

ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ УСТОЙЧИВОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДЕГАЗАЦИОННОЙ СКВАЖИНЫ

П.А. Брюханов

ЗАО «Донецкий металлургический завод «Донецксталь»

А.А. Резниченко, В.В. Назимко

Донецкий национальный технический университет

Обґрунтовані чотири критерії стійкості та ефективності функціонування дегазацийної свердловини, що враховують поза межні деформації масиву, допустимий рівень гірського тиску, величину зосередженого зсуву та радіальні зрушення порід навколо підготовчої виробки, з якої пробурена дегазация свердловина.

Подземная дегазация массива горных пород является основной технологией, используемой для снижения газообильности вмещающих угольный пласт пород в процессе его отработки длинными очистными забоями. В связи с тем, что проницаемость массива горных пород резко падает при увеличении глубины разработки [1, 2], основное количество газа удаляется из области массива горных пород, попадающей в зону активных сдвижений, которая формируется вслед за подвиганием лавы. Эффективность подземной дегазации через скважины зависит от нескольких факторов. Эти факторы определяют требования к параметрам дегазационных скважин.

Параметры дегазационной скважины определяются несколькими факторами, от которых зависит ее работоспособность и эффективность. Во-первых, скважина или по крайней мере ее участок должны быть расположены в массиве горных пород, претерпевшем необратимые деформации, которые согласно теории Кулона-Мора могут возникать от растяжения или среза. Только в таком случае произойдет раскрытие дополнительных трещин, что нарушит термодинамическое равновесие, в результате чего произойдет самопроизвольная десорбция газа.

Во-вторых, деформации среза не должны превышать допустимые, чтобы сечение скважины сохранилось хотя бы частично. В противном случае скважина будет перерезана, что приведет к потере дебита и снижению ее эффективности. Поскольку дегазационные скважины работают в зоне активных сдвижений, требование сохранности скважины от полного перекрытия ее сечения в результате

перерезывания должно соблюдаться на всей протяженности подвигания лавы, в пределах которой планируется отвод газа из нарушенного горными работами массива.

В-третьих, средняя величина нормальных сжимающих напряжений на участке дегазируемого массива горных пород не должна превышать допустимый уровень, выше которого происходит резкое падение проницаемости массива, даже в том случае, если он был нарушен трещинами разрыва или сдвига. Данные отечественных и зарубежных специалистов свидетельствуют о том, что предельная величина механических напряжений всестороннего сжатия, при которых трещиноватый массив сохраняет заметную проницаемость, составляет 3-5МПа. При большем давлении проницаемость массива резко падает.

В-четвертых в условиях большой глубины разработки необходимо соблюдать дополнительное требование которое касается устойчивости сечения скважины как горной выработки. Практика показывает, что при бурении дегазационных скважин в слабых вмещающих породах, склонных к ползучести на большой глубине может возникать потеря устойчивости сечения скважины в виде его зажатия под действием нормальных напряжений, что также уменьшает эффективность работы скважины. Такие негативные эффекты возникают при бурении скважин на глубине свыше 1000-1200м в углях и аргиллитах, прочность на одноосное сжатие которых не превышает 25-30МПа. При этом соотношение действующих напряжений к величине предела прочности вмещающих пород составляет более 1-1,2. Для подготовительных выработок такая величина соотношения является критической и характеризует их состояние как весьма неустойчивое, что подтверждается на практике. Поскольку дегазационная скважина имеет гораздо меньший поперечный размер, чем подготовительная выработка, ее состояние не так чувствительно по условию соотношения действующего горного давления и прочности вмещающих пород. Однако с учетом концентрации напряжений в зоне динамического опорного давления величина соотношения может достигать 3 и более и оказаться выше допустимой.

Величина соотношения действующих напряжений и прочности вмещающих пород будет меняться во времени, поскольку длительная прочность пород ниже условно мгновенной. В зависимости от времени эксплуатации дегазационной скважины впереди лавы допустимая величина соотношения будет меняться в пределах 2,3-2,9. Такая оценка является ориентировочной и требует более подробного

обоснования, которое будет выполнено в дальнейших исследованиях. Для этого надо решать задачу о предельном состоянии и запредельном последующем деформировании системы «вмещающий массив – скважина- обсадная труба».

