Записки Ленинградского горного института им.Г.В.Плеханова
Т. 123. Л., 1990

УДК 622.831.322:622.363.2

Н.М.ПРОСКУРЯКОВ, О.В.КОВАЛЕВ

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ПОРОД ВОДОЗАЩИТНОЙ ТОЛЩИ НА КАЛИЙНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Спецификой калийных рудников является необходимость сохранения сплошности пород водозащитной толщи (ВЗТ), подрабатываемой в процессе ведения очистных работ. За счет различных горно-технических мероприятий, направленных на снижение величины оседаний пород ВЗТ, на Верхнекамском месторождении решаются вопросы обеспечения их сплошности. Такие мероприятия различны, например, в пределах постоянных границ краевых частей мульды сдвижения, на участках с длительно остановленными границами и в зонах полной подработки при подвигающемся фронте очистной выемки, и определяются, в основном, методом их реализации. Однако основной регулируемый параметр во всех случаях – это величина текущих или конечных оседаний пород ВЗТ (параметр η). По этому параметру, влияющему на интегральную характеристику ВЗТ, каковой является ее кривизна, и определяется необходимая мощность этой толщи. Так, расстояние от кровли верхнего из отрабатываемых пластов до нижней границы водозащитной толщи в соответствии с требованиями нормативных документов должно удовлетворять требованию

$$h = h_{В} - \Delta h' - h_{В.П} \geqslant h_{Д} ,$$

где $h_{В}$ – мощность водозащитной толщи без учета погрешности ее определения; $\Delta h'$ – погрешность определения мощности водозащитной толщи; $h_{В.П}$ – мощность водозащитной потолочины, $h_{В.П} = 5$ м; $h_{Д}$ – достаточная мощность водозащитной толщи (расстояние по нормали к напластованию кровли верхнего из отрабатываемых пластов до слоя, на котором расчетная кривизна не превышает допустимого значения).

Величина $h_{Д}$ определяется, очевидно, указанной выше кривизной, зависящей в свою очередь от параметра η и глубины разработки. На основе экспериментальных исследований, обобщающих во взаимосвязи упомянутые выше параметры, для определения необходимой мощности водозащитной толщи используются зависимости ее от величины допустимых оседаний пород при констатации некоторых прочих аргументов (глубины разработки, степени закладки камер, степени нагружения междукамерных целиков), т.е. установлены зависимости вида $h = f(\eta')$, где η' – допустимые значения оседаний.

Особенностью такого методического подхода является то, что устанавливается суммарная мощность необходимой водозащитной толщи. В качестве до-

Ленинградский Горный Институт
ГЛАВНАЯ БИБЛИОТЕКА

полнительного требования обуславливается наличие в ней слоя $h_{в.п}$. При существующей информативности о таком геологическом объекте, каким является ВЗТ, этот подход оправдан, поскольку альтернативные ему варианты практически апробированы на сегодня недостаточно полно.

Иная ситуация может сложиться в случае получения о рассматриваемом объекте более широкой (достаточно достоверной) информации, касающейся, в частности, данных о строении и свойствах ВЗТ в пределах всего подрабатываемого участка: о мощности составляющих толщу слоев и выдержанности их залегания в рассматриваемых границах, а также об основных физико-механических свойствах представленных в ВЗТ пород. В этом случае можно подходить к решению задач о сохранении сплошности подрабатываемой ВЗТ с иных позиций, например, дифференцированно рассматривая напряженно-деформированное состояние каждого ее слоя с учетом его непосредственных физико-механических характеристик. Последними могут быть как прочностные свойства пород, так и деформационные.

Возможным вариантом такого подхода является идентификация слоя ВЗТ с породной плитой средней толщины. В этом случае исследуемый слой должен удовлетворять некоторым условиям. Его мощность h_c должна составлять менее $0{,}1\,L$ (L – протяженность зоны подработки), а конечные его оседания $\eta_к$ не должны превышать $0{,}2\,h_c$. К рассмотрению целесообразно принять условия полной подработки, которые на Верхнекамском месторождении характеризуются углом полных сдвижений $\psi = 55^0$. Для этого условия требование $h_c < 0{,}1L$ может быть представлено в виде $h_c < 0{,}2\ell$ или $h < 1{,}4H$, где ℓ – полупролет выработанного пространства, $\ell = 0{,}5L$ или $\ell = 0{,}7H$; H – некоторая глубина разработки.

