

NGHIÊN CỨU SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ VÀ ÁP SUẤT TỚI SỰ PHÁT TRIỂN ĐỘ HYDRAT HÓA VÀ TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA ĐÁ XI MĂNG GIẾNG KHOAN

VŨ MẠNH HUYỀN, Vietnam CurisTec

NGUYỄN VĂN KHƯƠNG, Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam

TRIỆU HÙNG TRƯỜNG, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tóm tắt: Ảnh hưởng của nhiệt độ và áp suất đến sự phát triển độ hydrat hóa và tính chất cơ học của xi măng giếng khoan được nghiên cứu bằng thực nghiệm và lý thuyết. Các mô hình đã được công bố chủ yếu dựa trên lý thuyết tạo mầm và tăng trưởng trên bề mặt, được phát triển đầu tiên bởi Cahn (1956). Do vậy, bài báo trình bày một mô hình bán thực nghiệm về sự phát triển của xi măng, có tính toán đến các yếu tố nhiệt độ và áp suất. Mô hình cho phép tính toán độ hydrat hóa hoặc tính chất cơ học của xi măng ở một thời điểm bất kỳ từ giai đoạn ngưng kết đến giai đoạn ổn định. Mô hình đơn giản và có tính ứng dụng cao trong ngành dầu khí.

1. Giới thiệu

Một trong những khâu đầu tiên của việc xác định loại xi măng thích hợp để trám cho các giếng khoan dầu khí nói chung và các giếng khai thác đường kính nhỏ nói riêng là mô hình hóa một cách chính xác sự phát triển tính chất cơ học của xi măng. Sự phát triển này phải được mô hình hóa cho tất cả 4 giai đoạn hydrat chính của xi măng: giai đoạn ngưng kết, giai đoạn tăng tốc, giai đoạn giảm tốc và giai đoạn ổn định. Các mô hình đã được công bố chủ yếu dựa trên lý thuyết tạo mầm và tăng trưởng trên bề mặt, được phát triển đầu tiên bởi Cahn (1956) [3].

Những mô hình dựa trên lý thuyết của Cahn (1956) chưa mô hình hóa được giai đoạn cuối của quá trình ngưng kết và không đề cập tới các tính chất cơ học chủ yếu dùng để tính toán ổn định cho xi măng dầu khí. Bởi vậy, một mô hình tính toán mới cần được đưa ra để tính toán thời gian ngưng kết, sự phát triển của tính chất cơ học của xi măng từ giai đoạn ngưng kết cho đến giai đoạn ổn định có xem xét tới ảnh hưởng của nhiệt độ và áp suất lên quá trình hydrat hóa.

Bài báo trình bày một nghiên cứu về ảnh hưởng của nhiệt độ và áp suất đến sự phát triển độ hydrat hóa và tính chất cơ học của xi măng giếng khoan trên cơ sở xây dựng một mô hình bán thực nghiệm về sự phát triển của xi măng có tính toán đến các yếu tố nhiệt độ và áp suất

cho phép tính toán độ hydrat hóa hoặc tính chất cơ học của xi măng ở một thời điểm bất kỳ từ giai đoạn ngưng kết đến giai đoạn ổn định.

2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và áp suất đến thời gian đông kết của vữa xi măng

Sự phụ thuộc của tốc độ sinh mầm I và tốc độ tăng trưởng G vào áp suất và nhiệt độ được đưa ra bởi Scherer và đồng nghiệp (2010) theo biểu thức sau [6][8]:

$$G(T, p) = G_0 \exp\left(-\frac{\Delta E_G + p\Delta V_G}{RT}\right), \quad (1)$$

$$I_B(T, p) = I_0 \exp\left(-\frac{\Delta E_I + p\Delta V_I}{RT}\right), \quad (2)$$

trong đó ΔE_G và ΔV_G là năng lượng hoạt động và thể tích hoạt động cho sự tăng trưởng, ΔE_I và ΔV_I năng lượng hoạt động và thể tích hoạt động cho sự nảy mầm. Chúng độc lập với nhiệt độ và áp suất. I_0 và G_0 không đổi và R là hằng số của khí lý tưởng ($8.314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$). Chú ý rằng năng lượng hoạt động là một đại lượng dương trong khi thể tích hoạt động mang giá trị âm. Giá trị âm này giải thích tại sao phản ứng giữa xi măng và nước mạnh hơn khi tăng áp suất.

