

Список використаних джерел

1. Про надра: Кодекс України від 27 липня 1994 року № 132/94-ВР.
2. Податковий кодекс України. - К.: Юрінком Інтер, 2010. - 496 с.
3. Малюк Б. І. Надрокористування у країнах Європи і Америки: довідн. вид. / Б. І. Малюк, О. Б. Бобров, М. Д. Красножон. – К.: Географіка, 2003. – 197 с.: іл. 90. – Бібліогр: С. 196 – 197.
4. Основи економічної геології: Навч. посіб. для студ. геол. спец. вищ. навч. закл. освіти / М. М. Коржнев, В.А. Михайлов, В. С. Міщенко [та ін.]. – К.: Логос, 2006. – 223 с.:іл. – Бібліогр: С. 218 – 222.
5. Рудько Г.І., Плотніков О.В., Курило М.М., Радованов С.В. Економічна геологія родовищ залізистих кварцитів. – К.: «Академпрес», 2010. – 272 с.
6. Вітенко О., Коваленко Г. Плата за користування надрами/ Вісник податкової служби. – 2012. – № 14. – С.18 – 19.
7. Сучасний тлумачний словник української мови: 50000 слів/ За заг. ред. д-ра філол. наук, проф. В.В. Дубічинського. – Х.: ВД «ШКОЛА», 2006. – 832 с.
8. Лист Державної податкової служби України від 01.11.2012 р. № 4536/0/61-12/15-2116: Про надання індивідуальної податкової консультації з плати за користування надрами.
9. Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ будівельного й облицювального каменю, затвердженої наказом Державної комісії України по запасах корисних копалин при Міністерстві екології та природних ресурсів України від 16 грудня 2002 року № 199, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 30 січня 2003 року за № 78/7399,
10. Лист ДПС України від 15.06.2012 № 10092/6/15-2116 "Про визначення об'єкту та бази оподаткування платою за користування надрами для видобування корисних копалин".
11. Рудько Г.І., Курило М.М., Радованов С.В. Економіко-геологічна оцінка родовищ корисних копалин. – К.: АДЕФ-Україна, 2011. – 384 с.

Стаття надійшла до редакції 23.11.2014 р.

УДК 622.236.3

С. В. Кальчук, к. т. н, доц. (ЖДТУ)

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПОЛЯ НАПРУЖЕНЬ ПРИ ВИДОБУВАННІ БЛОЧНОГО ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО КАМЕНЮ

S. W. Kalchuk (Zhytomyr State Technological University)

FORMING FEATURES OF THE TENSION FIELDS DURING EXTRACTION OF THE GRANITE BLOCKS

Розглянуто і проаналізовано особливості формування поля напружень в блоці каменю видобутому з тектонічно напруженого масиву. Аналітично встановлена залежність напружень від розмірів окремостей блоку.

Ключові слова: *блочний камінь, напружено-деформований стан, відкриті гірничі роботи, вихід блоків.*

Рассмотрены и проанализированы особенности формирования поля напряжений в блоке камня, добытом с тектонически напряженного массива. Аналитически установлена зависимость напряжений от размеров отдельностей блока.

Ключевые слова: *блочный камень, напряженно-деформированное состояние, открытые горные работы, выход блоков.*

Considered and analyzed features of the formation of the stress field in the block of stone mined from the tectonic stresses in the array. Analytically the dependence of stress on the size of the individual blocks.

Keywords: *block stone, stress-strain state, open pit mining, output units.*

Вступ. Останнім часом до розробки залучаються поклади блочного каменю які разом з високою декоративністю мають досить складну систему тріщин та напружено-деформований стан. На сьогоднішній день залишається маловивченим питання видобування блоків в умовах значних горизонтальних тектонічних напружень масиву та подальшого процесу релаксації порід після відокремлення. На ряді кар'єрів блочного каменю Житомирської області спостерігаються явища «відстрілювання» шматків каменю від поверхні при оголенні нових горизонтів розробки, наведенні на поверхні стінки вибою дрібною сітки тріщин після відокремлення моноліту. Характерним для такого типу родовищ є псування товарних блоків після видобування протягом 3-7 діб і навіть декількох місяців. Усі ці явища вказують на наявність значних горизонтальних напружень, що не мають жодного відношення до дії бічного розпору від літостатичного тиску порід, оскільки проявляються на досить незначних глибинах починаючи від покрівлі покладу.

Метою роботи є встановлення механізму формування полів внутрішніх напружень та встановлення допустимих геометричних розмірів окремостей видобутих блоків з масиву з метою попередження розвитку внутрішніх саморуйнувань.

