

VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU TÍNH XÚC BIẾN CỦA DẦU THÔ CÁC MỎ XNLD "VIETSOVPETRO"

HÀ VĂN BÍCH

1. MỞ ĐẦU

Phần lớn các hệ chất lỏng phi Niu-ton chúng ta thường gặp trong ngành công nghiệp dầu khí là các hệ thể huyền phù hay phân tán, dù đó là dung dịch khoan hay là dầu thô có chứa paraffin. Trong dầu khí nhiệt độ giảm xảy ra quá trình kết tinh paraffin, đầu tiên là các tinh thể paraffin riêng lẻ sau chúng liên kết lại với nhau tạo thành cấu trúc mạng có dạng cành cây. Và như vậy dầu chuyển từ thể phân tán tự do sang thể phân tán liên kết. Kích thước mạng phụ thuộc vào bản chất của chính dầu thô và có tính quyết định đến độ bền cơ học của mạng. Đồng thời nó cũng xác định phản ứng của dầu lên ảnh hưởng những tác động bên ngoài. Sự thay đổi độ bền cơ học của hệ chất lỏng phi Niu-ton theo thời gian dưới tác động không đổi của ngoại lực gọi là tính xúc biến của chất lỏng và bản thân chất lỏng đó được gọi là chất lỏng xúc biến.

Tính xúc biến (thixotropy) của các chất lỏng phi Niu-ton có ý nghĩa quan trọng không những đối với các nhà nghiên cứu mà còn thu hút sự chú ý đáng kể của các nhà sản xuất ngành dầu khí vì đó là thực tế không thể bỏ qua.

Theo các tác giả [1, 2, 3, 4, 5] thì tính xúc biến của chất lỏng phi Niu-ton có thể được nghiên cứu bằng ba phương pháp chính dựa trên các cơ sở sau:

1. Hiện tượng trễ (hysteresis). Mức độ xúc biến đặc trưng bởi diện tích giới hạn giữa đường cong chảy lên và xuống.

2. Hiện tượng tái tạo cấu trúc (sự gia tăng độ bền cơ học của mạng tinh thể) khi chuyển từ vận tốc biến dạng cao xuống thấp hoặc ngừng hẳn tác động.

3. Sự biến đổi của ứng suất trượt τ của chất lỏng theo thời gian ở giá trị vận tốc biến dạng không đổi.

Phân tích các phương pháp trên thấy rằng, nếu nghiên cứu theo phương pháp 1 chúng ta sẽ gặp khó khăn khi cần thiết phải đánh giá quá trình về lượng, mặt khác do hạn chế về thời gian nghiên cứu ta không thể đạt được giá trị ứng suất trượt cân bằng, vì vậy không cho phép tiến hành các dự đoán xa hơn vượt ra ngoài phạm vi khuôn khổ thí nghiệm. Còn các phương pháp 2 và 3 phần nào khắc phục được các nhược điểm của phương pháp 1.

Mục đích của công trình nghiên cứu này là dựa trên cơ sở các số liệu thực nghiệm bằng các phương pháp đã dẫn thử tìm dạng tổng quát của mối liên hệ giữa ứng suất trượt của chất lỏng xúc biến và thời gian. Vấn đề tương tự đã được nhiều nhà nghiên cứu xem xét. Chẳng hạn, theo [1] độ nhớt thay đổi theo thời gian theo quy luật hàm số mũ:

$$t = A \exp(-\eta/B) \quad (1.1)$$

hoặc [3] ứng suất trượt theo hyperbol dạng:

$$\tau = \tau(t=0) [(t+t_1)/t_p]^{-B} \quad (1.2)$$

ở đây:

- A, B, t_1 , t_p : các hằng số chỉ phụ thuộc vào đặc tính của hệ chất lỏng.
- τ , η : tương ứng là ứng suất trượt và độ nhớt.
- t : thời gian

Thực nghiệm cho thấy rằng, dưới tác dụng không đổi của ngoại lực, ứng suất trượt của chất lỏng xúc biến sẽ giảm dần theo thời gian và đạt giá trị cân bằng ở một thời điểm nào đó. Nhưng, ở đây chúng ta cần phân biệt hai phạm trù: phạm trù thực tế và phạm trù lý thuyết. Về mặt lý thuyết thì giá trị cân bằng của ứng suất trượt chỉ có thể đạt được sau một thời gian tác động rất dài. Trong khi đó, trạng thái cân bằng được ghi nhận bằng các phương tiện đo đạc, có thể đạt được sau một khoảng thời gian thực tế ngắn hơn. Ngoài những yếu tố khác như bản chất của chất lỏng và giá trị của vận tốc biến dạng ra, nó chỉ phụ thuộc vào độ chính xác của thiết bị và máy móc dùng để nghiên cứu. Độ chính xác của thiết bị thí nghiệm càng cao thì sự khác biệt giữa hai phạm trù đó càng nhỏ. Và như vậy biểu thức diễn tả tính xúc biến của chất lỏng thỏa mãn được hai yêu cầu chính:

- Ở thời điểm $t = 0$ ứng suất trượt động bằng giá trị ban đầu.
- Ở thời điểm t rất lớn thì ứng suất trượt đạt tới giá trị cân bằng.

