

Nguyên nhân suy thoái giếng khoan khu vực có thành tạo bờ rời vùng ĐBSCL và giải pháp phục hồi nâng cao hiệu suất giếng khoan

Lương Văn Thanh*, Phạm Văn Tùng

Viện Kỹ thuật biển, Viện Khoa học thủy lợi Việt Nam

Ngày nhận bài 26/1/2018; ngày chuyển phản biện 1/2/2018; ngày nhận phản biện 11/4/2018; ngày chấp nhận đăng 17/4/2018

Tóm tắt:

Vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có mật độ sông, rạch dày đặc, nhưng vào thời điểm mùa khô nguồn nước ngọt cung cấp cho sinh hoạt lại khá khan hiếm do ảnh hưởng của xâm nhập mặn (từ biển) và ô nhiễm từ nước phèn nội tại. Do nhu cầu cần sử dụng nước ngọt quanh năm nên trên địa bàn ĐBSCL có hàng nghìn giếng khoan công suất lớn đang hoạt động. Số lượng các giếng khoan ngày càng gia tăng hàng năm theo nhu cầu sử dụng nước. Tuy nhiên, dưới tác động của các yếu tố như ảnh hưởng của mặn, phèn, phèn sét... và các chất hóa học tồn tại trong nước ngầm, rất nhiều giếng khoan sau một thời gian đưa vào sử dụng đã bị suy thoái, làm ảnh hưởng rất lớn đến khả năng khai thác. Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu về nguyên nhân gây suy thoái do nội tại bản thân các giếng khoan vùng địa chất có thành tạo bờ rời của ĐBSCL và đưa ra các giải pháp khoa học và công nghệ (KH&CN) phù hợp để xử lý nhằm nâng cao hiệu suất khai thác các giếng khoan này.

Từ khóa: cải tạo giếng khoan, hiệu suất khai thác, ô nhiễm nước ngầm, suy thoái giếng khoan, thành tạo bờ rời.

Chỉ số phân loại: 1.7

Mở đầu

Theo thống kê chưa đầy đủ từ nguồn tài liệu cấp phép khai thác của Cục Quản lý Tài nguyên nước, các Sở Tài nguyên và Môi trường, tài liệu khảo sát của Liên đoàn Điều tra và quy hoạch tài nguyên nước miền Nam, ở Đồng bằng Nam Bộ [1] có khoảng 2.420 lỗ khoan khai thác nước dưới đất trong các tầng chứa nước đất đá bờ rời, 116 giếng khai thác trong các tầng chứa nước bazan cùng đá cứng có đường kính và độ sâu khác nhau. Số lỗ khoan khai thác ở các tầng, phức hệ chứa nước được thống kê như sau: các tầng chứa nước Pleistocen (qp1 và qp2-3) có 432 lỗ khoan; các tầng chứa nước Pliocen (n2) có 1.840 lỗ khoan; tầng chứa nước Miocen thượng (n13) là 148 lỗ khoan; phức hệ chứa nước trong các thành tạo bazan là 66 lỗ khoan; phức hệ chứa nước trong các thành tạo Jura là 50 lỗ khoan. Trong thực tế, số lượng lỗ khoan khai thác có thể còn cao hơn nhiều lần do ở đây chưa tiến hành được công tác kiểm kê tài nguyên nước dưới đất.

Sau một thời gian đưa vào sử dụng, nhiều giếng khoan có tốc độ suy thoái rất nhanh, làm cho nguồn nước khai thác bị suy giảm. Hầu hết các giếng hư hỏng hay bị suy thoái nặng đều bị hủy bỏ và đơn vị quản lý thường khoan

giếng mới để thay thế, làm tốn kém thêm chi phí. Ngoài ra, các giếng bị suy thoái và không còn được sử dụng tiềm ẩn nguyên nhân gây ô nhiễm nguồn nước ngầm tầng sâu do có khả năng dẫn nguồn ô nhiễm từ mặt đất xuống.

Hiện chưa có một tiêu chuẩn, quy trình cụ thể nhằm phân tích nguyên nhân suy thoái của từng loại giếng khoan cũng như các giải pháp xử lý thích hợp. Các giải pháp mới chỉ dừng ở mức dùng máy nén khí súc rửa lại giếng khoan và sử dụng một số loại hóa chất để làm tan mảng bám trong các giếng khoan suy giảm hiệu suất khai thác do các nguyên nhân như ống lọc bị ăn mòn điện hóa, lấp nhét do sét, cát mịn, bị đóng cặn do sự tích tụ của các vi khuẩn hấp thụ sắt, mangan...

Phân tích hiện trạng, tìm nguyên nhân suy thoái do nội tại của bản thân giếng khoan khu vực ĐBSCL, từ đó đưa ra các giải pháp KH&CN để phục hồi nâng cao hiệu suất giếng khoan cho mỗi loại hình suy thoái khác nhau là mục tiêu hướng đến.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Địa hình của vùng ĐBSCL tương đối bằng phẳng, độ cao trung bình là 3-5 m, có khu vực chỉ cao 0,5-1 m so với

*Tác giả liên hệ: Email: thanhluong56@yahoo.com

The reasons for the deterioration of water wells in the unconsolidated areas of the Mekong River Delta and the solutions for restoring and improving the water wells

Van Thanh Luong*, Van Tung Pham

Institute of Coastal and Offshore Engineering, VAWR

Received 26 January 2018; accepted 17 April 2018

Abstract:

There is a high density of rivers and canals in the Mekong River Delta, but the lack of fresh water for domestic water supply due to the effects of salinity intrusion and acid water from the acid sulphate soils often occurs during the dry season. Due to the fresh water demand all year around, there are thousands of high productivity drilled wells in operation in the Mekong River Delta. The number of wells is increasing yearly according to the water demand. However, the effects of salinity, acid, clay, and chemical materials in the ground water cause the degradation of drilled wells. The paper has identified the reasons for the degradation, that is, the internal problems of wells themselves in the unconsolidated formations in the Mekong River Delta and provided the suitable scientific and technological solutions to improve the well performance.

