

ВЛИЯНИЕ ОТПОРА КРЕПИ НА МЕХАНИЗМ САМОРАСКЛИНИВАНИЯ ПОРОД ВОКРУГ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ

Назимко В.В., Сугаков В.А. (ДонГТУ, г. Донецк, Украина)
Щербаков В.А., Лаптеев А.А. (п/о «Добропольеуголь»,
г. Доброполье, Украина)

Шахтними інструментальними спостереженнями доведено, що відпір аркового металевого кріплення достатньо для генерації ефекту саморозклинювання уміщуючих підготовочку виробку порід. Цей ефект сприяє збереженню стійкості виробки.

Actual measurements demonstrated positive influence of self-wedging effect to stability of a roadway. This effect has been generated by yield support resistance.

В настоящее время наиболее актуальной проблемой для глубоких шахт Донбасса является проблема поддержания магистральных горных выработок, подверженных влиянию очистных работ. Это обусловлено тем, что состояние магистрали определяет ее пропускную способность по вентиляции и транспорту угля или материалов в зависимости от назначения выработки. Примером шахты, столкнувшейся с указанной проблемой является шахта "Комсомолец Донбасса". По территориальному расположению шахта занимает центральную часть Чистяковской синклинали и разрабатывает четыре пласта l_7, l_6, l_4, l_3 . Углы падения пластов изменяются от 3 до 17 градусов, а мощности от 0,6 до 1,7м.

Добыча угля ведется в трех блоках, каждый из которых имеет свои воздухоподающий и вентиляционный стволы. Подъем угля и породы осуществляется с горизонта 418м по главному стволу. Вторым рабочим горизонтом является горизонт 628м, а горизонт 810м в настоящее время является только вентиляционным. Схема подготовки шахтного поля —

погоризонтная. Основные подготавливающие выработки шахты – магистральные штреки охраняются целиками угля. На сравнительно небольшой глубине горизонта 418м (первого рабочего горизонта от поверхности) такой способ поддержания в состоянии обеспечить удовлетворительные условия поддержания штреков, хотя и не исключает больших потерь угля в целиках.

При отработке более глубоких горизонтов 628м (второго от поверхности) и 810м (третьего) применение такого варианта охраны приводит к регулярным перекреплениям всех выработок, подверженных влиянию очистных работ. Но и это не решает проблемы их поддержания, поскольку при увеличении длины магистралей наступает такой момент, когда ремонт выработки несколькими бригадами одновременно не может обеспечить ее работоспособное состояние. Примером такой выработки может служить северный полевой конвейерный штрек горизонта 628 метров пласта l_4 , который пройден в междупластье пластов l_4 , l_3 в песчано-глинистых сланцах средней крепостью по Протодяконову 5.

Крепь выработки - арочная трехзвенная АП-15,5 с проектной площадью сечения $S_{св.}=14,4\text{м}^2$, $S_{пр.}=17,9\text{м}^2$. Шаг установки рам крепи составляет 0,5-0,8м. Расстояние от почвы выработки до пласта l_4 составляет 22-27м, до пласта l_3 - 8-14м. Преобладающими породами междупластья являются песчаные и песчано-глинистые сланцы крепостью по Протодяконову в пределах пяти, встречаются прослойки песчаника крепостью 8-15. Над пластом l_3 залегает пласт известняка мощностью 0,5-0,6м, в почве – мощный пласт прочного песчаника. Охрана северной группы выработок от вредного влияния очистных работ осуществляется оставлением целиков с размерами по падению 100-150м.

В целом состояние выработок может быть охарактеризовано как неудовлетворительное, что предопределено расположением штреков в слабых вмещающих породах. Кроме этого, они испытывают интенсивное горное давление в створе с охранным целиком пласта l_7 , оконтуренным с двух сторон между выработанными пространствами. Поэтому при одновременном развитии очистных работ по сближенным пластам l_4 и l_3

происходит резкое ухудшение состояния штреков с повышением нагрузок на крепь и интенсивными пучениями почвы. Особенно сильное ухудшение состояния выработок происходит при подходе очистных забоев к ним в нижней выемочной ступени, поскольку при этом происходит накатывание волны горного давления и выработки располагаются между двумя выработанными пространствами. Повторное ухудшение состояния выработок происходит при развитии очистных работ по сближенному пласту l_3 и накатывании горного давления вторично.

Как показала практика, после выемки пластов l_4 , l_3 , в обеих выемочных ступенях, поддержание штреков в удовлетворительном состоянии станет невозможным. Так уже за семь лет службы каждая выработка северной группы штреков пласта l_4 перекреплялась и подрывалась в среднем по 3 раза. В пересчете на валютный эквивалент суммарные затраты на поддержание выработок составили 750 тысяч долларов и продолжают расти.

