

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **042051**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.12.29**

(51) Int. Cl. *E21C 39/00* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**202290404**

(22) Дата подачи заявки  
**2022.02.07**

---

(54) **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ГОРНОГО МАССИВА**

---

(31) **2021/0323.1**

(32) **2021.05.24**

(33) **KZ**

(43) **2022.11.30**

(96) **KZ2022/007 (KZ) 2022.02.07**

(56) KZ-A4-21017  
SU-A1-899941  
RU-C1-2064579  
RU-C1-2029084  
CA-A1-2947581

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ  
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
"КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ К.И. САТПАЕВА" (KZ)**

(72) Изобретатель:

**Имансакипова Нургуль Бекетовна,  
Исабаев Кайыртай Жулдызтаевич,  
Айтказинова Шынар Касымкановна,  
Имансакипова Ботакоз Бекетовна,  
Кидирбаев Бахтияр Имангазиевич,  
Шакиева Гулим Сериккызы (KZ)**

(57) Изобретение относится к горному делу и предназначено для исследования трещиноватости горного массива с помощью ультразвука. Способ одновременного анализа проходящих через трещину и отраженных от ее границ ультразвуковых импульсов осуществляется одновременно по анализу импульсов, проходящих через трещину и отраженных от ее границ ультразвуковых импульсов, для этого в вершинах правильного шестиугольника, вписанного в поперечное сечение скважины с датчиком передачи и имеющего общий центр с правильным шестиугольником, в вершинах которого расположены скважины с датчиками приема импульсов, проходящих через трещины, устанавливаются датчики приема отраженного сигнала от границ трещин, при этом близлежащая пара датчиков приема, проходящего и отраженного сигналов лежат на одной прямой, проходящей через общий центр, по времени задержки приема отраженного сигнала относительно момента его излучения и известной скорости распространения ультразвуковой волны определяется наличие, расположение трещин относительно датчика приема и их размеры.

**B1**

**042051**

**042051**

**B1**

Технический результат предложенного технического решения - определение параметров трещиноватости.

Изобретение относится к горному делу и предназначено для исследования трещиноватости горного массива с помощью ультразвука.

Способ основан на измерении времени задержки приема отраженного от трещины ультразвукового импульса относительно генерируемого. Способ включает возбуждение сигнала и приема отраженного от трещины импульса в скважине, пробуренной в кровле выработки, после прохождения исследуемого участка околоскважинного массива. По времени задержки и известной скорости распространения ультразвукового импульса в горном массиве определяются наличие, расположение трещин относительно точки приема сигнала и их размеры.

Известен способ [патент KZ №21017, 16.03.2009, бюл.№3 МТК E21C 39/00], который включает бурение в горном массиве скважин, размещение в смежных скважинах излучателя и приемника ультразвуковых волн, соединенных с блоком обработки информации, прозвучивание горного массива между скважинами, в которых размещены излучатель и приемник, ультразвуковыми импульсами с приемом этих импульсов приемником ультразвуковых волн, постепенное изменение величины волны генерируемого излучателем ультразвукового импульса, измерение величины амплитуды прошедшего через горный массив между скважинами ультразвукового импульса и определение наличия трещины в горном массиве по скачкообразному изменению амплитуды прошедшего через него ультразвукового импульса. Способ осуществляется следующим образом. В горном массиве бурят скважины по вершинам углов равностороннего шестиугольника и скважину в его центре. В скважины, размещенные по вершинам углов шестиугольника, помещают приемники ультразвуковых волн, а в скважину, размещенную в центре шестиугольника, излучатель ультразвуковых волн. Приемники ультразвуковых волн и излучатель ультразвуковых волн соединяют с блоком обработки информации - многоканальным микропроцессором. Приемники и излучатель закрепляют в скважинах быстротвердеющим веществом таким образом, чтобы они находились в одном створе. Затем прозвучивают массив между скважинами ультразвуковыми импульсами. Одновременно работают и осуществляют прием все приемники ультразвуковых волн. Постепенно изменяют величину длины волны излучаемого импульса и измеряют при этом величины амплитуд импульсов, прошедших через массив между скважинами. Когда ультразвуковая волна проходит сквозь трещину, ширина которой соизмерима с длиной волны, то происходит изменение амплитуды прошедшей волны. В блоке обработке информации определяется коэффициент прохождения упругой волны, равный отношению амплитуды прошедшего через горный массив ультразвукового импульса волны к амплитуде излучаемого в горный массив ультразвукового импульса, и осуществляется построение зависимости коэффициента прохождения упругой волны от длины волны. О наличии трещины судят по скачкообразному увеличению коэффициента прохождения упругой волны. Применение способа позволяет осуществить одновременно измерение сигналов с шести датчиков.