Keywords: ground water pollution, unconsolidated formations, well deterioration, well improvement, well pumped productivity.

Classification number: 1.7

mực nước biển, được hình thành từ những trầm tích phù sa và bồi dần qua những kỷ nguyên thay đổi mực nước biển; qua từng giai đoạn kéo theo sự hình thành những giồng cát dọc theo bờ biển.

Những hoạt động hỗn hợp của sông và biển đã hình thành những vạt đất phù sa phì nhiêu dọc theo đê ven sông lẫn dọc theo một số giồng cát ven biển và đất phèn trên trầm tích đầm mặn trũng thấp như vùng Đồng Tháp Mười, Tứ giác Long Xuyên - Hà Tiên, Tây nam sông Hậu và Bán đảo Cà Mau.

Đặc điểm địa chất thủy văn (ĐCTV) và tài nguyên nước dưới đất

Theo [1], đặc điểm ĐCTV trong vùng đã được mô tả trong báo cáo thành lập bản đồ ĐCTV Việt Nam tỷ lệ 1:500.000; báo cáo lập bản đồ ĐCTV Đồng bằng Nam Bộ tỷ lệ 1:200.000 và báo cáo kết quả thực hiện dự án Neogen - Độ tứ vùng Đồng bằng Nam Bộ. Báo cáo thứ nhất đã phân chia ra 4 tầng, phức hệ chứa nước trong trầm tích bờ rời là Holocen, Pleistocen, Pliocen và Miocen. Báo cáo thứ hai phân chia mặt cắt ĐCTV trầm tích bờ rời thành 5 tầng chứa là: Holocen, Pleistocen giữa - muộn, Pleistocen sớm, Pliocen và Miocen muộn. Trong báo cáo phân chia địa tầng Neogen - Độ tứ dựa vào cấu trúc địa chất Đồng bằng Nam Bộ bổ sung thêm các tài liệu nghiên cứu mới, các tác giả đã phân chia chi tiết hơn các trầm tích bờ rời thành 8 tầng chứa nước: Holocen, Pleistocen thượng, Pleistocen trung - thượng, Pleistocen hạ, Pliocen trung, Pliocen hạ, Miocen thượng và Miocen trung - thượng.

Nhìn chung, những cách phân tầng ĐCTV nêu trên là giống nhau vì cùng căn cứ vào địa tầng, địa chất để phân chia ranh giới các tầng chứa nước. Sự khác nhau chủ yếu là vạch ranh giới các tầng chứa nước, người thì gộp lại, người thì chia nhỏ địa tầng chứa nước ra làm nhiều tầng chứa nước khác nhau; khác nhau về cách thể hiện độ giàu nước, chất lượng nước trên bản đồ. Trên cơ sở các phân chia địa tầng ĐCTV như đã trình bày ở trên, các đơn vị chứa nước trong vùng Đồng bằng Nam Bộ được mô tả chi tiết trong báo cáo, trong đó có 6 tầng chứa nước đang được khai thác sử dụng nhiều nhất và được quan trắc thường xuyên bằng mạng lưới quan trắc quốc gia và địa phương

Và cũng theo kết quả đề tài KC08.06/11-15 [1], tổng lượng tài nguyên nước dưới đất Đồng bằng Nam Bộ (65.615.503,33 m³/ngày) được hình thành chủ yếu từ nguồn tích chứa trong tầng chứa nước (60.527.608,33 m³/ngày), nguồn bổ cập tự nhiên không đáng kể (5.087.895,00 m³/ngày gồm: từ nước mưa, dòng chảy tự nhiên qua ranh giới và tổng lượng bổ cập từ hồ Dầu Tiếng). Vì vậy, trữ lượng khai thác an toàn phải dựa vào nguồn thấm xuyên giữa các tầng chứa nước trong quá trình khai thác (bảng 1).

Bảng 1. Trữ lượng khai thác nước an toàn khu vực Nam Bộ theo tầng chứa nước [1].

Theo tầng chứa nước

Tầng chứa nước	Khối lượng nước tính trọng lực, V_d (m ³)	Khối lượng nước tính dân hồi, V_{dh} (m ³)	Khối lượng nước tính $V_n = V_d + V_{dh}$	Tải nguyên tính, Q_n (m ³ /ngày)	Lượng bổ cấp, Q_b (m ³ /ngày)	Tiềm năng tải nguyên, Q_{nn} (m ³ /ngày)	Trữ lượng khai thác an toàn, Q_{ktat}
Qp3	53.675.687.559,72	1.261.378.657,65	54.937.066.217,37	5.493.706,62	-	5.493.706,62	1.648.111,99
Qp2-3	127.601.346.230,95	145.587.873,31	127.746.934.104,26	12.774.693,41	2.907.000,00	15.681.693,41	4.704.508,02
Qp1	86.261.089.278,22	1.437.684.821,30	87.698.774.099,52	8.769.877,41	1.803.000,00	10.572.877,41	3.171.863,22
n_2^1	115.592.772.351,33	192.654.620,59	115.785.426.971,91	11.578.542,70	468.000,00	12.046.542,70	3.613.962,81
n_1^1	150.510.559.246,49	44.267.811,54	150.554.827.058,03	15.055.482,71	10.000,00	15.065.482,41	4.519.644,81
n_1^3	69.620.257.381,14	23.206.752,46	69.643.464.133,60	6.964.346,41	-	6.964.346,41	2.089.303,92
Tổng	603.261.712.047,84	3.104.780.536,85	606.366.492.584,69	60.636.649,26	5.188.000,00	65.824.649,26	19.747.394,78

