

## **К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ЗОН НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО МАССИВА**

Проведено аналіз класифікацій напружено-деформованого стану крайової частини, розроблювального вугільного шару, що характеризується зональним розподілом напруг, і яке змінюється при перетинанні її підготовчим виробітком.

### **TO A PROBLEM ON CLASSIFICATION OF BANDS OF A MINING MASSIF INTENSIVE-DEFORMED STATES**

The analysis of classifications is intensive-deformed states of a selvage developed bench coal described by a zone stress distribution, and exposing to variations is held at its intersection by development working.

В основе успешного ведения проходческих горных работ и длительного поддержания горных выработок в рабочем состоянии лежат фундаментальные знания, как о закономерностях образования напряженного состояния нетронутого горного массива, так и о динамических проявлениях горного давления, в результате техногенного внедрения человека. Напряженное состояние нетронутого горными работами и силами тектоники массива может быть оценено при помощи гипотезы геостатического давления [1, 2]. Выработка, сооружаемая в массиве, обуславливает появление на контуре вокруг неё давления, превышающего в несколько раз нормальное гравитационное. Это давление, называемое опорным, приводит к разрушающим деформациям части горного массива, примыкающего к выработке, и по мере удаления от неё оно снижается до первоначального – геостатического. Ведение очистных работ приводит к образованию выработанного пространства значительных размеров, и вызываемые нарушения захватывают значительную область горного массива вплоть до земной поверхности. При этом вдоль контура отработанного угольного пласта и оставленных целиков образуется зона повышенного горного давления. Подготовительные выработки, оказывают меньшее разрушающее воздействие на вмещающий массив. Их проводят, как в нетронутом массиве так, чаще – в нарушенном ранее горными работами, обладающем различными геомеханическими свойствами. Специфической является область горного массива, простирающаяся вдоль границы очистных работ. Пересекая в разных направлениях границы целиковой и отработанной частей разрабатываемого угольного пласта, выработка подвергается влиянию горного давления с резко меняющейся интенсивностью, и сама инициирует её изменение.

Действующая нормативная база [3, 4, 5] позволяет спланировать размещение, охрану и поддержание основных вскрывающих и подготавливающих выработок, произвести выбор рационального варианта технологической схемы и параметров производственных процессов управления кровлей и крепления при очистных работах, и обеспечивает установление зон защиты и повышенного горного давления (ПГД) при над- и подработке смежными пластами. В то же

время, в указанных рекомендациях отсутствуют положения по расположению, охране и поддержанию выработок, проводимых по отрабатываемому пласту, при пересечении границ очистных работ, через образующиеся по их периметру зоны нестационарного (изменчивого) горного давления.

В литературных источниках по-разному трактуется понятие – «краевая часть». Ряд авторов подразумевает здесь границу очистных работ, в то же время существует определение, установленное нормативным документом [3]. Часть массива, примыкающая к границе очистных работ, квалифицируется как его краевая часть, если её размер оценивается, в соответствии с этим документом, величиной превышающей  $2\ell$ , где  $\ell$  - ширина зоны опорного давления. Угольным целиком считают часть пласта, оконтуренную как минимум с двух сторон выработанным пространством, наименьший размер которой не превышает  $2\ell$ . При этом однозначного подхода к определению размеров зоны влияния опорного давления на разрабатываемый угольный пласт нет. Нормативные документы [3, 4, 5] дают противоречивые значения величины зоны влияния опорного давления, опираясь на различные зависимости, и соответственно величина краевой части, разрабатываемого пласта, размеры целиком, зон защиты и ПГД оцениваются по-разному. В производственной практике это приводит к ошибочным инженерным решениям, например, к завышенным размерам охранных целиком и как следствие вызывает повышение потерь угля в недрах [6].

Кроме этого, имея значительные размеры, зона влияния опорного давления не дифференцирована по характеру проявлений и напряженно-деформированному состоянию. Поэтому *целью настоящей работы* является попытка разделения краевой части, разрабатываемого угольного пласта, на зоны различного по величине и характеру влияния опорного давления с выделением зоны наиболее активного влияния, отличающейся проявлением запредельных и предельных напряжений в массиве, вызывающих хрупко–пластические деформации и существенно влияющей на устойчивость пересекающих её выработок. Характерные особенности геомеханического состояния этой зоны должны найти своё отражение в нормативных документах и учитываться при преодолении их горными выработками.