Theo Thomas (2007), tại thời điểm ngưng kết, mức độ hydrat hóa của xi-măng được tính theo công thức sau:

$$X_{set} = 1 - \exp\left(-\frac{\pi}{3} k_B^4 t_{set}^4\right), \quad (3)$$

trong đó:

$$k_B(T, p) = (I_B O_v^B G^3)^{1/4} \\ = (I_0 O_v^B G^3)^{1/4} \exp \left[- \left(\frac{3\Delta E_G + \Delta E_I + 3p\Delta V_G + p\Delta V_I}{4RT} \right) \right] \quad (4)$$

Xi măng ngưng kết khi độ bão hòa đã đạt một giá trị ngưỡng X_{set} không phụ thuộc vào điều kiện nhiệt độ và áp suất. Từ công thức (3), ta có:

$$t_{set} = \frac{1}{k_B} \left[- \frac{3}{\pi} \ln(1 - X_{set}) \right]^{1/4} \quad (5)$$

Thay công thức (4) vào công thức (5) và rút gọn lại, ta nhận được:

$$t_{set} = \frac{1}{k_0} \exp \left[\left(\frac{\Delta \bar{E} + p\Delta \bar{V}}{RT} \right) \right] \left[- \frac{3}{\pi} \ln(1 - X_{set}) \right]^{1/4} \quad (6)$$

trong đó:

$$\Delta \bar{E} = \frac{3\Delta E_G + \Delta E_I}{4} \quad ; \quad (7)$$

$$\Delta \bar{V} = \frac{3\Delta V_G + \Delta V_I}{4} \quad ; \quad (8)$$

$$k_0 = (I_0 O_v^B G^3)^{1/4} \quad . \quad (9)$$

Ở một áp suất và nhiệt độ quy chiếu p_0, T_0 , thời gian ngưng kết đo được là t_{set0} :

$$t_{set0} = \frac{1}{k_0} \exp \left[\left(\frac{\Delta \bar{E} + p_0\Delta \bar{V}}{RT_0} \right) \right] \left[- \frac{3}{\pi} \ln(1 - X_{set}) \right]^{1/4} \quad (10)$$

Ta có thể tính toán thời gian ngưng kết ở một nhiệt độ và áp suất bất kì bằng cách so sánh hai biểu thức (6) và (10), ta có:

$$t_{set}(T, p) = t_{set0} \cdot \exp \left[\frac{\Delta \bar{E}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) + \frac{\Delta \bar{V}}{R} \left(\frac{p}{T} - \frac{p_0}{T_0} \right) \right] \quad (11)$$

Biểu thức (11) giúp tính toán thời gian đóng rắn ở điều kiện nhiệt độ áp suất bất kì. Trong đó các tham số $\Delta \bar{E}$ và $\Delta \bar{V}$ được xác định bằng thực nghiệm. Thời gian ngưng kết giảm với nhiệt độ và áp suất, cho phép chúng ta khẳng định rằng xi măng ở dưới sâu ngưng kết nhanh hơn xi măng ở lớp phía trên. Nói cách khác, tính chất cơ nhiệt học của xi măng là không đồng đều trên toàn bộ vành xuyên xi măng giếng dầu. Điều này cũng có nghĩa là ở nhiệt độ và áp suất cao hơn, xi măng cần một khoảng thời gian ngắn hơn để đạt được cùng một trị số về tính chất cơ học.

Ví dụ, ở 20°C, áp suất 1MPa xi măng cần tới 20 giờ để đạt được một mô đun đàn hồi 10GPa trong khi ở nhiệt độ 60°C và áp suất 1MPa, xi măng chỉ cần 15 giờ để đạt được cùng giá trị của mô đun đàn hồi 10 GPa. Tương tự như công thức (11), để xi măng ở nhiệt độ, áp suất (T,p) có tính chất tương đương với xi măng ở nhiệt độ, áp suất (T₀, p₀), thì thời gian cần thiết sẽ là:

$$t(T, p) = t_0 \cdot \exp \left[\frac{\Delta \bar{E}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) + \frac{\Delta \bar{V}}{R} \left(\frac{p}{T} - \frac{p_0}{T_0} \right) \right] \quad (12)$$

trong đó t_0 là thời gian để đạt được giá trị của tính chất cơ học đó trong điều kiện nhiệt độ, áp suất (T₀, p₀). Thời gian $t(T, p)$ gọi là thời gian tương đương ở nhiệt độ, áp suất (T, p).

3. Mô hình hóa độ hydrat hóa và tính chất cơ học của xi măng trong quá trình hydrat hóa

Hiện nay, tồn tại một số mô hình có thể tính toán được sự phát triển của độ hydrat hóa của xi măng theo thời gian và nhiệt độ. Tuy nhiên, việc nghiên cứu ảnh hưởng của áp suất chưa được quan tâm một cách thỏa đáng. Hơn nữa, những mô hình này không mô tả được sự tăng trưởng của độ hydrat hóa trong giai đoạn ngưng kết của xi măng.

