

ПЕТРОГРАФИЯ

М. А. ЦВЕТКОВА

**ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА ПОРОД-  
КОЛЛЕКТОРОВ НЕФТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОБРАБОТКИ ИХ  
СОЛЯНОЙ КИСЛОТОЙ**

*(Представлено академиком С. И. Мироновым 13 X 1949)*

Обработка забоя нефтяных скважин химическими реактивами, главным образом, соляной кислотой в целях увеличения дебита нефти получила за последние годы в нефтедобывающей практике широкое применение. Многие месторождения Урало-Волжской области и некоторые месторождения Закавказья имеют в качестве коллекторов нефти карбонатные породы и песчаные породы с карбонатным цементом.

Важность изучения процессов обработки коллекторов химическими реагентами, отмечается многими исследователями, но указаний на методы исследования этих процессов ни в нашей, ни в иностранной литературе до последнего времени не было.

Химическая сущность кислотной обработки, казалось бы, чрезвычайно проста. Залитая на забой скважины соляная кислота реагирует с карбонатными породами пласта, являющимися коллекторами нефти. В качестве продуктов реакции образуются углекислота, выделяющаяся в газообразном состоянии и хлористые кальций и магний. Растворяя карбонатные породы, кислота увеличивает в нефтяном пласте существовавшие ранее каверны и поры, очищает их от известнякового шлама, а также разрабатывает в породах-коллекторах новые ходы. Все это облегчает доступ нефти к забою скважины.

Вопросы рациональности обработки, выбора концентрации кислоты, продолжительности реакции кислоты с породами в скважине, и ряд других задач могут быть решены только после изучения пород пласта в лабораторной обстановке. Между тем изучение литологических свойств пласта многими исследователями не считается важным, тогда как в некоторых случаях отрицательные результаты обработки забоя скважины соляной кислотой получены лишь из-за недостаточно глубокого петрографического изучения пород (2-4).

Учитывая изложенное, в лаборатории нефтяного пласта Института горючих ископаемых АН СССР в 1940 г. была поставлена серия опытов, имевших целью установить характер влияния соляной кислоты на строение поровых каналов пласта.

Объектами исследования явились полимиктовые песчаники с известковистым цементом отдельных горизонтов ширакской толщи (Грузия) и кварцевые песчаники с известковистым цементом угленосной толщи нижнего карбона Сызранского месторождения. Исследования преследовали двоякую цель.

Первая серия опытов была поставлена с целью изучения влияния обработки соляной кислотой различной концентрации (1, 5, 7, 15 и 20%)

на структуру порового пространства пород-коллекторов. Из 70 образцов пород в 47 образцах структура пород была разрушена полностью через 18 час. Такое отрицательное действие кислот на обработку пород наблюдалось в полимиктовых разностях песчаников, в которых преобладали обломки карбонатных пород среди кластического материала.

