

**ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ  
КЕРОВАНОГО РОЗКОЛУ ГІРСЬКОЇ ПОРОДИ  
НЕВИБУХОВИМИ РУЙНУЮЧИМИ СУМІШАМИ**

**В. Г. Кравець, С. М. Стівнік, А. І. Ковтун**

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»  
просп. Перемоги, 37 м. Київ, 03056, Україна. E-mail: Stansto@I.ua

**П. З. Луговий**

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України

вул. П. Нестерова, 3, м. Київ, 03057, Україна. E-mail: plugovyy@inmech.kiev.ua

Детально теоретично досліджено фізико-механічні процеси, які відбуваються при розколі породи в потрібному напрямку з застосуванням пластин – вставок в шпурах з невибуховими руйнуючими сумішами. Для плоскої задачі теорії пружності з використанням третьої умови міцності досліджено процес зародження тріщини в потрібному напрямку по стрічці шпурів при статичних навантаженнях і одержано графіки для визначення технологічних параметрів – тиску в залежності від радіуса шпурів, товщин пластин – вставок і властивостей гірської породи. Це дозволило вдосконалити технологію видобутку кам'яних блоків і руйнування вугільних ціликів.

**Ключові слова:** кам'яні блоки, вугільні цілики, невибухова руйнуюча суміш, пластина – вставка, шпур, плоска задача теорії пружності, умова міцності, напрямок розколу, технологічні параметри.

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
УПРАВЛЯЕМОГО РАСКОЛА ГОРНОЙ ПОРОДЫ  
НЕВРЫВЧАТЫМИ РАЗРУШАЮЩИМИ СМЕСЯМИ**

**В. Г. Кравец, С. Н. Стівник, А. И. Ковтун**

Национальный технический университет Украины «КПИ им. Игоря Сикорского»  
просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина. E-mail: Stansto@I.ua

**П. З. Луговой**

Институт механики им. С.П. Тимошенко НАН Украины

ул. П. Нестерова, 3, г. Киев, 03057, Украина. E-mail: plugovyy@inmech.kiev.ua

Детально теоретично досліджено фізико-механічні процеси, які відбуваються при розколі породи в потрібному напрямку з використанням пластин – вставок в шпурах з невзривчатыми руйнуючими сумішами (НРС). Для плоскої задачі теорії пружності з використанням третього умови міцності досліджено процес зародження тріщини в потрібному напрямку по стрічці шпурів при статичних навантаженнях і одержано графіки для визначення технологічних параметрів – тиску в залежності від радіуса шпурів, товщин пластин – вставок і властивостей гірської породи. Це дозволило вдосконалити технологію видобутку кам'яних блоків і руйнування вугільних ціликів.

**Ключевые слова:** каменные блоки, угольные целики, невзрывчатая разрушающая смесь, пластина – вставка, шпур, плоская задача теории упругости, условие прочности, направление раскола, технологические параметры.

## ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Промислове використання невибухових руйнуючих сумішей (НРС) для видобутку блочного каменю, відбійки вугільних ціликів, руйнування негабаритів, або старих фундаментів на будівництві продовжується вже більше тридцяти років. Досвід використання НРС підтвердив перспективність створення в шпурах штучних концентраторів напружень з допомогою вставних елементів. Так в роботах [1, 2] з такою метою запропонована пластина – вставка, а в роботі [3] армувальні елементи в шпурах з НРС для ощадливого руйнування вугільних ціликів мають форму циліндричного тіла, яке у поперечному перерізі утворює замкнуту форму, складену з двох параболічних обрисів. Це в свою чергу попереджує випадки травматизму при виконанні гірничих робіт [4]. В патенті [5] розроблений спосіб руйнування гірських порід з допомогою НРС і патрон для його реалізації. В цих роботах на інтуїтивному рівні запропоновано використовувати пластини різного поперечного перетину в шпурах з НРС для розколу породи шпуровим методом в потрібному напрямку. Для використання цих методів в реальному виробництві необхідно проводити ряд складних експериментів для визначення технологічних параметрів як для пластин – вставок, так і для порід з різними фізико – механічними властивостями для кожного окремого випадку. Тому розробка теоретичних методів для визначення геометричних розмірів пластин – вставок для шпурів з НРС для розколу в потрібному напрямку гірських порід є актуальною науково – технічною задачею. Одними з перших робіт в даному напрямку можна вважати статті [6, 7], де покладено початок теоретичних досліджень розколу блочного каменю при використанні пластин – вставок в шпурах з НРС. В статті [6] для визначення параметрів технології управління розколом породи використаний метод скінчених елементів і визначені епюри розподілу напружень навколо шпуру з пластиною – вставкою, що дало інформацію про можливість отримати більш точну технологічну залежність співвідношення  $\sigma_x/\sigma_y$  від товщини пластини – вставки  $h$  для розколу в потрібному напрямку різних гірських порід.

