

ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG PARAFIN ĐẾN QUÁ TRÌNH LẮNG CỦA HẠT PHÂN TÁN TRONG MÔI TRƯỜNG DẦU THÔ

INFLUENCE OF PARAFIN CONCENTRATION ON THE SEDIMENTATION OF DISPERSED PARTICLES IN THE PETROLEUM MEDIA

Phan Đình Tuấn, Tạ Đăng Khoa

Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG TP.HCM

TÓM TẮT

Quá trình lắng của hạt trong môi trường liên tục phụ thuộc tính chất nhớt của môi trường, các tính chất vật lý và hình dạng hạt, độ nhám bề mặt, mật độ hạt [1]. Ngoài ra, sức căng bề mặt cũng có ảnh hưởng đến sự lắng của hạt. Để hiệu chỉnh các tác động này đối với phương trình lắng Stokes, các thí nghiệm đã được tiến hành đối với sự lắng của cát trong môi trường dầu thô có parafin hoà tan, điều chỉnh độ nhớt bằng cách thay đổi nhiệt độ. Hàm lượng parafin, yếu tố làm thay đổi sức căng bề mặt của môi trường, đã được đưa vào như một yếu tố hiệu chỉnh cho hệ thức Richardson & Zaki [2]. Kết quả tính toán được chỉ ra là hoàn toàn phù hợp với thực nghiệm.

ABSTRACT

The sedimentation of solid phase in continuous media depends on the media's viscosity, physical properties, forms, surface roughness, and concentration of particles [1]. Besides, surface tension also has effect to the sedimentation. To include all these factors in the Stokes' equation, experiments on the sedimentation of sand particles in paraffin-dissolved petroleum have been done. Viscosity has been adjusted to required values by changing temperature. Paraffin amount, which changes the surface tension of the media, was included as an adjustment in Richardson & Zaki's correlation [2]. Calculated results have been shown to be quite appropriate with the experiments.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc hiệu chỉnh phương trình lắng Stokes bằng các hệ số trong hệ thức Richardson & Zaki đã chứng tỏ là rất hiệu quả [1]. Tuy nhiên, một số thực nghiệm khi hoà tan paraffin vào dầu thô với các hàm lượng khác nhau trong khi vẫn giữ nguyên độ nhớt môi trường đã chỉ ra rằng tốc độ lắng của các hạt cũng thay đổi. Như vậy, ngoài các yếu tố đã đề cập, sức căng bề mặt thay đổi cũng ảnh hưởng đến quá trình lắng do tương tác giữa môi trường liên tục với các hạt pha rắn. Công trình này nhằm bổ sung yếu tố hiệu chỉnh này vào hệ thức Richardson & Zaki.

2. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu, các thiết bị và phương pháp đo được thực hiện tương tự các phương pháp đã trình bày [1].

2.2. Nghiên cứu quá trình lắng của hạt trong môi trường dầu thô có paraffin

Các kết quả thực nghiệm quá trình lắng của hạt trong môi trường dầu thô có paraffin ở các hàm lượng khác nhau được đưa ra trong các bảng 1-6. Bảng 1 trình bày kết quả thực nghiệm về sự lắng của một hạt có kích thước khác nhau trong môi trường có độ nhớt 0,0017 Pa.s. Bảng 2 trình bày kết quả thực nghiệm về sự lắng của một hạt có kích thước khác nhau trong môi trường có độ nhớt thay đổi từ 0,0017 Pa.s đến 0,0069 Pa.s. Bảng 3 và 4 biểu diễn tỷ số giữa vận tốc đo được thực tế và vận tốc tính theo phương trình lắng Stokes đối với

loạt thí nghiệm tương ứng ở bảng 1 và 2. Bảng 5 và bảng 6 trình bày các kết quả thực nghiệm về sự lắng của tập hợp hạt với mật độ khác nhau trong môi trường dầu thô có paraffin và kết quả tính toán tỷ số giữa vận tốc thực tế và vận tốc đã được hiệu chỉnh bằng hệ thức Richardson & Zaki [4] cho các thí nghiệm đã nêu.

