

REIVINDICACIONES

1. Un método para diseñar una lechada de cemento que comprende:
proporcionar una fórmula de lechada de cemento que comprende agua y al menos un componente cementoso con una resistencia a la compresión final requerida y una resistencia a la compresión dependiente del tiempo requerida;
crear un modelo de una resistencia a la compresión de la fórmula de cemento para un tiempo dado y comparar la resistencia a la compresión final requerida y la resistencia a la compresión dependiente del tiempo requerida con un rendimiento de la etapa del modelado;
preparar una lechada de cemento al menos en parte en función del modelo; e
introducir la lechada de cemento en una formación subterránea.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa de crear el modelo comprende al menos una de modelar una resistencia a la compresión final de la fórmula de cemento, modelar una energía de activación de la fórmula de cemento, y modelar una dependencia temporal de resistencia a la compresión de la fórmula de cemento.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa de crear un modelo comprende el modelado de una resistencia a la compresión final de la fórmula de cemento, donde la fórmula de cemento además comprende cemento portland y yeso, y en donde el modelado de la resistencia a la compresión final comprende la correlación de al menos uno de requerimiento de agua de la fórmula de cemento, gravedad específica de la fórmula de cemento, tamaño de partícula promedio de la fórmula de cemento, área superficial BET de la fórmula de cemento, área superficial específica, concentración de C_2S en la fórmula de cemento, concentración de C_3S en la fórmula de cemento, concentración de C_4AF en la fórmula de cemento, concentración de C_3A en la fórmula de cemento, concentración de $CaSO_4$ en la fórmula de cemento, y concentración de yeso en la fórmula de cemento con la resistencia a la compresión final.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa de crear un modelo comprende el modelado de una resistencia a la compresión final de la

fórmula de cemento, y en donde el modelado de la resistencia a la compresión final comprende el siguiente modelo:

$$CS = CS_0 \left(\frac{w}{c} \right)^n$$

donde CS es la resistencia a la compresión final, CS_0 es la resistencia a la compresión final cuando una relación de agua con respecto a cemento es de 1, w es una fracción de masa de agua, c es una fracción de masa de cemento, y n es una constante.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa de crear un modelo comprende el modelado de una energía de activación de la fórmula de cemento, donde la fórmula de cemento además comprende cemento portland y yeso y en donde el modelado de la energía de activación comprende la correlación de al menos uno de tamaño de partícula promedio de la fórmula de cemento, área superficial BET de la fórmula de cemento, área superficial específica, concentración de C_2S en la fórmula de cemento, concentración de C_3S en la fórmula de cemento, concentración de C_4AF en la fórmula de cemento, concentración de C_3A en la fórmula de cemento, concentración de $CaSO_4$ en la fórmula de cemento, y concentración de yeso en la fórmula de cemento con la energía de activación.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa de crear un modelo comprende el modelado de una energía de activación de la fórmula de cemento, y en donde el modelado de la energía de activación comprende la correlación de datos calorimétricos con la energía de activación.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa de crear un modelo comprende el modelado de una dependencia temporal de resistencia a la compresión de la fórmula de cemento, y en donde el modelado de la dependencia temporal de resistencia a la compresión comprende la correlación de la resistencia a la compresión en el tiempo mediante el uso de una función de Weibull.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa de crear un modelo comprende el modelado de una dependencia temporal de resistencia a

la compresión de la fórmula de cemento, y en donde el modelado de la dependencia temporal de resistencia a la compresión comprende el siguiente modelo:

$$a. \frac{CS}{CS_u} = 1 - \exp\left(-\left(\frac{t}{\lambda_0 \exp\left(-\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T_{ref}} - \frac{1}{T}\right)\right)}\right)^{\kappa}\right)$$

donde CS es la resistencia a la compresión, CS_u , t es el tiempo transcurrido, λ_0 es un parámetro de escala inicial, E_a es energía de activación, R es constante de gas, T_{ref} es una temperatura de referencia, T es una temperatura, y κ es parámetro con forma de s.

9. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa de modelado comprende el siguiente modelo:

$$b. CS = CS_0 \left(\frac{w}{C_0}\right)^n * \begin{cases} \left(1 - \exp\left(\frac{t-t_{ind}}{\lambda_1^0 \lambda(T)}\right)^{K_1}\right) & 0 \leq t < t_1 \\ \left(1 - \exp\left(\frac{t-t_{ind}}{\lambda_2^0 \lambda(T)}\right)^{K_2}\right) & t_1 \leq t < t_2 \\ \vdots & \end{cases}$$

donde CS_0 es una función de cemento Portland, w es una fracción de masa de agua, C_0 es una fracción de masa de cemento Portland, Min_j es λ_1^0 y λ_2^0 es un parámetro de escala, $\lambda(T)$ es un parámetro de escala dependiente de la temperatura, t es tiempo, t_{ind} es tiempo de inducción, y K_1 y K_2 son un parámetro de forma.

