения Релея. Появление закона Релея в данной ситуации можно рассматривать в рамках распределения т.н. "локальных" максимумов стационарного нормального случайного процесса, которым можно описать неровности контура породного массива и неравномерность контактирования крепи с массивом. Концентрация напряжений на выступах массива с максимальными размерами, которые в случае проходки стволов бурением имеют мелкоамплитудный характер и будет приводить в итоге к распределению локальных максимумов - т.н. распределению Райса, частными случаями которого являются законы Релея и Гаусса. В этом плане можно таким же образом объяснить появление закона распределения Гаусса нагрузок на крепь шахтных стволов, пройденных в слабых и пластичных горных породах.

Выполненные исследования позволяют заключить, что несмотря на многообразие форм взаимодействия системы "крепь-породный массив" в вертикальных стволах, прослеживаются некоторые общие закономерности, которые необходимо учитывать, как при обосновании параметров крепи, так и выборе конструкций регулятивных систем управления горным давлением в стволах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП II-94-80. Подземные горные выработки. Нормы проектирования.- М.: Стройиздат, 1982. - 30 с.
2. Взаимодействие массивов горных пород с крепью вертикальных выработок / Г.А. Крупенников и др. - М.: Недра, 1966. - 316 с.
3. Крепь горных выработок глубоких рудников / Г.Г. Мирзаев и др. - М.: Недра, 1984. - 252 с.
4. Левит В.В. Влияние особенностей пород и типа крепи на взаимодействие системы "крепь-массив" в вертикальных стволах. - Геотехническая механика, 1997, Вып. 3. - С. 32-39.

5. Левит В.В. Результаты диагностики состояния вертикальных стволов методом электрометрии. - Уголь Украины, 1997, № 6. - С. 50-53.

УДК 622.7:622.271

М.С. Четверик

ТЕХНОЛОГИЯ ГОРНЫХ РАБОТ С ПРЕДОБОГАЩЕНИЕМ РУДЫ В КАРЬЕРАХ И СКЛАДИРОВАНИЕМ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ИХ В ВЫРАБОТАННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Приведено недоліки існуючої технології гірничих робіт і збагачення. Викладено технологію гірничих робіт передзбагаченням руди у кар'єрах, приведено комплекс машин. Лі. 1. Бібліогр.: 4 найм.

Достигшая большого развития подготовка высококачественных концентратов из руд черных и цветных металлов, угля стала дорогостоящей, малоэффективной, наносящей большой вред окружающей среде. Осуществляется модернизация оборудования и совершенствование технологических процессов обогатительных фабрик. Однако существенных результатов в повышении эффективности производства концентратов и снижения вредного влияния на окружающую среду эти мероприятия не дают, поскольку направлены они не на исключение главной причины больших затрат и экологического вреда.

Главной причиной больших затрат являются большие объемы транспортирования из карьеров на поверхность, переработка при обогащении и складирование пустых пород, которые содержатся в добытой руде. Из доставленной руды на обогащение только 1-20 % попадает в концентрат. Остальное - отходы обогащения, составляющие со вскрышными породами огромные объемы.

Значительно возросли объемы обогащения, усложнилась технология обогащения. Возросли затраты на транспорт и складирование отходов обогащения, создание шламохранилищ. Отходы при обогащении полезных ископаемых являются одним из главных источников загрязнения окружающей среды. Установившийся технологический процесс обогащения не приспособлен к использованию отходов обогащения и созданию безотходной технологии. Сущест-