



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 85254

(13) U

(51) МПК

F42D 3/04 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 07293**

(22) Дата подання заявки: **10.06.2013**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **11.11.2013**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **11.11.2013, Бюл.№ 21**

(72) Винахідник(и):

Іщенко Костянтин Степанович (UA)

(73) Власник(и):

**Іщенко Костянтин Степанович,
просп. Героїв, 1-б, кв. 87, м.
Дніпропетровськ, 49100 (UA)**

(54) СПОСІБ МОДЕЛЮВАННЯ ВИБУХОВОГО РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД

(57) Реферат:

Спосіб моделювання вибухового руйнування гірських порід включає створення піщано-цементної моделі, формування в ній вибухових порожнин, заряджання їх, комутацію вибухової мережі і підривання. В сталеву циліндричну форму з стискаючою обоймою та однією вільною поверхнею, яка імітує напружений стан гірського масиву, заливають піщано-цементне тісто. В центрі моделі формують елементи врубу, розміщуючи циліндричні вставки, починаючи з компенсаційної порожнини, а навкруги компенсаційної порожнини по колу радіусом $R = (0,3 - 0,35)d_{\text{ііа}}$ (де R - радіус кола; $d_{\text{ііа}}$ - діаметр моделі) в вершинах вписаного квадрата - вибухові свердловини. Після набору 30 % міцності моделі з неї виймають циліндричні вставки і витримують до максимальної міцності. Далі в підготовлені порожнини розміщують вибухову речовину, встановлюють бойовики, гирло порожнини герметизують набійкою, комутують вибухову мережу і підривають з уповільненням на компенсаційну порожнину. Якість дроблення зруйнованої вибухом частки моделі, що імітує напружений гірський масив, оцінюють по діаметру середнього шматка згідно з заданою залежністю.

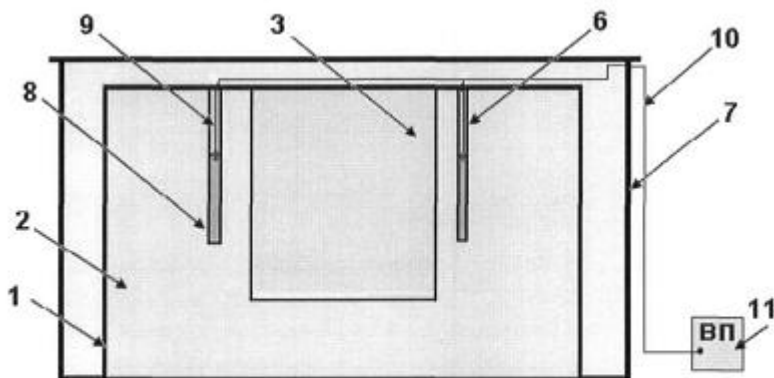


Fig. 1

UA 85254 U

Корисна модель належить до гірничої промисловості, а саме до моделювання процесів, які протікають в масиві гірських порід під впливом вибухових навантажень при руйнуванні напружених середовищ.

Відомі способи моделювання на еквівалентних матеріалах вибухового руйнування напруженого середовища формуванням в моделі вибухових порожнин, що здійснюють, імітуючи шпурові чи свердловинні заряди, заряджання їх і підривання на вільний простір [1-5].

Найбільш близьким за своєю суттю і результату, що досягається, в порівнянні із запропонованим технічним рішенням, вибраним за прототип, є спосіб моделювання вибухового руйнування гірських порід [6].

Спосіб включає формування моделі гірничого масиву із еквівалентних матеріалів - піщано-цементної суміші, розміщення в неї вибухових порожнин, заряджання їх, комутацію вибухової мережі і підривання. Результати вибуху оцінюють по розподілу гранулометричного складу зруйнованої моделі.