Мета роботи – вдосконалення технології застосування пластин – вставок в шпурах з НРС для розколу породи в потрібному напрямку, детально теоретично дослідити вплив неоднорідності порід, які впливають на фізико – механічні процеси при розколі породи.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** При видобутку блочного каменю і відбійки вугільних ціликів часто застосовують шпуровий метод з використанням пластин – вставок. При ощадному режимі буріння шпурів розміри утворених мікротріщин на їх крайках дуже незначні в порівнянні з поперечними перетинами шпурів і пластин – вставок, а кристали, з яких складається порода, розташовані хаотично, тому при постановці задач про дослідження напружено – деформованого стану навколо шпурів згідно [8] будемо використовувати модель ізотропного суцільного середовища. Діаметри шпурів при цьому набагато менші їх довжини, тому напружений стан навколо них відповідає стану плоскої деформації. При цьому для кожного перетину перпендикулярного до осі шпуру будемо мати однаковий розподіл напружень навколо контуру шпуру. Оскільки розподіл деформацій навколо шпуру при плоскій деформації відрізняється лише

## ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ

константами від подібної задачі для плоского напруженого стану, то моделювання розподілу напружень навколо шпуру від дії НРС можна провести на пластині з отвором, до контуру якого прикладені напруження від дії НРС при наявності пластини – вставки. Пластини вирізаються перпендикулярно до вісі шпуру. Вважаємо, що краї пластини жорстко закріплені, а пластина – вставка абсолютно жорстка.

Зрозуміло, що при навантаженні стінок шпурів за допомогою НРС матеріал гірської породи не може весь час бути пружним і перейде в стан, який назвемо «станом за межею пружності». Припустимо, що цей стан буде мати місце в деякій області біля шпуру. Напружений і деформований стан за межею пружності визначається співвідношеннями теорії пластичності. Пластичний матеріал характеризується тим, що не може сприймати напруження, що перевершують певну межу плинності. Умову пластичності для плоского напруженого стану виберемо у вигляді [9]:

$$(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2 = 4k^2, \quad (1)$$

умова пластичності (1) і рівняння рівноваги плоского напруженого стану [10]:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = 0; \quad \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = 0, \quad (2)$$

складають замкнену систему рівнянь плоскої задачі теорії пластичності відносно трьох компонент напружень  $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ .

Якщо в рівнянні пластичності (1) покласти  $k = \sigma_s/2$ , де  $\sigma_s = [\sigma_p]$  – межа міцності породи при односторонньому розтягуванні, то рівняння пластичності (1) перетвориться в третій закон міцності для гірської породи.

При рішенні статично визначених пружно – пластичних задач для гірських порід, обмежимося припущенням, що напруження розтягу в гірській породі не перевищують  $[\sigma_p]$ .

Слід зауважити, що в області можливої зміни зовнішніх навантажень не повинні виникати зони розвантаження. При розвантаженні використання умови (1) стає незаконним. Навантаження, яке створюється на стінки шпурів з пластинами – вставками статичними зусиллями від НРС для відділення кам'яних блоків і руйнування вугільних ціликів не має зон розвантаження, тому при вирішенні конкретних задач будемо використовувати умову пластичності (1).