Thực tế, việc tăng tính chất cơ nhiệt học của xi măng có thể mô hình hóa bằng phương pháp đồng nhất hóa khi biết phần trăm các chất có mặt trong xi măng ở một thời điểm nhất định. Tuy nhiên, thành phần của xi măng luôn được bảo mật bởi các công ty dịch vụ. Do vậy, chúng ta chỉ có thể đánh giá sự tăng trưởng các tính chất của xi măng theo thời gian bằng phương pháp bán thực nghiệm. Phương pháp này dựa trên mô hình toán học kết hợp với các tham số thực nghiệm, có thể mô tả được quá trình ngưng kết của xi măng từ lúc bắt đầu tiếp xúc với nước, tới lúc ổn định tính chất cơ học. Ở đây chúng tôi xin đưa ra dạng công thức thực nghiệm để đánh giá độ hydrat hóa, mô đun đàn hồi, mô đun nén, độ bền chịu nén và góc ma sát như sau:

$$Y(t) = C_{3Y} \left(a \tan [t^{C_{1Y}} - C_{2Y}] + \text{atan} [C_{2Y}] \right) \cdot [1 - \exp(-C_{0Y} \cdot t)] + Y_0 \quad (13)$$

trong đó:

- $Y(t)$ là độ hydrat hóa, mô đun đàn hồi E , mô đun nén K , độ bền chịu nén UCS, góc ma sát φ ;

- t, t_0 là thời điểm được xét và ở thời điểm ban đầu;

- C_{1Y}, C_{2Y} và C_{3Y} là tham số. Các tham số thực nghiệm này xác định bằng giá trị ban đầu $Y(t_0)$ (khi xi măng chưa ngưng kết), giá trị cuối cùng $Y(t_\infty)$ (khi xi măng đã ổn định tính chất cơ học), thời gian giai đoạn ngưng kết và hình dáng của đường cong tăng trưởng:

$$Y_\infty = C_{3Y} \cdot \frac{\pi}{2} + C_{3Y} \operatorname{atan}[C_{2Y}] + Y_0 \quad (14)$$

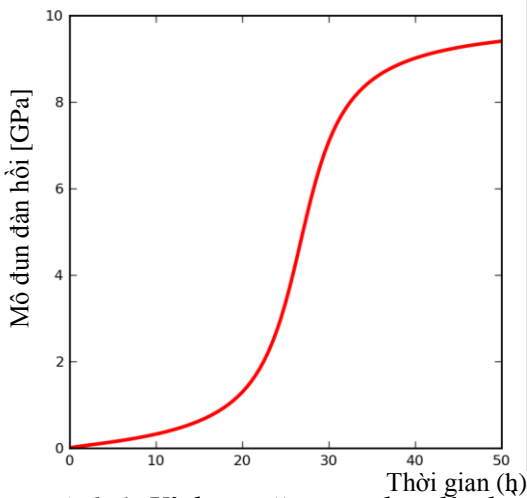
Chúng ta xác định được tham số C_{3Y} :

$$C_{3Y} = \frac{Y_\infty - Y_0}{\frac{\pi}{2} + \operatorname{atan}[C_{2Y}]} \quad (15)$$

Như vậy công thức (15) được viết dưới dạng:

$$Y(t) = \frac{Y_\infty - Y_0}{\frac{\pi}{2} + \operatorname{atan}[C_{2Y}]} \cdot \left(a \tan[t^{C_{1Y}} - C_{2Y}] + \operatorname{atan}[C_{2Y}] \right) \cdot [1 - \exp(-C_{0Y} \cdot t)] + Y_0 \quad (16)$$

Tính chất cơ học của xi măng ở một thời điểm t được đánh giá nếu chúng ta biết giá trị ban đầu và giá trị cuối cùng của tính chất này. Tham số C_{0Y} và C_{1Y} xác định tốc độ tăng của tính chất. Tham số C_{2Y} xác định thời gian giai đoạn ngưng kết của xi măng. Hình 1 minh họa một ví dụ về sự tăng của mô đun đàn hồi theo thời gian. Các tham số này đặc trưng cho từng đại lượng Y .