Однак приведений спосіб має недоліки. При моделюванні вибухового руйнування масиву гірських порід не забезпечується висока достовірність, обґрунтованість і наочність досліджень, а також умов в яких може проводитися виробка, що не дозволяє всебічного вивчення характеру руйнування зразків порід, і як наслідок веде до підвищення хибності і зниження достовірності отриманих результатів руйнування моделі гірського масиву.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу моделювання вибухового руйнування гірських порід в масиві, в якому за рахунок формування в сталевій циліндричній формі моделі із еквівалентних матеріалів, яка знаходиться в стиснутому стані, моделюючи напружений масив гірських порід з забоем виробки та розташуванням в центрі моделі елементів врубу, встановленням циліндричних вставок, починаючи з компенсаційної порожнини, а навкруги компенсаційної порожнини в вершинах вписаного квадрата - вибухових свердловин з розміщенням в них вибухової речовини та ініціювання зарядів ВР, що дозволяє оцінити якісну картину руйнування моделі та обґрунтувати ефективність роботи зарядів ВР різної конструкції при формуванні врубової порожнини і, як наслідок, отримати числові значення розподілу гранулометричного складу і знов утвореної поверхні зруйнованої частки моделі, підвищенню точності, обґрунтованості і достовірності отриманих даних при виконанні експериментальних досліджень.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі моделювання вибухового руйнування гірських порід, який включає створення піщано-цементної моделі, формування в ній вибухових порожнин, заряджання їх, комутацію вибухової мережі і підривання, згідно з корисною моделлю, в сталеву циліндричну форму з стискаючою обоймою та однією вільною поверхнею, яка імітує напружений стан гірського масиву, заливають піщано-цементне тісто, далі в центрі моделі формують елементи врубу, розміщуючи циліндричні вставки, починаючи з компенсаційної порожнини, а навкруги компенсаційної порожнини по колу радіусом $R = (0,3 - 0,35)d_{iia}$ (де: R - радіус кола; d_{iia} - діаметр моделі) в вершинах вписаного квадрата - вибухові свердловини, причому після набору 30 % міцності моделі з неї виймають циліндричні вставки і витримують до максимальної міцності, далі в підготовлені порожнини розміщують вибухову речовину, встановлюють бойовики, гирло порожнини герметизують набійкою, комутують вибухову мережу і підривають з уповільненням на компенсаційну порожнину, при цьому якість дроблення зруйнованої вибухом частки моделі, що імітує напружений гірський масив, оцінюють по діаметру середнього шматка згідно з залежністю:

$$d_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i d_i}{100},$$

де w_i - зміст i -ї фракції чи i -го шматка, %;

d_i - середній розмір i -го шматка чи i -ї фракції, см,

а параметр, що характеризує роботоздатність зарядів при формуванні знов утвореної поверхні визначають із співвідношення:

$$S_i = 6 \left[\sum_{a=1}^3 (d_{1\text{ср}})^2 \cdot \tilde{N}_1 + (d_{2\text{ср}})^2 \cdot \tilde{N}_2 + \dots + (d_{in\text{ср}})^2 \cdot \tilde{N}_{in} \right], \text{ см}^2,$$

де S_i - площа знов утвореної поверхні, см^2 ; $d_{in\text{ср}}$ - середній розмір i -ї фракції, см;

$C_{in} = m_i / m_{\text{ср}}$ - частка i -ї фракції в загальній масі зруйнованої вибухом частки моделі; m_i - маса i -ї фракції, г; $m_{\text{ср}}$ - загальна маса відбитої вибухом частки моделі, г.

