

**ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕРА ЗОНЫ НАГРУЗКИ**

Обоснованы размеры разгруженных от горного давления зон с учетом влияния развития очистных работ при трех основных вариантах разгрузки: одиночной врезной лавой, многократной разгрузкой и разгрузкой, основанной на специальной очередности отработки смежных запасов.

Наибольшее распространение при разработке угольных пластов получили зоны разгрузки, образуемые отработкой специальных лав длиной 150...200 м [5], перспективными являются многократные зоны разгрузки [3], а также зоны дополнительной разгрузки, образующиеся при специальной очередности отработки смежных запасов [2]. Однако обоснованных рекомендаций по выбору размеров разгруженных от горного давления зон нет.

Размер традиционных зон разгрузки [5] принимают, исходя из принципа, чем меньше длина разгрузочной лавы, тем лучше, так как выше степень разгрузки. Это действительно так для одиночной разгрузочной лавы. Однако, как только начинают обрабатывать лавы, смежные с разгрузочной, в первоначально разгруженной области активизируются дополнительные (повторные) сдвиги и разгрузка уменьшается или исчезает полностью. Таким образом, задача сводится к тому, чтобы выбрать разгрузочную лаву такого размера, при котором будет обеспечено безремонтное поддержание охраняемых выработок и компенсировано отрицательное проявление активизации сдвижений при развитии очистных работ.

Бесцеликовая отработка запасов, смежных с разгрузочной лавой технологически наиболее желательна, хотя с геомеханической точки зрения наиболее опасна (рисунок, а). В этом случае длина  $L$  разгрузочной лавы 1 принимается из условия

$$\sum a + \sum b + nl_t \leq L \leq L_k, \quad (1)$$

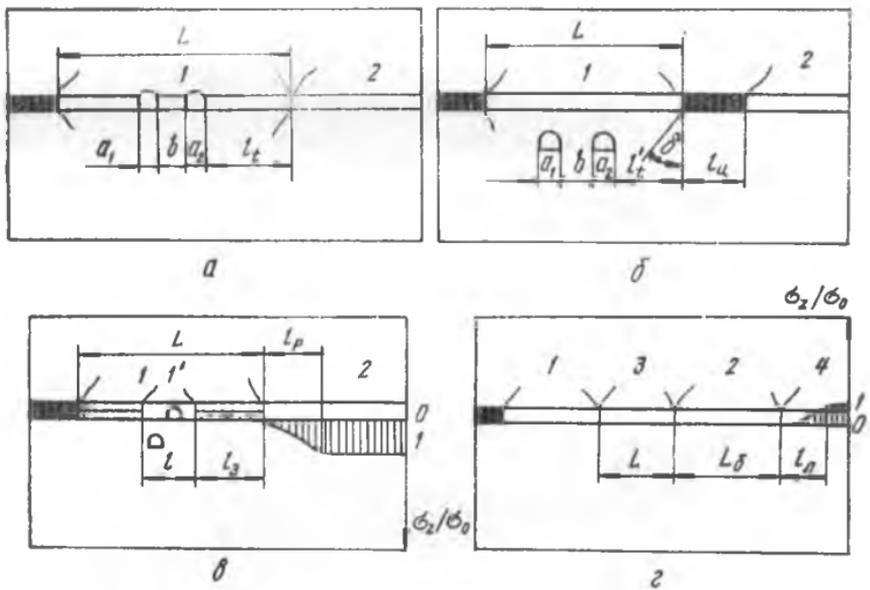
где  $\sum a$ ,  $\sum b$  — суммарная ширина всех подготавливающих выработок и сумма расстояний между ними соответственно;  $n=1,2$  при одностороннем развитии очистных работ и  $n=2$  при отработке смежных лав с обеих сторон от разгруженной зоны;  $l_t$  — длина области опасных проявлений активизации сдвижений в ранее разгруженной зоне 1 на устойчивость охраняемых выработок, зависит от порядка отработки смежных с зоной разгрузки лав 2, срока  $t$ , лет, службы выработки, глубины  $H$ , м, прочности  $R$ , МПа, вмещающих выработку пород [4]:

$$l_t = K_n K_t 9,09 U_{k(n)} / [U] \exp(0,053H/R), \quad (2)$$

$K_n = 1,1...1,5$  при накате смежной лавы 2 на границу зоны разгрузки 1;  $0,7...0,9$  при параллельном движении смежной лавы;  $0,3...$