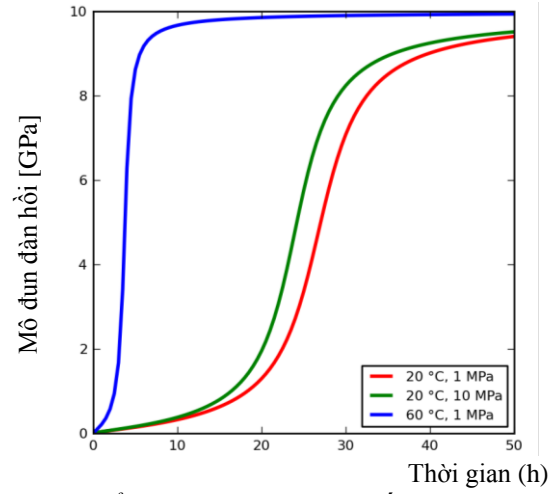
Hình 1. Ví dụ sự tăng mô đun đàn hồi theo thời gian

$$Y_0 = 0 \text{ GPa}, Y_1 = 10 \text{ GPa}, C_0 = 0,0, C_1 = 0,7, C_2 = 10$$

Để tính tới ảnh hưởng của nhiệt độ và áp suất tới sự phát triển của độ hydrat hóa và các tính chất cơ học của xi măng, định nghĩa thời gian tương đương ở trên được sử dụng và công thức (16) trở thành:

$$Y(t) = \frac{Y_\infty - Y_0}{\frac{\pi}{2} + \operatorname{atan}[C_{2Y}]} \cdot \left(a \tan[t_0^{C_{1Y}} - C_{2Y}] + \operatorname{atan}[C_{2Y}] \right) \cdot [1 - \exp(-C_{0Y} \cdot t_0)] + Y_0 \quad (17)$$

$$t_0 = t(T, p) \cdot \exp\left[-\frac{\Delta\bar{E}}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right) - \frac{\Delta\bar{V}}{R}\left(\frac{p}{T} - \frac{p_0}{T_0}\right)\right] \quad (18)$$



Hình 2. Ảnh hưởng của áp suất, nhiệt độ lên sự phát triển của mô đun đàn hồi theo thời gian

$$Y_0 = 0 \text{ GPa}, Y_1 = 10 \text{ GPa},$$

$$C_0 = 0,0, C_1 = 0,7, C_2 = 10,$$

$$\Delta V = -30 \text{ (m}^3/\text{mol)}, \Delta E = 40000 \text{ (J/mol)}$$

Trong trường hợp $C_0 = 0$, chúng ta cũng có thể viết công thức (17) như sau:

$$\frac{dY(t)}{dt} = A(Y) \cdot \exp\left[\frac{\Delta\bar{E}}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right) + \frac{\Delta\bar{V}}{R}\left(\frac{p}{T} - \frac{p_0}{T_0}\right)\right] \quad (19)$$

$$A(Y) = C_{1Y} \cdot \frac{Y_\infty - Y_0}{\frac{\pi}{2} + \operatorname{atan}[C_{2Y}]}$$

$$\left\{ \tan\left[\frac{\frac{\pi}{2} + \operatorname{atan}[C_{2Y}]}{Y_\infty - Y_0} Y(t) - \operatorname{atan}[C_{2Y}]\right] + C_{2Y} \right\}^{\frac{C_{1Y}-1}{C_{1Y}}} \cdot \left\{ \tan\left[\frac{\frac{\pi}{2} + \operatorname{atan}[C_{2Y}]}{Y_\infty - Y_0} Y(t) - \operatorname{atan}[C_{2Y}]\right] \right\}^2 + 1 \quad (20)$$

Riêng cho trường hợp độ hydrat hóa:

$$\frac{d\xi(t)}{dt} = A(\xi) \cdot \exp\left(\frac{\Delta\bar{E}}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right) + \frac{\Delta\bar{V}}{R}\left(\frac{p}{T} - \frac{p_0}{T_0}\right)\right) \quad (21)$$

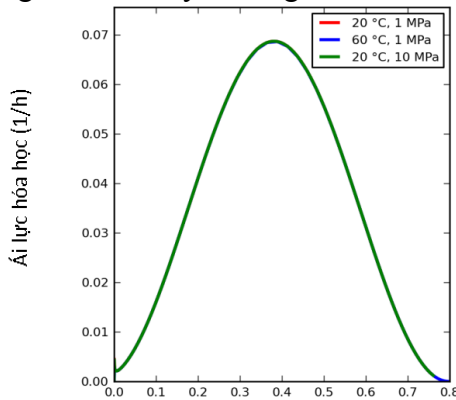
$$A(\xi) = C_{1\xi} \cdot \frac{\xi_{\infty} - \xi_0}{\frac{\pi}{2} + \text{atan}[C_{2\xi}]}$$

$$\left\{ \tan\left(\frac{\frac{\pi}{2} + \text{atan}[C_{2\xi}]}{\xi_{\infty} - \xi_0} \xi(t) - \text{atan}[C_{2\xi}]\right) + C_{2\xi} \right\}^{\frac{C_{1\xi}-1}{C_{1\xi}}} \quad (22)$$

$$\left\{ \tan\left(\frac{\frac{\pi}{2} + \text{atan}[C_{2\xi}]}{\xi_{\infty} - \xi_0} \xi(t) - \text{atan}[C_{2\xi}]\right) \right\}^2 + 1$$