Theo địa phương

TT	Tầng chứa nước	Khối lượng nước tính trọng lực, V_d (m ³)	Khối lượng nước tính dân hồi, V_{dh} (m ³)	Khối lượng nước tính $V_n = V_d + V_{dh}$	Tải nguyên tính, Q_n (m ³ /ngày)	Nguồn bổ cấp, Q_b (m ³ /ngày)	Tiềm năng tải nguyên, Q_{nn} (m ³ /ngày)	Trữ lượng khai thác an toàn, Q_{ktat} (m ³ /ngày)
1	An Giang	14.833.857.522,04	102.935.583,80	14.935.557.590,41	1.493.555,76	-	1.493.555,76	448.066,73
2	BR-VT	2.922.998.576,71	36.206.951,76	2.959.205.528,47	295.920,55	338.258,00	634.178,55	291.730,97
3	Bạc Liêu	71.197.045.131,70	673.072.734,23	71.616.314.293,14	7.161.631,43	-	7.161.631,43	2.148.489,43
4	Bến Tre	5.746.776.177,61	9.389.260,63	5.755.035.598,37	575.503,36	-756.703,00	575.503,36	172.651,01
5	Bình Dương	5.556.331.786,47	7.201.732,54	5.563.092.343,19	556.309,23	-	1.313.012,23	620.914,57
6	Cà Mau	54.388.718.074,47	556.915.611,66	54.708.737.643,40	5.470.873,76	-	5.470.873,76	1.641.262,13
7	Cần Thơ	41.362.892.714,91	538.785.099,82	41.752.539.729,65	4.175.253,97	1.509.685,00	4.175.253,97	1.252.576,19
8	Đồng Nai	2.966.488.134,18	13.820.150,08	2.970.695.063,60	297.069,51	-	1.806.754,51	994.931,85
9	Đồng Tháp	65.504.003.106,31	257.803.515,14	65.687.036.545,99	6.658.703,65	-	6.568.703,65	1.970.611,10
10	Hậu Giang	38.428.109.639,34	454.131.929,18	38.729.811.133,11	3.872.981,11	-	3.872.981,11	1.161.894,33
11	Kiên Giang	71.372.517.547,96	763.294.282,87	71.871.971.577,20	7.187.197,16	-	7.187.197,16	2.156.159,15
12	Long An	71.645.590.018,72	257.907.532,59	71.861.121.325,78	7.186.112,13	-	7.186.112,13	2.155.833,64
13	Sóc Trăng	48.797.768.659,38	581.673.520,50	49.239.934.727,93	4.923.993,47	-	4.923.993,47	1.477.198,04
14	Tiền Giang	43.365.829.527,36	135.176.868,60	43.492.898.533,47	4.349.289,85	-	4.349.289,85	1.304.786,96
15	TP Hồ Chí Minh	27.957.269.918,60	177.729.281,55	28.104.978.129,75	2.810.497,81	451.339,00	3.261.836,81	1.113.952,74
16	Trà Vinh	30.842.051.118,78	474.390.731,54	31.218.845.319,98	3.121.884,53	-	3.121.884,53	936.565,36
17	Vĩnh Long	4.788.219.201,05	41.134.315,59	4.823.809.207,66	482.380,92	-	482.380,92	144.714,28
Toàn DBNB		601.676.466.855,60	5.081.569.102,09	605.276.083.324,84	60.527.608,33	5.087.895,00		19.991.873,50

Ghi chú: BR-VT là Bà Rịa - Vũng Tàu.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành trên hệ thống các giếng khoan trong thành tạo bờ rời khu vực Nam Bộ được thực hiện trong đề tài KH&CN cấp nhà nước mã số ĐTĐL.CN-66/15 [2]. Chúng tôi đã tiến hành đánh giá đặc điểm ĐCTV, đặc điểm tầng chứa nước, cấu trúc giếng khoan, hiện trạng suy giảm lưu lượng, hiệu suất của các giếng khoan khai thác. Những phương pháp sau đây được sử dụng trong quá trình thực hiện:

Khảo sát thu thập thông tin, thông số kỹ thuật các giếng khoan ngoài thực tế khu vực nghiên cứu.

Sử dụng phương pháp đo camera trong các lỗ khoan điển hình bị suy giảm nguồn nước.

Phân tích nguyên nhân suy thoái giếng khoan và căn cứ

các biện pháp kỹ thuật mới đề xuất các giải pháp xử lý cải tạo các giếng khoan đã bị suy thoái.