Для изучения механизма потери устойчивости выработкой в северном полевом конвейерном штреке пласта l_4 , была заложена комплексная наблюдательная станция с установкой серии глубинных и контурных реперов. Отметим, что анализ состояния скважин для глубинных реперов показал отсутствие выделения влаги из кровли. Измерение сдвижений пород на контуре выработок осуществлялось на контурных замерных станциях. Выполнены изменения расстояний между контурными реперами, установленными в кровле и боках выработки и рельсами уложенными по почве. Измерение сдвижений пород в глубине массива осуществлялось по изменению положения глубинных реперов. Схема набора глубинных реперов представлена на рис. 1. Регистрация смещений как в глубине массива, так и на контуре выработок осуществлялась с использованием маркшейдерской рулетки. На контурных замерных станциях измерялись величины пучения почвы, ширины и высоты выработок. Первично были произведены три избыточных замера по всем реперам (глубинным и контурным), позволяющие оценить точность производимых измерений. В результате точность измерений определялась более чем при 60 степенях свободы, что достаточно

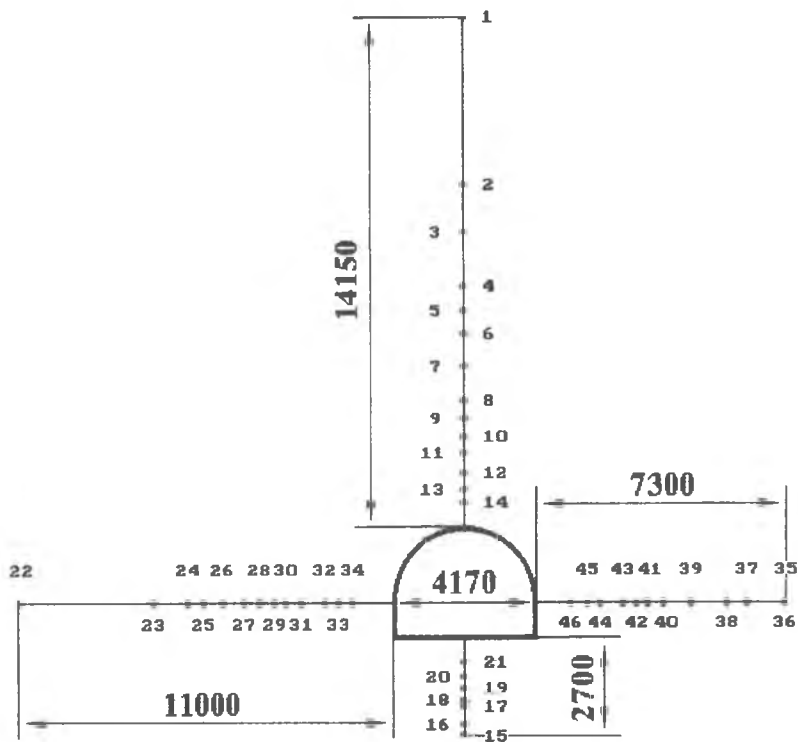


Рис. 1. Схема набора глубинных реперов

для нахождения погрешности измерений при 95-процентном доверительном интервале. Для глубинных реперов погрешность в частности установлена на уровне $\pm 3,02$ мм, а контурных $\pm 3,3$ мм.

Все последующие замеры планировалось производить раз в месяц – при установившемся положении в развитии горных работ и 2-3 раза в месяц – при изменении геомеханической ситуации. Произведено восемь замеров изменения положения реперов в скважинах в течение 537 суток, то есть около 2 лет. Их результаты обработаны на ЭВМ с применением специально

разработанного программного обеспечения (Pascal version 7.0 with object).

Обработка наблюдений заключается в вычислении абсолютных и относительных (отнесенных к интервалу между реперами) деформаций массива по данным об изменении положения реперов и построении графиков деформаций во времени.

На рисунках 2-5 представлены перераспределения относительных деформаций вмещающих пород вокруг полевой выработки в окрестности наблюдательной станции. Цифрами на эпюрах обозначены относительные деформации интервалов скважин между соседними глубинными реперами в мм/м. Знак плюс соответствует расширению породной толщи, минус – сжатию. Римскими цифрами обозначены границы вторичных и третичных зон разрушений, подробный анализ которых будет осуществлен в следующей статье. В данной работе приведен анализ динамики деформаций вмещающих пород во времени.

На рис. 2 показаны распределения деформаций на 11.04.94. В кровле выработки наблюдается расширение 7-9мм/м, почва расширяется в полость выработки еще интенсивнее. Здесь деформации расширения составляют 7-15мм/м. В боках штрека происходит регулярное чередование деформаций расширения 7-10мм/м и сжатия -4-5мм/м. Примерно через месяц в кровле и боках выработки деформации релаксировали (рис. 3), а в почве увеличилось расширение до 20мм/м.