Проведемо дослідження впливу пластини – вставки в шпурі з НРС на напружений стан навколо шпуру, що дозволить визначити напрямок розколу каменю і відповідні технологічні умови. На рис. 1 наведена схема розподілу тиску від НРС в шпурі з пластиною – вставкою.

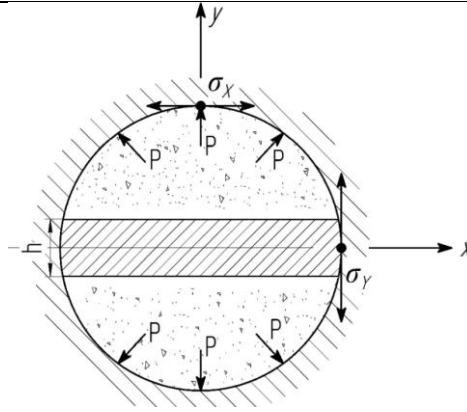


Рисунок 1 – Схема розподілу тиску від НРС в шпурі з пластиною – вставкою

Наявність пластини – вставки різко змінює навантаження на крайку шпуру і закон розподілення тиску  $P$  по дугах контуру шпуру над пластиною – вставкою можна наближено представити формулою:

$$P = A \left( \pi R^2 / 2 - h / 2 \sqrt{R^2 - h^2 / 4} \right) \sin \alpha \quad (0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}), \quad (3)$$

де  $A$  – коефіцієнт тиску НРС – МПа/мм<sup>2</sup>;  $R$  – радіус шпуру – мм;  $h$  – товщина пластини – вставки – мм.

Зауважимо, що в подальшому будемо розглядати шпури діаметром 40 мм, які найбільш розповсюджені при видобутку кам'яних блоків і руйнування вугільних ціликів.

Згідно формули (3) і відомих літературних даних про залежність зусилля НРС від діаметра шпуру [11] визначимо залежність величин тиску  $P$  від товщини пластини – вставки  $h$  для шпурів діаметром 40мм (табл. 1)

Таблиця 1– Залежність величин тиску  $P$  від товщини пластини – вставки  $h$

$h, \text{мм}$	0	5	6	7	8
$P, \text{МПа}$	40,0	38,4	38,1	37,8	37,52

З даних, наведених в таблиці, слідує, що товщина пластини – вставки для шпурів діаметром 40 мм не може перевищувати  $h \leq 8$  мм, для досліджуваних в подальшому гірських порід (табл. 2), при  $h > 8$  мм зусилля НРС може бути недостатнім для розколу каменю.

Для визначення розподілу напружень навколо шпуру з пластиною – вставкою поставлена наступна крайова задача: рівняння (1), (2); граничні умови на контурі шпуру (3) і на торцях пластини  $u_x = u_y = 0$ , де  $u_x$  – переміщення точок пластини вздовж осі  $x$ ,  $u_y$  – переміщення точок пластини вздовж осі  $y$ . Отже маємо третю крайову задачу плоского напруженого стану, коли на контурі шпуру задані силові умови, а на краях пластини задані переміщення.

**ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ  
РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ**

Таблиця 2 – Фізико – механічні властивості досліджуваних гірських порід

п/п	Матеріал	Модуль пружності, Е, МПа	Коеф. Пуассона	Межа міцності на розтяг, $[\sigma_p]$ , МПа	Межа міцності на стиск, $[\sigma_c]$ , МПа	Питома вага, т/м <sup>3</sup>
1.	Діабаз	93800	0,27	11	157	2,87
2.	Лабрадорит	90000	0,33	20	200	2,76
3.	Порфірит	88500	0,31	20	160	2,93
4.	Кварцовий порфір	70000	0,21	38	336	2,63
5.	Граніт рожевий	57400	0,18	17	170	2,59
6.	Мармур чорний	57400	0,32	21	75	2,82

Поставлена вище задача про плоский напружений стан навколо шпуру з пластиною – вставкою при дії НРС розв’язана методом скінчених елементів з допомогою атестованого скінченоелементного програмного комплексу ANSYS Workbench [12]. Розбивка на скінчені елементи пластини з отвором від шпуру показана на рис. 2.

