

**ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫВАЛОВ ПОРОД КРОВЛИ В
ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ ГЛУБОКИХ ШАХТ****Белогуб О.Ю.***Донецкий национальный технический университет*

В статье представлены результаты анализа формирования вывалов пород кровли в очистных забоях глубоких шахт на основании замеров куполов вывалов при различных литологических составах пород кровли. Также представлены результаты математического моделирования процесса формирования вывала в очистном забое в программном комплексе «Solidworks» при управлении кровлей полным обрушением и при оставлении опор в выработанном пространстве лавы.

Изменение поля статических напряжений в массиве пород вокруг очистной выработки заключается в деформировании окружающих пород. В первую очередь на контуре выработанного пространства и в окружающем массиве пород происходят упругие смещения. В некоторых случаях указанными упругими смещениями процессы деформирования массива пород и исчерпываются. Однако это может иметь место только при очень крепких породах и высокой степени монолитности массива. Гораздо чаще в выработанном пространстве вслед за упругими смещениями пород кровли развиваются неупругие деформации и происходят локальные разрушения пород кровли. Этому способствует развитие в окружающем массиве зон концентрации как сжимающих, так и растягивающих напряжений. В процессы деформирования привлекаются большие объемы пород, а вследствие этого – проявляются неоднородности низких порядков, по поверхностям которых массив наиболее ослаблен. В результате этого в очистных забоях развиваются вывалы пород кровли.

В условиях залегания в основной кровле пласта мощных и достаточно прочных пород, которые зависая на большой площади, пригружают приконтурную часть пласта. При этом над опорным контуром пласта происходит интенсивное деформирование непосредственной кровли с раскрытием структурно-литологических трещин. Неудовлетворительное состояние слабой вывалоопасной кровли в значительной степени усиливается наличием в горном массиве разных пликативных, дизъюнктивных нарушений, и особенно, соотношением мощностей и прочностных характеристик литологических отдельностей пород кровли, которые тяжело поддаются прогнозированию и предварительному выявлению. Вывалы пород непосредственной кровли в призабойное пространство приводят к значительным материальным затратам на ликвидацию их последствий и существенно снижают безопасность работ в лаве.

По мнению авторов [1] факт разрушения пород на опорном контуре означает, что действующие на ее контуре максимальные напряжения σ_{\max}

достигли или превысили предел прочности массива на объемное трехосное сжатие. Разрушение кровли – явный признак того, что в массиве максимальными по величине являются горизонтальные напряжения, т.е., что исходное напряженное состояние является гравитационно-тектоническим. Коэффициент концентрации вертикальных напряжений мало отличается от единицы, в то время как коэффициент концентрации горизонтальных напряжений на границе слоев различных литологических разностей достигает десяти [2].

Автором было исследовано поведение пород кровли очистных забоев ОП «Шахты «Стаханова» ГП «Красноармейскуголь». При первичной посадке пород основной кровли на расстоянии 210 м от разрезной печи на протяжении 30 м подвигания лавы происходили заколы в кровле очистного забоя и наблюдалась интенсификация вывалов непосредственной кровли в центральной части лавы. Высота купола этих вывалов составляла от 0,6 м до 1,6 м, а размер полостей вывалов разуплотненного песчаника на отдельных участках лавы достигал 1 м.

Анализ геологических разрезов по длине очистного забоя 1-й северной лавы группового уклона пласта l_1 ОП «Шахты «Стаханова» показал, что максимальные вывалы были зафиксированы в момент первичной посадки основной кровли, а также периодических посадок, при максимальном приближения песчаника основной кровли к пласту, а также в местах изгиба угольного пласта (и пород кровли) в синклимальную складку (рис. 1).

