

DESCRIPCIÓN

PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVOS PARA DESVIAR COLADAS DE LAVA

5

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se puede encuadrar en la volcanología y en la actuación ante emergencias.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En las informaciones publicadas tras la reciente erupción del volcán de Cumbre Vieja en la isla de La Palma, mencionan siempre que no hay manera de desviar coladas de lava, por lo que no creo que haya antecedentes efectivos de la invención. También mencionan que se han intentado algunos métodos sin éxito.

Después de presentar la solicitud de patente en la OEPM he tenido conocimiento de 4 posibles antecedentes de la invención que considero no afectan a su patentabilidad:

20 A1: RU 2057839 C1 (TALANOV BORIS P) 10.04.1996

A2: US 2004226301 A1 (DUBRUCQ DENYSE) 18.11.2004

A3: US 4451178 A (SPERRAZZA JOSEPH et al.) 29.05.1984

A4: Intento de parar coladas de lava en 1973 en la isla Heimaey, Islandia. (
25 <https://icelandmag.is/article/when-residents-vestmannaeyjar-woke-discover-a-volcano-erupting-outskirts-town>)

A1 divulga un método para la protección de bienes de la lava durante una erupción volcánica. Considera conocido el método de proteger bienes de la lava vertiendo agua sobre la colada y describe una manera más ventajosa de hacerlo.

30 Tiene diferencias importantes con nuestra invención.

El objeto de esa invención no es desviar la colada, sino pararla. No plantea el que la lava tome un camino alternativo. Hace un uso (aplicación) diferente de las barreras de lava solidificada. Para desviar coladas de lava basta con usar barreras con un volumen varios órdenes de magnitud menor que para pararlas.

35 El método de enfriar la lava usando agua es distinto, y en su caso, nunca plantea la

aplicación indirecta (sin contacto agua–lava).

A2 describe unos dispositivos que podrían usarse para verter nitrógeno líquido sobre una colada de lava con objeto de pararla.

Al igual que en A1, el objetivo es parar la colada, nunca desviarla. Además, no plantea
5 en ningún caso utilizar agua para enfriar la lava.

A3 sí que divulga un método para desviar coladas de lava, pero no utiliza barreras de lava solidificada.

10 A4 describe el uso masivo de agua para intentar parar la colada. Mencionan el uso de la misma técnica a menor escala en Hawái y el Etna. También mencionan los intentos de desviar coladas mediante la construcción de muros y el bloqueo de calles. De esta manera dejan claro que el objetivo del uso del agua era frenar el avance de la colada, nunca desviarla. También demuestra la actividad inventiva: para unos expertos en la
15 materia no resulta evidente el uso de lava solidificada para desviar coladas de lava, incluso disponiendo sobre el terreno de medios para hacerlo.

Hubiera sido ventajoso apilar bidones de acero llenos de agua, tal y como se describe en la realización preferente de la invención, en lugar de construir muros.

Utilizaron 6.000.000 m³ de agua. Con 1.000 veces menos agua, 6.000 m³, sobraría la
20 mayor parte para desviar la colada en sitios estratégicos con nuestra invención.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

25 Cuando un volcán entra en erupción y expulsa lava, las coladas de lava arrasan con todo lo que encuentran.

El procedimiento inventado permite crear barreras en sitios estratégicos que encaucen la lava obligándola a fluir por otro camino. Estas barreras no pretenden parar el río de lava, únicamente entorpecer un camino para que tome otro más fácil. Serán tanto más efectivas cuanto menor diferencia de energía haya entre el camino bloqueado y el
30 camino alternativo. Especialmente útiles en las situaciones en las que hoy las simulaciones no permiten saber que camino tomará una colada, pero hay dos caminos con alta probabilidad. Se bloquea el camino más dañino y la probabilidad del otro aumenta.

Se podría asimilar este procedimiento a la colocación de sacos terreros para evitar el
35 desbordamiento de ríos, no se pretende parar el río, sólo que el agua fluya por otro

camino.

El procedimiento para crear estas barreras consiste en enfriar el borde de la colada con agua, creando una costra de roca al cristalizar la lava. Esta costra inicial puede que sea derribada por el empuje de la lava fluida, hay que seguir echando agua, especialmente tras cada derribo. El borde de la colada irá ganando altura, exigiendo a la lava fluida más energía para superarlo. Si hay un camino con menos energía, la lava fluida irá por allí. Hay que seguir echando agua hasta que esto ocurra.

El agua se evaporará en contacto con la lava, hay que tener en cuenta los efectos peligrosos.

10 Las barreras se crearán preferentemente en los laterales de la colada, pero también se pueden crear en el frente, o incluso en la parte superior, para facilitar la formación de tubos lávicos.