Недостатком известного устройства является невозможность определения расположения трещины в горном массиве и их размеров. Это связано с тем, что устройство фиксирует наличие трещин по скачкообразному изменению амплитуды прошедшего через нее ультразвукового импульса, а ширина трещины оценивается по длине ультразвуковой волны, при которой это изменение происходит. Это обуславливает пространственно-временную неопределенность данного события при наличии нескольких трещин. Так как, при прохождении импульсом последовательности трещин, расположенных в исследуемом массиве, амплитудный всплеск от предыдущих трещин накладывается с последующими. Что не позволяет определять количество трещин и их размеры.

Технической задачей является способ одновременного анализа проходящих через трещину и отраженных от ее границ ультразвуковых импульсов.

Техническим результатом предложенного технического решения является определение параметров трещиноватости.

Технический результат достигается за счет того, что исследование трещиноватости горного массива ультразвуковыми волнами осуществляется одновременно по анализу импульсов проходящих через трещину и отраженных от ее границ ультразвуковых импульсов, для этого в вершинах правильного шестиугольника, вписанного в поперечное сечение скважины с датчиком передачи и имеющего общий центр с правильным шестиугольником, в вершинах которого расположены скважины с датчиками приема импульсов, проходящих через трещины, устанавливаются датчики приема отраженного сигнала от границ трещин, при этом близлежащая пара датчиков приема проходящего и отраженного сигналов лежат на одной прямой проходящей через общий центр, по времени задержки приема отраженного сигнала относительно момента его излучения и известной скорости распространения ультразвуковой волны определяется наличие, расположение трещин относительно датчика приема и их размеры.

Способ иллюстрируется чертежами.

На фиг. 1 изображен схематично разрез семи скважин, пробуренных в горном массиве, в которых установлены датчики излучения и приема ультразвуковых волн.

На фиг. 2 представлена схема подключения датчиков излучения и приема к генератору, анализатору и микропроцессору.

На фиг. 3 схематично представлен график формирования времени задержки приема отраженного сигнала относительно момента его излучения в зависимости от расстояния между  $i$ -той трещины и датчиком приема ( $s = 0$ ).

Способ осуществляется следующим образом.

В горном массиве в вершинах углов равностороннего шестиугольника бурят скважины 1 и скважину 2 в его центре. В скважинах 1 помещают датчики приема ультразвуковых волн 4 от датчика излучения 5 и проходящих горный массив, расположенный между ними. В вершинах правильного шестиугольника, вписанного в поперечное сечение скважины с датчиком излучения 5 и имеющего общий центр с правильным шестиугольником, в вершинах которого расположены скважины с датчиками приема импульсов проходящих через трещины 4, устанавливаются датчики приема отраженного сигнала от границ трещин 3, при этом близлежащая пара датчиков приема, проходящего и отраженного сигналов лежат на одной прямой 7 проходящей через общий центр 8. С генератора ультразвуковых волн 11 сигнал подается на датчик излучения 5, на анализатор 12 и микропроцессор 13 для их синхронизации. Датчики приема ультразвуковых волн 4 соединяют с блоком обработки информации - многоканальным микропроцессором 9, датчики приема ультразвуковых волн 3 соединяют с анализатором импульсов 10. Микропроцессор определяет пиковое изменение амплитуды ультразвуковой волны, которое указывает на наличие трещин в горном массиве, охваченным датчиком приема 4. Анализатор импульса определяет величину времени задержки приема отраженного импульса относительно момента его излучения и в зависимости от расстояний между границами трещин и датчиком приема 3. На фиг. 3 представлен график формирования времени задержки приема отраженного сигнала относительно момента его излучения в зависимости от расстояния между  $i$ -той трещины и датчиком приема ( $s = 0$ ).

Тангенс наклона прямых (выражающих эту зависимость определяется скоростью распространения импульса в горном массиве,  $s_{i1}$  - расстояние между датчиком и ближайшей к нему границы  $i$ -ой трещины,  $s_{i2}$  - дальней,  $t_{i1}$  и  $t_{i2}$ ,  $t_{i31}$ , -  $t_{i1}$  и  $t_{i32}$  -  $t_{i2}$ , соответственно, времени распространения импульса к границам трещины и обратно. Скорость распространения импульса в прямом и обратном направлении одинакова и поэтому:

$$t_{i1} = t_{i31} - t_{i1},$$

$$t_{i2} = t_{i32} - t_{i2},$$

или

$$t_{i1} = \frac{t_{i31}}{2},$$

$$t_{i2} = \frac{t_{i32}}{2},$$

где  $t_{i3}$  и  $t_{i32}$  - время задержки при отражении импульсов от соответствующих границ трещин.