Результати досліджень. Процеси гірничого тиску та напружено-деформованого стану порід вивчалися переважно в умовах великих глибин залягання для підземних гірничих виробок. Частина досліджень присвячена саме методам встановлення гірничих тисків в породах [1,3], встановлення їх значень в межах певних локальних частин масиву з метою прогнозу та попередження гірських ударів та руйнування виробок. Інша частина робіт за даним напрямком присвячена методам досліджень, що дозволяють встановити напруження в виробках за допомогою засобів керування гірничим тиском (щільнне розвантаження, довантаження гідродомкратами тощо) [3,5,6]. Усі розглянуті роботи направлені на вивчення напружень порід в масиві, однак

вони не дають інформації щодо закономірностей формування полів напружень порід відокремлених від напружено-деформованого середовища. Як показує практика експлуатації кар'єрів блочного каменю значна частина родовищ перебуває в зонах значних локальних напружень масиву, що є негативним фактором при видобуванні каменю, оскільки відбувається процес деформації породи яка виходить за межі пружних [2].

Блок каменю видобутий з масиву відразу починає саморозвантажуватися від внутрішніх напружень. При чому на початковому етапі найбільшого розвантаження та деформацій зазнають вільні поверхні блоку. Таким чином утворюється напружене середовище в якому внутрішні залишкові напруження діють на розвантажену оболонку (вільні поверхні). У випадку коли внутрішні залишкові напруження є незначними, руйнування поверхні блоку не відбуваються, оскільки усі деформації не виходять за межі пружних. Але у випадку часткового або повного руйнування (розтріскування) вільної поверхні блоку опір розширенню починає чинити наступний внутрішній незруйнований шар і також згодом руйнується. Таким чином, процес руйнування блоку відбувається з поверхні до геометричного його центру і в деяких випадках аж до повного руйнування. Блок каменю видобутий з тектонічно напруженого масиву на деякому проміжку часу можна розглядати як систему, що знаходиться в рівноважному стані сил що діють з середини на оболонку та сил реакції на розширення цієї зовнішньої оболонки (рис. 1). Видобутий блок каменю матиме геометричний центр з якого в напрямку від центру діятиме сила залишкового розвантаження.

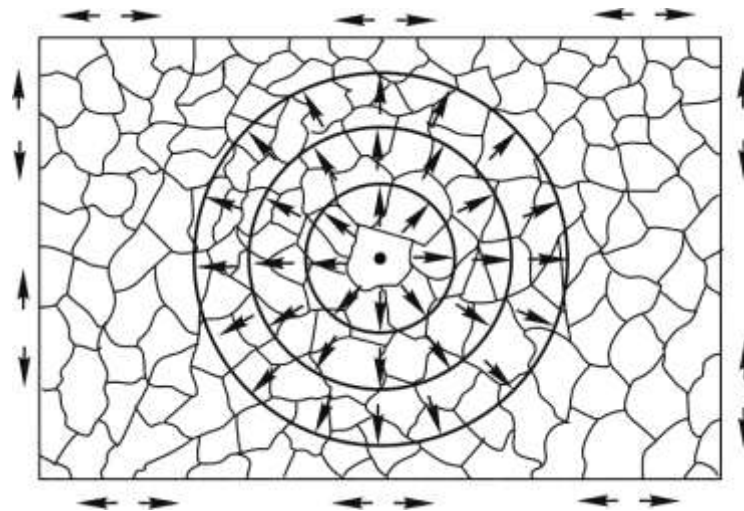


Рис.1. Схема дії сил в блоці каменю при розвантаженні

В деякому наближенні, дану задачу математично можна представити як задачу напружено-деформованого стану товстостінного циліндру (задача Ляме), з припущенням, що сили які діють з середини ядра (геометричного центру) діють не на фіксованому радіусі кола, а на кожному радіусі в напрямку від центра.

За рішенням задачі Ляме з нескінченною товщиною товстостінної труби радіальні напруження становитимуть:

$$\sigma_r = P \frac{a^2}{r_x^2}, \quad \text{де:} \quad (1)$$

P – сила що діє з середини (від центра) товстостінного циліндра; a – радіус внутрішньої поверхні циліндра; r_x – відстань від центра товстостінного циліндра.