0,45 при отходе смежной лавы;  $K_t = 18,72 R/H + 0,228 \ln t \leq 1$  [5];  $U_{к(п)}$  — доля смещений кровли (почвы) в суммарной конвергенции кровли и почвы, %;  $[U]$  — стандартная доля смещений: для кровли — 60 %, для почвы — 40 %;  $L_k$  — критическая длина лавы, при которой еще достигается требуемая степень разгрузки, зависит от мощности обрабатываемого пласта  $m$  и  $R$ , может ориентировочно определяться по методике ВНИМИ [1].

Если для защиты зоны разгрузки оставляется барьерный целик (рисунок, б), подсчитанное по формуле (2) значение  $l_t$  может быть



Параметры разгрузки: при бесцеликовом (а) развитии работ, защите зоны разгрузки барьерным целиком (б), с закладкой выработанного пространства (в) и при специальной, указанной цифрами, очередности отработки смежных лав (г)

уменьшено по крайней мере на ширину целика  $l_c$ . При этом минимальное его значение  $l'_c$  должно при необходимости корректироваться с учетом угла разгрузки  $\delta$ .

Поскольку жесткость толщи в окрестности целика больше, чем в зоне разгрузки, защитное действие целика выше, чем защитный эффект от равновеликого участка выработанного пространства. Поэтому при оставлении барьерного целика можно уменьшать длину зоны от расчетной величины  $l_t$  на 1,4...1,6 ширины целика. Например, при  $l_t = 80$  м в результате оставления барьерного целика шириною 40 м фактическое значение  $l'_t$  можно уменьшить до 20 м, проверив размещение выработки на соответствие углу защиты  $\delta$ .

Для двукратной разгрузки в первую очередь необходимо рассчитать длину зоны локальной разгрузки  $l_p$  у границы закладочного

массива шириною  $l_3$ . Внутренняя зона разгрузки  $l'$  локализуется, если ее ширина  $l < 2l_p$  (рисунок, в).

Величина  $l_p$  зависит от прочности вмещающих пород и перепада жесткости закладки и выработанного пространства. Чем больше жесткость закладки и прочность вмещающих пород, тем больше длина зоны локальной разгрузки. Максимальное значение  $l_p$  для фиксированной жесткости и прочности достигается лишь при определенной достаточной ширине закладочного массива  $l_3$ . Для условий Украинского Донбасса при прочности вмещающих пород 50 МПа, вынимаемой мощности пласта 1,5 м и механизированной закладке породы достаточная ширина закладочного массива и соответствующая ей длина зоны локальной разгрузки примерно одинаковы и составляют около 30—40 м. В первом приближении  $l_p$  соответствует шагу посадки основной кровли.

Жесткость закладки и ее защитное действие имеют промежуточное значение между жесткостью выработанного пространства и жесткостью пласта. Ориентировочно защитное действие закладки на 20...40 % выше, чем у рядового выработанного пространства. Поэтому  $l_3 > l_p / (1,2...1,4) \approx 0,7 l_p$ . Если же размер внутренней зоны разгрузки заметно меньше  $2 l_p$ , тогда на такую же долю от уровня  $0,7 l_p$  можно уменьшить и ширину закладки, поскольку в этом случае дополнительную защитную роль выполняет повышенная степень многократной разгрузки.