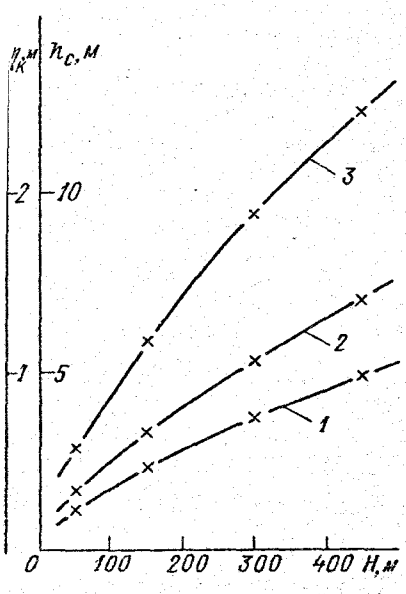
Поскольку для горных пород, работающих в условиях сложного напряженного состояния, лимитирующими, с позиции сохранения их сплошности, являются растягивающие компоненты напряжений (деформаций), то они могут быть приняты в качестве критериальных параметров. Кроме того, так как речь идет о сохранности сплошности элемента водозащитной толщи, то его работу допустимо рассматривать в упругой постановке. Таким образом, задача может быть сведена к оценке состояния отдельного известного слоя ВЗТ, находящегося в условиях полной подработки и характеризующегося вполне определенным физико-механическим показателем, например, таким, как величина предельной деформации пород при растяжении ε. Отметим, что экспериментальные значения ε при стандартных испытаниях для галито-сильвинитовых пород характеризуются диапазоном $1 \cdot 10^{-3}$–$16 \cdot 10^{-3}$.

При принятой критериальной характеристике оценить состояние породного слоя (плиты) можно, не решая уравнения Софи Жермен $\Delta^2\eta = P/D$, где Δ – оператор Лапласа; P – распределенная нагрузка на слой; D – цилиндрическая жесткость слоя, а рассматривая лишь уравнения Коши, преобразованные применительно к данному случаю. Известно, что горизонтальные перемещения точек, не принадлежащих срединной плоскости слоя XY и отстоящих от нее на расстоянии z, записываются в виде

$$u=|z|\frac{\partial\eta}{\partial x} \quad \text{и} \quad v=|z|\frac{\partial\eta}{\partial y},$$

где u – перемещения по направлению оси x; v – то же по оси Y, геометрические уравнения задачи (уравнение Коши) примут вид

$$\varepsilon_x=|z|\frac{\partial^2\eta}{\partial x^2}; \quad \varepsilon_y=|z|\frac{\partial^2\eta}{\partial y^2}.$$



Соотношения величин мощности слоя h_c, конечных оседаний толщи $\eta_к$ и глубины разработки H на момент полной подработки покрывающей толщи пород
1 – $\varepsilon = 1\cdot10^{-3}$; 2 – $\varepsilon = 3\cdot10^{-3}$;
3 – $\varepsilon = 16\cdot10^{-3}$

Используя представления о цилиндрическом изгибе слоя для определения максимальных растягивающих деформаций ε_{max}, с учетом приведенных выражений может быть получена следующая зависимость:

$$\varepsilon_{max}=\varepsilon_y\frac{4h_c\eta_к}{\ell^2}.$$

Эта зависимость позволяет выявить некоторые соотношения между величиной мощности отдельного слоя ВЗТ h_c, величиной конечных оседаний пород $\eta_к$ и "пролетом" выработанного пространства L (или глубиной H, но на момент достижения горными работами условия полной подработки налегающего массива) при различных механических характеристиках подрабатываемых пород. В качестве последних приняты предельные значения деформаций пород при растяжении ε.

Результаты выполненного в указанном аспекте анализа приведены на рисунке. Они свидетельствуют о том, что при достаточной информации о строении и свойствах исследуемого объекта (ВЗТ) возможно дифференцированно оценить состояние каждого входящего в него слоя и повысить надежность прогнозных расчетов сохранения сплошности всего комплекса подрабатываемой толщи.

В заключение отметим, что целью настоящей работы не является непосредственная рекомендация к практическому использованию полученных здесь результатов. Их следует рассматривать как постановочные в части разработки иного (эмпирико-аналитического) подхода к оценке напряженно-деформированного состояния пород водозащитной толщи. Естественно, что предложенная модель может быть заменена иной, например, учитывающей пластические характеристики пород и принимающей в качестве критериальных величин их прочностные показатели. Однако дифференцированный подход к оценке НДС отдельных элементов ВЗТ целесообразно сохранить и в таком случае.