Систематическое увеличение протяженности участков капитальных и подготовительных выработок пересекающих зоны ПГД, в том числе, образующихся в приграничной зоне разрабатываемого угольного пласта, отличающихся понижением их устойчивости вплоть до разрушения, дает основание судить об *актуальности поднятой проблемы*. Наряду с негативным влиянием зон ПГД на устойчивость выработок, производственный опыт указывает на приуроченность к этим зонам таких серьезных газодинамических явлений, как выбросы и горные удары.

Область горного массива, разделенная границей между целиковой и отработанной частью угольного пласта, является специфической, где изменение величины горного давления претерпевает большой диапазон значений за относительно короткий промежуток времени, на сравнительно небольшом расстоянии. Часть краевой зоны разрабатываемого угольного пласта, примыкающая к этой границе подвержена влиянию опорного давления, различному по величине,

времени и характеру [1, 7, 8, 9]. Эти проявления изменяются от хрупкого разрушения в результате резкого возрастания давления на его кромке, до плавного перехода к геостатическому состоянию. Зона, разгруженного массива, примыкающая к границе очистных работ также обладает отличительными свойствами, характеризующаяся, как известно, пониженным уровнем напряжений, относительно нетронутого массива.

Рассматриваемая область горного массива часто является источником проблем при её пересечении подготовительными выработками и выделена в качестве *объекта проводимых исследований*. Для выделения объекта исследований выполнен анализ существующих классификаций зон напряженного состояния и поведения техногенно нарушенного угольного пласта и вмещающего его массива. [3, 7, 8, 10, 11].

В соответствии с гипотезой Н.М. Зоря и Ф.И. Музафарова [10] область горного массива, затронутая влиянием очистных работ, делится на девять характерных зон, с присущими им определенными видами деформирования пород. Это представление наиболее полное и подробное из существующих в настоящее время, но до настоящего времени ещё не установлено местоположение границ всех зон. Необходимо знать параметры наиболее важных зон или их частей, положительно или отрицательно влияющих на устойчивость выработок.

Все рассмотренные схемы напряженно-деформированного состояния (НДС) массива в области влияния очистных работ разбиты на ряд зон (от 4 до 9), среди которых выделим зону ПГД. Она оконтурена и выделена линия максимальных проявлений горного давления, соединяющая точки максимальных напряжений на смежных горизонтах залегания пород в кровле и почве, разрабатываемого угольного пласта. В тоже время, известны зоны НДС массива в приграничной области, не учтенные в рассмотренных схемах. Так в приграничной части ЗПГД выделяют зону разрушенного угля, характеризующуюся состоянием хрупкого разрушения и распространением от забоя до границы, за которой угольный пласт находится в состоянии предельного равновесия. Оценить это расстояние позволяет выражение, рекомендуемое в [5]. Рекомендуемая зависимость не учитывает влияние структурных факторов и дает противоречивые данные, при сравнении её с результатами исследований [13].

Рассматриваемый участок пласта в результате разрушающего воздействием опорного давления приобретает свойства частично разгруженного массива и является переходной зоной между зоной ПГД и зоной разгрузки. Поэтому зону разрушенного угля, несмотря на сравнительно небольшие её размеры, не следует рассматривать как часть зоны ПГД, а необходимо выделять её в отдельную самостоятельную зону НДС угольного пласта с характерными свойствами, зависящими от большого количества факторов.

При этом следует отметить, что изменчивость ряда факторов подчинена вероятностному закону распределения, и это необходимо учитывать при анализе натуральных экспериментальных данных по изучению проявлений горного давления. К этому же суждению сводятся выводы И.П. Бухинника [12]: «... факторы, влияющие на поведение кровли, разнообразны, что взаимные их сочетания

сложны, что численные значения многих факторов неуловимы, и что сдвигение горных пород, вообще, и в забое, в частности носит, по крайней мере, в некоторой части, случайный характер».