В запропонованому способі моделювання вибухового руйнування гірських порід, ефективність і технічний результат досягається за рахунок підвищення достовірності і обґрунтованості при оцінці результатів руйнування моделі напруженого масиву гірських порід шляхом формування в центрі моделі елементів врубу встановленням циліндричних вставок, починаючи з компенсаційної порожнини, а навкруги компенсаційної порожнини в вершинах вписаного квадрата - вибухових свердловин з розміщенням в них вибухової речовини з наступним ініціюванням зарядів ВР, що дозволяє отримати якісну картину руйнування моделі та обґрунтувати ефективність роботи зарядів ВР різної конструкції при формуванні врубової порожнини і числові значення розподілу гранулометричного складу та знов утвореної поверхні зруйнованої частки моделі при виконанні експериментальних досліджень.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями та схемами: фіг. 1, фіг. 2 - загальна схема формування моделі в камері; фіг. 3 - конструкції зарядів для моделювання руйнування твердих середовищ вибухом, де: 1 - заряд постійного перерізу; 2 - заряд з котловим розширенням; 3 - заряд зі сферичною пустотілою вставкою в торці свердловини (шпура); 4 - заряд ВР, в якому по колонці розміщені сферичні пустотілі вставки, що чергуються між собою; фіг. 4, фіг. 5 - вид моделі в вибуховій камері до і після вибуху; фіг. 6 - типова залежність складу фракцій дроблення n від їх розміру d при розподілу гранулометричного складу зруйнованої вибухом моделі зарядами ВР на компенсаційну порожнину, наприклад, діаметром $d_{к.п.}=100$ мм, де: 1, 2, 3 і 4 - заряди ВР постійного перерізу; з котловим розширенням в торці свердловини (шпура); зі сферичною пустотілою вставкою в торці свердловини (шпура) та з сферичними пустотілими вставками, що чергуються між собою, відповідно; фіг. 7 - типова гістограма розподілу фракційного складу продуктів руйнування n від їх розміру d відбитої вибухом частки моделі зарядами ВР на компенсаційну порожнину, наприклад, діаметром $d_{к.п.}=100$ мм, де: 1 - заряд постійного перерізу; 2 - заряд з котловим розширенням; 3 - заряд зі сферичною пустотілою вставкою в торці свердловини (шпура); 4 - заряд ВР, в якому по колонці розміщені сферичні пустотілі вставки, що чергуються між собою.

Спосіб моделювання вибухового руйнування гірських порід реалізується у такій послідовності.

У лабораторії готують майданчик, де розміщують все обладнання для проведення експериментів. Для формування моделі напружено-деформованого стану гірського масиву готують піщано-цементне тісто в пропорції 1:1 і 0,5 % води. Просіяний пісок змішують з цементом в сухому стані і якісно перемішують з додаванням води. Структурно однорідне піщано-цементне тісто заливають в металеву форму у вигляді циліндра 1 діаметром 270 мм і висотою 200 мм (фіг. 1, фіг. 2). Далі в центрі моделі 2 формують елементи врубу. Спочатку розміщують циліндричну вставку, формуючи компенсаційну порожнину 3 різного діаметра - 50, 60 і 100 мм відповідно, а навкруги компенсаційної порожнини по колу радіусом $R = (0,3 - 0,35)d_{п.п.}$ - 4 (фіг. 2) в вершинах вписаного квадрата 5 - вибухові свердловини 6. Після набору 30 % міцності моделі з неї виймають циліндричні вставки і витримують до максимальної міцності. Після витримки моделі до максимальної міцності згідно з діючими Держстандартами її встановлюють в вибухову камеру 7. В підготовлені порожнини (свердловини) 6 розміщують вибухову речовину з бойовиком 8, а горло порожнини герметизують набійкою 9. Підготовлені заряди комутують в вибухову мережу 10, з'єднують з вибуховим приладом 11 і підривають з уповільненням на компенсаційну порожнину 3. Для обґрунтування ефективності і вибору найбільш прийнятної конструкції заряду ВР проводять порівняльну оцінку результатів руйнування моделі різними конструкціями зарядів (фіг. 3). На фіг. 4, фіг. 5 показана модель в вибуховій камері до вибуху і після вибуху. Зруйновану частку моделі 2 відділяють від основної і проводять її гранулометричний аналіз по відомим методикам [7]. Для цього використовують набори лабораторних сит з отворами розміром 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 7,0; 10,0; 12,0; 16,0; 20,0; 26,0; 30,0; 40,0; 50,0; 60,0; 70,0; 80,0 мм. Сита встановлюють зверху вниз від великих розмірів до дрібних. Зруйнований матеріал моделі 2 поміщають на верхнє сито і увесь набір струшують впродовж 10 хвилин. Залишок на кожному ситі зважують на технічних вагах з точністю до 0,1 %. Отримані результати заносять в таблиці і обробляють, по яким виводять залежності розподілу гранулометричного складу зруйнованої частки моделі 2 від її діаметра для різних конструкцій заряду ВР.