2.3. Tính toán ảnh hưởng của hàm lượng paraffin đến sự lắng của hạt trong môi trường dầu thô.

Việc tính toán ảnh hưởng của hàm lượng paraffin đến quá trình lắng của hạt được thực hiện bằng phương pháp tương tự như đã trình bày trong [1]. Số mũ của hàm lượng (phần khối lượng) paraffin trong hệ thức Richardson & Zaki mở rộng được xác định bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm. Kết quả được trình bày trong bảng 7 và 8. Kết quả tính toán đưa đến hệ thức tính K là tỷ số giữa vận tốc thực và vận tốc tính theo phương trình lắng Stokes

$$K = 0,403 \varepsilon^{32,41} d^{0,392} P^{-0,208}$$

và hệ thức tính vận tốc lắng trong môi trường dầu thô có paraffin

$$v = K v_{LT} = 90,64 \frac{\varepsilon^{32,41} d^{2,392} P^{-0,208} (\rho_p - \rho_f) g}{18 \mu}$$

(d tính bằng mét). So sánh kết quả tính toán và kết quả thực nghiệm trình bày trong bảng 9 chứng tỏ rằng hệ thức tính toán đã nêu có độ chính xác tương đối cao.

3. KẾT LUẬN

1) Trong môi trường dầu thô có paraffin, ngoài các yếu tố độ nhớt và các yếu tố vật lý của hạt, sức căng bề mặt cũng có ảnh hưởng đến tốc độ lắng.

2) Một hệ thức mô tả ảnh hưởng của hàm lượng paraffin đến tốc độ lắng của tập hợp hạt, biểu thị qua hệ số tỷ lệ so với vận tốc tính toán bằng phương trình lắng Stokes đã được thiết lập. Các kết quả tính toán theo hệ thức này hoàn toàn phù hợp với thực nghiệm.

3) Phương pháp tính toán này cần được bổ sung vào các phương pháp tính toán quá trình lắng của tập hợp hạt trong môi trường dầu thô. có độ chính xác cao. Tuy nhiên cần có những nghiên cứu tiếp tục đối với tập hợp hạt đa phân tán.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phan Dinh Tuan, Ta Dang Khoa, Modeling of the settlement of dispersed particles in the petroleum media with different viscosity, Proceeding of the Asian RSCE, Hanoi 2005 (to be presented and published).
2. Martin Rhodes, Introduction to Particle Technology, 1998
3. Wu Chen and Keith J.Scott, Handbook of powder science.
4. Willkinson W.L., Non Newtonian fluids – Fluid mechanics, mixing and heat transfer, Pergamon Press, 1960.
5. V.V. Kafarov, Metodu Kibernetiki v Khimii i Khimitrekoii Tekhnologii, Khimia, 1975.
6. Truong Dinh Hoi, Characteristics of Vietnamese Petroleum, its potention and product quality, J. of Oil & Gas, 1995 (in Vietnamese).
7. Laurier L. Schramm, Suspensions, Fundamentals and Application in the Petroleum Industry, 1977.

Bảng 1: Tốc độ lắng của một hạt trong môi trường số độ nhớt 0,0017 Pa.s

		Kích thước hạt (μm)					
		5	10	15	20	25	30
Tốc độ lý thuyết v_{LT} , mm/s		0,0038	0,0152	0,0343	0,0609	0,0952	0,1371
Tốc độ thực tế, mm/s							
Hàm lượng Parafin (%KL)	5	0,0026	0,0121	0,0301	0,0556	0,0877	0,1250
	10	0,0019	0,0100	0,0266	0,0500	0,0800	0,1130
	15	0,0016	0,0091	0,0240	0,0455	0,0735	0,1036
	20	0,0014	0,0078	0,0224	0,0424	0,0685	0,0971
	25	0,0014	0,0077	0,0211	0,0400	0,0658	0,0926
	30	0,0014	0,0077	0,0205	0,0391	0,0639	0,0901
	35	0,0014	0,0070	0,0200	0,0387	0,0625	0,0881

