УДК
622.245.3

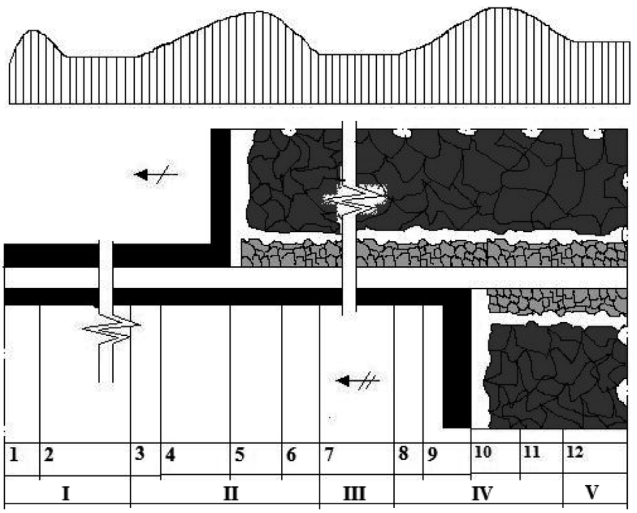
А.В. Чернышов

ПОДАТЛИВОСТЬ ОХРАННЫХ СООРУЖЕНИЙ. ХАРАКТЕР ПОВЕДЕНИЯ И ОБРУШЕНИЯ ПОРОД КРОВЛИ

Проведен анализ взаимодействия крепей подготовительных выработок и их охранных сооружений на вмещающими породами массива. Рассмотрена сущность расчета крепи, устанавливаемой в выработке, в зависимости от величины и характера нагрузок на крепь; прочностных параметров конструкции по возможным эпюрам нагрузок.

Ключевые слова: крепь, выработка, горное давление, забой, лава, очистная выработка.

Исходя из анализа характера проявлений горного давления в выемочных выработках, можно выделить следующие пять зон опорного давления, именуемые в дальнейшем, для удобства, областями опорного давления (рисунок).



Зоны опорного давления

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 11. С. 335–340.
© 2016. А.В. Чернышов.

I. Вне области влияния опорного давления, которая, в свою очередь, разделяется на:

• зону влияния проходческого забоя (зона 1);

• зону поддержания выработки в массиве вне непосредственного влияния очистных работ (зона 2).

II. Область опорного давления при первичном влиянии очистных работ, которая в свою очередь разделяется на:

• зону влияния остаточных консолей пород впереди лавы (зона 3);

• зону динамического опорного давления впереди лавы (зона 4);

• зону динамического опорного давления позади лавы (зона 5);

• зону остаточного опорного давления позади лавы (зона 6).

III. Область установившегося опорного давления (зона 7).

IV. Область опорного давления при вторичном влиянии очистных работ, которая разделяется на:

• зону влияния остаточных консолей пород впереди лавы (зона 8);

• зону динамического опорного давления впереди лавы (зона 9);

• зону динамического опорного давления позади лавы (зона 10);

• зону влияния остаточных консолей пород позади лавы (зона 11).

V. Область установившегося опорного давления (зона 12).

Следует отметить, что динамическая составляющая опорного давления преобладает в зонах 4, 5, 9 и 10; статическая – в зонах 2, 3, 7, 8, 11 и 12. В зоне 1 преобладание какой-либо составляющей зависит от многих факторов: способа проведения выработки и качества горных работ, физико-механических свойств пород и угольного пласта, обводненности, угла падения и мощности, типа применяемой крепи. Зоны 6 и 11 являются, по всей видимости, переходными от преобладания динамических составляющих в зонах 5 и 10 к преобладанию статических составляющих в зонах 7 и 12.

Значительное влияние на характер поведения и обрушения пород кровли оказывает и податливость охранных сооружений.

Однако недостаточная изученность процессов сдвижения горных пород при выемке угольных пластов, отсутствие до настоящего времени достаточно обоснованных теоретических предпосылок к истолкованию и учету сложных явлений, которые со-

провождают это сдвижение, затрудняют практическое создание надежных конструкций крепей подготовительных выработок.

Сущность расчета крепи, устанавливаемой в выработке, сводится к определению:

1) величины и характера нагрузок на крепь;

2) прочностных параметров конструкции по возможным эпюрам нагрузок.

