

ceramics : monograph) / S.M. Logvinkov. – Kharkov: Izd. HNEU, 2013. – 248 p. (in Ukrainian). **12.** Logvinkov S.M. Thermodynamics of Phase Relations in Subsolidus MgO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – SiO<sub>2</sub> System / S.M. Logvinkov, G.D. Semchenko, D.A. Kobyizeva / Refractories and Industrial Ceramics. – 2001. – Vol. 42, Iss. 11-12. – P. 434 – 439. **13.** Lupis C.H.P. Chemical Thermodynamics of materials / C.H.P. Lupis. – New York: North Holland, 1983. – 581 p.

*Поступила (Received) 23.10.15*

УДК 622.276

**Т.В. МЕЛЬНИК**, канд. истор. наук, доц., НТУ «ХПИ»

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ СОЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

В статье представлены современные технологии, применяемые при разработке нефтеносных пластов на нефтегазовых месторождениях, которые находятся на их конечной стадии разработки. Рассмотрены основные методы интенсификации добычи нефти, а также способы повышения нефтеотдачи пластов и усовершенствования изучаемых технологических процессов. Проведены лабораторные исследования отложений кристаллических солей в насосно-компрессорных трубах и определен их количественный состав. Предложены дальнейшие пути исследований.

**Ключевые слова:** нефтеносные пласты, отложения солей, кислотные обработки, оборудование нефтегазовых скважин, насосно-компрессорные трубы, пластовое давление

**Введение.** Нефтегазовые и газоконденсатные месторождения, находящиеся в настоящее время на конечной стадии разработки, требуют к себе повышенного внимания. Как правило, их эксплуатация началась в 1960 – 1970-е годы, когда требования по охране окружающей среды не были столь жесткими, чем в настоящее время. Вследствие этого территория и зона свободного водообмена таких месторождений существенно загрязнены радионуклидами, нефтепродуктами и тяжелыми металлами. На конечной стадии разработки нефтяных месторождений добываемая продукция сильно обводнена, а минерализованные воды являются именно той агрессивной средой, которая приводит к образованию солевых отложений, к коррозии и разрушению насосно-компрессорных труб и трубопроводов.

Ухудшение эксплуатационных характеристик и остановка скважин

© Т.В. Мельник, 2015

вследствие указанных осложнений ведут к разбалансированию системы разработки, разрежению сетки скважин, снижению эффективности процесса управления разработкой объекта и, в конечном счете, – к снижению коэффициента извлечения нефти и потере потенциально извлекаемых запасов нефти.

Эффективность извлечения нефти из нефтеносных пластов современными, промышленно освоенными методами разработки во всех нефтедобывающих странах на сегодняшний день считается неудовлетворительной, при этом, что потребление нефтепродуктов во всем мире растет из года в год.

Средняя конечная нефтеотдача пластов по различным странам и регионам составляет от 25 до 40 %. Остаточные или неизвлекаемые промышленно-освоенными методами разработки запасы нефти достигают в среднем 55 – 75 % от первоначальных геологических запасов нефти в недрах.

Поэтому актуальными являются задачи применения новых технологий нефтедобычи, позволяющих значительно увеличить нефтеотдачу уже разрабатываемых пластов, на которых традиционными методами извлечь значительные остаточные запасы нефти уже невозможно.

**Методы исследований.** Во всем мире с каждым годом возрастает интерес к методам повышения нефтеотдачи пластов, и развиваются исследования, направленные на поиск научно обоснованного подхода к выбору наиболее эффективных технологий разработки месторождений.

В целях повышения экономической эффективности разработки месторождений, снижения прямых капитальных вложений и максимально возможного использования реинвестиций весь срок разработки месторождения принято делить на три основных этапа:

– на первом этапе для добычи нефти максимально возможно используется естественная энергия пласта (упругая энергия, энергия растворенного газа, энергия законтурных вод, газовой шапки, потенциальная энергия гравитационных сил);

– на втором этапе реализуются методы поддержания пластового давления путем закачки воды или газа. Эти методы принято называть вторичными;

– на третьем этапе для повышения эффективности разработки месторождений применяются методы увеличения нефтеотдачи.

Нефтяная индустрия нуждается в недорогих и эффективных методах интенсификации добычи углеводородов. Значительная часть мировых запасов углеводородов сосредоточена в карбонатных коллекторах. Для интенсификации добычи в карбонатах используют как обычные, так и специфичные для

них методы. Бурение боковых стволов сопряжено с большими затратами денег и времени, так как требует установки буровой и подготовки бригады. Естественное свойство карбонатов растворяться в кислоте используется при воздействии через скважину на карбонатные соединения с целью их разрушения, чтобы увеличить проницаемость призабойной зоны пласта и тем самым повысить продуктивность скважины. Применяют большей частью соляную кислоту в концентрации 10 – 15 %. Для повышения эффекта воздействия и ускорения процесса растворения более стойких коллекторов (загипсованные известняки, доломиты) применяют термокислотный метод обработки, основанный на подогреве кислоты при реакции ее с металлическим магнием (Mg) или алюминием (Al). Наоборот, для замедления действия кислоты на чистые известняки добавляют органические ингибиторы: фурфурол, фурфуроловый спирт и т. п. Солянокислотный метод обработки нефтяных скважин широко применяется на месторождениях Украины, России и др. Эффективность метода при правильном его применении достаточно высокая.