Tóm lại, hàm số đó phải có tiệm cận là đường song song với trục thời gian và biểu thị giá trị cân bằng của ứng suất trượt. Nếu thế thì những biểu thức nêu trên không thể đáp ứng đầy đủ các đòi hỏi đưa ra.

2. PHƯƠNG PHÁP VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Các thí nghiệm xác định ứng suất trượt được tiến hành ở XNLD "Vietsovpetro" trong điều kiện vận tốc biến dạng không đổi trên máy đo độ nhớt kiểu rô - to Rotovisco RV-20 của hãng HAAKE (Tây Đức). Máy gồm bộ đo M5, bộ điều khiển Rotovisco-20, bộ chuyển đổi tín hiệu Rheocontroller RC-20, máy ổn nhiệt và máy vi tính có trang bị phần mềm HAAKE rot 3.0, tự động kiểm soát toàn bộ quá trình thí nghiệm. Máy cho phép lập trình để điều khiển tốc độ làm lạnh mẫu dầu trong máy, thay đổi vận tốc biến dạng một cách liên tục, tùy ý và ấn định thời gian thí nghiệm.

Quy trình thí nghiệm tiến hành theo trình tự sau:

Mẫu dầu và camera chứa mẫu của máy được nung lên 45°C . Tiếp đến cho mẫu vào máy, cho máy chạy với vận tốc biến dạng và tốc độ làm lạnh mẫu như đã đặt trước trong chương trình. Khi nhiệt độ đạt giá trị 22 hoặc 24°C thì giữ mẫu ở nhiệt độ này và tiếp tục cho máy làm việc. Các giá trị ứng suất trượt được máy vi tính tự động ghi lại theo thời gian và nhiệt độ. Những số liệu đó sẽ dùng để xử lý sau này.

Chúng tôi đã tiến hành nhiều thí nghiệm với các điều kiện khác nhau:

- vận tốc làm lạnh mẫu: $0,15 - 0,75^\circ\text{C}/\text{phút}$;
- vận tốc biến dạng: $0,7 - 50$ 1/s;
- thời gian tác động tính từ thời điểm nhiệt độ mẫu đạt 22 hoặc 24°C ;
- chuyển đổi vận tốc biến dạng từ cao xuống thấp;
- tái tác động bằng cách cho máy làm việc trở lại sau khi tạm dừng một thời gian ngắn.

Mẫu dầu dùng làm thí nghiệm được lấy từ các mỏ Bạch Hổ và Rồng của XNLD "Vietsovpetro" với những tính chất lý hóa khác nhau.

Các số liệu thực nghiệm được chuyển đổi qua dạng đồ thị $\tau = \tau(t)$. Sau khi xem xét dạng các đường cong thực nghiệm mà một số như đã trình bày trên các hình 1, 2 để miêu tả mối tương quan $\tau = \tau(t)$, chúng tôi đã chọn hàm hyperbol loại:

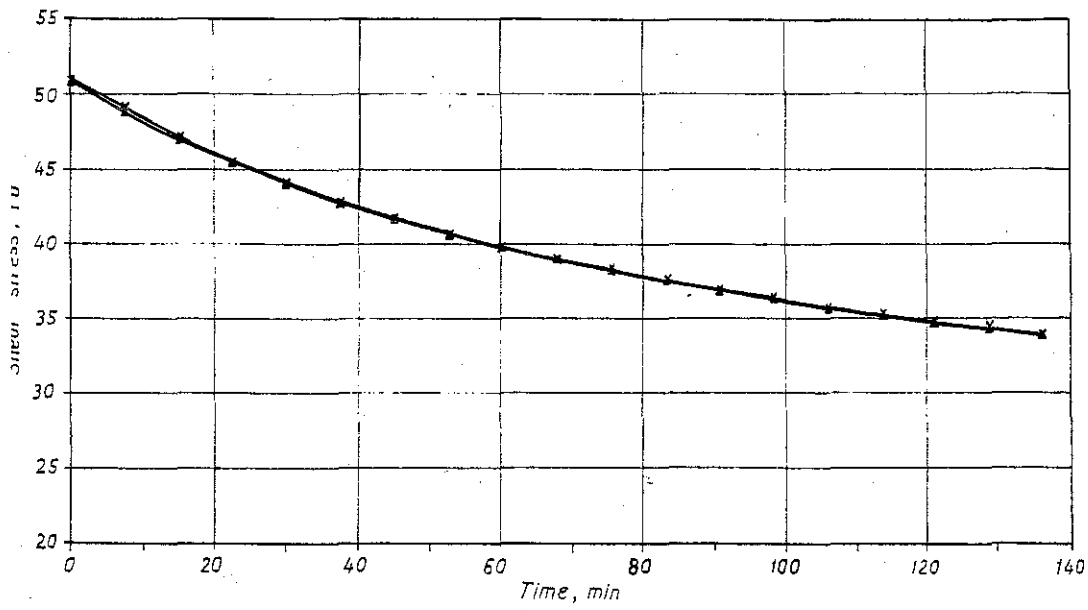
$$\tau(D = \text{const}) = t/(A + Bt) + C \quad (2.1)$$