В решении первой части задачи возможны два подхода:

1) теоретический подход, основанный на прогнозировании ожидаемой величины горного давления на крепь и характер его развития путем расчета по одной из рабочих гипотез;

2) инженерный подход, основанный на определении механизма проявления горного давления путем сравнения рассматриваемых условий с уже имеющимся опытом крепления и охраны выработок в аналогичных условиях или прогнозирование путем экспериментальных расчетов.

Теоретические исследования сдвижения горных пород, как подверженных влиянию очистных работ, так и находящихся вне их досягаемости, то есть находящихся в большей или меньшей зависимости, пока не создали приемлемого аппарата расчетов.

Огромное расхождение значений ожидаемых нагрузок на 1 п.м. к крепи (от 12 до 2145 т) [1] по разным методикам расчетов не дает оснований пользоваться ими.

Рассчитать различные напряжения конкретной формы, материалов и конструкций крепи при заданных нагрузках обычно не представляет больших трудностей, тем более что проектирование крепи должно основываться на расчетах. Для расчетов должны быть известны силы горного давления, воздействующие на крепь, характер действия этих сил, их величина и направление. Поэтому необходимо иметь в виду взаимосвязь сил горного давления и напряжений в крепи. Физико-механическую систему «крепь-породы» следует рассматривать как единую систему. То есть, необходимо учитывать, что если силы горного давления окружающих выработку горных пород воздействуют на крепь, то одновременно физико-механические и конструктивные особенности крепи влияют на величину, направление и характер горного давления.

В связи с этим следует отметить существенное различие в действии сил, с которыми приходится иметь дело инженеру-строителю, с одной стороны, и горному инженеру с другой. Давление здания на фундамент, определяющееся весом здания и действующими на него внешними нагрузками, может быть

просто и точно подсчитано. Силы же горного давления зависят, в частности, от типа крепи – жесткая или податливая. Явления опускания, прогибов, растрескивания, расслоения и разрывов горных пород над выработкой будут неодинаковыми при жесткой и податливой крепи, следовательно, и воздействия сил горного давления будут неодинаковыми.

Поэтому в настоящее время более приемлем второй путь, т.е. инженерный, т.к. систематические наблюдения и замеры сдвижений пород во времени в интересующих нас условиях в большинстве случаев возможны. Следовательно, установление экспериментальным путем возникающих нагрузок и линейных сдвижений по контуру выработки в конкретных горно-геологических условиях и выбор по ним соответствующей крепи выработок являются единственно правильным методом на ближайшие годы в практике проектирования и эксплуатации крепей и охранных сооружений.

Смещения пород, в соответствии с принятым механизмом (расчетная схема Р. Фенкера – А. Лабасса), связаны с образованием вокруг выработки зон неупругих деформаций. Крепь с жестким режимом работы, возводимая вблизи проходческого забоя, не может ни сопротивляться этим смещениям, ни препятствовать им. Увеличение несущей способности жесткой крепи в 6 раз увеличило остаточное сечение всего на 17% [2].

Податливая крепь «уходит» от смещений, способствуя образованию зоны неупругих деформаций. Вместе с тем податливая крепь должна создавать достаточный подпор смещающим породам, иначе неограниченное образование зоны неупругих деформаций может привести к нарушению эксплуатационного состояния выработок.

Для создания отрицательного влияния очистных работ на эксплуатационное состояние пластовых выработок в зонах динамических проявлений опорного давления находят применение различные защитные сооружения [2].

Любая крепь, в том числе и крепь охранного сооружения, независимо от конкретной конструкции, материалов, способов установки и типа горной выработки, имеет свою механическую характеристику работы.

В общем случае реальные крепи, работающие в шахтных условиях, всегда имеют конечную жесткость. Наиболее распространенными являются крепи нарастающего сопротивления.

Примерами крепей, которые практически близки к абсолютно жестким, могут служить отрезки рельсов, труб, используе-

мые в качестве крепежных стоек, при условии отсутствия у них предельного изгиба и вдавливания в породы кровли и почвы.

Крепи горных выработок, за небольшим исключением (штанговая крепь), работают подобно распорным конструкциям.