Внимание к приграничной зоне вызвано тем обстоятельством, что горные работы, как очистные, так и проходческие непрерывно связаны с преодолением этой части горного массива и безопасность ведения работ, устойчивость впоследствии выработок, зависят от правильной оценки её НДС. Практика показывает, что недооценка состояния пород горного массива на границе очистных работ приводит к аварийным ситуациям [14].

Нарастание напряжений внутри зон опорного давления при внедрении подготовительным забоем приводит к активизации областей разрушений горных пород в виде обрушения кровли, выдавливания боковых пород, поднятия почвы пласта и т.д. Для управления горным давлением в подготовительных забоях, пересекающих ЗПГД, важно знать их взаимное пространственное расположение, степень разрушений горных пород, динамику формирования зон во времени и пространстве после отработки угольных пластов. Это позволит, используя метод суперпозиций, оценить величину полных напряжений и соответствующих деформаций массива при взаимном влиянии зон ранее образованных и инициированных проведением подготовительных выработок.

Таким образом, пространственное расположение и параметры образующихся совокупных зон НДС горных пород, динамику их формирования во времени и пространстве в зоне ПГД необходимо знать для принятия взвешенных инженерных решений по проектированию, проведению, охране и поддержанию сооружений в них выработок.

В связи с вышеизложенным возникает задача изучения проявлений горного давления в зонах ПГД, образующихся на контурах целиков и краевых частей разрабатываемого пласта.

На основании выполненного анализа, для выделения объекта исследований сформулируем определения классификации зон геомеханического состояния в плоскости разрабатываемого угольного пласта, с разделением зоны влияния опорного давления на зоны его проявлений, образующихся в результате ведения подготовительных и очистных работ в его краевых частях:

1. Зона геостатического (природного) состояния угольного пласта - угольный пласт за пределами влияния горных работ.

2. Краевая зона угольного пласта - техногенно-нарушенный угольный пласт с зональным распределением напряжений в результате влияния опорного давления.

3. Приграничная зона угольного пласта (зона неупругих деформаций, включающая зону разрушенного угля) - часть краевой зоны угольного пласта, перешедшая в хрупко-пластичное состояние под действием опорного давления.

4. Зона разрушенного угля – характеризуется расстоянием от плоскости очистного забоя (плоскости обнажения в забое горной выработки) до границы в массиве, на которой уголь находится в состоянии предельного равновесия, является частью приграничной зоны и объектом ведения горных работ, а также визуального и

инструментального маркшейдерско-геологического мониторинга.

5. Зона поддерживаемого пространства – выработанное пространство (горная выработка), закрепленное постоянной или временной крепью для обеспечения технологических процессов по извлечению полезного ископаемого. Оказывает существенное влияние на интенсивность проявлений опорного давления и размеры составляющих его зон.

6. Зона управления горным давлением (зона разгрузки) – часть нарушенного горного массива, управление разрушением которой, производится в соответствии с технологией ведения горных работ.

7. Зона уплотнения нарушенных пород горного массива – зависит от вынимаемой мощности и паспорта управления горным давлением.

8. Зона восстановления равновесного (геостатического) состояния горного массива.

Позиции 6-8 относятся к очистным работам.