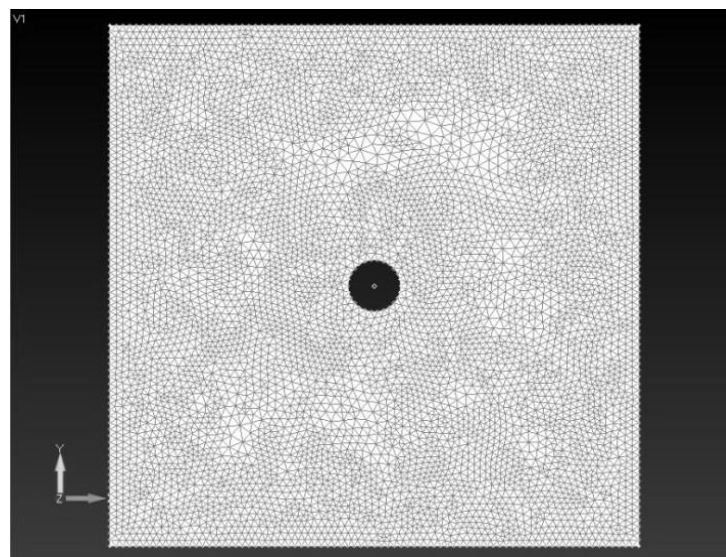


Рисунок 2 – Розбивка на скінченні елементи пластини з отвором від шпуру

Результати проведених теоретичних розрахунків зведені в табл. 3, де представлені як фізичні властивості порід ( $E, \nu, [\sigma_p], [\sigma_c]$ ) так і отримані технологічні параметри ( $\sigma_y; \sigma_x; \sigma_x/\sigma_y; h$ ) пов’язані, як з процесом тріщиноутворення в шпурі, так і з можливістю керування напрямом розколу породи.

**ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ  
РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ**

Таблиця 3 – Результати теоретичних розрахунків

Порода, №	$[\sigma_p]$ , МПа	E, МПа	$\nu$ , моль	$\sigma_y$ , МПа	$h$ , мм	$\sigma_x$ , МПа	$\frac{\sigma_x}{\sigma_y}$
№ 1 Діабаз	11	93800	0,27	11	5	7,4	0,67
	0,07				6	6,6	0,60
	$[\sigma_p]$				7	4,5	0,40
	$[\sigma_c]$				8	4,3	0,39
№ 2 Лабрадорит	20	90000	0,33	20	5	12,7	0,65
	0,1				6	11,2	0,50
	$[\sigma_p]$				7	7,2	0,42
	$[\sigma_c]$				8		0,39
№ 3 Порфірит	20	88500	0,31	20	5	13,4	0,67
	0,125				6	12,0	0,60
	$[\sigma_p]$				7	8,1	0,40
	$[\sigma_c]$				8	7,9	0,39
№ 4 Кварцовий порфір	38	70000	0,21	38	5	25,5	0,67
	0,03				6	22,8	0,60
	$[\sigma_p]$				7	15,4	0,40
	$[\sigma_c]$				8	14,9	0,39
№ 5 Граніт рожевий	17	57400	0,18	17	5	11,4	0,67
	0,1				6	10,2	0,60
	$[\sigma_p]$				7	6,9	0,40
	$[\sigma_c]$				8	6,7	0,39
№6 Мармур чорний	21	57400	0,32	21	5	14,1	0,67
	0,28				6	12,6	0,60
	$[\sigma_p]$				7	8,4	0,45
	$[\sigma_c]$				8	4,3	0,40

Отримані результати теоретичних досліджень дозволили побудувати залежність  $\sigma_x/\sigma_y$  від товщини пластини – вставки  $h$ , представлену на рис 3. Ця залежність дозволяє кількісно характеризувати взаємодію напружень  $\sigma_x$  і  $\sigma_y$  в процесі кристалізації НРС в залежності від товщини пластини – вставки  $h$  в шпурі.