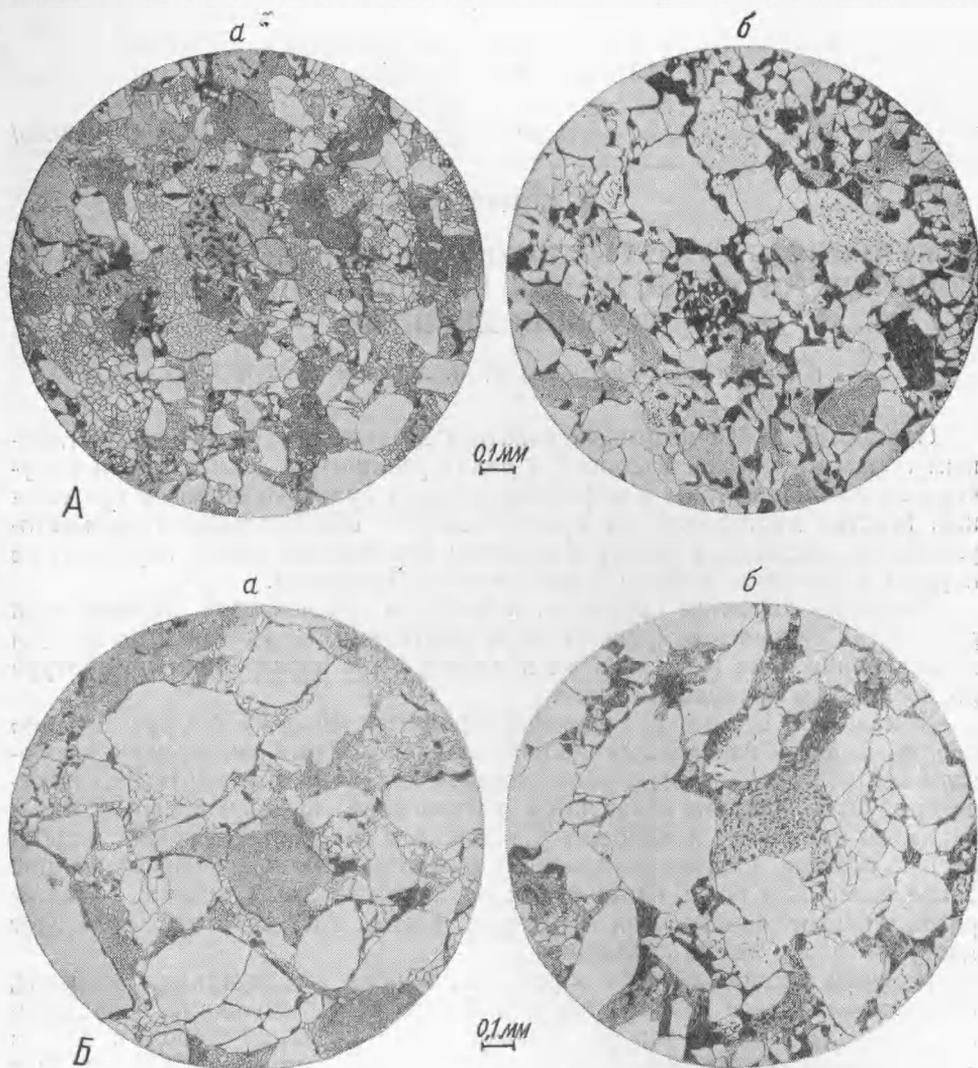


Рис. 1. Песчаник полимиктовый с известковым цементом; ширакская толща (Груз. ССР). а — до обработки, б — после обработки 7% HCl

Детальное изучение под микроскопом шлифов, сделанных из пород, подвергавшихся в течение разного времени обработке соляной кислотой, позволило расшифровать природу процесса разрушения карбонатного материала в породах как в виде цемента, так и в виде отдельных обломков карбонатных минералов в кластическом материале.

Мы убедились, что растворение цемента и кластического материала идет постепенно по направлению потока фильтрации, причем цемент породы разрушается раньше кластического карбонатного материала. Результаты изменения структуры поровых пространств под воздействием соляной кислоты изучались в плоскопараллельных препаратах, обработан-

Таблица 1

Изменение физических свойств пород-коллекторов нефти под влиянием обработки их соляной кислотой

