

УДК 622

## ПРОЯВЛЕНИЕ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ В ГОРНЫХ МАССИВАХ

Сергеева Ю. А., студентка гр. БГс-121, IV курс  
Научный руководитель: Шестакова О. Е., к.г.-м.н., доцент  
Кузбасский государственный технический  
университет имени Т. Ф. Горбачева,  
г. Кемерово

Информация о напряженности горного массива необходима для оценки устойчивости породных обнажений, расчета крепи подготовительных и очистных выработок, выбора и обоснования способа охраны подготовительных выработок, прогноза горных ударов и других явлений и процессов в массивах.

Горный массив в природном состоянии отличается от объектов, изучаемых в механике твердых тел, да и в механике в целом. Природный массив состоит из разнообразных горных пород, и поэтому еще до начала его разработки находится в напряженном состоянии, называемом естественным.

Возникновение и перераспределение напряжений в земной коре – сложный процесс, зависящий от множества факторов. Среди них глобальными являются гравитация, инерционные силы вследствие движения Земли и внутренние силы, вызванные тектоническими процессами, протекающими в регионе. Непосредственно влияющими силами являются геологические особенности данного горного массива. Прежде всего, это петрографический состав горных пород, складчатость, слоистость, нарушенность, трещиноватость массива и т. д.

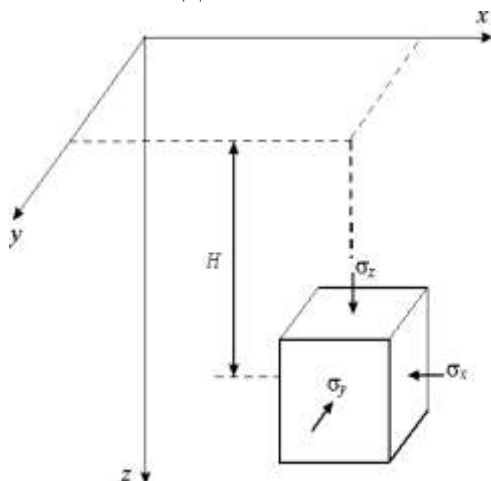


Рис. Схема к определению напряженного состояния массива горных пород

Основной причиной напряженного состояния горного массива, при условии отсутствия действия тектонических сил, являются объемные силы тяжести. Рассматривая массив пород как упругую среду. А. Н. Динник решил задачу о распределении напряжений в произвольном элементарном объеме изотропного массива в поле гравитационных сил (рис.).

Вертикальные напряжения  $\sigma_z$  равны весу столба пород:

$$\sigma_z = \gamma H, \quad (1)$$

где  $\gamma$  – объемный вес пород, залегающих над элементарным объемом породы,  $H$  – глубина залегания элементарного объема.

Данная задача доказывает условие идеального состояния равновесия без сдвига:

$$(\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z) \quad (2)$$

Это гидростатическое напряженное состояние пород в массиве, при котором коэффициент бокового давления  $\lambda = 1$ . Данный вид напряженного состояния в существенной мере характерен для плавучих и очень слабых малосвязанных обводненных пород.

При неоднородных массивах, состоящих из слоев пород с различным объемным весом, вертикальные и горизонтальные напряжения равны:

$$\begin{cases} \sigma_z = \Sigma \gamma_i h_i; \\ \sigma_x = \sigma_y = \lambda \Sigma \gamma_i h_i. \end{cases} \quad (3)$$

где  $\gamma_i$  - объемный вес  $i$ -го слоя пород;  $h_i$  - мощность  $i$ -го слоя.

Тектонические процессы значительно отличаются от гравитационных своей сложностью. Они связаны с неравномерным распределением в пространстве скоростей тектонических деформаций и движений земной коры.

Медленные тектонические процессы приводят к медленным движениям отдельных участков земной коры, а ее разрывы (тектонические разломы) являются естественными швами, по которым части земной коры движутся друг относительно друга.

Современные перемещения земной коры имеют вертикальные и горизонтальные составляющие, скорости которых различны и зависят в основном от тектонического типа региона и геологического строения месторождения. Вертикальное изменение положения участков земной коры измерить проще, нежели горизонтальное. Хотя горизонтальные изменения несут больше информации о напряженном состоянии массива.