Kết quả và thảo luận

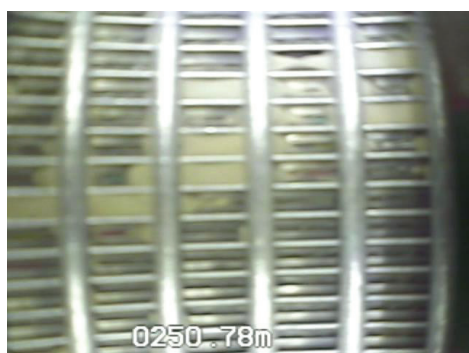
Các nguyên nhân suy thoái do nội tại bản thân giếng khoan

Suy thoái do tác động của vi sinh vật: nơi có nguồn nước dưới đất nhiễm phèn, trong nước có chứa sắt, chất hữu cơ, N và P là thức ăn tốt và là môi trường thuận lợi để một số loại vi khuẩn phát triển như vi khuẩn hấp thụ sắt, vi khuẩn hấp thụ mangan và các loại vi khuẩn hữu cơ khác. Các loại vi khuẩn này trong quá trình hoạt động sống tạo ra các sản phẩm hỗn hợp gắn kết các hạt bùn bẩn vô cơ và hữu cơ có trong nước, làm tắc, chít các khe rỗng của tầng chứa nước quanh ống lọc và gây hiện tượng ăn mòn, rỉ sét, làm thoái hóa kết cấu giếng. Các hiện tượng suy thoái giếng do đặc tính của tầng chứa nước được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Một số hiện tượng suy thoái giếng do đặc tính tầng chứa nước [3].

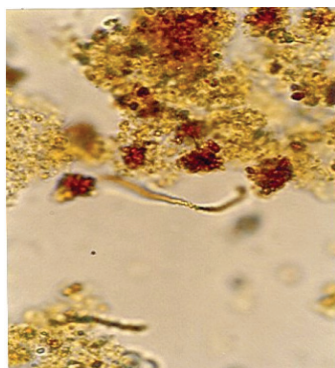
Cấu tạo địa chất tầng chứa nước	Các hiện tượng thường xuất hiện	Chu kỳ làm sạch
Cát bồi lắng	Tắc do lắng đọng cát mịn sét, lắng đọng và mảng bám do hợp chất sắt, mangan và bit tắ do vi khuẩn làm giảm công suất giếng, hư hại kết cấu giếng	2-5 năm
Cát sạn sỏi	Bit tắ các khe rỗng của lớp chứa nước, hư hại kết cấu giếng, tăng lượng cát lọt vào giếng	6-10 năm
Đá vôi nứt nẻ	Bit tắ do cặn hóa học và sinh học bám vào các khe nứt và mạch hở, nước đục do sét, phù sa, lắng đọng cặn carbonnat	6-12 năm
Nham thạch	Bit tắ do cặn bám, sét	6-12 năm
Lớp vỏ định hình	Bit tắ các khe rỗng do lắng đọng sét, bùn, sản phẩm khoáng hóa	12-15 năm
Trầm tích rắn	Bit tắ do sắt và mangan hòa tan giảm công suất giếng	6-8 năm
Trầm tích bờ rời	Lọt cát mịn, phù sa, sét bit tắ sinh học, dính bám, làm tắc lỗ rỗng do lắng đọng hóa học, phá hoại kết cấu giếng	5-8 năm

Vấn đề về vi khuẩn hấp thụ sắt hay mảng bám rỉ sắt được biết đến là một vấn đề phức tạp và có phạm vi rộng. Đó là một hiện tượng tự nhiên, các vi sinh vật tương tác với các kim loại và khoáng chất trong môi trường xung quanh. Các mảng bám rỉ sắt ảnh hưởng đến giếng khoan, hệ thống cấp nước trên toàn thế giới. Ở một số địa điểm nó có thể gây ra những thiệt hại lớn nhưng ở những vùng khác tác hại là không đáng kể. Kết quả khảo sát đo đạc bằng camera trong các giếng khoan khu vực ĐBSCL thuộc đề tài KH&CN mã số ĐTĐL.CN66/15 [2] đã phát hiện ra hầu hết các giếng khoan đều bị tác động của vi sinh vật làm suy giảm khả năng khai thác của giếng khoan ở các mức độ khác nhau (hình 1).

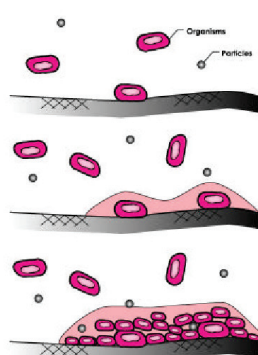


Hình 1. Một phần của ống lọc đã bị lấp nhét [2].

Theo International School of Well Drilling, vi khuẩn hấp thu sắt là một loại mảng bám trong số rất nhiều loại, bao gồm tính chất bùn nhớt từ màu vàng nhạt cho đến màu trắng của gốc lưu huỳnh. Mảng bám mangan, thậm chí nhôm cũng được tìm thấy trong một số hệ thống cung cấp nước ngầm. Mảng bám sắt và các loại mảng bám khác chứa các màng sinh học mà ở đó có các vi sinh vật còn hoạt động hoặc đã chết, phần vỏ, thân của chúng, các chất thải bài tiết cùng các chất khác của quá trình trao đổi chất cũng như các phân tử oxit, hydroxit kết dính chặt vào nhau (hình 2 và 3).



Hình 2. Mảng bám sắt và các loại khác qua kính hiển vi [4].



Hình 3. Quá trình tạo thành mảng bám vi sinh [4].