В первом приближении на основании анализа натуральных зондирований устьев дегазационных скважин предельная величина соотношения горного давления к прочности вмещающих пород указана выше. Именно такая величина критерия устойчивости сечения скважины должна соблюдаться при выборе места ее расположения. Как правило, дополнительное требование будет выполняться автоматически, если соблюдается условие разгрузки массива от горного давления, сформулированное в качестве третьего требования. Однако возможны случаи, когда скважина будет пересекать участок повышенных напряжений, который отделяет разгруженную зону от устья скважины. Такие участки могут образовываться локально, например в окрестности охранных сооружений, а также временно присутствовать в зоне динамического опорного давления.

Все четыре условия должны проверяться путем моделирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород, в котором работает очистной забой и бурятся дегазационные скважины. В связи с тем, что ориентация дегазационной скважины по отношению к линии очистного забоя и плоскости наслоения пород как правило произвольна, а распределение напряжений и деформаций вокруг примыкающей к ранее выработанному пространству лавы носит выраженный пространственный характер, модель должна обеспечить нахождение напряжений и деформаций в трехмерном пространстве. Учитывая, что процесс сдвижений массива горных пород носит выраженный динамический характер и меняется по мере подвигания лавы с учетом периодического обрушения подработанной толщи, сложность поставленной задачи моделирования напряженно-деформированного состояния газонасыщенного массива весьма велика. С учетом сказанного допустимо применение более простых моделей в комплексе, что даст возможность решить поставленную задачу более простыми средствами.

Отметим также, что второе условие определяется не только величиной деформаций среза, но и углом наклона оси дегазационной скважины к плоскости, в которой возникают указанные деформации, а также диаметром скважины. Поясним сказанное схемами, приведенными на рисунке 1. На фрагменте (а) показан пример перерезывания сечения скважины, в результате чего ее проходное сечение значительно уменьшается, что создает местное

аэродинамическое сопротивление движению газовой смеси. Если же сечение перерезано полностью, в большинстве случаев скважина прекращает пропускать газ. Прежде всего заметим, что сосредоточенная деформация среза является более опасной, чем равномерно распределенная по толщине породного слоя. В большинстве случаев сосредоточенные деформации среза возникают на границе двух соседних породных слоев. При такой деформации возникает относительное смещение d , которое не должно превысить диаметр скважины D (см. фрагмент 1 на рис. 1б).

Такое простое условие необходимо соблюдать в том случае, когда ось скважины ориентирована перпендикулярно к плоскости напластования. Однако при наклонном положении скважины диаметр в направлении наклона увеличивается обратно величине косинуса угла наклона. Поэтому при правильном выборе угла наклона скважины можно добиться сохранности ее сечения при достаточно больших величинах сдвига на границе соседних породных слоев. Так в случае, показанном на фрагменте 2 увеличение диаметра скважины в плоскости наложения происходит в направлении X , а в случае 3 в обоих направлениях. При неудачном выборе направления и наклона оси скважины положительный эффект может быть упущен, как показано на фрагменте 4. Таким образом, путем выбора достаточного диаметра дегазационной скважины и угла ее наклона к плоскости напластования можно обеспечить сохранность сечения скважины на участке действия интенсивных касательных деформаций подрабатываемого массива и ее эффективность в целом. Отсюда понятна актуальность исследования направления и величины касательных деформаций в массиве горных пород в окрестности движущегося очистного забоя. Важно при этом отметить, что модель, используемая для расчета напряженно-деформированного состояния массива должна предоставлять возможность моделирования сосредоточенных касательных деформаций.

Существует еще одно условие, которое является критическим с точки зрения сохранения устойчивости канала дегазационной скважины. Большая часть газа каптируется подземными дегазационными скважинами, которые бурятся с обнажения горного выработки. Как правило, эти выработки расположены в непосредственной близости к действующему очистному забою и претерпевают интенсивные проявления горного давления. Так при поддержании выемочной выработки позади действующей лавы для обеспечения прямоточной схемы проветривания величина сдвижений пород кровли достигает 1000мм и более [3-5] (рис. 2).