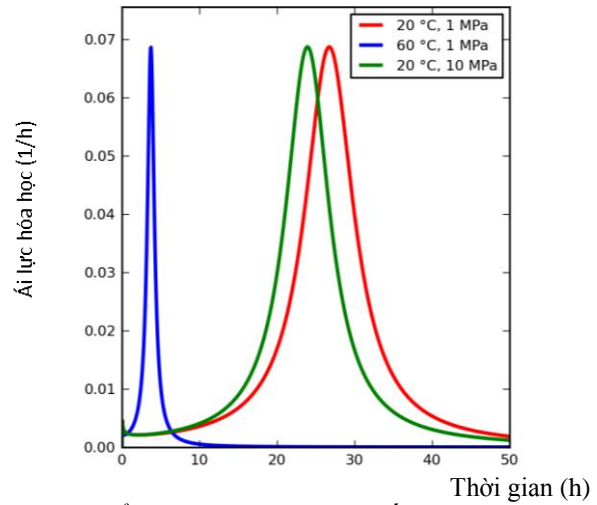
Chúng ta tìm thấy công thức (22) có dạng công thức cổ điển dùng để tính toán độ hydrat hóa của vật liệu xi măng với ảnh hưởng của nhiệt độ và áp suất. $A(\xi)$ chính là ái lực hóa học của xi măng. Tính ưu việt của công thức so với các công thức cổ điển là nó được sử dụng trong suốt quá trình phản ứng của xi măng với nước (từ pha ngưng kết, tới pha giảm tốc và ổn định).

Trên hình 3, chúng ta có thể thấy rằng đường cong của ái lực theo độ hydrat hóa không bị ảnh hưởng bởi các yếu tố áp suất và nhiệt độ. Hình 4 chỉ ra rằng sự phát triển của ái lực hóa học theo thời gian thay đổi theo nhiệt độ và áp suất. Ảnh hưởng của nhiệt độ mạnh hơn so với áp suất. Ở nhiệt độ hay áp suất càng cao, ái lực hóa học càng mạnh và phản ứng hóa học giữa xi măng và nước xảy ra càng nhanh.



Hình 3. Ảnh hưởng của áp suất, nhiệt độ lên ái lực hóa học theo độ hydrat hóa

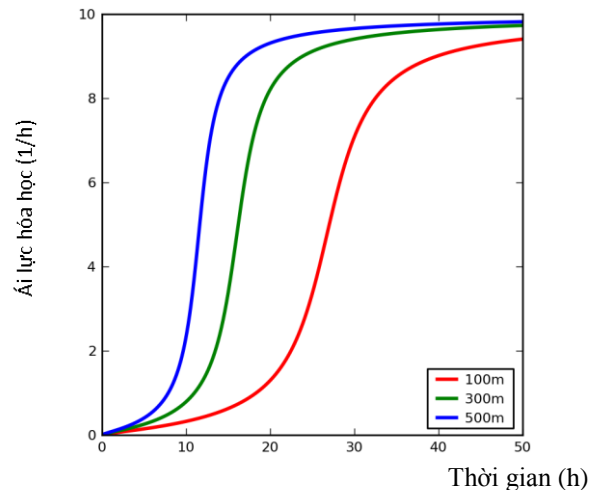
$$Y_0 = 0 \text{ GPa}, Y_1 = 10 \text{ GPa}, C_0 = 0,0, \\ C_1 = 0,7, C_2 = 10, \\ \Delta V = -30 \text{ (m}^3/\text{mol)}, \Delta E = 40000 \text{ (J/mol)}$$



Hình 4. Ảnh hưởng của áp suất, nhiệt độ lên ái lực hóa học theo thời gian

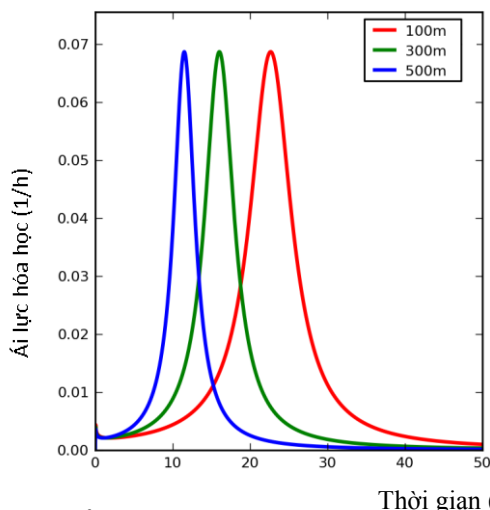
$$Y_0 = 0 \text{ GPa}, Y_1 = 10 \text{ GPa}, C_0 = 0,0, \\ C_1 = 0,7, C_2 = 10, \\ \Delta V = -30 \text{ (m}^3/\text{mol)}, \Delta E = 40000 \text{ (J/mol)}$$