С целью организации творческих и научных связей с лабораторией Усинского нефтегазового месторождения, Республика Коми, Россия на кафедре общей и неорганической химии НТУ «ХПИ» проведены поисковые работы в области методов защиты оборудования от солеотложений. Так как кафедра располагает методическими и аппаратными ресурсами, а также и кадровым потенциалом для проведения исследований, то на первом этапе был сделан предварительный анализ двух образцов отложений солей из насосно-компрессорных труб из скважины № 605 Усинского нефтегазового месторождения. С помощью рентгено-флюоресцентного анализа, проведенного на аппарате «СПРУТ-3» был установлен количественный (%) состав металлов, содержащихся в представленных образцах кристаллических отложений солей из скважины.

Результаты анализов представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Количественный состав (%) металлов в исследуемых образцах

№ п/п	Элемент	Процентный состав, %
Образец 1	Железо (№ 26 Fe)	86,062
	Цинк (№ 30 Zn)	4,283
	Стронций (№ 38 Sr)	9,655
Образец 2	Железо (№ 26 Fe)	81,512
	Стронций (№ 38 Sr)	10,670
	Цинк (№ 30 Zn)	4,581
	Медь (№ 29 Cu)	3,236

Также в ходе дополнительных анализов на данном аппарате установлено содержание неметаллов и металлов в исследуемых образцах (табл. 2).

Добавочные измерения выявили наличие более легких металлов в образце в незначительных количествах.

Так как данные солевые отложения необходимо удалить из насосно-компрессорных труб, проведены лабораторные исследования и получены следующие предварительные результаты. Образцы кристаллических отложений солей из скважины № 605 массой 0,01 г были растворены в 2,5 мл неорганических кислот.

Таблица 2 – Содержание металлов и неметаллов в исследуемых образцах

№ п/п	Элемент	Процентный состав, %
1	Кальций (№ 20 Ca)	62
2	Железо (№ 26 Fe)	24
3	Кремний (№ 14 Si)	6
4	Стронций (№ 38 Sr)	4
5	Фосфор (№ 15 P)	2
6	Алюминий (№ 13 Al)	1
7	Сера (№ 16 S)	1

В табл. 3 представлены данные о времени растворения образцов в трех основных неорганических кислотах: сульфатной, нитратной и хлороводородной. Концентрации кислот – 10 %.

Таблица 3 – Время растворения образцов в кислотах

№ п/п	Кислота	Время растворения, с
1	Хлороводородная кислота (HCl)	135
2	Нитратная кислота (HNO <sub>3</sub> )	245
3	Сульфатная кислота (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Образец практически не растворяется

### **Выводы.**

Таким образом, исходя из предварительных исследований, можно предположить, что кристаллические отложения состоят преимущественно из солей кальция, железа и стронция.

Данные соли растворяются в 10 % растворах кислот – хлороводородной или нитратной.

Однако в хлороводородной кислоте растворение образца происходит интенсивнее и почти в два раза быстрее.

Поскольку необходимо проведение дальнейших исследований, то по нашему мнению они могут быть направлены на усовершенствование и изучение следующих проблем:

– определение качественного и количественного состава материалов (пластовых вод, отложений солей, эмульсий и др.);

– установление и реализация путей и способов переработки различных материалов;

– анализ, определение и прогнозирование скорости коррозионных разрушений в эксплуатационных условиях;

– подбор ингибиторных композиций, пенообразующих составов и других технологических растворов для осуществления мероприятий по восстановлению оборудования нефтегазовых скважин и повышению нефтеотдачи продуктивных пластов.

**Список литературы:** 1. *Амиан В.А.* Повышение производительности скважин / *В.А. Амиан, А.В.Амиан.* – М.: Надра, 1986. – 196 с. 2. *Антонова Е.О.* История эксплуатаций нефтегазовых объектов в России и за рубежом / *Е.О. Антонова, Э.М.Брадман.* – М.: Надра, 2005. – 152 с. 3. *Ибрагимов Л.Х.* Интенсификация добычи нефти / *Л.Х. Ибрагимов, И.Т. Мищенко, Д.К. Чепоянц.* – М.: Наука, 2000. – 415 с. 4. *Кащавцев В.Е.* Солеобразование при добыче нефти / *В.Е. Кащавцев, И.Т.Мищенко.* – М.: Орбита-М, 2004, – 432 с. 5. *Тахаутдинов Ш. Ф.* Современные методы решения инженерных задач на поздней стадии разработки нефтяного месторождения / *Ш.Ф. Тахаутдинов, Н.И. Хисамутдинов.* – М.: ВНИИ ОЭНГ, 2000. – 103 с.

**References:** 1. *Amiyan V.A.* Povyishenie proizvoditelnosti skvazhin (Increasing the performance of wells) / *V.A. Amiyan, A.V. Amiyan.* – Moscow: Nadra, 1986. – 196 s. 2. *E.O. Antonova* Istoriya ekspluatatsiy neftegazovyih ob'ektov v Rossii i za rubezhom (The history of running oil and gas projects in Russia and abroad) / *E.O. Antonova., E.M. Bradman.* – Moscow: Nadra, 2005. – 152 s. 3. *Ibragimov L.H.* Intensifikatsiya dobyichi nefi (Intensification of oil production) / *L.H. Ibragimov, I.T. Mischenko, D.K. Chepoyants.* – Moscow: Nauka, 2000. – 415 s. 4. *Kaschavtsev V.E.* Soleobrazovanie pri dobyiche nefi (The salt formation during oil production) / *V.E. Kaschavtsev, I.T. Mischenko.* – Moscow: Orbita-M, 2004, – 432 s. 5. *Tahautdinov Sh.F.* Sovremennyye metodyi resheniya inzhenernyih zadach na pozdney stadii razrabotki nefyanogo mestorozhdeniya (Modern methods for solving engineering problems in the late stage of oil field development) / *Sh.F. Tahautdinov., N.I. Hisamutdinov.* – Moscow: VNI OENG, 2000. – 103 s.

*Поступила (Received) 13.07.15*