УДК 622.272.6

Е.П.ЮТЯЕВ, *технический директор*
ОАО «СУЭК-Кузбасс», Ленинск-Кузнецкий

E.P.YUTIAEV, *Technical director*
SUEK-Kuzbass Co., Leninsk-Kuznetsky

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАССИВЕ НА ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОТРАБОТКИ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ ЛЕНИНСК-КУЗНЕЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Рассмотрены вопросы влияния геомеханических процессов в массиве на выбор параметров технологических схем отработки пологих угольных пластов. На основании анализа опыта работы в аналогичных условиях шахт передовых отечественных и развитых угледобывающих стран сформулированы перспективные для ОАО «СУЭК-Кузбасс» направления исследовательских и проектных работ.

***Ключевые слова*:** горные выработки, угольные целики, горизонтальные напряжения, анкерное крепление, физическое моделирование.

INFLUENCE OF GEOMECHANICAL PROCESSES IN ROCK MASS ON THE SELECTION OF PARAMETERS OF TECHNOLOGICAL SCHEMES FOR FLAT SEAMS MINING AT THE LENINSK-KUZNETSK COAL DEPOSIT

The article deals with the aspects concerning the influence of geomechanical processes in rock mass on the selection of parameters of technological schemes for flat coal seams mining. Based on the analysis of experience gained under similar conditions at coal mines of the advanced national and foreign countries, the promising trends in the research work and development projects for the SUEK-Kuzbass Co.were suggested.

***Key words*:** mine workings, coal pillars, horizontal stresses, anchorage, physical modeling.

Одной из основных проблем угольной промышленности России является обеспечение конкурентоспособности угля на современном рынке энергоносителей. На первый взгляд, учитывая современную экономическую ситуацию в отрасли, такая постановка вопроса кажется преждевременной и даже нереальной. Тем не менее, после того, как через ближайшие 1,5-2 десятилетия будут исчерпаны разведанные запасы жидких и газообразных углеводородов, в стране возникнет дефицит энергоносителей, перекрыть который без введения новых и реконструкции современных производственных мощностей по добыче высококачественных углей будет невозможно. Для сравнения можно отметить, что уже в настоящее время в США около 80 % электроэнергии вырабатывается на угле, добываемом в основном подземным способом.

При условии внедрения комплекса современных технических и технологических достижений в России задача резкого подъема производства угля может быть решена в ближайшие 10-15 лет. Для реализации этой перспективы, кроме внедрения современных технических средств и технологий добычи угля, потребуется выполнение ряда условий.

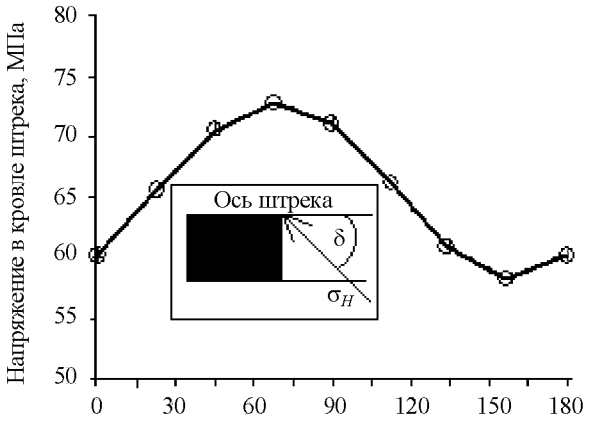


Рис.1. Влияние ориентировки панели относительно горизонтальных напряжений [Moebs N.N., Stateham R.M., 1996]

В первую очередь это касается вопросов безопасности и непосредственно связанных с нею вентиляцией, охраной, поддержанием и креплением участковых подготовительных выработок, предотвращением горных ударов и внезапных выбросов угля, породы и газа.

На основании анализа опыта работы передовых отечественных и развитых угледобывающих стран для шахт ОАО «СУЭК-Кузбасс» представляются перспективными следующие направления исследовательских работ.

1. Проектирование раскройки шахтных полей и новых участков на действующих шахтах должно производиться с учетом направления главных максимальных горизонтальных напряжений, а основные вскрывающие и подготавливающие выработки должны проходиться под минимально возможным углом к направлению действия этих напряжений.

Проблема управления горным давлением во многих шахтах связана с высокими горизонтальными напряжениями, которые практически во всех угольных бассейнах превышают вертикальные и существенно влияют на устойчивость выработок. Действие повышенных горизонтальных напряжений формирует систему трещиноватости горного массива (кливажа). Горизонтальные напряжения определяют величины касательных (сдвигающих) напряжений, формы разрушения и размеры неустойчивого свода над выработками. Поэтому ориентировка штреков, сбоек, ортов и пересечений относительно направления главных горизонтальных напряжений и геологических нарушений становится основным проектным параметром при раскройке шахтных полей. В мировой практике изложены методы установления наличия, направления и величин главных максимальных горизонтальных напряжений, применение которых для практических целей доступно квалифицированному шахтному геологу.