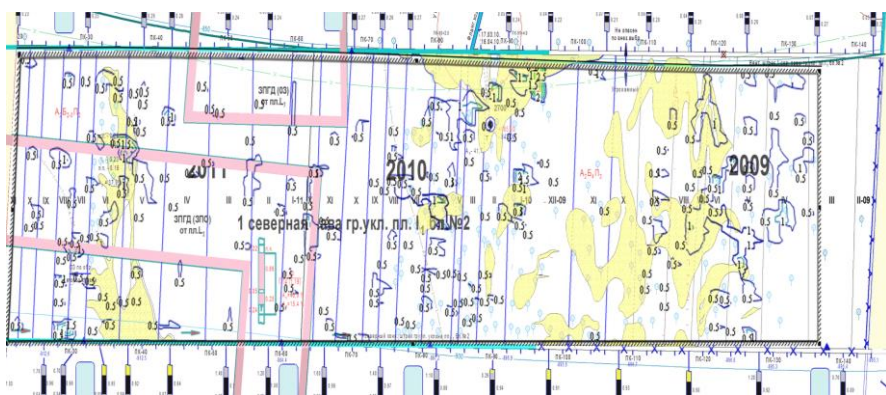


Рис. 1 – Распределение зон вывалов по площади выемочного поля 1-й северной лавы пласта l_1 ОП «Шахты «Стаханова»

На геологическом паспорте лавы (рис. 1) синим цветом показаны зоны вывалов пород кровли и их корреляция с максимальным приближе-

нием песчаника основной кровли к угольному пласту, т.е. изменением литологии пород кровли (полным выклиниванием сланца непосредственной кровли).

В программном комплексе «Solidworks» была создана трехмерная модель (рис. 2) участка очистного забоя для проведения инженерного анализа на прочность пород кровли над опорным контуром лавы и выявления напряжений, впоследствии приводящих к образованию вывала. Модель выполнена для условий 1-й северной лавы группового уклона пласта l_1 ОП «Шахты «Стаханова». Длина лавы составляла 280 м. Промышленные запасы – 569 тыс. т. Способ управления кровлей – полное обрушение. Угольный пласт l_1 на участке ведения очистных работ имел сложное строение в составе двух угольных пачек и одного разделяющего породного прослоя, представленного глинистым сланцем мощностью от 0,04 до 0,10 м. Угольные пачки аналогичны по характеристике и представлены углем блестящим, тонко-полосчатым, с единичными включениями пирита в виде линз, с тонкими линзами фюзена, вязким. Мощность верхней угольной пачки колебалась от 0,88 м до 1,0 м, мощность нижней от 0,20 м до 0,29 м, прочность $\sigma_{сж}=15$ МПа. Общая мощность пласта в пределах выемочного поля составляла от 1,18 м до 1,34 м, при средней – 1,25 м. Непосредственная кровля представлена глинистым сланцем темно-серым, слоистым, неустойчивым – Б₂, с плоскостями пригибания, мощностью до 1,6 м.

Основная кровля представлена песчаником l_1Sl_2 от мелкозернистого до среднезернистого, кварцево-полевошпатового, слоистого, водоносного, выбросоопасного мощностью от 6,4 м до 12,2 м (в отдельных интервалах выступал непосредственной кровлей).

На модели представлен очистной забой (вид сбоку), причем смоделированы вертикальные и горизонтальные нагрузки на массив, а также отпор секций крепи (рис. 2, а), а также отпор стоек в выработанном пространстве (рис. 2, б). Размеры модели составили 18X12 X25 м.

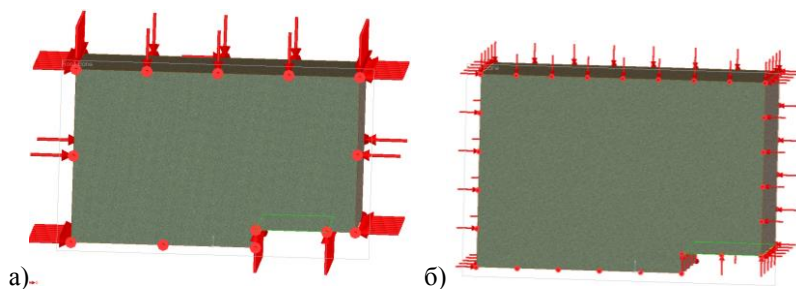


Рис. 2. Модель участка очистного забоя с указанием приложенных нагрузок

Расчетный редактор «COSMOSXpress» позволяет получить результаты на основе линейного статического анализа, исходя из того, что материал предполагается изотропным. Линейный статический анализ предполагает, что: поведение материала линейно и соответствует закону Гука, вызываемые смещения эквивалентно малы для того, чтобы игнорировать изменения в жесткости вследствие приложенной нагрузки, и нагрузки применяются медленно, чтобы игнорировать динамические эффекты.