Если смежные лавы 1, 2, 3 отработать с разрывом во времени (рисунок, г), то в относительно новом выработанном пространстве 3 или 4 появится локальная зона разгрузки, ширина  $l_n$  которой зависит от  $H$ ,  $R$ ,  $m$  и  $t$ , т. е. на участке  $l_n$  действующее горное давление  $\sigma_z$  меньше геостатического уровня  $\sigma_0$ . Для условий Донбасса при  $H = 1000$  м,  $R = 50$  МПа,  $m = 1,5$  м и  $t < 5$  лет  $l_n \approx \approx 50$  м. Отработав разгрузочную лаву длиной  $L < 2l_n$ , т. е. менее 100 м в данном случае, после отработки смежных с ней (буферных) лав, можно получить зону разгрузки. Степень разгрузки будет тем выше, чем короче разгрузочная лава 3. Если же по технологическим причинам  $L$  должна быть больше  $2 l_n$ , разгрузка сохранится только у границ с ранее выработанными (буферными) пространствами 1, 2. Причина в том, что направления сдвижений в плоскости напластования в окрестности одиночной лавы и в окрестности примыкающей к ранее выработанному пространству взаимно противоположные [2]. Подработанная одиночной разгрузочной лавой 1 (см. рисунок, а) толща испытывает сжатие в плоскости напластования, которое содействует ее зависанию (а, следовательно, разгрузке) даже при больших длинах лавы (200 м и более). Над примыкающей разгрузочной лавой 3 (рисунок, г) толща расплзается в стороны 1, 2 выработанных пространств. Это облегчает процесс ее оседания и является причиной восстановления исходного уровня горного давления уже при небольшой длине лавы (100...150 м).

При дальнейшем развитии очистных работ опасная активизация сдвижений должна поглощаться выработанными пространствами буферных лав 1, 2. Поэтому выбор длины разгрузочной лавы 3 в этом случае должен дополняться обоснованием размера  $l_6$  буферных лав 1, 2. Чем они больше, тем надежнее защита зоны разгрузки (рисунок, г). В первом приближении длина буферной лавы должна быть не меньше  $l_4$ , определяемой по формуле (2).

Таким образом, во всех вариантах разгрузки размеры разгруженной области и ее сопутствующих элементов определяются длиной зоны  $l_4$  опасных проявлений активизации сдвижений. Для определенных условий этот параметр может оказаться неприемлемо большим. Наиболее вероятно это при расположении охраняемой выработки в слабых породах и при развитии очистных работ накаты-вающимися на зону разгрузки лавами. Поэтому для уменьшения  $l_4$  до приемлемой длины следует охраняемые выработки закладывать в более прочных породах, использовать их упрочнение, а также менять порядок отработки смежных лав на прямой.

Каждый из вариантов разгрузки обладает определенными достоинствами и недостатками. Традиционная разгрузка обычной лавой с последующим бесцеликовым развитием позволяет сократить срок подготовки запасов до минимума и предельно проста. Однако охраняемая выработка наиболее уязвима для неблагоприятных проявлений развития очистных работ. При защите зоны разгрузки барьерными угольными целиками возникает проблема с потерей запасов и отрицательным влиянием оставленных целиков на сближенные пласты.

Многokратная разгрузка толщи сложнее в реализации и дороже традиционного варианта из-за необходимости закладки выработанного пространства, хотя этот недостаток имеет положительную сторону с точки зрения охраны окружающей среды. Вторым недостатком варианта многokратной разгрузки связан со сложностью размещения большого количества выработок (3...4 и более) в разгруженной зоне в силу ее ограниченных размеров. Главным преимуществом многokратных зон является высокая степень разгрузки и защиты от влияния развития очистных работ. Аналогичное преимущество и у варианта разгрузки, основанного на специальной очередности отработки смежных лав. Вторым преимуществом этого варианта является простота технологической реализации. Главным недостатком следует считать большой срок подготовки запасов, так как разгрузочная лава может быть отработана только после смежных буферных.

Таким образом, приемлемый вариант разгрузки следует выбирать для конкретных условий только на основе технико-экономического сопоставления альтернативных вариантов.

## Список литературы

1. **Защитные пласты** / И. М. Петухов, А. М. Линьков, И. А. Фельдман и др.— Л.: Недра, Ленингр. отд-е, 1972.— 424 с.
2. **Зборщик М. П., Назимко В. В.** Закономерности горизонтальных сдвижений толщи пород при отработке пологих пластов // Уголь Украины.— 1986.— № 5.— С. 18—22.
3. **Зборщик М. П., Назимко В. В.** Создание многократных зон для охраны подготовительных выработок // Разраб. месторождений полез. ископаемых: Респ. межвед. науч.-техн. сб.— 1981.— Вып. 60.— С. 18—23.
4. **Назимко В. В.** Механизм сдвижений пород в окрестности полевой выработки // Уголь Украины.— 1988.— № 10.— С. 8—9.
5. **Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР** // ВНИМИ.— Л., 1986.— 222 с.

*Получено 28.03.89*

© Назимко В. В., 1990