Слід зауважити, що функція  $\sigma_x/\sigma_y = f(h)$  подібна для всіх порід при плоскому напруженому стані, оскільки вона має аналітичний вигляд  $\sigma_x/\sigma_y = \frac{\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y}{\nu\varepsilon_x + \varepsilon_y}$  і, явно не залежить від пружних модулів гранітів.

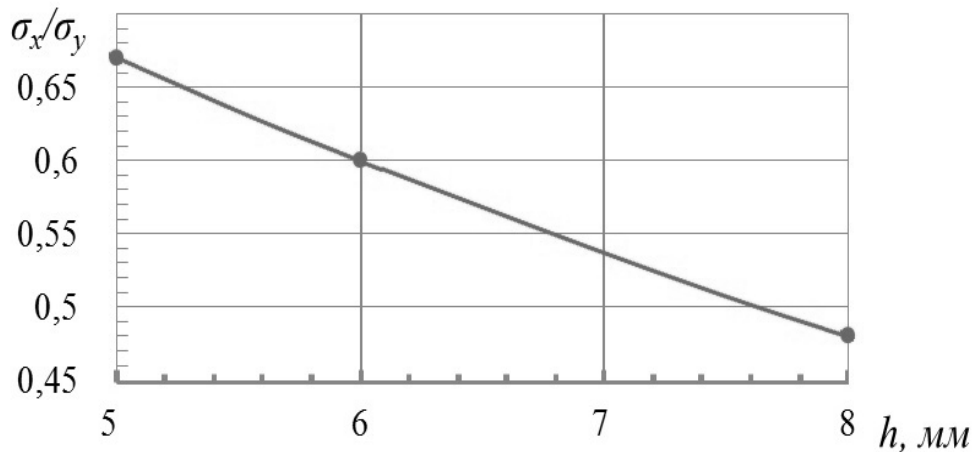


Рисунок 3 – Залежність  $\sigma_x/\sigma_y$  від товщини пластини – вставки  $h$

Побудовані також епюри еквівалентних напружень еліпсоїдального вигляду навколо шпуру з пластиною – вставкою, які відповідають третій умові міцності (1) (рис. 4) для різних величин товщини пластини – вставки  $h$  і гірських порід. Це дає можливість проаналізувати взаємодію напружень  $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$  і теоретично обґрунтувати, що розкол граніту буде співпадати з поздовжньою віссю пластини – вставки. Для ілюстрації на рис.4 наведена епюра еквівалентних напружень навколо шпуру з пластиною – вставкою товщиною  $h = 7$ , для кварцового порфіру