D : vận tốc biến dạng, 1/s;

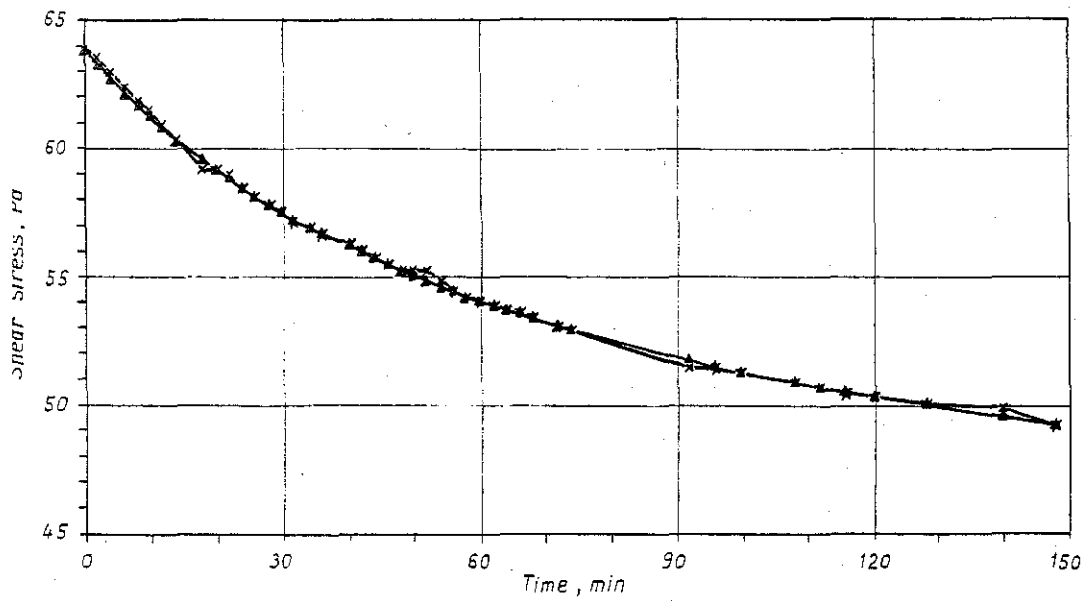
Các hằng số A , B , C được xác định bằng phương pháp bình phương cực tiểu trong đó $\tau = \tau(t = 0)$. Các giá trị tính toán được trình bày ở bảng 2.1.

Bảng 2.1. Bảng tổng kết các kết quả thí nghiệm

No	Loại dầu	Các thông số thí nghiệm			Giá trị các hệ số			Sai số giữa tính toán và thực nghiệm %	Ghi chú	
		Vận tốc làm lạnh °C/ph	Vận tốc biến dạng 1/s	Nhiệt độ khi xác định τ , °C	Số điểm thực nghiệm	A	B			C
1	Hỗn hợp dầu mỏ Rồng	0,15	5	22	20	-3,4018	-0,0339	50,82	0,18	Hình No 1
2	“-”	0,15	5	22	50	-5,5889	-0,0355	40,69	1,13	Dừng máy 30' và khởi động trở lại
			5	22	43	-23,5810	-0,2710	25,04	0,65	
3	“-”	0,75	50	22	45	-3,4425	-0,0458	63,76	0,21	Hình No 2
4	“-”	0,15	50	22	44	-1,5929	-0,0308	99,24	0,54	
5	“-”	0,15	50	24	37	-2,8528	-0,0361	66,21	0,33	
6	Dầu G14 mỏ Rồng	0,15	30	22	51	-0,8058	-0,0329	50,60	2,59	
7	“-”	0,15	5	22	38	-16,369	-0,3077	15,63	0,70	
8	Dầu mỏ Rồng đã xử lý phụ gia	0,15	2	22	67	-25,694	-24,66	0,887	1,31	
			0,7	22	45	2760,3	12,1557	0,339	1,87	
9	Dầu mỏ Bạch Hồ	0,15	5	22	43	-1,1465	-0,0418	48,27	2,74	D giảm từ 5 1/s xuống 1 1/s
	1		22	45	-1,1016	-0,1128	25,22	4,82		
10	Dầu G14 mỏ Rồng	0,15	10	24	44	-0,3839	-0,0136	60,01	11	
11	Dầu G14 đã xử lý phụ gia	0,15	10	22	80	-3,5062	-0,0616	20,71	0,41	D giảm từ 10 1/s xuống 1 1/s
			1	22	35	-203,51	-2,8398	4,681	0,52	