Расстояния между датчиками и границами трещины определяются как:

$$s_{i1} = vt_{i1} = v \frac{t_{i31}}{2},$$

$$s_{i2} = vt_{i2} = v \frac{t_{i32}}{2}.$$

Соответственно, ширина  $i$ -той трещины  $H_i$ :

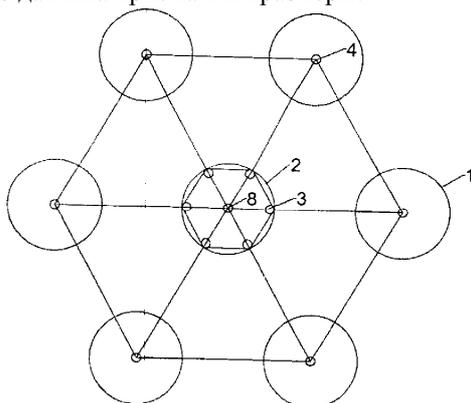
$$H_i = s_{i2} - s_{i1} = \frac{v}{2}(t_{i32} - t_{i31}).$$

По времени задержки и известной скорости распространения ультразвуковой волны определяются расположение трещин относительно датчика приема и их размеры.

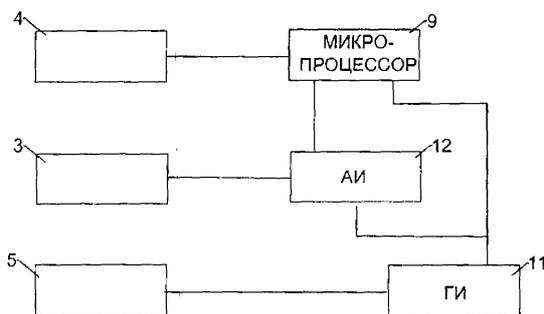
#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ определения трещиноватости горного массива, включающий бурение в горном массиве скважин, размещение в смежных скважинах излучателя ультразвуковых волн и приемника ультразвуковых волн, соединенных с блоком обработки информации, прозвучивание горного массива между скважинами, в которых размещены генератор и приемник, ультразвуковыми импульсами с приемом этих импульсов приемником ультразвуковых волн, постепенное изменение величины длины волны генерируемого излучателем ультразвукового импульса, измерение величины амплитуды прошедшего через горный массив между скважинами ультразвукового импульса и определение наличия трещины в горном массиве по скачкообразному изменению амплитуды прошедшего через него ультразвукового импульса, скважины бурят по вершинам углов по меньшей мере одного равностороннего шестиугольника и в его центре, в

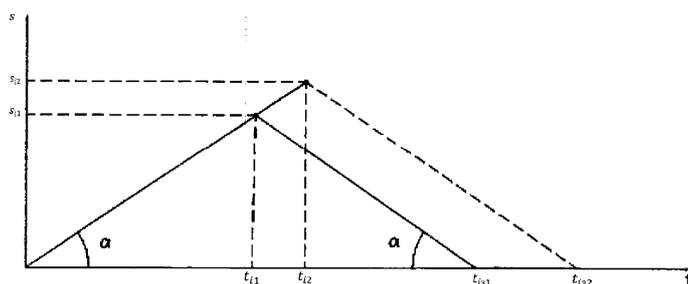
расположенной в центре шестиугольника скважине размещают излучатель ультразвуковых волн, а в расположенных по вершинам углов шестиугольника скважинах - приемники ультразвуковых волн, причем прием ультразвуковых импульсов осуществляют всеми приемниками ультразвуковых волн, отличающийся тем, что исследование трещиноватости горного массива ультразвуковыми волнами осуществляется одновременно по анализу импульсов проходящих через трещину и отраженных от ее границ ультразвуковых импульсов, для этого в вершинах правильного шестиугольника, вписанного в поперечное сечение скважины с датчиком передачи и имеющего общий центр с правильным шестиугольником, в вершинах которого расположены скважины с датчиками приема импульсов, проходящих через трещины, устанавливаются датчики приема отраженного сигнала от границ трещин, при этом близлежащая пара датчиков приема проходящего и отраженного сигналов лежат на одной прямой проходящей через общий центр, по времени задержки приема отраженного сигнала относительно момента его излучения и известной скорости распространения ультразвуковой волны определяется наличие, расположение трещин относительно датчика приема и их размеры.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