Петрографическая характеристика образца	Концентрация HCl в %	Цемент	Колич. цемента в %	Продолж. действ. хим. реагент. в час.	Проницаемость в миллиарды					
					до обработки	после 1-кратн. обработки	после 2-кратн. обработки	после 3-кратн. обработки	после 4-кратн. обработки	после 5-кратн. обработки
Песчаник полимиктовый известковистый, ширакская толща (Груз.ССР)	7	Карбонатный	22,37	19	5,5	8,0	Опред. не удалось	1,3	6,7	11,0
Песчаник полимиктовый известковистый, ширакская толща (Груз.ССР)	7	Карбонатный	28,21	2	390,0	1570,0	—	—	—	—
Песчаник полимиктовый, ширакская толща (Груз.ССР)	7	Карбон. глинист.	4,45 7,23	7	190,0	1100,0	120,0	170,0	200,0	220,0
Песчаник полимиктовый, ширакская толща (Груз.ССР)	7	Карбон.	3,5	2	14,0	280,0	—	—	—	—
Песчаник полимиктовый, глинистый, ширакская толща (Груз.ССР)	7	Карбон. глинист.	27,41 1,28	3	7,40	4,1	6,7	—	—	—
Песчаник полимиктовый глинистый, ширакская толща (Груз.ССР)	7	Карбон. глинист.	1,84 4,61	31	310,0	240,0	356,0	107,0	148	92,0 83,0
Песчаник кварцевый с известковистым цементом, карбон (Самарская Лука)	10	Карбон. глинист.	18,96 6,36	18	4,5	13,0	92,0	97,0	—	—

ных бакелитовой смолой. Этот способ изображения процесса реакции отличается наглядностью (рис. 1). Подмечено, что скорость растворения породы зависит не только от концентрации кислоты, но и от литологических свойств породы, т. е. от количества карбонатного кластического материала и цемента.

Вторая серия опытов проведена была с целью сопоставления проницаемости пород до и после обработки их соляной кислотой; результаты этих опытов помещены в табл. 1 (см. также рис. 1, Б).

Анализ табл. 1 показывает, что в одних случаях проницаемость после обработки пород соляной кислотой увеличилась, в других же уменьшилась или осталась без изменения.

Результаты исследования проницаемости пород, а также их структуры до и после обработки соляной кислотой приводят к следующим выводам:

1. Только тщательное послойное петрографическое изучение залежи может обеспечить наибольшую эффективность обработки. Так например, среди песчаных коллекторов некоторых месторождений нефти Грузии (ширакская свита), представленных полимиктовым кластическим материалом, значительный эффект дадут пласты, сложенные песчаниками, имеющими карбонатный цемент и незначительные количества карбонатных элементов в кластическом материале. Такие коллекторы следует обрабатывать крепкой соляной кислотой.

Коэффициент проницаемости таких пород до обработки соляной кислотой равен 390 миллидарси и после обработки 7% соляной кислотой — 1570 миллидарси. Для песчаников угленосной толщи Самарской Луки, имеющих мономинеральный состав кластического материала и карбонатный цемент, проницаемость до обработки была 4,5 миллидарси, после обработки 10% соляной кислотой проницаемость образца увеличилась до 97 миллидарси.

2. Обработка соляной кислотой песчаных коллекторов, кластический материал которых представлен обломками карбонатных пород, не всегда дает положительные результаты: нередко скелет породы соляной кислотой разрушается и выделяющиеся пелитовые фракции нерастворимой части заполняют поровое пространство коллектора. Проницаемость после обработки таких пород изменяется нередко в сторону уменьшения в 4 и более раз (см. табл. 1).

3. Раствор соляной кислоты, будучи залит в образец породы, реагирует неодинаково с карбонатными минералами, имеющими различную структуру. Тонкозернистые разности кальцита в виде цемента разрушаются слабой соляной кислотой, в то время как на крупнокристаллический кальцит кластического материала она действует слабо. Это обстоятельство должно учитываться при решении вопроса о наиболее подходящей концентрации кислоты в связи с особенностями петрографического состава пород (минералогический состав зерен и цемента песчаных пород).

Поступило  
23 VII 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> П. П. Авдусин и М. А. Цветкова, ДАН, 20, № 2—3 (1938).  
<sup>2</sup> А. А. Варов, Обработка нефтяных скважин соляной кислотой. Азнефтеиздат, 1937. <sup>3</sup> N. A. Best, Oil and Gas Journ., 32, 46 (1934). <sup>4</sup> K. A. Coveil, Oil Weekly, 73, № 11 (1934).