По отриманим даним результатів руйнування частки моделі 2 комплектами врубових зарядів обчислюють діаметр середнього шматка згідно з залежністю:

$$\frac{\sum_{i=1}^i w_i d_i}{100},$$

де w_i - зміст i -ї фракції чи i -го шматка, %;

d_i - середній розмір i -го шматка чи i -ї фракції, см.

Параметр, що характеризує роботоздатність зарядів при формуванні знов утвореної поверхні, визначають із співвідношення:

$$S_i = 6 \left[\sum_{a=1}^3 (d_{1_{\text{нао.}}}^2 \cdot \tilde{N}_1 + (d_{2_{\text{нао.}}}^2 \cdot \tilde{N}_2 + \dots + (d_{i_{\text{нао.}}}^2 \cdot \tilde{N}_{i_{\text{нао.}}}) \right], \text{ см}^2,$$

де S_i - площа знов утвореної поверхні, см²; $d_{i_{\text{нао.}}}$ - середній розмір i -ї фракції, см;

$C_{in} = m_i / m_{\text{сaa}}$ - частка i -ї фракції в загальній масі зруйнованої вибухом частки моделі; m_i - маса i -ї фракції, г; $m_{\text{сaa}}$ - загальна маса відбитої вибухом частки моделі, г.

По отриманим результатам були виведені залежності розподілу гранулометричного складу зруйнованої частки моделі різними конструкціями зарядів ВР (фіг. 6), а також гістограми фракційного складу продуктів руйнування n від їх розміру d відбитої вибухом частки моделі зарядами ВР на компенсаційну порожнину (фіг. 7).

Технологія способу моделювання вибухового руйнування гірських порід в моделі з забоєм виробки виконується таким чином (фіг. 1, фіг. 2, фіг. 3, фіг. 4, фіг. 5, фіг. 6, фіг. 7). Перед проведенням експериментальних досліджень готують все обладнання і матеріали. Потім підготовлену модель 2 в сталевій формі з стискаючою обіймою та однією вільною поверхнею, яка імітує напружений стан гірського масиву, встановлюють в вибухову камеру 7. В підготовлених вибухових порожнинах 6 формують заряди ВР, встановленням патронів ВР з ініціатором, а горло порожнини герметизують набійкою 9 із кварцового піску діаметром фракції 0,25 мм. Заряди комутують попарно, підключають до мережі 10 з вибуховим приладом 11 і підривають з уповільненням на компенсаційну порожнину 3. Зруйновану частку моделі 2 відділяють від основної і проводять її гранулометричний аналіз. Для цього використовують набори лабораторних сит з отворами розміром 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 7,0; 10,0; 12,0; 16,0; 20,0; 26,0; 30,0; 40,0; 50,0; 60,0; 70,0; 80,0 мм. Сита встановлюють зверху вниз від великих розмірів до дрібних. Зруйнований матеріал моделі 2 поміщають на верхнє сито і увесь набір струшують впродовж 10 хвилин. Залишок на кожному ситі зважують на технічних вагах з точністю до 0,1 %. Отримані результати заносять в таблиці і обробляють, по яким виводять залежності розподілу гранулометричного складу зруйнованої частки моделі (2) від її діаметру для різних конструкцій заряду ВР (фіг. 3).

Використання розробленої корисної моделі способу моделювання вибухового руйнування гірських порід дозволить одержати достовірні і обґрунтовані дані при руйнуванні моделі напруженого масиву гірських порід комплектом врубівих зарядів ВР різної конструкції на компенсаційну порожнину. Запропонований спосіб та методика проведення досліджень може бути використані для обґрунтування раціональних параметрів зарядів в шпурах та розташування їх в забої при проведенні підготовчої виробки, і тим самим знизити енергетичні витрати під час відбивання гірських порід на глибоких шахтах і рудниках.