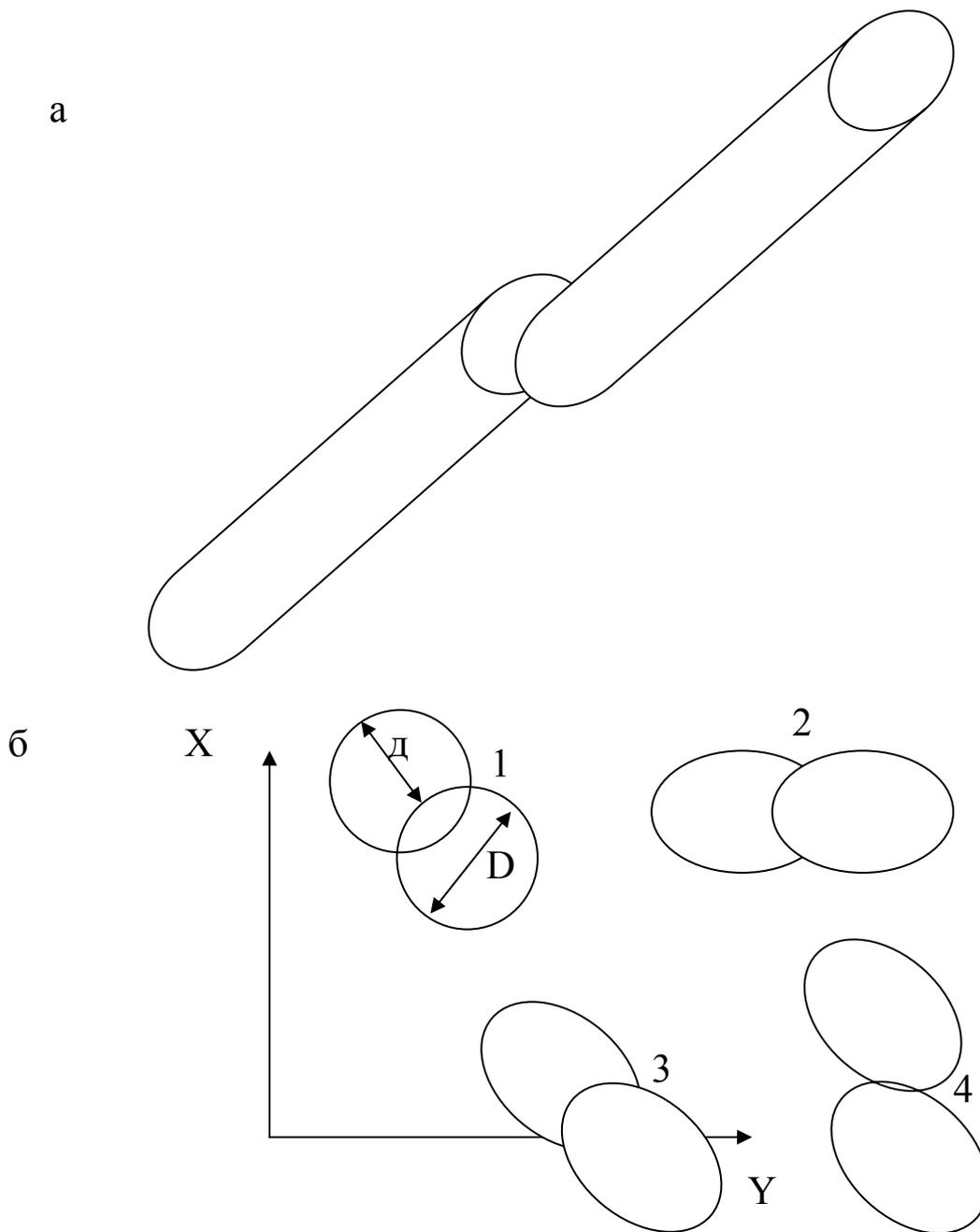


Рис. 1. Схема деформации сечения скважины при ее перерезывании в результате относительного сдвига соседних породных слоев

Такие большие величины радиальных сдвижений сопровождаются тангенциальными деформациями толщи и расположенной в ней дегазационной скважины. На рис. 2 показаны возможные деформации оси скважины в зоне влияния выработки в зависимости от ориентации и места заложения скважины.

Выводы

На основании сформулированных критериев и выделенных факторов будут разработаны мероприятия по обеспечению устойчивости канала дегазационной скважины и эффективности ее функционирования.