Các phân tử sắt thường được bao phủ bởi các cấu trúc vi khuẩn bên ngoài. Tuy nhiên, các dạng vi khuẩn hiện nay bao gồm rất nhiều loại và việc xác định cụ thể chủng loại là rất khó, thậm chí một số loại còn chưa được đề cập trong các tài liệu. Những mảng sinh học này là sản phẩm tự nhiên và thông thường chúng không có hại. Những mảng bám sắt tự nhiên thường hoạt động như một lớp lọc sắt sơ bộ bên trong giếng, do đó cũng có thể có tác dụng tích cực trong một số trường hợp.

Các yếu tố gây ra mảng bám sắt một cách tự nhiên và biến đổi theo chiều hướng xấu đi bao gồm: việc thiết kế và lựa chọn vật liệu giếng, ống dẫn, ống lọc hoặc do biện pháp xử lý nước không đảm bảo và quá trình khai thác giếng.

Việc thiết kế, lựa chọn vật liệu không phù hợp hoặc sai sót trong quá trình thi công có thể dẫn đến sự ăn mòn, tăng tính chất oxy hóa hoặc hạn chế sự làm việc của ống lọc, ống dẫn, khóa van và sự thâm nhập của các loại vi sinh vật không mong muốn.

Suy thoái do các chất hóa học: trong nước ngầm có chứa sắt và mangan hòa tan, do vận tốc và áp lực nước quanh giếng thay đổi, dẫn đến hiện tượng lắng đọng hợp chất sắt và mangan. Trong thời gian dài sử dụng giếng khoan, nước có độ cứng cao sẽ lắng đọng CaCO_3 , các vật liệu kết tủa này sẽ bám quanh hạt cát - sỏi ở thành khe rỗng ống lọc gây bít - tắc giếng, làm suy giảm hiệu suất khai thác của giếng khoan. Sự ảnh hưởng của các thông số thủy hóa đến quá trình suy thoái giếng được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Sự thay đổi các thông số thủy hóa làm tăng quá trình suy thoái giếng [5].

Thay đổi các chỉ số	Nguyên nhân và hậu quả
Độ hòa tan của sắt và mangan	Thay đổi điều kiện oxy hóa khử, áp lực khí nước.
pH	Thay đổi cân bằng động của các hợp chất carbonnat.
Bicarbonnat HCO_3^-	Gây thay đổi áp lực khí giải phóng CO_2 do xâm nhập mặn, do nước rỉ qua ống vách từ tầng trên xuống.
Độ dẫn điện của nước	Do môi trường thay đổi.
Nhiệt độ nước	

Một nguyên nhân khác xảy ra khá phổ biến ở khu vực ĐBSCL mà đề tài ĐTĐL.CN66/15 [2] đã khảo sát bằng camera và phát hiện ra được là ống chống bị thủng, xảy ra với các giếng khoan có ống chống bằng thép tráng kẽm. Trong nước ngầm có nhiều tầng nước nhiễm mặn, các ống khi chống bắt buộc phải nối với nhau theo chiều dài và các điểm nối bằng đường hàn là nơi dễ bị ăn mòn nhất, mặc dù đã có các giải pháp hạn chế ăn mòn. Qua thời gian, ống bị ăn mòn tạo thành lỗ thủng và nước mặn xâm nhập vào tầng chứa nước ngọt (thông tầng) cũng như lẫn vào nước khai thác. Khi lỗ thủng đủ lớn (thường xảy ra nhiều nơi trên ống chống dọc chiều sâu giếng) và nước nhiễm mặn vượt quá tiêu chuẩn cho phép thì người sử dụng bắt buộc phải hủy bỏ giếng mà khó có thể cải tạo được (hình 4 và 5).



Hình 4. Vết nứt tại độ sâu 20,90 m [2].



Hình 5. Vết thủng tại mối hàn nối ống ở độ sâu 44,92 m [2].

Ở đới chứa nước nằm gần mặt đất thì thành phần lớp cặn hóa học thường liên quan đến sự lắng đọng các hợp chất của sắt như Fe_2O_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$... Nguyên nhân là do khí CO_2 tách rời khỏi nước dưới đất và sự bão hòa khí O_2 được cung cấp từ không khí. Người ta phân biệt được cặn sắt bởi đặc điểm màu vàng, làm bẩn tay. Sự có mặt của nó ở trong nước được thể hiện bằng các mảng cặn bám ở ống thu nước và máy bơm.

Suy thoái do nguyên nhân cơ học: nguyên nhân cơ bản do lựa chọn không phù hợp kích thước ống lọc so với các đới xung quanh. Nếu kích thước của lỗ đục trên ống lọc quá lớn và hạt sỏi lọc ngược sẽ dẫn đến sự cát hóa giếng khoan. Ngược lại, nếu kích thước lỗ đục ống lọc nhỏ quá sẽ xảy ra cặn cơ học. Theo thời gian những hạt cát được tích đọng lại ngày càng nhiều, tạo thành lớp cặn bao quanh bề mặt ống lọc, gây cản trở sự vận động của nước đến giếng khoan. Để thiết kế ống lọc và chọn kích thước sỏi lọc ngược hợp lý, thì việc thử nghiệm để xác định thành phần hạt của đới chứa nước là rất cần thiết.

Dưới tác dụng cơ học, nước sẽ đi qua lớp cát sỏi bao quanh ống lọc vào giếng có tác dụng như quá trình lọc cơ học, làm chặt các hạt cát lại do tác dụng của dòng chảy và giữ các hạt bùn bần trên bề mặt, làm giảm kích thước lỗ rỗng, sau thời gian dài sẽ làm giảm hiệu suất khai thác.