Приграничная зона краевой части разрабатываемого угольного пласта, как основной объект проводимых исследований, представляет особый научно-практический интерес с точки зрения геомеханического обоснования технологии преодоления и удержания развития в ней разрушающих деформаций при проведении и поддержании подготовительных выработок. Эффективность решения этих задач может быть достигнута при понимании физической сущности состояния приграничной зоны и изменений напряженного состояния в этой части горного массива, от нетронутого его природного состояния до нарушенного последовательно различными горными работами, с учетом их суммарного влияния на крепь сооружаемой выработки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якоби О. Практика управления горным давлением. Пер. с нем. – М.: Недра, 1987. – 566 с.
2. Кацауров И.Н. Механика горных пород. М., Недра, 1981. 166 с.
3. Построение зон защиты и ПГД для условий больших глубин. Методика. КД 12.07.301-96. – Донецк, 1997.
4. Руководящий нормативный документ Министерства угольной промышленности Украины. "Расположение, охрана и поддержание горных выработок при отработке угольных пластов на шахтах". Методические указания. КД 12.01.01.201 – 98. Издание официальное. Минуглепром Украины. Киев, 1998.
5. Руководящий нормативный документ Государственного департамента угольной промышленности Министерства топлива и энергетики Украины. "Управление кровлей и крепление в очистных забоях на угольных пластах с углом падения до 35". Руководство КД 12.01.01.503 – 2001. Издание официальное. Минтопэнерго Украины. Киев, 2002.
6. Бегичев С.В., Швец А.П. Оценка внедрения технологий по увеличению полноты выемки запасов в условиях Западного Донбасса // Геотехническая механика. Сб. научн. тр. Днепропетровск. - №55. – С. 210-216.
7. Зборщик М.П., Братишко А.С., Прокофьев В.П. Выбор способов охраны и места расположения подготовительных выработок. – «Техніка», 1970, 228 с.
8. Рева В.Н., Мельников О.И., Райский В.В. Поддержание горных выработок. – М.: Недра, 1995.– 270 с.
9. Кириченко В.Я., Халимендик Ю.М., Лишин А.В., Усаченко Б.М. Явление образования перемещающихся нарушенных зон впереди лавы. Науковий вісник НГАУ, 2001. – № 1. – С. 27-28.
10. Зоря Н.М., Музафаров Ф.И. Схема механизма сдвижения толщи пород при выемке пологих пластов угля одиночной лавой. – "Уголь Украины", 1966, № 12.
11. Земисев В.Н. Расчеты деформаций горного массива. – М.: Недра, 1973. – 144 с.
12. Бухинник И.П. Краткий обзор основных теорий по управлению кровлей. – "Материалы государственного маркшейдерского контроля УССР". М. – Л., ОНТИ, 1936, сб. 1, с. 5-29.
13. Халимендик Ю.М., Мартюшев В.С. Проведение и поддержание горных выработок в зонах ПГД. Безоп.труда в пр-ти, №12. – С. 9-11.

**УДК 678.065.004.63**

Д-р техн. наук В.Н. Беляков,  
инж. Г.А. Рыжов  
(ИГТМ НАН Украины),  
асп. А.Ю. Полоз (ДГХТУ)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ  
ДЕСТРУКЦИИ ИЗНОШЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН  
В СРЕДЕ ОТРАБОТАННЫХ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ  
КАК СПОСОБА ИХ ПЕРЕРАБОТКИ**

Приведено результати лабораторних експериментальних досліджень по визначенню основних параметрів процесу термохімічного впливу в середовищі відпрацьованих рідких вуглеводнів на гумові складові зношених автомобільних шин

**RESEARCH OF PROCESS THERMOCHEMICAL  
DESTRUCTION THE WORN OUT AUTOMOBILE TRUNKS IN  
THE ENVIRONMENT OF THE FULFILLED LIQUID HYDROCARBONS  
AS WAY OF THEIR PROCESSING**

There are results of laboratory experimental researches by definition of key parameters process of thermochemical influence in the environment of the fulfilled liquid hydrocarbons on rubber components of the worn out automobile trunks are resulted.

Одним из важных направлений экономии природных ресурсов является переработка отходов потребления резиновых изделий, и в первую очередь - вышедших из эксплуатации шин.

Последнее обусловлено не только тем, что шины - наиболее крупнотоннажная продукция резиновой промышленности, но и тем, что из-за большой массы отдельных шин они по легкости сбора и сортировки занимают особое место среди других видов изношенных резиновых изделий.

Шины выходят из эксплуатации главным образом вследствие износа, расслоения и разрыва деталей. Резина шин в процессе эксплуатации подвергается структурным изменениям, однако свойства ее, как правило, остаются относительно близкими к первоначальным. В 1 т шин содержится около 700 кг резины, которая может быть повторно использована для производства резинотехнических изделий и материалов строительного назначения. Кроме резины изношенные шины содержат текстильные и металлические армирующие материалы

В связи с этим процессу их переработки в настоящее время уделяется большое внимание в странах ближнего и дальнего зарубежья, где работают полупромышленные и промышленные установки различной мощности.

Как показывает анализ, в настоящее время существующие технологии переработки изношенных шин не могут решить проблему их утилизации в про-