Hinh 1. Shear stress vs shearing time
 —x— Experimental data —▲— Calculated data



Hinh 2. Shear stress vs shearing time
 —x— Experimental data —▲— Calculated data

Khi nghiên cứu tính xúc biến của dầu, chúng tôi thấy rằng, không phải lúc nào hiện tượng ái tạo cấu trúc cũng như xảy ra, để minh chứng cho điều này có thể xem các kết quả thí nghiệm No 8, 9, 11 ở bảng 2.1.

Sai số rất nhỏ giữa giá trị tính toán và thực nghiệm trong hầu hết các trường hợp, đồng thời vị trí các đường cong trên các đồ thị chứng tỏ tính đúng đắn của hướng nghiên cứu và dạng hàm số đã chọn.

Như vậy, phương trình lưu biến Herschel-Bulkley đối với chất lỏng xúc biến sẽ được viết dưới dạng sau:

$$\tau(t) = \tau_0(t) + \eta(t)D^n \quad (2.2)$$

trong đó:

- Ứng suất trượt động là:

$$\tau_0(t) = t/(A_1 + B_1t) + \tau_0(t=0) \quad (2.3)$$

- Độ nhớt dẻo là:

$$\eta(t) = t/(A_2 + B_2t) + \eta(t=0) \quad (2.4)$$

ở đây A_1, B_1, A_2, B_2 là các hằng số.

Cần nhớ rằng, thời gian $t = 0$ không có nghĩa là thời điểm khởi động máy đo độ nhớt mà là lúc máy đạt giá trị vận tốc biến dạng cho trước.

3. KẾT LUẬN

1. Các kết quả nghiên cứu cho phép khẳng định là mối tương quan giữa ứng suất trượt của chất lỏng xúc biến và thời gian tác động trong điều kiện vận tốc biến dạng không đổi có thể biểu diễn ở dạng tổng quát bằng hàm số hyperbol sau:

$$\tau(t) = t/(A + Bt) + \tau(t=0) \quad (3.1)$$

2. Với kết quả này chúng ta có thể giải bài toán dự đoán thường gặp trong thực tế và tiết kiệm đáng kể thời gian để tiến hành các nghiên cứu thực nghiệm cần thiết.

Địa chỉ:
XNLD "Vietsovpetro"

Nhận ngày 2/5/1995

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Neculai Macovei, Hidraulica forajului. Editura tehnica, Bucuresti, 1982.
2. George R. Gray, Darley H. C. H. Composition and properties of oil well drilling fluids, fourth edition, Gulf publishing Co., Book division, Huston, London, Paris, Tokyo, 1980.
3. Gubin V. E., Gubin V. V. Pipeline transport of crude oil and petroleum products, Moscow, Nedra, 1982 (in Russian).
4. David Holland. Measuring and interpreting the rheological properties of cosmetic products. HAAKE Mess-Technik GmbH & Co, Rheology, 1991.
5. Gebhard Schramm. Introduction to practical viscosimetry, Gebruder, HAAKE GmbH, 1981.

SUMMARY

THE STUDIES OF THIXOTROPIC PROPERTIES OF WAXY CRUDE OIL FROM WHITE TIGER AND RONG FIELDS

As in production and transport of waxy crude oil, and as in practical rheological studies of non-Newtonian liquids, it is very important to find and characterize its thixotropic properties. There are some ways to study this phenomenon, but still existing equations can not quantifiably describe the time dependent behaviour of thixotropic liquids with acceptable accuracy, using in this case an exponential or hyperbolic functions.

The author has conducted the screening studies on viscosimeter Rotovisco RV-20 (Manufacture HAAKE, Germany) with different kinds of waxy crude oil from JV "Vietsovpetro" fields. Based on the received experimental data its analysis he proposes a new equation showing a very good agreement between experimental and calculated data. In general the average deviation is less then 2%, and the commune time dependance of shear stress at constant shear rate will be as:

$$\tau(t) = t/(A + Bt) + C$$

where

$\tau(t)$ - shear stress, Pa

t - time, min

A, B, C - constant values calculated from the experimental data using the least square method.