Сложность и многообразие геологических условий предопределяют различные типы технологии проведения выработок и многообразие механических систем «порода-забутовка-крепь». По условиям взаимодействия крепи с окружающими породами в горизонтальных выработках выделяют следующие режимы работы крепи: независимый, совместный, комбинированный и переменный [3, 4].

В независимом режиме крепь несет только нагрузку пород, отделившихся от массива. В совместном режиме крепь и окружающие породы, или только породы кровли, почвы, или породы, слагающие стенки выработки, работают совместно против общей нагрузки.

Комбинированный режим предопределяет комбинацию первых двух. Переменный режим характеризуется сменой предыдущих двух.

Сила и деформация неразрывны во всех режимах работы крепи и в любой момент времени крепь несет нагрузку и испытывает деформации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Черняк И. Л.*, *Зайденварг В. Е.* Пути повышения устойчивости подготовительных выработок глубоких шахт // Уголь. – 1991. – № 2. – С. 3–5.

2. *Чернышов А. В.* Разработка способа охраны выемочных выработок с целью их повторного использования жесткими охранными сооружениями многоразового использования. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1994.

3. *Бажин Н. П.*, *Весков М. И.*, *Комиссаров М. А.* Расположение, охрана и поддержание подготовительных выработок в глубоких шахтах / Труды ВНИМИ. Исследование проявлений горного давления на глубоких горизонтах. – Л., 1971. – С. 150–165.

4. *Глушко В. Т.* Устойчивость горных выработок. – Киев, Наукова думка, 1973. – 206 с. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Чернышов Андрей Васильевич – кандидат технических наук,
доцент, докторант,
МГИ НИТУ «МИСиС», e-mail: ud@msmu.ru.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2016. No. 11, pp. 335–340.

UDC
622.245.3

A.V. Chernyshov

PLIABILITY OF SUPPORTING STRUCTURES: BEHAVIOR AND FAILURE OF ROOF ROCKS

The analysis of the interaction of excavation supports and their protective structures in the host rocks of the array. The essence of calculating support, set design, depending on the size and nature of loads on the support; the strength of the design parameters on the possible plots of loads.

Key words: shoring, excavation, confining pressure, face, lava, sewage treatment output.

AUTHOR

Chernyshov A.V., Candidate of Technical Sciences,
Assistant Professor, Doctoral Candidate,
Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS»,
119049, Moscow, Russia, e-mail: ud@msmu.ru.

REFERENCES

1. Chernyak I. L., Zaydenvarg V. E. *Ugol'*. 1991, no 2, pp. 3–5.

2. Chernyshov A. V. *Razrabotka sposoba okhrany vyemochnykh vyrabotok s tsel'yu ikh povtornogo ispol'zovaniya zhestkimi okhrannymi sooruzheniyami mnogorazovogo ispol'zovaniya* (Development of protection method involving multiuse rigid structures for stopes to be reused), Candidate's thesis, Moscow, IGD im. A.A. Skochinskogo, 1994.

3. Bazhin N. P., Veskov M. I., Komissarov M. A. *Trudy VNIMI. Issledovanie proyavleniy gornogo davleniya na glubokikh gorizontakh* (VNIMI Transactions: Analysis of deep-level events due to rock pressure), Leningrad, 1971, pp. 150–165.

4. Glushko V. T. *Ustoychivost' gornykh vyrabotok* (Stability of underground openings), Kiev, Naukova dumka, 1973, 206 p.

ГОМЕОСТАТИКА ПРОТИВ СХОЛАСТИКИ

КОСТРОВОЙ ГОМЕОСТАЗ (ШУТКА)

Впервые я познакомился с идеями гомеостазиса в конце 1950-х годов. В походах мы варили супы и каши на кострах. Находчивая повариха Нина Пигаленкова разводила костры под ведрами с пищей, и не вмешивалась в интенсивность горения костра. Она считала, что если огонь пылает жарко, то выкипающая из ведра жидкость подтушит его и жар ослабеет. А если вода долго не закипает, то костер разгорится самостоятельно и быстрее разогреет воду. Нина называла это явление саморегулировкой.

Это и была простейшая модель гомеостатического явления. Впоследствии я вспомнил «Ваньку-встаньку» и другие проявления механического возврата простейших систем в исходное положение за счет внутренних ресурсов явлений.