10. El método de la reivindicación 1 que comprende además ajustar la concentración del agua, el al menos un componente cementoso, o ambos, en la fórmula de cemento.

11. Un método de cementación que comprende:

proporcionar una fórmula de cemento que comprende agua y al menos un componente cementoso, en donde el al menos un componente cementoso comprende cemento Portland;

modelar una resistencia a la compresión y una resistencia a la compresión dependiente del tiempo de la fórmula de cemento mediante el uso de un

modelo de resistencia a la compresión de cemento;

comparar la resistencia a la compresión y la resistencia a la compresión dependiente del tiempo de la fórmula de cemento con un requerimiento de resistencia a la compresión final y un requerimiento de resistencia a la compresión dependiente del tiempo;

preparar la fórmula de cemento; y

colocar la fórmula de cemento en una formación subterránea.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el modelo de resistencia a la compresión de cemento comprende una función de Weibull.

13. El método de acuerdo con la reivindicación 16, en donde la etapa de modelar la resistencia a la compresión de la fórmula de cemento comprende modelar la siguiente función:

$$CS = CS_0 \left(\frac{w}{c} \right)^n$$

donde CS es la resistencia a la compresión, CS_0 es la resistencia a la compresión final cuando una relación de agua con respecto a cemento es de 1, w es una fracción de masa de agua, c es una fracción de masa de cemento, y n es una constante.

14. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la etapa de modelar la resistencia a la compresión dependiente del tiempo de la fórmula de cemento comprende modelar la siguiente función:

$$c. \quad CS = CS_0 \left(\frac{w}{C_0} \right)^n * \begin{cases} \left(1 - \exp \left(\frac{t-t_{ind}}{\lambda_1^0 \lambda(T)} \right)^{K_1} \right) & 0 \leq t < t_1 \\ \left(1 - \exp \left(\frac{t-t_{ind}}{\lambda_2^0 \lambda(T)} \right)^{K_2} \right) & t_1 \leq t < t_2 \\ \vdots & \end{cases}$$

donde CS_0 es una función de cemento Portland, w es una fracción de masa de agua, C_0 es una fracción de masa de cemento Portland, Min_j es λ^0_1 y λ^0_2 es un parámetro de escala, $\lambda(T)$ es un parámetro de escala dependiente de la temperatura, t es tiempo, t_{ind} es tiempo de inducción, y K_1 y K_2 son un parámetro de forma.

15. El método de acuerdo con la reivindicación 11, que además comprende ajustar al menos una de una concentración del agua, una concentración del al menos un componente cementoso, o ambos, al menos en parte en función de un resultado de la etapa de comparación.

16. Un método para diseñar una lechada de cemento que comprende:
proporcionar una fórmula de lechada de cemento que comprende agua y al menos un componente cementoso;
crear un modelo de una resistencia a la compresión de la receta de cemento para un tiempo dado, donde el paso de crear un modelo comprende modelar una dependencia del tiempo de la resistencia a la compresión de la receta de cemento, y donde el modelado de la dependencia del tiempo de la resistencia a la compresión comprende el siguiente modelo:

$$\frac{CS}{CS_u} = 1 - \exp\left(-\left(\frac{t}{\lambda_0 \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_{ref}} - \frac{1}{T}\right)\right)}\right)^{\kappa}\right)$$

donde CS es la resistencia a la compresión, CS_u , t es el tiempo transcurrido, λ_0 es un parámetro de escala inicial, E_a es la energía de activación, R es una constante de gas, T_{ref} es una temperatura de referencia, T es una temperatura y κ es un parámetro de forma;

preparar una lechada de cemento basada al menos en parte en el modelo; y
introducir la lechada de cemento en una formación subterránea.

17. Un método para diseñar una lechada de cemento que comprende:
proporcionar una fórmula de lechada de cemento que comprende agua y al menos un componente cementoso;
creando un modelo de una resistencia a la compresión de la receta de cemento para un tiempo dado, en donde la etapa de modelado comprende el siguiente modelo:

$$CS = CS_0 \left(\frac{w}{C_0}\right)^n * \begin{cases} \left(1 - \exp\left(\frac{t-t_{ind}}{\lambda_1^0 \lambda(T)}\right)^{\kappa_1}\right) & 0 \leq t < t_1 \\ \left(1 - \exp\left(\frac{t-t_{ind}}{\lambda_2^0 \lambda(T)}\right)^{\kappa_2}\right) & t_1 \leq t < t_2 \\ \vdots & \end{cases}$$

donde CS_0 es una función del cemento Portland, w es una fracción de masa de agua, C_0 es una fracción de masa de cemento Portland, Min_j es λ^0_1 y λ^0_2 son

un parámetro de escala, $\lambda(T)$ es un parámetro de escala dependiente de la temperatura, t es el tiempo, t_{ind} es el tiempo de inducción, y K_1 y K_2 son un parámetro de forma;

preparar una lechada de cemento basada al menos en parte en el modelo; y
introducir la lechada de cemento en una formación subterránea.