Bảng 2: Tốc độ lắng của một hạt môi trường có độ nhớt khác nhau

Độ nhớt, (Pa.s)	0,0017			0,0043			0,0069			
Kích thước hạt (μm)	10	15	20	10	15	20	10	15	20	
Tốc độ lý thuyết (mm/s)	0,0386	0,0866	0,1539	0,0152	0,0343	0,0609	0,0095	0,0214	0,0380	
Tốc độ thực tế (mm/s)										
Hàm lượng Parafin (%KL)	5	0,0305	0,0761	0,1409	0,0121	0,0301	0,0556	0,0075	0,0187	0,0346
	10	0,0253	0,0673	0,1266	0,0100	0,0266	0,0500	0,0062	0,0166	0,0312
	15	0,0230	0,0608	0,1143	0,0091	0,0240	0,0455	0,0057	0,0150	0,0283
	20	0,0198	0,0567	0,1070	0,0078	0,0224	0,0424	0,0049	0,0140	0,0264
	25	0,0195	0,0533	0,1010	0,0077	0,0211	0,0400	0,0048	0,0132	0,0249
	30	0,0194	0,0518	0,0990	0,0077	0,0205	0,0391	0,0048	0,0128	0,0243
	35	0,0177	0,0506	0,0980	0,0070	0,0200	0,0387	0,0044	0,0125	0,0241

Bảng 3: Tỷ số v/v_{LT} giữa vận tốc thực tế và vận tốc tính theo phương trình Stokes của một hạt trong môi trường có độ nhớt 0,0017 Pa.s

Hàm lượng Parafin (%KL)	Kích thước hạt (μm)					
	5	10	15	20	25	30
5	0,684	0,796	0,878	0,913	0,921	0,912
10	0,500	0,658	0,776	0,821	0,840	0,824
15	0,421	0,599	0,700	0,747	0,772	0,756
20	0,368	0,513	0,653	0,696	0,720	0,708
25	0,368	0,507	0,615	0,657	0,691	0,675
30	0,368	0,507	0,598	0,642	0,671	0,657
35	0,368	0,461	0,583	0,635	0,657	0,643

Bảng 4: Tỷ số v/v_{LT} giữa vận tốc thực tế và vận tốc tính theo phương trình Stockes của một hạt trong môi trường có độ nhớt khác nhau

Độ nhớt, (Pa.s)		0,0017			0,0043			0,0069		
Kích thước hạt (μm)		10	15	20	10	15	20	10	15	20
Hàm lượng Parafin (%KL)	5	0,790	0,879	0,916	0,796	0,878	0,913	0,789	0,874	0,911
	10	0,655	0,777	0,823	0,658	0,776	0,821	0,653	0,776	0,821
	15	0,596	0,702	0,743	0,599	0,700	0,747	0,600	0,701	0,745
	20	0,513	0,655	0,695	0,513	0,653	0,696	0,516	0,654	0,695
	25	0,505	0,615	0,656	0,507	0,615	0,657	0,505	0,617	0,655
	30	0,503	0,598	0,643	0,507	0,598	0,642	0,505	0,598	0,639
	35	0,459	0,584	0,637	0,461	0,583	0,635	0,463	0,584	0,634

Bảng 5: Tốc độ lắng của tập hợp hạt đơn phân tán

Tỷ lệ thể tích (ϵ)		0,99790			0,99579			0,99366		
Kích thước hạt (μm)		10	15	20	10	15	20	10	15	20
Tốc độ lý thuyết (mm/s)		0,0151	0,0340	0,0604	0,0150	0,0338	0,0600	0,0149	0,0335	0,0595
Tốc độ thực tế (mm/s)										
Hàm lượng Parafin (%KL)	10	0,0089	0,0237	0,0450	0,0083	0,0222	0,0417	0,0076	0,0200	0,0379
	20	0,0075	0,0209	0,0392	0,0065	0,0187	0,0354	0,0064	0,0176	0,0333
	30	0,0068	0,0195	0,0365	0,0064	0,0171	0,0326	0,0058	0,0167	0,0323