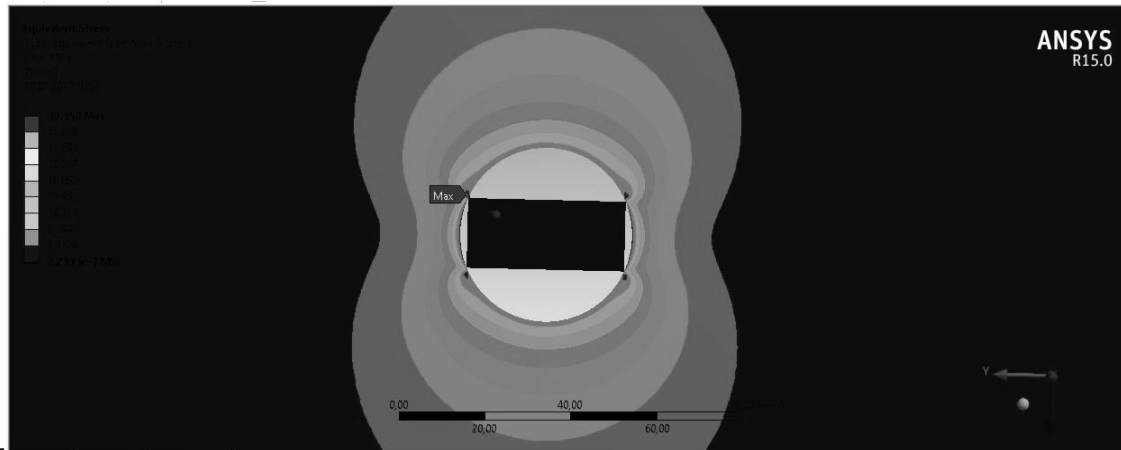


Рисунок 4 – Епюра еквівалентних напружень навколо шпуру з пластиною – вставкою товщиною  $h = 7$ , для кварцового порфіру

З рис. 4 слідує, що максимальні розтягуючі напруження розташовані на торцях пластини – вставки, що вказує на те, що напрям тріщини співпадає з віссю пластини – вставки. Пластини – вставки з більшою товщиною (до 8 мм) в шпурі діаметром 40мм забезпечують більшу вірогідність тріщиноутворення в заданому напрямку, оскільки добуток  $\sigma_y$  на товщину  $h = 8$  мм буде найбільшим, але вони суттєво зменшують об'єм НРС в шпурі, що впливає на ширину отриманої тріщини розколу. Доповнюючим фактором можна назвати те, що граніт має дуже

## ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ

малу зону плинності, тобто графік напруження – деформація має лінійний характер лише до межі міцності на розтяг  $[\sigma_p]$ .

**ВИСНОВКИ.** Теоретичними методами досліджено розподіл напружень навколо шпuru з НРС і пластиною – вставкою товщиною  $h$ , що дало змогу визначити технологічні параметри розколу гірських порід і вугільних ціликів з допомогою пластин – вставок в діапазоні  $5\text{мм} \leq h \leq 8\text{мм}$ .

Чисельний аналіз умови міцності вказує на те, що завдяки присутності пластини – вставки в шпурі на її торцях створюються концентратори розтягуючих напружень, які визначають напрямок розколу породи вздовж вісі пластини – вставки.

Співвідношення  $\sigma_x/\sigma_y$  показує різницю в розтягуючих напруженнях, які виникають по осях  $X$  та  $Y$ , а тому характеризують ступінь вірогідності отримати заданий напрямок тріщиноутворення.

Пластини з більшою товщиною (8 мм), забезпечують більшу вірогідність тріщиноутворення в заданому напрямку, але вони суттєво зменшують тиск від НРС (в шпурі діаметром 40 мм до 12 %) що негативно впливає на ширину отриманої тріщини розколу породи.

Ефективність проведених теоретичних розрахунків підтверджено впровадженням у виробництво авторського свідоцтва [13].

### ЛІТЕРАТУРА

1. Авторское свидетельство СССР №1536906 Кл. Е 21 С 37/00. 1988.
2. Авторское свидетельство Российской федерации №1798495. Сквжинная вставка для направленного разрушения монолитов расширяющимися веществами. / В. И. Штеле. – опубл. 25.11.1993. Бюл. № 8.
3. Застосування концентраторів руйнування при вийманні вугільних ціликів / К.К. Ткачук, С.М. Стовпнік, Т.В. Гребенюк // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 2011. – Вип. 20. – С. 94–99.
4. Ткачук К.К., Стовпнік С.М. Попередження травматизму під час кріплення та ремонту підземних гірничих виробок // Проблеми охорони праці в Україні.- К.: Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці. – 2010. – Вип. 19. – С. 37–42.
5. Сахно І.Г., Касьян М.М. Патент на винахід №100062, МПК(2006.01) Е21С 37/06. Спосіб руйнування гірських порід невибуховими руйнуючими сумішами й патрон для його реалізації / - а. 201100476, - 2012,- бюл.21 -5с.
6. Розробка та дослідження процесу керування напрямом розколу блочного каменю при використанні невибухових руйнуючих сумішей / І.О. Фоменко, О.І. Фоменко, І.М. Ковтун, А.І. Ковтун // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – Кременчук: КДПУ, 2013. – Вип. 2(12).– С. 50–57.
7. Фоменко І.О., Ковтун А.І. Дослідження технологічних параметрів процесу керування напрямком розколу блочного каменю під час використання невибухових руйнуючих сумішей // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Серія «Гірництво» – К. – 2014. – Вип. 26 – С. 63–69.