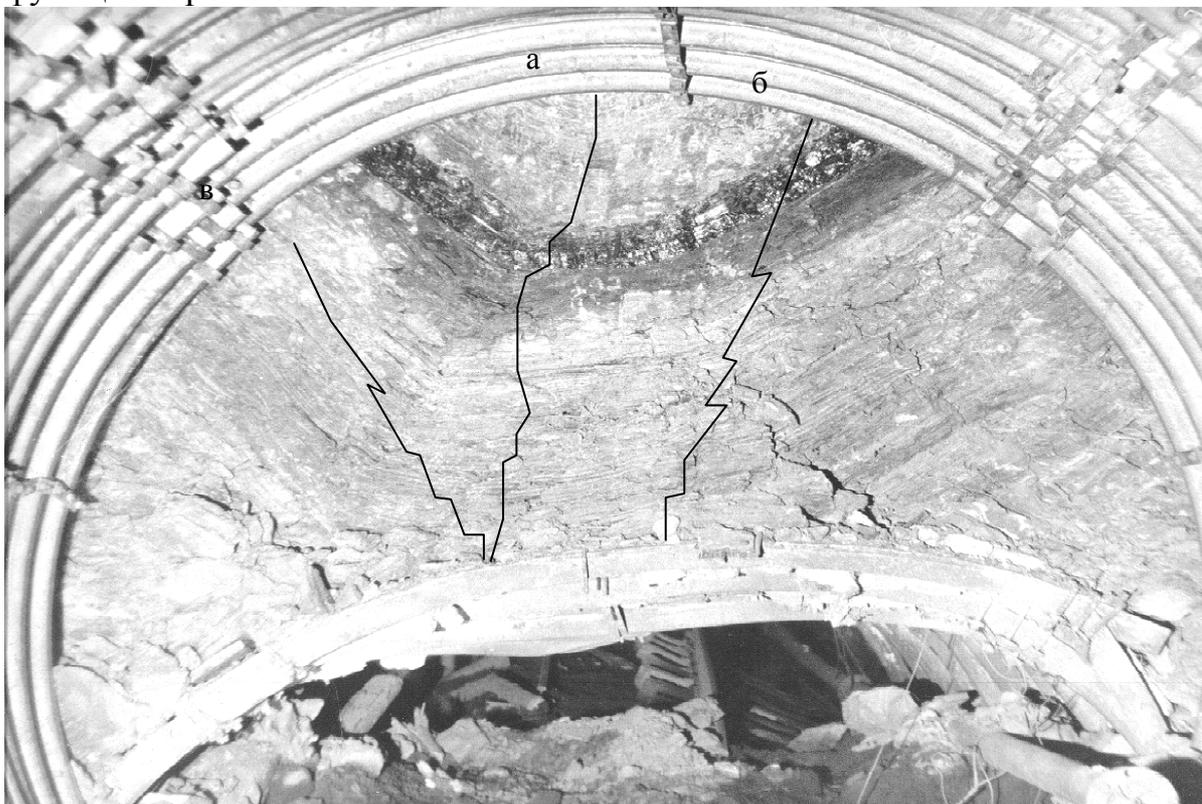


Рис. 2. Состояние рассечки штрека на шахте «Западнодонецкая» ГХК «Павлоградуголь» [5]

Библиографический список

1. Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схемы дегазации. – Киев: Минуглепром Украины, 2004.- 162с.
2. Звягильский Е.Л., Бокий Б.В., Назимко В.В. Исследование процесса перераспределения метана вокруг движущегося очистного забоя. – Донецк: Нордпресс, 2005.-195с.
3. Назимко В.В. Анализ развития зоны разрушения вокруг полевой выработки при влиянии очистных работ // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 1989. –№2. – С. 45-48.
4. Назимко В. В. Механизм сдвижений пород в окрестности полевой выработки // Уголь Украины. - 1988 - № 10. - С. 8-9.
5. Халимендик Ю.М. Разработка и обоснование научно-технических решений поддержания горных выработок и увеличения полноты выемки угля в условиях слабометаморфизованных пород: Дисс... докт. Техн. наук: 05.15.02; 05.15.11. – 1997. – 335 с.