Спустя два месяца в кровле и боках породы опять претерпели расширения до 13мм/м. Причем это расширение везде компенсировалось относительным сжатием до -13мм/м. Это свидетельствует об устойчивом эффекте саморасклинивания пород, который индуцировался сопротивлением металлической крепи и зажатия пород в боках выработки под действием опорных концентраций напряжений.

В почве же увеличение расширения до 37-45мм/м практически не компенсировалось относительными деформациями сжатия, так как их величина не превышала -16мм/м.

Та же тенденция сохраняется и через 8 месяцев (рис. 5), когда максимальное расширение в кровле 13мм/м

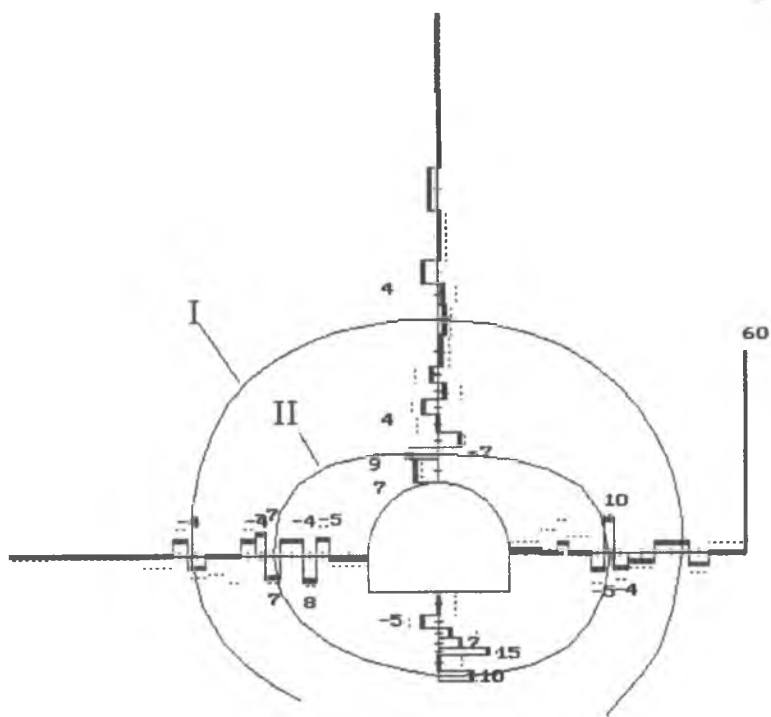


Рис. 2. График распределения суммарных относительных деформаций вдоль осей скважин на 11.04.94

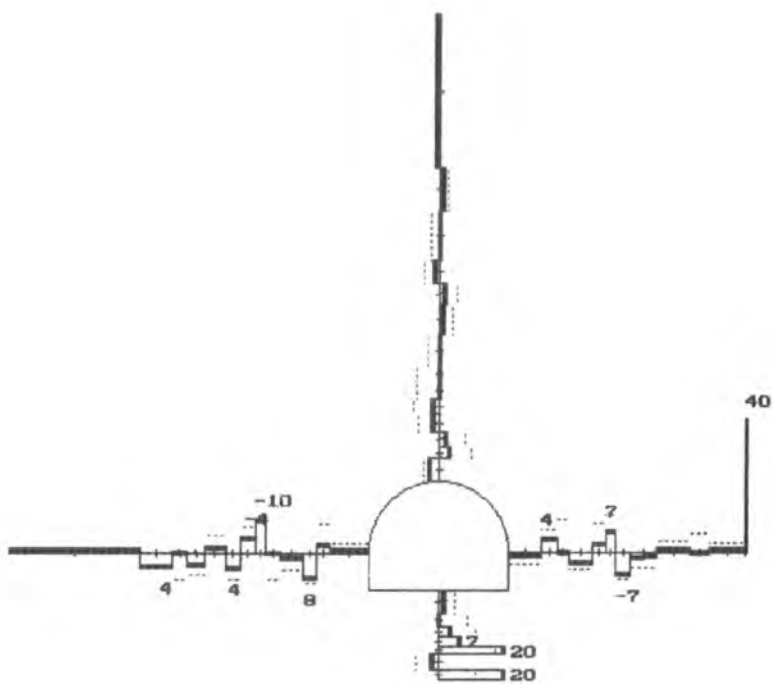


Рис. 3. График распределения суммарных относительных деформаций вдоль осей скважин на 13.05.94