Наряду со статическими формами проявления горного давления могут происходить и динамические, а именно различные виды горных ударов. На угольных шахтах по силе проявления и характеру последствий они подразделяются на собственно горные удары, горно-тектонические удары, горные удары с разрушением почвы (кровли) пласта, микроудары, толчки и стрельания.

Собственно горный удар – это хрупкое разрушение угольного целика, краевой части пласта или боковых пород, находящихся в предельно напряженном состоянии, проявляющееся в виде отброса или выдавливания угля (или породы) в горные выработки и приводящее к повреждению горной крепи, смещению машин и нарушению технологического процесса. Он возникает внезапно, сопровождается резким звуком, сотрясением массива, образованием большого количества пыли и воздушной волной. На газоносных угольных пластах удар приводит к повышенному газовыделению, а на крутых пластах может вызвать обрушение или высыпание угля.

*Горно-тектонический удар* вызывается воздействием энергии сейсмических волн от толчкообразного деформирования массива горных пород, в том числе техногенных землетрясений, и проявляется в виде горных ударов на нескольких участках шахтного поля или группы шахт. Горно-тектонический удар сопровождается сильными сотрясениями массива, резким звуком, образованием пыли и воздушными волнами. Такие удары можно

определить только с помощью сейсмостанций, специально построенных на месторождениях.

*Горный удар с разрушением пород почвы (кровли) выработки* - хрупкое разрушение слоя породы почвы (кровли) выработки в результате превышения предела прочности его в изгибе складчатой структуры (синклинали или антиклинали), где присутствует дополнительное сжатие. Сопровождается заполнением выработки разрушенным материалом, повреждением механизмов и оборудования, сильным звуком, сотрясением и пылеобразованием, а на газоносных пластах - повышенным газовыделением.

*Микроудар* по силе воздействия оказывает минимальные последствия и не приводит к нарушению технологического процесса. Сопровождается осыпанием угля (или породы) в горные выработки, резким звуком, сотрясением горного массива, образованием пыли, а на газоносных пластах - газовыделением.

*Толчок* – это разрушение пласта угля (или породы) в глубине массива без отброса в горную выработку, сопровождается звуком, сотрясением массива, образованием пыли, а на газоносных пластах – газовыделением.

*Стреляние* является самым безвредным по отношению к производству, но не менее опасным для человека. Стреляние – это отскакивание от массива линзовидных с острыми краями пластин угля или горных пород различных размеров, сопровождается резким звуком.

В настоящее время в Кузнецком угольном бассейне (Кузбасс) разрабатывают около двухсот угольных пластов, угрожаемых по горным ударам, и около 20 пластов, опасных по горным ударам, на которых зарегистрировано более 150 горных ударов.

Горный удар можно считать одной из первопричин аварии, произошедшей на шахте «Северная» (г. Воркута) 25 февраля 2016 г. Зависание кровли в выработанном пространстве, привело к росту напряжения в целиках, которое превысило предел прочности пород. После чего последовало резкое разрушение пород целиков и обрушение кровли, приведшее к выталкиванию метана в очистной забой. А в дальнейшем уже последовали взрывы и пожары, унесшие жизни 36 человек.

Таким образом, контроль напряженного состояния горного массива носит весьма важный характер. Существует большое количество различных способов контроля напряжения в горных массивах, среди которых оценка параметров технологических процессов, измерение деформаций массива, компенсационные и геофизические способы и другие. Нарастающее напряжение горного массива может привести не только к нарушениям процесса ведения горных работ, но и к человеческим жертвам и прекращению работы предприятия в целом.

#### **Список литературы:**

1. Егоров П.В. Геомеханика [Текст]: учебное пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. / П.В. Егоров, Г.Г. Штумпф, А.А. Ренев, Ю.А. Шевелев.- Кемерово: КузГТУ, 2015. – 309 с.

2. Каспарьян Э.В. Геомеханика [Текст]: учебное пособие. /, А.А. Козырев, М. А. Иофис, А.Б. Макаров.- Москва: Высш.шк., 2006. – 503 с.