Bảng 6: Tỷ số v/v_{LT}^* của tập hợp hạt đơn phân tán

Tỷ lệ thể tích (ϵ)		0,99790			0,99579			0,99366		
Kích thước hạt (μm)		10	15	20	10	15	20	10	15	20
Tốc độ lý thuyết (mm/s)		0,0151	0,0340	0,0604	0,0150	0,0338	0,0600	0,0149	0,0335	0,0595
Tốc độ thực tế (mm/s)										
Hàm lượng Parafin (%KL)	10	0,589	0,697	0,745	0,553	0,657	0,695	0,510	0,597	0,637
	20	0,497	0,615	0,649	0,433	0,553	0,590	0,430	0,525	0,560
	30	0,450	0,574	0,604	0,427	0,506	0,543	0,389	0,499	0,543

Bảng 7. Mức và khoảng biến thiên của các yếu tố ảnh hưởng đến tỷ số K:

Các yếu tố	Ký hiệu mã hóa	Các mức tự nhiên và mã hóa tương ứng		
		Mức trên, +1	Mức cơ sở, 0	Mức dưới, -1
Tỷ lệ thể tích (ϵ)	X_1	0,99790	0,99579	0,99366
Kích thước hạt, d, μm	X_2	20	15	10
Hàm lượng Parafin, P, %KL	X_3	30	20	10

Bảng 8. Ma trận QHTN để xác định hệ số tỷ lệ K và các kết quả tính toán

STT	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	Y = lnK	Y _{hq} = lnK _{hq}	(lnK _i - lnK _{hq}) ²
1	+	+	+	+	-0,504	-0,510	3,6*10 ⁻⁵
2	+	-	-	+	-0,944	-0,920	57,6*10 ⁻⁵
3	+	+	-	+	-0,799	-0,782	28,9*10 ⁻⁵
4	+	-	+	+	-0,611	-0,648	136,9*10 ⁻⁵
5	+	+	+	-	-0,294	-0,282	14,4*10 ⁻⁵
6	+	-	-	-	-0,673	-0,692	36,1*10 ⁻⁵
7	+	+	-	-	-0,529	-0,554	62,5*10 ⁻⁵
8	+	-	+	-	-0,451	-0,420	96,1*10 ⁻⁵

Bảng 9: So sánh tốc độ lắng thực tế và kết quả tính toán của tập hợp hạt đơn phân tán

Tỷ lệ thể tích (ε)	0,99790			0,99579			0,99366			
Kích thước hạt (μm)	10	15	20	10	15	20	10	15	20	
Tốc độ lý thuyết (mm/s)	0,0151	0,0340	0,0604	0,0150	0,0338	0,0600	0,0149	0,0335	0,0595	
Tốc độ thực tế (mm/s)										
Hàm lượng Parafin (%KL)	10	0,0089	0,0237	0,0450	0,0083	0,0222	0,0417	0,0076	0,0200	0,0379
	20	0,0075	0,0209	0,0392	0,0065	0,0187	0,0354	0,0064	0,0176	0,0333
	30	0,0068	0,0195	0,0365	0,0064	0,0171	0,0326	0,0058	0,0167	0,0323
Tốc độ tính toán (mm/s)										
Hàm lượng Parafin (%KL)	10	0,0088	0,0231	0,0459	0,0082	0,0216	0,0429	0,0076	0,0201	0,0401
	20	0,0076	0,0200	0,0398	0,0070	0,0187	0,0372	0,0066	0,0174	0,0347
	30	0,0069	0,0184	0,0366	0,0065	0,0172	0,0342	0,0061	0,0160	0,0319