Джерела інформації:

1. Друкованый, М.Ф. Методы управления взрывом на карьерах / М.Ф. Друкованый. - М: Недра, 1973. - С. 310-315.
2. Моделирование разрушающего действия взрыва в горных породах / В.М. Комир, Л.М. Гейман, В.С. Кравцов, Н.И. Мячина. - М.: Наука, 1972. - 214 с.
3. Ванягин, И.Ф. Физическое моделирование действия взрыва и процесса разрушения горных пород взрывом / И.Ф. Ванягин, В.А. Боровиков. - Л.: Изд. ЛГИ, 1984. - 108 с.
4. Лабораторные и практические работы по разрушению горных пород взрывом. Учеб. пособие для вузов / Б.Н. Кутузов, В.И. Комашенко, В.Ф. Носков и др. - М.: Недра, 1981. - 255 с.
5. А.С. СССР № 1491106, МКИ F42D 3/00; заявл. 04.05.87.
6. А.С. СССР № 1549269, МКИ F42D 3/04. Способ моделирования взрывного разрушения горной породы / В.Я. Чертков, С.Н. Азовцев, Ю.А. Мыздриков и др. - Заявл. № 4309317/23-03 от 05.08.87. - ДСП.
7. Барон, Л.И. Кусковатость и методы ее измерения / Л.И. Барон. - М.: Изд-во АН СССР, 1960. - 124 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб моделювання вибухового руйнування гірських порід, що включає створення піщано-цементної моделі, формування в ній вибухових порожнин, заряджання їх, комутацію вибухової мережі і підривання, який **відрізняється** тим, що в сталеву циліндричну форму з стискаючою

обоймою та однією вільною поверхнею, яка імітує напружений стан гірського масиву, заливають піщано-цементне тісто, далі в центрі моделі формують елементи врубу, розміщуючи циліндричні вставки, починаючи з компенсаційної порожнини, а навкруги компенсаційної порожнини по колу радіусом $R = (0,3 - 0,35)d_{\text{ііа}}$. (де R - радіус кола; $d_{\text{ііа}}$ - діаметр моделі) в

- 5 вершинах вписаного квадрата - вибухові свердловини, причому після набору 30 % міцності моделі з неї виймають циліндричні вставки і витримують до максимальної міцності, далі в підготовлені порожнини розміщують вибухову речовину, встановлюють бойовики, гирло порожнини герметизують набійкою, комутовують вибухову мережу і підривають з уповільненням на компенсаційну порожнину, при цьому якість дроблення зруйнованої вибухом частки моделі,
- 10 що імітує напружений гірський масив, оцінюють по діаметру середнього шматка згідно з залежністю:

$$d_{\text{н\ddot{а}д.}} = \frac{\sum_{i=1}^i w_i d_i}{100},$$

де

w_i - зміст i -ї фракції чи i -го шматка, %;

- 15 d_i - середній розмір i -го шматка чи i -ї фракції, см,

а параметр, що характеризує роботоздатність зарядів при формуванні знов утвореної поверхні, визначають із співвідношення:

$$S_i = 6 \left[\sum_{j=1}^3 (d_{1\text{н\ddot{а}д.}})^2 \cdot \tilde{N}_1 + (d_{2\text{н\ddot{а}д.}})^2 \cdot \tilde{N}_2 + \dots + (d_{in\text{н\ddot{а}д.}})^2 \cdot \tilde{N}_{in} \right], \text{ см}^2,$$

де

- 20 S_i - площа знов утвореної поверхні, см^2 ;

$d_{in\text{н\ddot{а}д.}}$ - середній розмір i -ї фракції, см;

$C_{in} = m_i / m_{\text{с\ddot{а}а}}$ - частка i -ї фракції в загальній масі зруйнованої вибухом частки моделі;

m_i - маса i -ї фракції, г;

$m_{\text{с\ddot{а}а}}$ - загальна маса відбитої вибухом частки моделі, г.