Si se pretende formar un tubo lávico, conviene enfriar únicamente hasta que la costra sea estable y dejar de aportar agua entonces, para facilitar que la lava fluya por debajo.

15 En el resto de situaciones, barreras laterales o frontales, cuanta más agua se aporte más lava se detiene y más efectiva será la barrera.

El agua se puede aplicar directamente sobre la lava o indirectamente, calentando la lava el agua mediante algún recipiente o dispositivo. Con la aplicación indirecta, el enfriamiento de la lava será algo más lento, pero al menos igual de intenso. La cantidad de calor que cede la lava para llevar a ebullición el agua es la misma en los dos casos, pero si el vapor de agua se calienta por encima de los 100 °C se enfriará más la lava. El agua se puede aplicar mediante medios convencionales o mediante recipientes o dispositivos que también son objeto de esta invención.

20 Se idean dos tipos de recipientes uno preferentemente metálico, con aplicación del agua directa e indirectamente. El otro, de cualquier material, con aplicación directa principalmente.

Ambos tienen uno o varios conductos de salida apuntando hacia la lava que sólo funcionarán cuando haya lava caliente.

30 En el primer caso, preferentemente metálico, los conductos de salida pasan por encima del nivel del agua, con lo que ésta no se derrama en frío. El origen de estos conductos de salida puede estar por debajo o por encima del nivel del agua. Dependiendo de ello, cuando la lava caliente el recipiente, expulsará agua o vapor de agua contra la lava, enfriándola directamente. Si expulsa vapor de agua, previsiblemente éste se calentará por encima de los 100 °C, mejorando el rendimiento.

35 El material del recipiente deberá soportar el contacto con la lava durante un rato, hasta

que se vacíe el agua y también tendrá que conducir el calor razonablemente, para calentar el agua enfriando la lava. Lo más sencillo parece de acero, pero también podrá ser de otros materiales, metálicos, cerámicos o de otro tipo.

5 En el segundo caso, de cualquier material, no se intenta aprovechar el calentamiento indirecto. El conducto de salida hace de desagüe y está cerrado con un tapón que será lo primero que se funda cuando se acerque la lava. Hay que tener prevista la violenta ebullición del agua en contacto con la lava y conseguir que, a pesar de ella, toda el agua se vierta contra la lava.

10 Otro dispositivo ideado es un extractor de calor de la lava. Tiene dos partes, una para contactar con la lava, el foco caliente, y otra para conducir el calor hasta el foco frío. Los materiales tienen que soportar las temperaturas previstas y tienen que ser buenos conductores del calor. El diseño debería buscar una baja resistencia térmica.

15 En el procedimiento que estamos describiendo, este extractor de calor enfriaría la lava en la zona de contacto pudiendo construir la barrera para encauzar la lava con precisión. El foco frío al que se conectaría calentaría agua. Mientras haya agua líquida y la lava se mantenga por encima de su temperatura la transmisión de calor está asegurada.

20 Este dispositivo extractor de calor de la lava también puede tener otros usos. Se podría utilizar para aprovechar la energía térmica de lava convirtiéndola por ejemplo en energía mecánica si utilizamos como foco frío la caldera de una turbina de vapor.

25 Es posible utilizar otro material refrigerante, líquido o sólido, y en este último caso preferentemente granulado. Pero el agua, normalmente con aditivos o impurezas, suele ser el material adecuado más disponible y más barato cerca de un volcán. Puede servir cualquier tipo de agua, dulce, salada, limpia o sucia, siempre que no suponga un problema para los sistemas de aplicación del agua al borde de la colada.

30 La cantidad de agua necesaria para crear las barreras que desvían la colada es importante, pero asumible. Dependerá de cada caso, especialmente por la composición y temperatura de la lava, pero para hacernos una idea, el volumen de roca solidificada es del mismo orden de magnitud que el de agua líquida empleada. Esto no es intuitivo, y es consecuencia del alto calor latente de vaporización del agua y del bajo calor específico de la lava.

35 Según la literatura científica, para la lava, el calor específico es en torno a 0,3

kcal/(kg·°C), el calor latente de fusión entre 65 y 100 kcal/kg y la densidad entre 2,2 y 3,1 kg/L, mientras que, para el agua líquida, el calor específico es 1 kcal/(kg·°C), el calor latente de vaporización 539 kcal/kg y la densidad 1 kg/L.

Por ejemplo, para vaporizar 1 litro de agua a 40 °C hacen falta unas 600 kcal (2,5 MJ).

- 5 Unas 60 kcal para pasar de 40 a 100 °C y unas 540 kcal para pasar de agua líquida a vapor de agua.

Si consideramos que esa energía se la ha cedido el mismo volumen de lava, que podría pesar 2,5 kg, necesitaría ceder menos de 250 kcal para cristalizar y podría haber bajado más de 350 °C al ceder la diferencia.