Исследованиями, представленными на 15-й Международной конференции по горному давлению в Колорадо, США, было установлено, что когда угол δ между направлением максимального главного горизонтального напряжения σ_H и выработки находится в диапазоне, $\delta = 90 \pm 45°$, у откаточного штрека происходит концентрация напряжений, а наихудшими являются случаи, когда $\delta = 90 \pm 20°$ (рис.1).

Откаточный штрек находится в более благоприятных условиях, когда $\delta = 180°$, а наилучшие условия имеют место при $\delta = 160°$.

Поскольку концепция влияния концентрации горизонтальных напряжений проверена на практике в течение 10-15 лет, она может быть использована при проектировании горных работ. Без этого во многих очистных забоях могут возникать особо опасные ситуации, в том числе следующие:

- непосредственное воздействие обрушающихся пород, которое требует принятия мер по управлению массивом;
- установка средств крепления вручную в экстренных случаях или при каждом подвигании забоя в сложных условиях;
- нарушение вентиляция при авариях в выработках, особенно в вентиляционном штреке.

В качестве иллюстраций рассмотрим влияние главных максимальных горизонтальных напряжений на горные выработки шахт «СУЭК-Кузбасс».

Шахта «Котинская», пласт 52. Мощность пласта 52 в пределах выемочного

столба и по длине лавы, колеблется от 4,01 до 4,64 м, средняя – 4,5 м. Угол падения пласта 6-9°; подготовительные выработки расположены относительно направления главного максимального горизонтального напряжения σ_H под углом $\delta \approx 80°$. Вследствие такого неблагоприятного взаимного расположения в этой части штрека происходит разрушение краевой части пласта со стороны падения и увеличение его ширины по почве на 1,2 м.

При проведении выработок в поперечном направлении по падению, т.е. при $\delta \approx \pm 5\text{-}10°$ проблемы с устойчивостью не возникают.

Шахта «Талдинская-Западная 1», пласт 67. Пласт имеет невыдержанное залегание по простиранию, вследствие чего подготовительные выработки расположены относительно направления главного максимального горизонтального напряжения σ_H под различными углами: $\delta \approx 60°$ в западной части и $\delta \approx 5°$ – в восточной части шахтного поля. Обследование вентиляционных штреков 67 и 67-2 показало наличие пучения почвы. При отсутствии обводненности выработок причиной следует считать опорное давление вблизи краевых частей выработок.

2. Проектирование паспортов крепления подготовительных выработок должно предусматривать сочетание штанговых и канатных анкерных крепей. Их силовые и деформационные параметры должны приниматься для поддержания кровли не только в пределах проектной ширины штреков, но с учетом наличия зон неупругих деформаций в боках, ограничения пучения почвы и разрушения краевых частей пласта.

Шахтные инструментальные исследования показали, что в пределах непосредственной кровли, скрепленной штанговыми сталеполимерными или клинораспорными анкерами, происходит расслоение ее и отслоение от пород основной кровли.

Увеличение глубины анкерования при одинаковой длине штанг привело к увеличению высоты обрушения и толщины обрушающихся плит.

При проектировании паспортов крепления подготовительных выработок необходимо предусматривать сочетание штанговых и канатных анкерных крепей различной длины. Их силовые и деформационные параметры должны приниматься в соответствии с условиями взаимодействия с массивом пород кровли, которые устанавливаются для каждой конкретной выработки на основании геологической разведки.

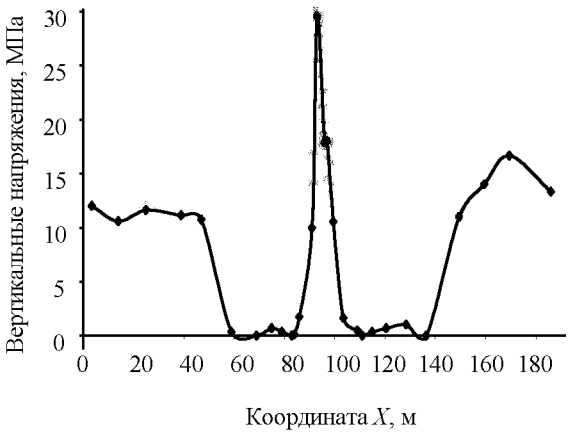


Рис.2. Распределение вертикальных напряжений в почве пласта на конечных стадиях отработки панелей

3. Количество подготовительных выработок основного горизонта должно определяться задачами технологической подготовки горного производства. Проектирование количества и ширины околоштрековых целиков должно осуществляться до начала их проходки на сновании сочетания опыта развитых угледобывающих стран, расчетных методов, физического и компьютерного моделирования.