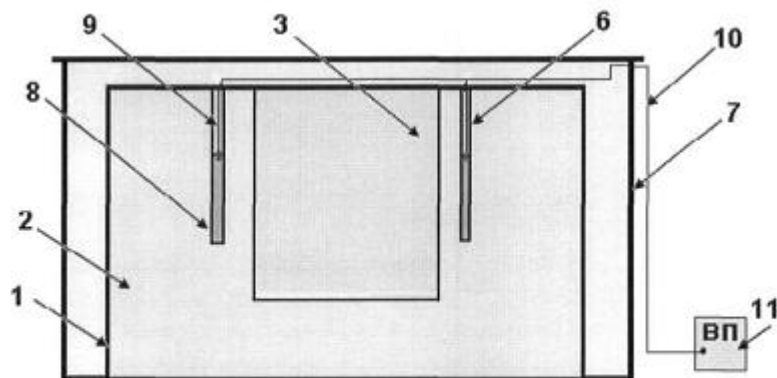
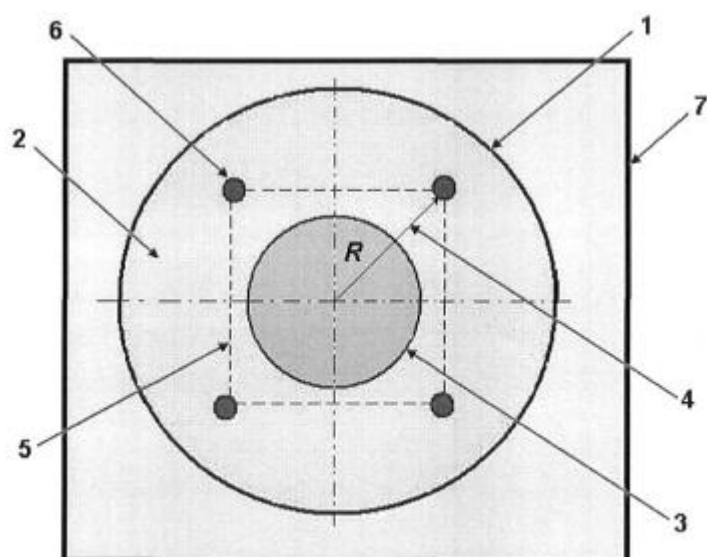
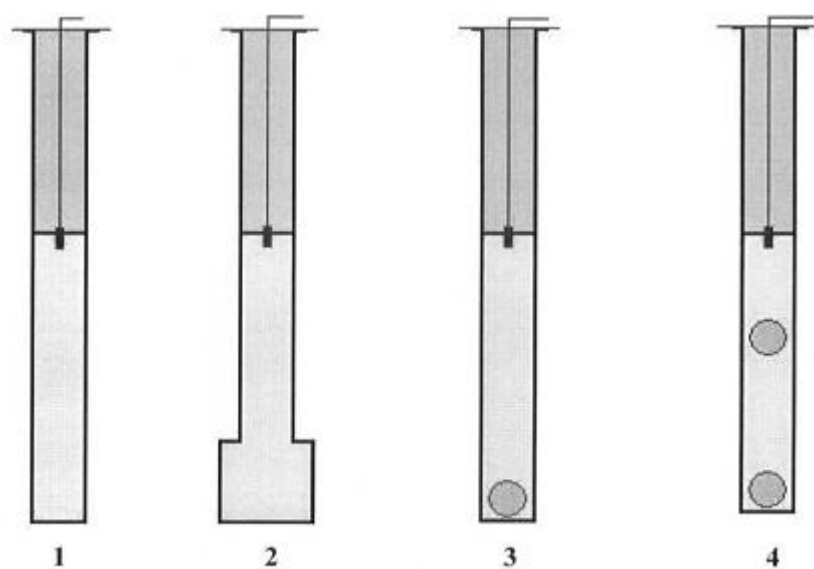