10

Nota 1: Siempre que se menciona el rendimiento se refiere a la relación entre la cantidad de agua utilizada y la cantidad de lava solidificada.

Nota 2: Al ceder calor, la lava irá aumentando su viscosidad antes de llegar a la completa cristalización. Esta lava más viscosa también hace de barrera para la lava

- 15 más fluida y ayuda a que tome otro camino.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

- 20 Hay infinidad de maneras de aplicar el agua al borde de la colada. La más evidente, es utilizar los mismos métodos que se utilizan para extinguir incendios con agua. Todos. Por enumerar algunos, personas o aparatos que dirigen chorros de agua a cierta distancia mediante lanzas, o medios de transporte aéreo que sueltan agua en la zona de interés. Lo más típico, un camión de bomberos.

- 25 Tienen que estar adecuadamente protegidos contra todos los efectos perjudiciales del volcán y de los producidos al solidificar la lava con agua, por ejemplo, contra las altas temperaturas, los gases, las cenizas o los desplazamientos de grandes masas.

La alimentación de agua puede ser desde depósitos de agua naturales (lagos, ríos, mares, ...) o artificiales (piscinas, cisternas, ...) tanto fijos como móviles. Normalmente

- 30 se necesitarán bombas para dar presión al agua y tuberías y mangueras para conducirla. Todo esto ya se utiliza en la extinción de incendios.

También se pueden utilizar los sistemas de riego.

Igualmente se podría utilizar cualquier tipo de sistema de conducción de agua, como las redes de agua potable o las de saneamiento.

- 35 Hay otros sectores con herramientas capaces de lanzar agua, como los cañones de

agua de las estaciones de esquí o los de la policía para disolver manifestaciones.

Otra manera de enfriar el borde de la colada con agua, puede ser colocar con antelación recipientes con agua en los puntos estratégicos donde, habiendo probabilidades de que se dirija la colada, también hay probabilidades de que la barrera de lava enfriada que se forme resulte efectiva para desviar la colada.

Los recipientes podrán ser de materiales que soporten la temperatura de la lava o que no, incluso con partes que sí y partes que no.

En el caso de recipientes que resistan la lava, la transmisión del calor puede no ser directa agua-lava, pero enfriarán igualmente la lava, aunque más despacio. En este caso, se puede aumentar un poco el rendimiento si el recipiente está diseñado de tal manera que dirija los gases provocados por la ebullición del agua contra la lava. El vapor de agua saldrá en torno a los 100 °C y la lava es previsible que esté a mucho más, con lo que ésta se enfriará y aquel se calentará.

Un ejemplo de este tipo de recipiente podría ser un bidón grande de acero con una tapa con un conducto que apunte hacia el lugar donde previsiblemente vaya a llegar la lava. El orificio o conducto de salida podría estar en el lateral del recipiente para facilitar el apilado de los bidones.

Si es previsible que el recipiente, o parte de él, vaya a derretirse o romperse cuando llegue la lava, tendría mucha más eficacia si está diseñado de tal manera que cuando se rompa, el agua se vierta sobre la lava.

Un ejemplo de este tipo de recipiente, sería una piscina, fija o desmontable, situada elevada respecto del punto del terreno donde se pretende formar la barrera y a cierta distancia alejándose de la lava. El desagüe conectado a una o varias mangueras colocadas hacia la barrera, ancladas al terreno en el último tramo y cerradas con un tapón que se derrita fácilmente. Cuando llegue la lava caliente se derretirá el tapón o la manguera y empezará a fluir el agua, enfriando la lava. La violenta ebullición del agua podría mover las mangueras, por lo que se ancla el último tramo. La piscina de este ejemplo se puede sustituir por cualquier tipo de depósito.

El uso del extractor de calor puede ayudar a diseñar las barreras de lava solidificada. Se puede montar cualquier tipo de estructura donde interese antes de que llegue la lava.

Los ejemplos más sencillos serían una plancha, una barra o una malla de acero como superficies de contacto, conectadas con cables de cobre a un recipiente con agua. Hay aleaciones con altos punto de fusión y conductividad térmica.

La lava en contacto con el extractor se irá solidificando, aunque más lentamente que con la aplicación directa del agua.

Otra forma de aplicar el agua, puede ser mojar el terreno antes de que llegue la lava.

- 5 El rendimiento será mucho más bajo, pero si esa agua de otra manera se desperdiciaría, puede valer la pena.

Evidentemente, se pueden utilizar varios métodos en el mismo sitio, por ejemplo, dejando en previsión depósitos de agua en una zona, acudiendo los bomberos cuando llegue la lava para aportar más agua.

10