Выполнив расчет, были получены две модели распределения разрушений над опорным контуром лавы (рис. 3), при различных способах управления кровлей. Причем, в первом случае (рис. 3,а) разрушение пород кровли происходило как над опорным контуром, формируя полость вывала в лаве, так и на верхней границе слоя пород кровли, приводя к зарождению трещины.

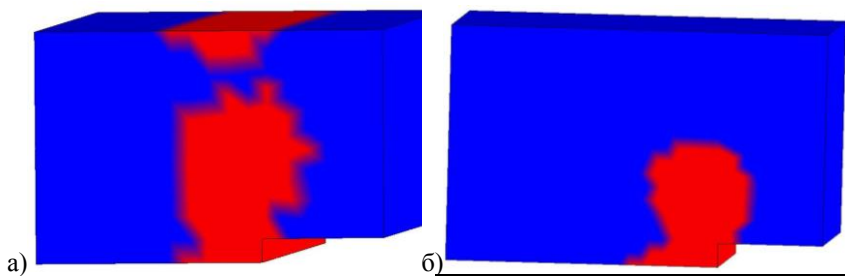


Рис. 3. Модель распределения зон разрушений над опорным контуром лавы при условии: а) управления кровли полным обрушением; б) оставлении опор в выработанном пространстве

Программный комплекс «Solidworks» рассчитывает напряжения по Мизесу. Теория утверждает, что пластичный материал начинает повреждаться в местах, где напряжение по Мизесу становится равным предельному напряжению. В большинстве случаев, предел текучести используется в качестве предельного напряжения. Однако, программа позволяет использовать предельное растяжение или задавать свое собственное предельное напряжение, поэтому в местах, где напряжение по Мизесу становится равным предельному напряжению на растяжение, мы наблюдаем разрушение. Причем контур касательных напряжений в породе описывает контур полости вывала.

А в случае (рис.3,б) оставления опор в выработанном пространстве, мы получаем значительно меньшую зону разрушения, причем только над опорным контуром. Кустовая армированная крепь [3], как способ оставления опор в выработанном пространстве, работает в качестве частичной закладки выработанного пространства. А при частичной закладке, как известно, породы кровли существенно устойчивее.

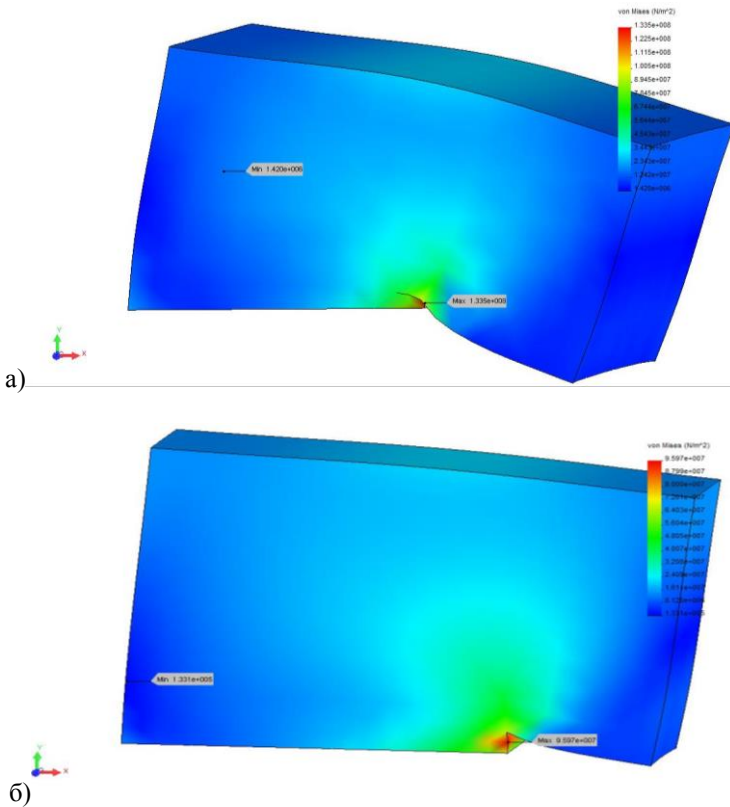


Рис. 4. Модель распределения напряжений по Мизесу над опорным контуром лавы при условии: а) управления кровли полным обрушением; б) оставлении опор в выработанном пространстве