Кожен шар каменю можна розглядати, як циліндричну поверхню на яку діють напруження розвантаження, а сумарні напруження в певній точці на деякому віддаленні від центра блоку r_x будуть визначатися інтегруванням:

$$\sigma_r = \int_0^r \sigma_T \frac{a^2}{r_x} da, \quad \text{де:} \quad (2)$$

σ_T – напруження, що діють з середини (від центра) товстостінного циліндра в напрямку вільної поверхні;

$$\sigma_r = \sigma_T \int_0^r \frac{a^2}{r_x^2} da = \sigma_T \frac{r^3}{3r_x^2}. \quad (3)$$

Оскільки сумарні напруження визначаються на проміжку від 0 до r_x то вираз (3) запишемо як:

$$\sigma_r = \sigma_T \frac{r^3}{3r^2} = \sigma_T \frac{r}{3}. \quad (4)$$

З одержаної залежності видно, що напруження пропорційно зростають від центра і до вільної поверхні. Однак реальна картина напружень поблизу вільної поверхні блоку буде дещо іншою, оскільки значний вплив на зменшення напружень будуть здійснювати деформації поверхні блоку.

Зі встановленої аналітично залежності виявлено закономірність розмірів відокремлюваного каменю та ймовірність його руйнування в межах ядра навантаження. Таким чином, чим більші розміри блоків, що відокремлюються з масиву тим більші значення напружень, що виникають на поверхні видобутого блоку і тим більшої руйнації він зазнає.

Висновки

Запропоновані аналітичні розрахунки по формуванню поля напружень в блоках каменю видобутого з тектонічно напруженого масиву вказують на прямий зв'язок розмірів блоку та значень накопичуваних напружень. Усунути процес руйнування каменю при видобуванні можливо досягти обмежуючи максимальні розміри відокремлюваних блоків. Для такого типу родовищ найбільш доцільнішою буде панельна схема видобування. Інший можливий варіант збереження цілісності каменю при видобуванні, це його розпилювання на плити-заготовки відразу після відокремлення, оскільки в такому випадку один з габаритних розмірів окремоті буде досить незначним для формування руйнівного поля напружень, а розвантаження та деформації відбудуться в бік вільної площини. Подальші дослідження за цим напрямом повинні встановити

вплив анізотропії каменю на головні вектори напружень з визначенням мінімально допустимих значень розмірів блоків та плит заготовок при яких гірська порода зазнає повного неруйнівного розвантаження.

Список використаних джерел

1. Барковський В.М. Состояние и перспективы развития метода полной разгрузки / В.М. Барковский // В сб.: Измерение напряжений в массиве горных пород. Ч.1./ ИГД СО АН СССР. Новосибирск, 1976, с. 27-32.
2. Кальчук С.В. Вплив тектонічних сил на формування напружено – деформованого стану порід родовищ блочного облицювального каменю / С.В. Кальчук - Житомир: Вісник ЖДТУ, 2011. – С – 162-165.
3. Влох Н.П., Зубков А.В., Феклистов Ю.Г. Метод частичной разгрузки на большой базе // Диагностика напряженного состояния породных массивов Новосибирск: ИГД СО АН СССР. 1980, с. 37-42.
4. Аксенов В.К., Курленя М.В., Петров А.И. Разгрузка массива щелью как средство для определения абсолютных напряжений в горных породах. – ФТПРПИ, 1972, №2, с. 122-124.
5. Шкуратник В.Л., Данилов Г.В. Исследование влияния напряжений на скорость распространения упругих волн в окрестности эллиптической горной выработки // ФТПРПИ. – 2005, №3. с. 3-10.
6. Асанов В.А., Токсаров В.Н., Евсеев А.В., Бельтюков Н.А. Опыт изучения акустиэмиссионных эффектов в соляных породах с использованием скважинного гидродомкрата Гудмана // ГИАБ, 2010, №10, с. 144-148.

Стаття надійшла до редакції 24.11.2014 р.

УДК 622.235

О. Я. Твердая, к.т.н., ст. препод., **В. Д. Воробьев**, д.т.н., проф., **В. Л. Демещук**, к.т.н., ас. (НТУУ «КПИ»)

ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА В РАЗРУШАЕМЫЙ МАССИВ РАЗНОПРОЧНЫХ ПОРОД ЗАРЯДАМИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ МЕСТНОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ

O. Ia. Tverdaia, V. D. Vorobev, V. L. Demeshchuk (National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»)

ESTIMATION EXPLOSION ENERGY TRANSFORMATION INTO BREAKING ARRAY WITH DIFFERENT STRENGTHS ROCKS BY LOCAL COOKING EXPLOSIVE CHARGES