Nhiệt độ và áp suất tăng với độ sâu. Do đó, sự phát triển tính chất cơ học của xi măng toàn chiều sâu của giếng là không đồng nhất. Chúng ta có thể đưa ra một ví dụ đơn giản để xem xét: xi măng được trám từ 100m sâu đến 500m sâu. Áp suất chất lỏng được giả sử bằng áp suất của cột nước tương ứng với độ sâu cần xét. Nhiệt độ ở 100m sâu giả sử là 20°C, và gradient nhiệt độ là 0,03 °C/m. Kết quả tính toán được minh họa trên hình 5, hình 6 và hình 7.

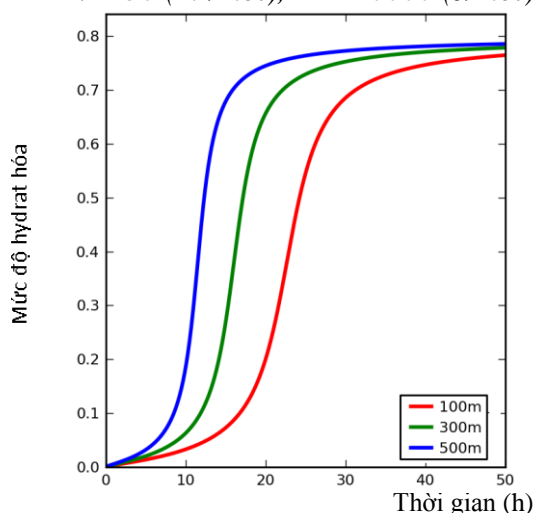


Hình 5. Ảnh hưởng của chiều sâu lên sự phát triển của mô đun đàn hồi theo thời gian

$$Y_0 = 0 \text{ GPa}, Y_1 = 10 \text{ GPa}, C_0 = 0,0, C_1 = 0,7, \\ C_2 = 10, \\ \Delta V = -30 \text{ (m}^3/\text{mol)}, \Delta E = 40000 \text{ (J/mol)}$$



Hình 6. Ảnh hưởng của độ sâu lên sự phát triển của ái lực hóa học theo thời gian
 $Y_0 = 0 \text{ GPa}$, $Y_1 = 10 \text{ GPa}$, $C_0=0,0$,
 $C_1=0,7$, $C_2=10$,
 $\Delta V=-30 \text{ (m}^3/\text{mol)}$, $\Delta E=40000 \text{ (J/mol)}$



Hình 7. Ảnh hưởng của độ sâu lên sự phát triển của độ hydrat hóa của xi măng theo thời gian
 $Y_0 = 0 \text{ GPa}$, $Y_1 = 10 \text{ GPa}$, $C_0=0,0$,
 $C_1=0,7$, $C_2=10$,
 $\Delta V=-30 \text{ (m}^3/\text{mol)}$, $\Delta E=40000 \text{ (J/mol)}$

Trong trường hợp C_0 khác 0, lời giải số học của biểu thức $A(\xi)$ không tìm thấy mà chúng ta phải dùng phương pháp số.

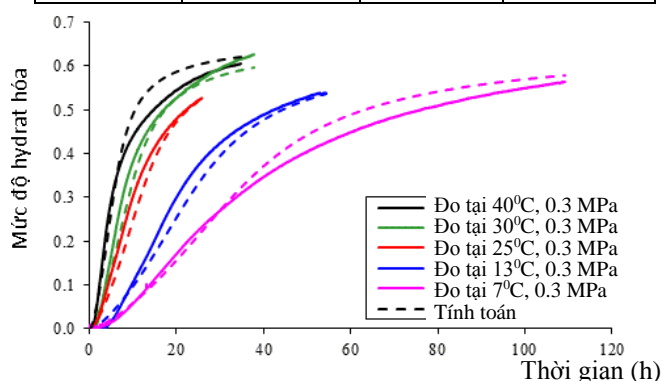
4. Hợp thức hóa mô hình

Công thức (17) và (18) được sử dụng để áp dụng lên kết quả thí nghiệm về sự tăng của độ hydrat hóa theo thời gian ở nhiệt độ và áp suất khác nhau. Do xi măng loại G được sử dụng nên năng lượng hoạt động có thể lấy bằng 40000 J/mol và thể tích hoạt động lấy bằng 30 m³/mol như đã giới thiệu ở phần trên. Độ hydrat