Một số nguyên nhân khác cũng thường xảy ra ở khu vực ĐBSCL mà đề tài ĐTĐL.CN66/15 [2] đã khảo sát bằng camera và phát hiện ra được là ống bị vỡ (thường là ống nhựa uPVC), có thể do nhiều nguyên nhân như: i) Việc đặt bơm khai thác ở một vị trí lâu ngày, bơm hoạt động có độ rung cọ vào thành giếng làm hư hỏng ống chống; ii) Ống bị vỡ có thể do quá trình thi công hay trong khi vận hành, đặc biệt là các điểm nối làm vỡ ống; iii) Máy bơm chìm hoạt động quá tải tạo ra nhiệt độ cao xung quanh bơm trong khi nước không kịp làm mát gây biến dạng ống chống thành giếng.

Đề xuất các giải pháp xử lý suy thoái nâng cao hiệu suất giếng khoan

Các bước xử lý suy thoái

Sau khi xác định được nguyên nhân gây suy thoái giếng khoan sẽ đưa ra các giải pháp xử lý suy thoái phù hợp với từng trường hợp. Mỗi giải pháp xử lý nâng cao hiệu suất giếng khoan đều cần trải qua quy trình xử lý theo các bước như sau:

Bước 1: xác định các thông số thiết kế và khảo sát hiện trạng đặc trưng của giếng (đường kính ống chống, ống lọc; độ sâu giếng; kết cấu giếng, vật liệu kết cấu, lưu lượng, chất lượng nước, mực nước tĩnh - động...).

Bước 2: tháo dỡ các thiết bị khai thác bên trong giếng,

chuẩn bị không gian xử lý thông thoáng nhưng tách biệt, mương dẫn nước.

Bước 3: bơm vét nước ô nhiễm, vật liệu lắng cặn, tạp chất khỏi giếng khoan. Vận hành bơm giếng để đảm bảo làm sạch các vật liệu lơ lửng có thể có trong nước giếng. Có thể khử trùng khi biết nước đã bị nhiễm khuẩn.

Bước 4: khôi phục sửa chữa các hư hại lòng giếng.

Bước 5: xử lý giếng (tùy thuộc và phương pháp được chọn).

Bước 6: tái trám lấp miệng giếng, sử dụng sét sạch và xây lấp hệ thoát nước xung quanh giếng.

Xử lý do lớp sỏi và cát quanh giếng bị đóng cặn, lèn chặt

Mục đích phương pháp này là dùng tác động vật lý để lấy đi các chất cặn bám trên ống giếng, ống lọc, trong lớp sỏi lọc ngược và trong các khe rỗng của lớp cát, sạn quanh giếng để phục hồi lại khả năng dẫn nước ban đầu của giếng. Phương pháp này chính là phương pháp cơ học.

Trước tiên, dùng chổi quét để làm sạch cặn bám phía trong ống lọc khi có các hạt cát mắc vào khe hở của ống lọc hoặc sỏi chèn lấp bên ngoài khe ống lọc. Sau khi dùng chổi quét làm thông mạch rỗng trong lớp cát, sét thì dùng piston để tạo xung, phương pháp này cũng được đưa từ trên miệng giếng xuống nhằm gây sự xáo động làm co giãn lớp sỏi và cát quanh ống lọc. Sau đó, bơm rút nước tăng cường qua ống lọc để kéo cặn bám trong các lớp sỏi cát đi vào ống lọc. Gắn 2 mặt bích, một phía trên và một phía dưới của khoảng bơm hút để cho vận tốc nước đi qua khe ống lọc tăng gấp 5 lần khi bơm bình thường. Khoảng cách giữa hai mặt bích L_b và lưu lượng bơm lên Q_b tính theo công thức:

$$L_b = \frac{L_{\text{ống lọc}}}{5} \times \frac{Q_b}{Q_{kt}}$$

Trong đó: L_b là chiều dài đoạn được rửa (m); $L_{\text{ống lọc}}$ là chiều dài toàn bộ của ống lọc (m); Q_{kt} là lưu lượng giếng đang khai thác ổn định (m^3/h); Q_b là lưu lượng của bơm chìm dùng để làm sạch giếng (m^3/h).

Cuối cùng là bơm nước vào và rút nước ra trên từng đoạn ống lọc. Nước hoặc dung dịch hóa học được bơm vào buồng dưới, đi vào tầng sạn và được rút ra ở buồng trên. Để thực hiện quá trình rửa cần có 2 bơm (bơm đưa nước sạch vào buồng dưới và bơm rút nước bẩn từ buồng trên ra). Nước sạch bơm vào buồng dưới có thể lấy ngay nước giếng đó hoặc nước của giếng bên cạnh, nước bẩn bơm lên được đo độ đục để đánh giá kết quả làm sạch. Thời gian bơm kéo dài đến lúc nước rút ra có độ đục bằng độ đục của nước khi bơm bình thường thì chuyển sang đoạn khác. Công suất của bơm đẩy và bơm hút tính theo công thức:

$$Q_b = \frac{Q_{kt}}{d_1} \times d_2$$

Trong đó: Q_b là công suất bơm cần chọn (m^3/h); Q_{kt} là công suất đang khai thác của đoạn ống lọc (m^3/h); d_1 là đường kính ngoài của ống lọc (m); d_2 là đường kính hình trụ tạo bởi lớp sỏi cát bao quanh ống lọc cần phải rửa (m).

$$Q_{kt} = L_{đoạn} \times \frac{Q_0}{L_{ống lọc}}$$

Với Q_0 là lưu lượng giếng đang được khai thác (m^3/h); $L_{đoạn}$ là chiều dài đoạn ống được rửa (m); $L_{ống lọc}$ là chiều dài toàn bộ của ống lọc (m).