8. Керування напрямом тріщиноутворення по осях ортотропії гранітів при використанні невибухових руйнуючих сумішей та агрегатів з пластинами – вставками / І.О. Фоменко, О.І. Фоменко, І.М. Ковтун, А.І. Ковтун // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – Кременчук: КДПУ, 2016. – Вип. 2(16). – С. 41–48.

9. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М. – Недра, 1978. – 390 с.

10. Chakrabarty L. Theory of Plasticity. / Butterworth – Heinemann. – 2006. – 896 p.

11. Timoshenko S.P. and Goodier J.N. Theory of Elasticity / McGraw Hill Education (India) Private Limited; 3rd edition (2015). – 567 p.

12. Невзвывчатое разрушающее средство НРС-1 / ВНИИСТРОМ им. Будникова – М.: ПИК ВИНТИ, 1984. – С. 4.

13. К. Басов. ANSYS Справочник пользователя / Издательство: ДМК Пресс 2015. – 640 с.

14. Фоменко І.О., Фоменко О.І., Ковтун А.І. Патент на корисну модель (Україна), НПК Е21С 37/00, опубліковано 10.16.2014 бюлетень 11.

## THEORETICAL DEFINITION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS FOR THE CONTROLLED SPLIT OF MOUNTAIN BREED WITH THE USE OF UNEXPLOSIVE DESTRUCTIVE COMPAUNDS

**V. Kravets, S. Stovpnik, A. Kovtun**

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"  
prosp. Pobedy, 37, Kiev, 03056, Ukraine. E-mail: Stansto@I.ua

**P. Lugovoi**

S.P. Timoshenko Institute of Mechanics of NAS of Ukraine

vul. Nesterova, 3, Kiev, 03057, Ukraine. E-mail: plugovyuy@inmech.kiev.ua

**Purpose.** Theoretically were investigated the physical and mechanical processes that occur at the split rock in the desired direction with the use of plate inserts in the holes with unexplosive destructive compaunds (UDC). For the flat problem of elasticity theory with the use of the third condition of strong was investigated the process of the crack nucleation in the right direction for the tape of the holes under static loads and were obtained graphs for determining the technological parameters - pressure, depending on the radius of the holes, the thickness of the plates - the inserts and properties of the rock. This allowed to improve the technology of stone blocks and coal pillars production. **Methodology.** It is theoretically determined that the thickness of the plate inserts for hollows with a diameter of 40 mm cannot exceed  $h \leq 8$  mm, because for the future granites studied at  $h > 8$  mm, the UDC's efforts may be not sufficient to split the rock. Modeling of stress distribution around the hole with the plate insert from the action of the UDC was conducted out with the help of the problem of flat stressed state. The emergence of split rock conditions is determined by using third condition of strong. The problem of a flat stressed stay around a hole with a plate insert under the influence of UDC had been solved by the finite element method with help of the certified finite-elements software ANSYS Workbench. Numerical analysis of the strength condition indicates that due to the presence of the plate insert in the

hole on its ends there are concentrators of tensile stresses that determine the direction of the split of the rock along the axis of the insert plate. **Findings.** The theoretical methods have been used to investigate the distribution of stresses around the hollow with UDC and the insert plate, which made it possible to determine the technological parameters for split of granites and coal pillars with the help of plate inserts in the range of  $5 \text{ mm} \leq h \leq 8 \text{ mm}$ . The ratio  $\sigma_x/\sigma_y$  shows the difference in the tensile stresses that arise on the axes  $X$  and  $Y$ , and therefore characterize the degree of probability of obtaining a given direction of cracks formation. Plates with a larger thickness (8 mm) provide greater probability of cracking in the given direction, but they significantly reduce the pressure from the UDC (in a hole with a diameter of 40 mm to 12 %), which adversely affects at the resulting crack width in the breed. **Originality.** For the first time, by the numerical method for analyzing the condition of strength has been proved that, due to the presence of a plate insert in the hole, at its ends there are concentrators of tensile stresses that determine the direction of the rock split along the axis of the insert plate. **Practical value.** Application of the investigated plate inserts allowed to use lower energy to create directional line splitting of a monolith in the field of labradorite. **Conclusions.** On the basis of theoretical researches, it is necessary to develop analytical methods for determining the technological parameters of the influence of rock anisotropy on the process of crack formation using plate insert in hollows with UDC.