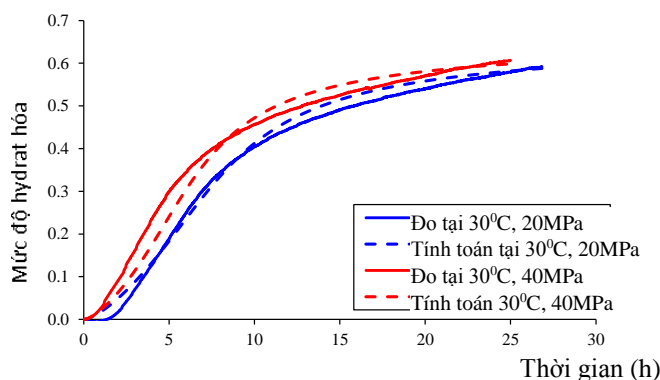
hóa ở thời điểm đầu bằng 0. Như vậy các tham số còn lại của mô hình là ξ_1 , C_0 , C_1 , C_2 . Các tham số này được xác định sao cho sai số giữa đường cong thực nghiệm và đường cong tính toán là nhỏ nhất. Kết quả được giới thiệu trong bảng 1. Sự so sánh của kết quả thí nghiệm và tính toán ở nhiệt độ và áp suất khác nhau được giới thiệu trên hình 8, 9 và 10, chúng ta có thể nhận thấy rằng mô hình mô tả khá tốt về mặt định tính cũng như định lượng kết quả thí nghiệm. Điều này khẳng định rằng mô hình có thể sử dụng để tính toán mức độ tăng của độ hydrat hóa theo thời gian ở các điều kiện và nhiệt độ áp suất khác nhau. Từ đó, mô hình cho phép chúng ta tính toán được sự phát triển của xi măng ở các độ sâu khác nhau trong các giếng khoan trong quá trình bơm trám. Điều đó giúp cho chúng ta tính toán kế hoạch khoan hoặc làm các thí nghiệm hiện trường một cách chính xác hơn để đảm bảo an toàn cho giếng khoan.

Bảng 1. Tham số của mô hình

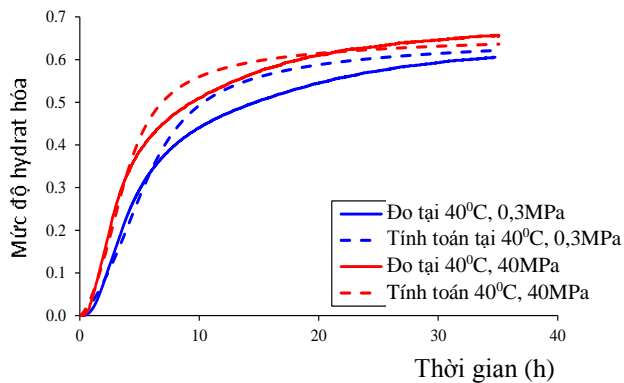
ξ_1	C_0	C_1	C_2
0,68	0,25	0,43	3,20



Hình 8. So sánh đường cong thực nghiệm và đường cong tính toán ở các điều kiện nhiệt độ khác nhau



Hình 9. So sánh đường cong thực nghiệm và đường cong tính toán ở 30°C và áp suất khác nhau



Hình 10. So sánh đường cong thực nghiệm và đường cong tính toán ở 40°C và áp suất khác nhau

Kết luận

Một mô hình bán thực nghiệm mới được đưa ra nhằm tính toán sự phát triển của độ hydrat hóa và các tính chất cơ học của xi măng ở điều kiện nhiệt độ và áp suất của các giếng dầu đã được đưa ra. Mô hình này cho phép tính toán sự phát triển của xi măng từ giai đoạn ngưng kết đến giai đoạn ổn định. Mô hình được hợp thức hóa bởi các số liệu thí nghiệm đo được về sự phát triển của độ hydrat hóa ở các điều kiện khác nhau. Đây là một mô hình đơn giản, chỉ gồm 5 tham số chính. Bởi vậy nó dễ dàng được sử dụng để tính toán bởi các kỹ sư trong quá trình thiết kế.

Đối với xi măng giếng khoan, có thể sử dụng mô hình này có thể hợp thức hóa để tìm ra các tham số thực nghiệm trên cơ sở kết quả thí nghiệm về sự tăng trưởng của modun đàn hồi,