Bơm cấp nước hoặc hóa chất xuống nên dùng bơm piston vì áp lực đẩy thường không dự đoán trước được.

Xử lý suy thoái do tác động của hóa học và sinh học

Để xử lý nâng cao hiệu suất giếng khoan bị suy thoái do tác động của hóa học và sinh học, giải pháp truyền thống là sử dụng phương pháp hóa chất để tẩy rửa. Ngoài ra có thể sử dụng phương pháp tác dụng nhiệt và CO_2 .

Phương pháp sử dụng hóa chất: các loại axit mạnh thường được sử dụng nhiều hơn so với các hợp chất hóa học khác do tính chất khử mạnh. Biện pháp này phù hợp cho các giếng bị suy giảm hiệu suất do các nguyên nhân như mảng bám rỉ sắt, đóng cặn trên các bộ phận giếng khoan. Việc sử dụng axit cần phải xem xét đến các khía cạnh khác nhau về mức độ an toàn khi sử dụng, hướng dẫn sử dụng, quy trình sử dụng các sản phẩm đó sao cho đảm bảo các yêu cầu đặt ra. Việc không tuân thủ các quy định đặt ra khi sử dụng các sản phẩm này có thể gây ra nguy hiểm cho chính người sử dụng các chất hóa học đó, cho người sử dụng nước giếng khoan vào sinh hoạt và cho môi trường nước dưới đất.

Đã có nhiều tài liệu trong và ngoài nước nghiên cứu tác dụng của các loại hóa chất khác nhau đến quá trình hòa tan, phân tán các loại cặn bẩn trong giếng. Các chất hóa học được sử dụng là khác nhau cho từng loại mảng bám, với các nồng độ và cách thức sử dụng cũng như quy định an toàn phù hợp với các hóa chất đó. Một số loại hóa chất đã được sử dụng ở các nước trên thế giới như Anh, Pháp, Đức, Mỹ và phù hợp với điều kiện sử dụng ở Việt Nam như sau:

- Cặn lắng dính bám là phù sa, nhôm kết tủa với lẫn cặn sinh vật: dùng các hợp chất muối của axit photphoric (H_3PO_4) như $Na_2H_2P_2O_4$ và $Na_4P_2O_7$, nồng độ dung dịch 15%, thời gian tiếp xúc 6-12 giờ.

- Cặn dính bám là sắt, mangan và cặn sinh học: dùng axit HCl nồng độ 0,1M, pH ≤ 1 , thời gian tiếp xúc 4-6 giờ, sau đó phải bơm rửa ngay, nếu để pH ≥ 2 có khả năng gây

đính bám lại.

- Cặn lắng dính bám có nguồn gốc từ sunphat của kim loại, sản phẩm của H_2S : có thể dùng các loại axit như H_2SO_4 và HCl.

- Trong nước có chứa sắt, mangan: có thể sử dụng một trong ba hợp chất của polyphosphat là pyrophosphat, tripolyphosphat và metaphosphat natri. Trong 3 hợp chất này, tripolyphosphat là tốt hơn cả vì có hiệu quả cao hơn và chỉ cần dùng với liều lượng ít hơn so với 2 loại còn lại.

- Cặn lắng dính bám có nguồn gốc từ $CaCO_3$, $CaSO_4$ do nước cứng sinh ra dùng axit HCl, nếu tầng ngậm nước là đá vôi phải dùng axit hữu cơ như photphoric hoặc citric ($C_6H_8O_7$), sunphamic (NH_2SO_3H) vì axit H_2SO_4 và HCl có khả năng hòa tan đá vôi.

- Trong tầng chứa nước cuội sỏi là đá nứt nẻ, không có sắt, mangan, có chất hữu cơ hòa tan, thường cặn dính bám làm bít tắc ống lọc là các loại cặn vi sinh: dùng chất tẩy rửa là nước zaven NaClO với nồng độ 2 gam clo hoạt tính cho 1 lít dung dịch. Thời gian tác dụng tiếp xúc là 4-6 giờ, sau đó phải bơm rửa với lưu lượng gấp 1,5 lần lưu lượng khai thác.

Phương pháp sử dụng tác dụng nhiệt: phương pháp này đã và đang được sử dụng tại Mỹ (đã được cấp bằng sáng chế tại Mỹ, hay còn được gọi là phương pháp OH).

Tác dụng nhiệt có thể được sử dụng để làm tăng hiệu quả của các phương pháp xử lý bằng các hợp chất hóa học. Nước trong giếng được bơm lên, gia nhiệt, sau đó đưa trở lại giếng để làm tăng khả năng hoạt động của các hợp chất hóa học. Nó có thể được dùng như một phần của phương pháp hỗn hợp bao gồm nhiều giai đoạn trong việc khôi phục hiệu suất của giếng khoan. Tác dụng nhiệt có thể được sử dụng hiệu quả trong việc loại bỏ mảng bám sinh học khi mà các giải pháp hóa học không thể sử dụng do các nguyên nhân về môi trường. Tuy nhiên, nhiệt sẽ dồn về các kết cấu của giếng khi được truyền vào (theo nguyên lý truyền nhiệt cũng giống như đối với truyền lạnh) thì chỉ tác dụng trong phạm vi bị sốc nhiệt.