Fig. 1



Фир. 2



Фир. 3

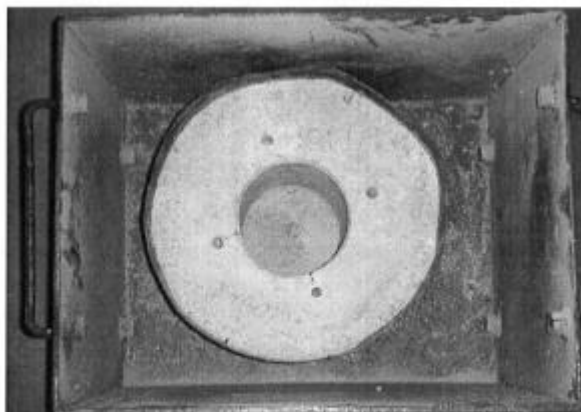


Fig. 4

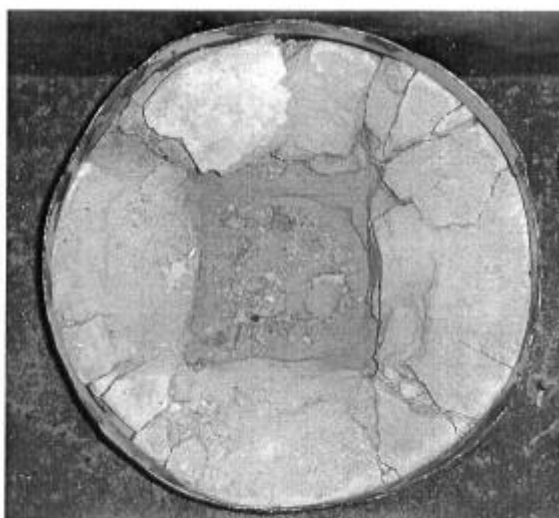


Fig. 5

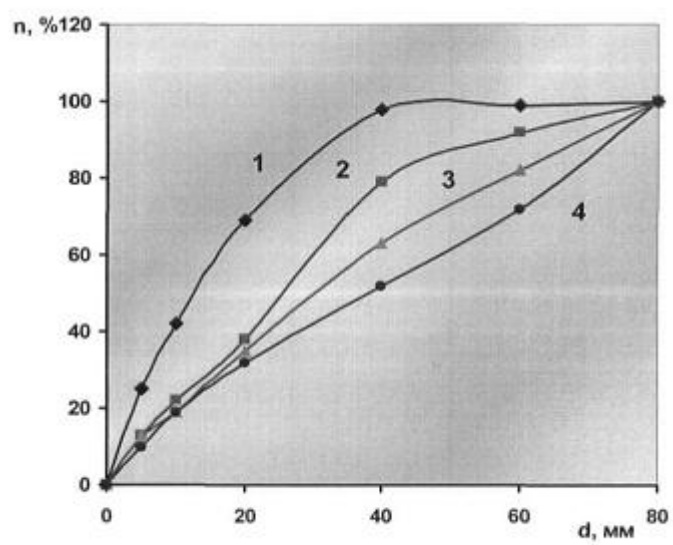


Fig. 6

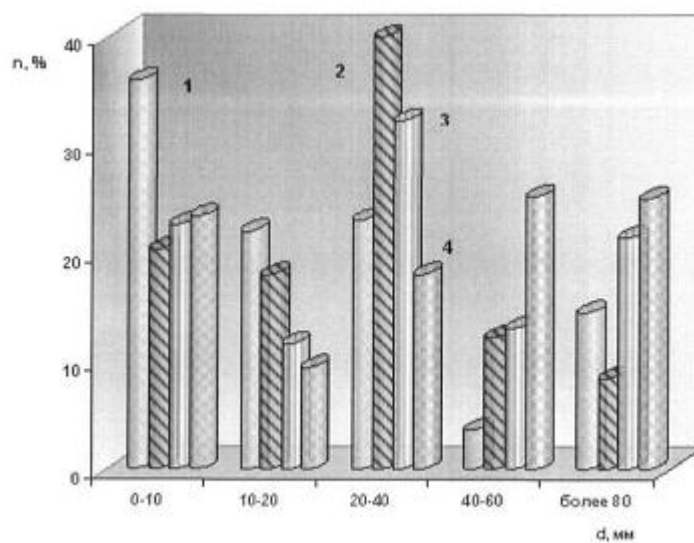


Fig. 7

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601