**Key words:** Stone Block, Coal Pillar, Unexplosive Destructive Compaunds, Plate Inserts, Flat Problem of Theory of Elasticity, Condition of Strongs, Direction of Crack, Technology Parameters.

#### REFERENCES

1. Certificate of authorship of USSR №1536906 Kl. E 21 C 37/00. 1988.
2. Certificate of authorship of Russian №1798495 Kl. E 21 C 37/00. 1993
3. Tkachuk. K.K., Stovpnik. S.V. and Grebenuk T.D. (2011), Application of stress concentrators in removal of coal pillars // Kiev: "KPI" Series of "Mining". vol. 20. pp. 94–99.
4. Tkachuk, K.K. and Stovpnik, S.N. (2010), Preventive of serious injury at near strengthen and repair by underground mining output // Problems of Protect of Work in Ukraine K.: National Scientific-Investigate Institute of Industry Safety protect of work. –Vol. 19. – pp. 37–42.
5. Sakhno, I.G. and Kas'yn, M.M. (2012), Invention Patent № 100062, MPK (2006.01)E21C37/06: "Method of destruction of rocks with the use of non-explosive mixtures and fixture for it's usage". Ukraine, 201100476, application dated 17.01.2011.
6. Fomenko, I.O., Fomenko, O.I., Kovtun, I.M. and Kovtun, A.I. (2013), Development and Study of Control of Wall Stone Rapture Direction with the Use of Unexplosive Destructive Compaunds // Series of Mining "Up-tu-date Resource-and Energy- Technologies in Mining Indasry" Kremenchuk: KrNU, vol. 2 no.8, pp. 39 – 44.

7. Fomenko, I.O. and Kovtun, A.I. (2014), The Investigation of Technological Parameters of the Process Control the Directions Split Stone Block When Using Unexplosive Destructive Compounds // Kyiv: "KPI" Series of "Mining" vol. 26. pp. 63–69.

8. Fomenko, I.O., Fomenko, O.I., Kovtun, I.M. and Kovtun, A.I. (2016), Direction control of cracking granites on orthotropic axes by using non-explosive and destroyed mixtures of units with plate inserts // Series of Mining “Up-to-date Resource and Energy- Technologies in Mining Industry” Kremenchuk: KrNU, vol. 2 no. 16, pp. 41–48.

9. Rjhevsky, V.V., Novik, G.Ya.(1978), *Osnovu fiziky gornuch porod* [Basis of Physics Mining Rock], Nedra, Moscow, 390 p.

10. Chakrabarty, L. Theory of Plasticity. / Butterworth – Heinemann. 2006. – 896 p.

11. Timoshenko, S.P. and Goodier, J.N. Theory of Elasticity / McGraw Hill Education (India) Private Limited; 3rd edition (2015). 567 p.

12. Unexplosive Destructive Compounds. NRS-1 / VNIISTROM im. Budnikova – Moscow: PIK VINITI, 1984. – p. 4.

13. Basov, K. (2015), *ANSIS Spravochnik pol'zovateliy* [ANSIS Reference Book by enjoy] Issue: DMK Press . 640 p.

14. Fomenko, I.O., Fomenko, O.I. and Kovtun, A.I. ( 2014), Invention Patent no. 90941, NPK E21C 37/00, bulletin 11.

Стаття надійшла 24.10.2017.