Ранее автором [4] было установлено, что на вывалообразование в большей степени влияют: эффективная поверхностная энергия пород кровли, скорость подвигания очистного забоя, долговечность пород кровли при обнажении, наличие зон ПГД в выемочном поле лавы, наличие в кровле пласта естественной плоскости расслоения в виде слоев угля или резкого контакта слоев пород различных литологических разновидностей, ориентирование естественной системы трещин в направлении забоя, изменение литологии пород кровли над забоем. А влияние увеличения поддерживаемой консоли пород кровли на характер вывалообразования требует дальнейшего изучения.

Расчет показывает (рис. 4), что при управлении кровлей полным обрушением величина напряжений составляет 133 МПа, что значительно превышает предел прочности пород и соответственно приводит к их разрушению и вывалу в сторону свободной поверхности, т.е. в рабочее пространство лавы. При поддержании консоли пород кровли на расстоянии 5 м за секциями крепи величина напряжений снижается до 95 МПа, что дает основание полагать, что поддержание консоли на большую длину позволит существенно снизить напряжения в массиве впереди очистного забоя.

Литература

1. Рязанцев Н. А. О чем свидетельствует наличие вывалов в кровле и пучение почвы в выработках ОП «Шахта «Стаханова» /Н.А. Рязанцев, А.Н Рязанцев., Н.А Рязанцева. // Зб. матеріалів регіональної наук.-практ. конф. «Проблеми гірничої технології», КП ДонНТУ, 30 лист.2012 р. – Донецьк: ООО «Цифровая типография», 2012. – с.42-45.
2. Хозяйкина Н. В. Закономерности зміни граничного напруженого стану у складно структурній покрівлі лав пологістих вігульних пластів. Автореферат на здобуття наук. ступеня канд. техн. Наук /Н.В.Хозяйкина – Дніпропетровськ, 2004. – 18 с.
3. Пат. № 75593 UA, МПК E21D 15/00 (2012.01). Кушове армоване кріплення / Г. І. Соловійов, О. Ю. Білогуб, С. В. Чуяшенко, А. Л. Касьяненко; заявник і патентовласник ДонНТУ. – у 2012 05417; заявл. 03.05.2012; опубл. 10.12.2012, Бюл. № 23. – 4 с.: іл.
4. Белогуб О. Ю. Критерій вивалонебезпечності порід покрівлі очисних вибоїв глибоких шахт // О. Ю. Белогуб, Г. И. Соловьев, Я. О. Ляшок // Зб. матеріалів V регіональної наук.-практ. конф. «Дні науки-2013», 23.05.2013. – Красноармійськ: КП ДонНТУ, 2013 р. Т.1. – с. 52-55.

УДК 553.973

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАИЛЕНИЯ ВОДОЕМОВ НА ЗАПАСЫ И КАЧЕСТВО ОЗЕРНЫХ ВОД БЕЛАРУСИ

Курзо Б.В., Гайдукевич О.М.

ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»

Исследования показывают, что заиленность озер Беларуси составляет в среднем 50 %. Около 20 % озер утратили высокий природно-ресурсный потенциал в результате заболачивания, заиления и загрязнения вод под влиянием интенсивной хозяйственной деятельности на водосборе. Более 2 тыс. малых озер перекрыты торфом и прекратили свое существование. В результате прогрессирующих процессов природного и антропогенного эвтрофирования растет общая минерализация водной массы озер, увеличивается концентрация в воде сульфатов, хлоридов и общего фосфора. Углубление озер при добыче сапропеля улучшает водный баланс и качество воды водоемов, создает условия для рекреации населения и расширения рыбоводства.

На территории Беларуси распространены небольшие и неглубокие озера. Около 75 % из них имеют площадь менее 0,1 км² и относятся к числу старичных (речных) [1]. Объем воды в озерах республики составляет