Для решения поставленных задач была разработана методика физического моделирования и получены корректные результаты для условий шахт ОАО «СУЭК-Кузбасс», позволяющие с достаточной точностью определять параметры междуштрековых целиков. На рис.2 приведены результаты одного из этапов моделирования – распределение вертикальных напряжений в почве пласта на конечных стадиях отработки панелей*.

На графике (рис.2) следует обратить внимание на резкое увеличение напряжений в почве под целиком, которые приводят к

* Методика лабораторных исследований была разработана совместно с Б.Ю.Зуевым (СПГГИ).

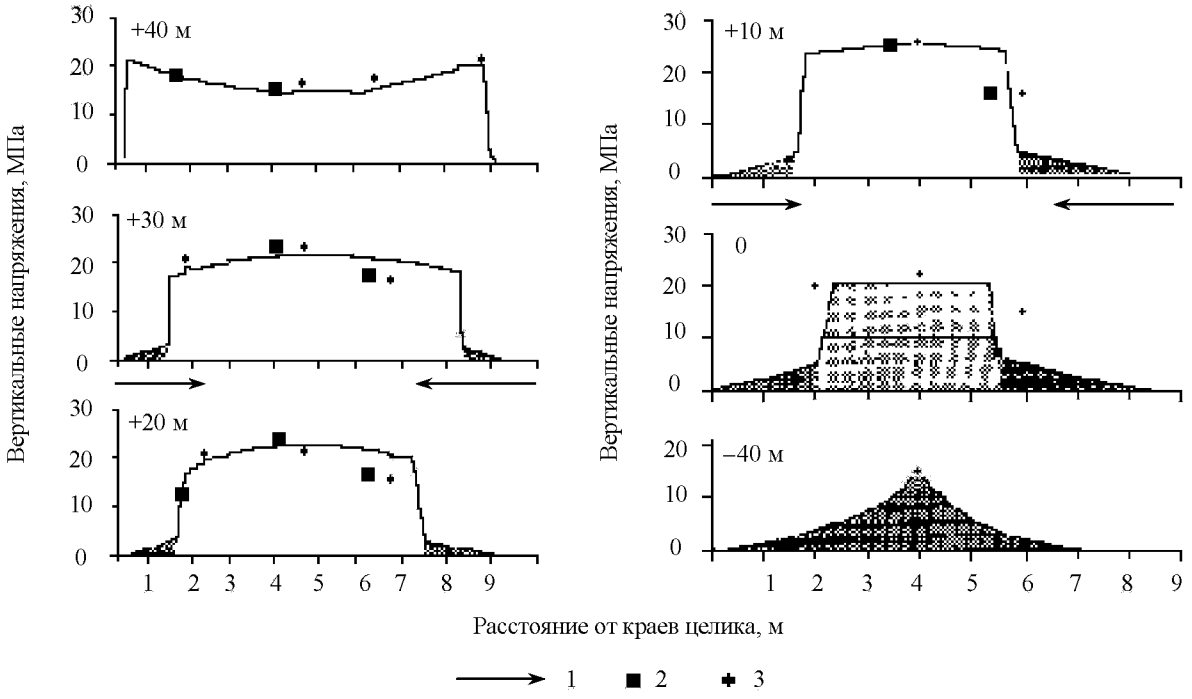


Рис.3. Результаты мониторинга напряжений в «узком» целике с относительными размерами $w/h < 5$ [Gale W.J., 1992]
1 – расстояние от зоны неупругих деформаций до крайнего датчика; 2 – эпюра напряжений в целике № 323; 3 – эпюра напряжений в целике № 324; –40; 0; 10; 20; 30; 40 м – расстояние от забоя

его разрушению, как это видно на примере, показанном на рис.3, когда в 40 м позади лавы произошло полное разрушение целика.

Но даже разрушенный целик за счет реакции раздробленного, сыпучего угля ($c' \approx 0$, $\rho' \geq 25\text{-}35°$) способен создавать усилия, приводящие к разрушению массива пород не только непосредственной, но основной кровли на расстоянии от пласта, многократно превышающем его мощность. За счет остаточной несущей способности разрушенного целика и формирования опорного давления в зонах обрушения справа и слева целика процесс развития сдвижения развивается во времени и потому переход взаимодействия целика от режима заданных деформаций к режиму заданных нагрузок со стороны слоистого массива пород кровли также не является одномоментным. Поэтому одной из задач управления состоянием массива является мониторинг сдвижения кровли и деформирования целика для его своевременного укрепления.

При проектировании выемочных участков ширина околоштрековых целиков должна определяться не только геомеханическими расчетами, но, в основном, задачами технологической подготовки горного производства (вентиляции, транспорта, безопасности персонала). Возможные отклонения от проектных параметров следует корректировать с помощью различных крепей и способов воздействия на краевые части пластов для уменьшения отжима и пучения.