hệ số nở hông, độ bền, góc ma sát và một số tính chất cơ học của vật liệu rỗng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Avrami M., 1939. Kinetics of phase change I, J. Chem. Phys., 1103-1112.
- [2]. Bois A.-P., Garnier A., Galdiolo G., Laudet J-B., 2010. Use of a mechanistic model to forecast cement-sheath integrity for CO2 storage, SPE 139668.
- [3]. Cahn J.W., 1956. The kinetics of grain boundary nucleated reactions, Acta Metall 4, 449-459.
- [4]. Christian J.W., 1975. The Theory of Transformations in Metals and Alloys, Part 1, 2nd edition Pergamon Press, Oxford.
- [5]. Kondo R., Kodama M., 1967. On the hydration kinetics of cement, Semento Gijutsu, Nenpo 21, 77-828 (in Japanese).
- [6]. Scherer G.W., Funkhouser G.P., Peethamparan S., 2010. Effect of pressure on early hydration of H and white cement, Cement and Concrete Research 40, 845-850.
- [7]. Thomas J.J., 2007. A new approach to modeling the nucleation and growth kinetics of Tricalcium Silicate hydration, J. Am. Ceram. Soc 90 (10) 3282- 3288.
- [8]. Vu M.H, 2012. Effet des contraintes et de la température sur l'intégrité des ciments des puits pétroliers, thesis of TOTAL/ Université Paris Est/ ENPC.

ABSTRACT

Study on the effects of temperature and pressure on the hydration development and mechanical properties of well cement

Vu Manh Huyen, Vietnam CurisTec

Nguyen Van Khuong, Petro Vietnam

Trieu Hung Truong, Hanoi University of Mining and Geology

Effect of temperature and pressure on the hydration evolution and mechanical properties of well cement is investigated by the theoretical and experimental aspects. The model published was mainly based on the theory of nucleation and growth on the surface, was developed initially by Cahn. So the paper proposes a semi-empirical model for the development of cement taking into account the effect of temperature and pressure. This model allows evaluating hydration degree and mechanical properties of cement at any time from the dormant phase to the stable phase. This model is simple and very practical in petroleum industry.

DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU

TT	Kí hiệu	Tên gọi
1.	V	Vận tốc sóng dọc ở thời điểm t
2.	V_{in}	Vận tốc sóng dọc ban đầu
3.	V_{∞}	Vận tốc sóng của xi măng khi hydrat hóa hoàn toàn
4.	W/C	Tỉ lệ nước/xi măng
5.	ΔE_G	Năng lượng hoạt động cho sự tăng trưởng
6.	ΔV_G	Thể tích hoạt động cho sự tăng trưởng
7.	ΔE_I	Năng lượng hoạt động cho sự nảy mầm
8.	ΔV_I	Thể tích hoạt động cho sự nảy mầm
9.	I_B	Tốc độ sinh mầm
10.	G	Tốc độ tăng trưởng
11.	R	Hằng số của khí lý tưởng ($8.314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$)
12.	X_{set}	Mức độ độ hydrat hóa của xi-măng tại thời điểm ngưng kết
13.	t_{set}	Thời gian ngưng kết
14.	k_G	Tham số ứng với tốc độ chuyển hóa của nước giữa các bề mặt (hạt C_3S hay hạt xi măng).
15.	k_B	Tham số ứng với tốc độ chuyển hóa của các phần đã được tạo mầm trên bề mặt (hạt C_3S hay hạt xi măng).
16.	O_v^B	Tổng diện tích bề mặt của các hạt phản ứng trong một thể tích đơn vị được gọi là diện tích đặc trưng hoặc độ mịn
17.	p	Áp suất
18.	T	Thời gian
19.	$Y(t)$	Độ hydrat hóa tại thời điểm t
20.	$C_{0Y} \div C_{3Y}$	Các tham số thực nghiệm
21.	$C_{0\xi} \div C_{3\xi}$	Các tham số thực nghiệm
22.	ξ, ξ_0, ξ_{∞}	Các tham số thực nghiệm
23.	$A(\xi)$	Ái lực hóa học của xi măng

NGHIÊN CỨU HOÀN THIỆN CẤU TẠO CHOÒNG 3 CHÓP XOAY... (tiếp theo trang 15)

ABSTRACT

Upgrading the Design of Small Tricone Roller Bits Drilling in Fractured Basement of Bach Ho Field

Nguyen Van Khuong, PetroVietnam

Tran Xuan Dao, Nguyen Thai Son, Vietsovpetro

Nguyen The Vinh, Tran Huu Kien, Hanoi University of Mining and Geology

Actual data shows that drilling in fractured granite basement rock of Bach Ho Field using 4½" tricone roller bit induced low rate of penetration, short life-time of the bit, broken and dull teeth of bit, drop-out cones... lead to the extension of drilling time. Based on the analysis of statistical data on the actual use of tricone roller bit in fractured granite basement rocks, the physic-mecanical properties of basement rock such as hardness, abrasion combined with the results of research and evaluation the design, rock destruction principle of drill bit, the authors have proposed technology - technical solutions to improve performance and durability of tricone roller bit by reducing force impact of the bit on rock. These slolutions are: change IADC code of the drill bit, increase the number of teeth on the same section, arange teeth to avoid re-contact with the most recent position while drilling, cover the sides of drill bit with alloy, use bearing seal with HAR technology.