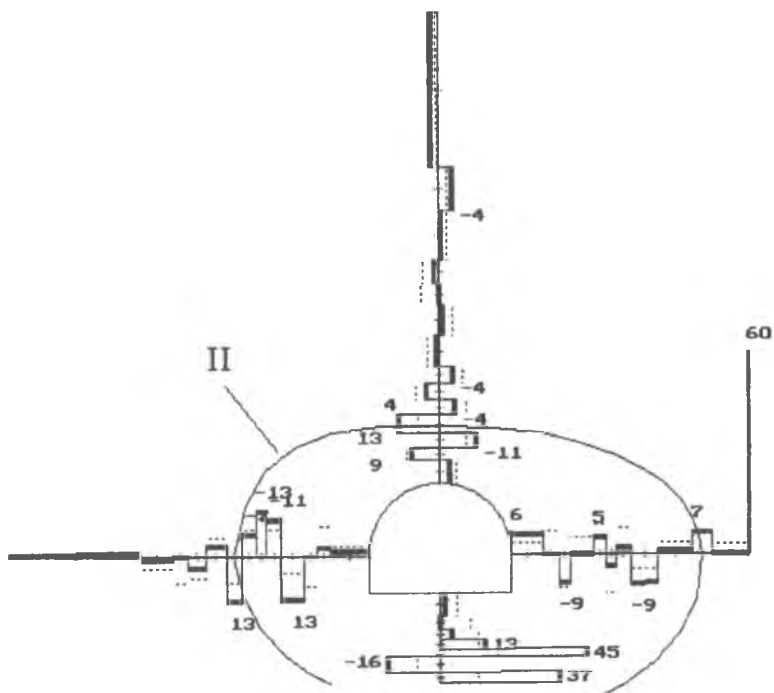


Рис. 4. График распределения суммарных относительных деформаций вдоль осей скважин на 22.07.94

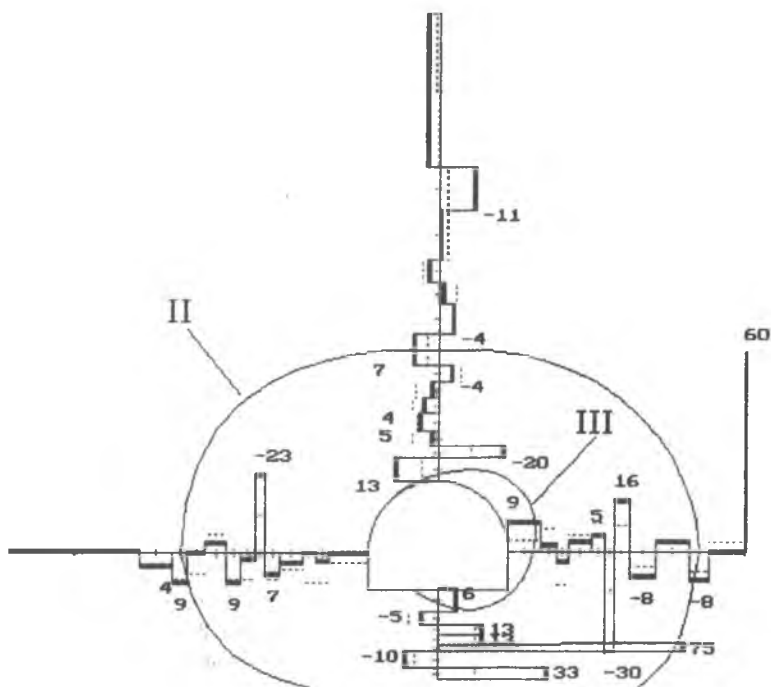


Рис. 5. График распределения суммарных относительных деформаций вдоль осей скважин на 15.03.95

компенсируется относительным сжатием -20мм/м , расширение в боках 16мм/м компенсируется относительным сжатием -30мм/м . В почве же расширение достигло $33-75\text{мм/м}$. Однако ему практически нет отпора, так как относительное сжатие едва доходит до -10мм/м .

Полученные результаты однозначно свидетельствует о том, что в сухих породах отпора арочной металлической податливой крепи вполне достаточно для создания эффекта саморасклинивания пород. Этот эффект существенно тормозит смещения пород в полость выработки и стабилизирует ее устойчивость. Наоборот, в почве выработки, где отсутствует отпор крепи, условия для возникновения саморасклинивания пород не существует, в результате чего создается ситуация самоподдержания развития незатухающего пучения в полость выработки.

Отсюда следует два практически важных вывода. Во-первых необходимо стремиться к сохранению воздушно-сухого состояния вмещающих выработку пород. В этом случае металлическая податливая крепь в состоянии создать достаточный отпор для возникновения эффекта саморасклинивания пород. Во-вторых эффективность обратного свода в обводненных породах существенно уменьшается, так как происходит корродирование обратного элемента крепи и потеря его сопротивления, что приведет к незатухающему пучению почвы.