Phương pháp sử dụng khí CO_2 : bản chất của phương pháp này là dùng khí CO_2 lạnh để làm mở rộng các mạch ngậm chứa nước và loại bỏ các mảng bám, các chất đóng cặn trong giếng khoan khai thác nước ngầm. Nó còn được biết đến với cái tên “phương pháp đóng băng”.

Quá trình sử dụng đá khô (CO_2 ở dạng rắn) để xử lý các giếng khoan đã có từ rất lâu ở các nước Bắc Mỹ, việc kiểm soát liều lượng và cách thức áp dụng vẫn còn là một vấn đề cần giải quyết. Phương pháp Aqua-Freed (được mô tả tại Hội nghị Mansuy năm 1999) đã được phát triển như một phương pháp mới trong việc sử dụng hiệu quả hỗn hợp khí CO_2 lạnh theo một cách có thể kiểm soát được.

Về tổng thể, phương pháp này bao gồm 4 bước cơ bản sau: i) Phun hỗn hợp khí CO_2 để tạo thành axit cacbonic; ii) Tiếp tục phun hỗn hợp CO_2 ở dạng lỏng đã được đông lạnh vào giếng, bắt đầu quá trình khuấy động và làm đóng băng; iii) Để hỗn hợp xâm nhập và lan truyền vào trong nước giếng theo thời gian và bắt đầu các phản ứng; iv) Sau một khoảng thời gian cần thiết, các phản ứng đã hoàn tất, tiến hành loại bỏ các phần đóng băng và làm tan chảy, làm thông thoáng và giảm áp suất trong giếng. Cuối cùng có thể áp dụng thêm các biện pháp cơ học để làm tăng khả năng cải tạo giếng.

Kết luận

Có nhiều nguyên nhân gây suy thoái các giếng khoan ở khu vực địa chất có thành tạo bờ rời vùng ĐBSCL. Các nguyên nhân điển hình về suy thoái có thể kể đến như: i) Suy thoái do tác động của vi sinh vật tạo ra các mảng bám rỉ sắt, các sản phẩm hỗn hợp gắn kết các hạt bùn bẩn vô cơ và hữu cơ; ii) Suy thoái do tác động của hóa học, làm ống chống bằng thép bị thủng; iii) Suy thoái do tác động của cơ học gây vỡ ống, hỏng thiết bị...

Nghiên cứu sâu các nguyên nhân suy thoái và dựa trên các kỹ thuật được ứng dụng hiện tại, để xử lý nâng cao hiệu suất giếng khoan trong khu vực có tầng nước ngầm nằm sâu và trong đới thành tạo bờ rời có thể sử dụng các biện pháp như: xử lý lớp sỏi và cát quanh giếng bị rỉ sét, đóng cặn, lèn chặt bằng chổi quét; piston tạo xung động mạnh của nước; bơm hút nước tăng cường; hóa chất; gia nhiệt; khí CO_2 . Một số giếng bị hư hỏng quá nặng khó có thể xử lý được hoặc xử lý quá tốn kém về kinh phí và khai thác không bền vững

thì nên chọn giải pháp hủy - trám lấp giếng và khoan giếng mới thay thế.

Với kết quả nghiên cứu và khảo sát bước đầu các giếng khoan ở khu vực địa chất có thành tạo bờ rời vùng ĐBSCL, các tác giả đã xác định các nguyên nhân chính gây suy thoái giếng khoan và đề xuất được những giải pháp kỹ thuật phù hợp nhằm cải thiện lưu lượng phục vụ cấp nước sinh hoạt cho những vùng khó khăn về nguồn nước của ĐBSCL. Kết quả bài báo là cơ sở tham khảo cho các cơ quan quản lý và đơn vị cấp nước tập trung trong công tác duy tu, bảo dưỡng và khai thác nguồn nước ngầm vùng ĐBSCL cho cấp nước sinh hoạt và góp phần thực hiện tốt các tiêu chí của Chương trình mục tiêu quốc gia về xây dựng nông thôn mới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đoàn Văn Cảnh và cs (2015), *Nghiên cứu đề xuất các tiêu chí và phân vùng khai thác bền vững, bảo vệ tài nguyên nước dưới đất vùng Đồng bằng Bắc Bộ và Đồng bằng Nam Bộ*, Số đăng ký: 11955/KQNC, ngày 1/2/2016.
- [2] Lương Văn Thanh và cs (2015-2018), *Nghiên cứu công nghệ và giải pháp kỹ thuật để xử lý các giếng khoan có hiệu suất thấp và mực nước động nằm sâu phục vụ cấp nước sạch bền vững cho các vùng khan hiếm nước khu vực Nam Bộ*, Đề tài KH&CN cấp nhà nước mã số ĐTĐL.CN-66/15.
- [3] Trịnh Xuân Lai (2012), *Quản lý vận hành và thiết kế nâng cấp Nhà máy nước*, Nhà xuất bản Xây dựng.
- [4] Environmental Security and Technology Certification Program (ESTCP) Project ER-0429 (2005), *A review of biofouling controls for enhanced in situ bioremediation of groundwater*.
- [5] Đặng Ngọc Quý (2017), “Đặc trưng của giếng khoan thân nhỏ và các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian, chi phí khoan và hoàn thiện giếng”, *Tạp chí Dầu khí*, **4**, tr.14-17.